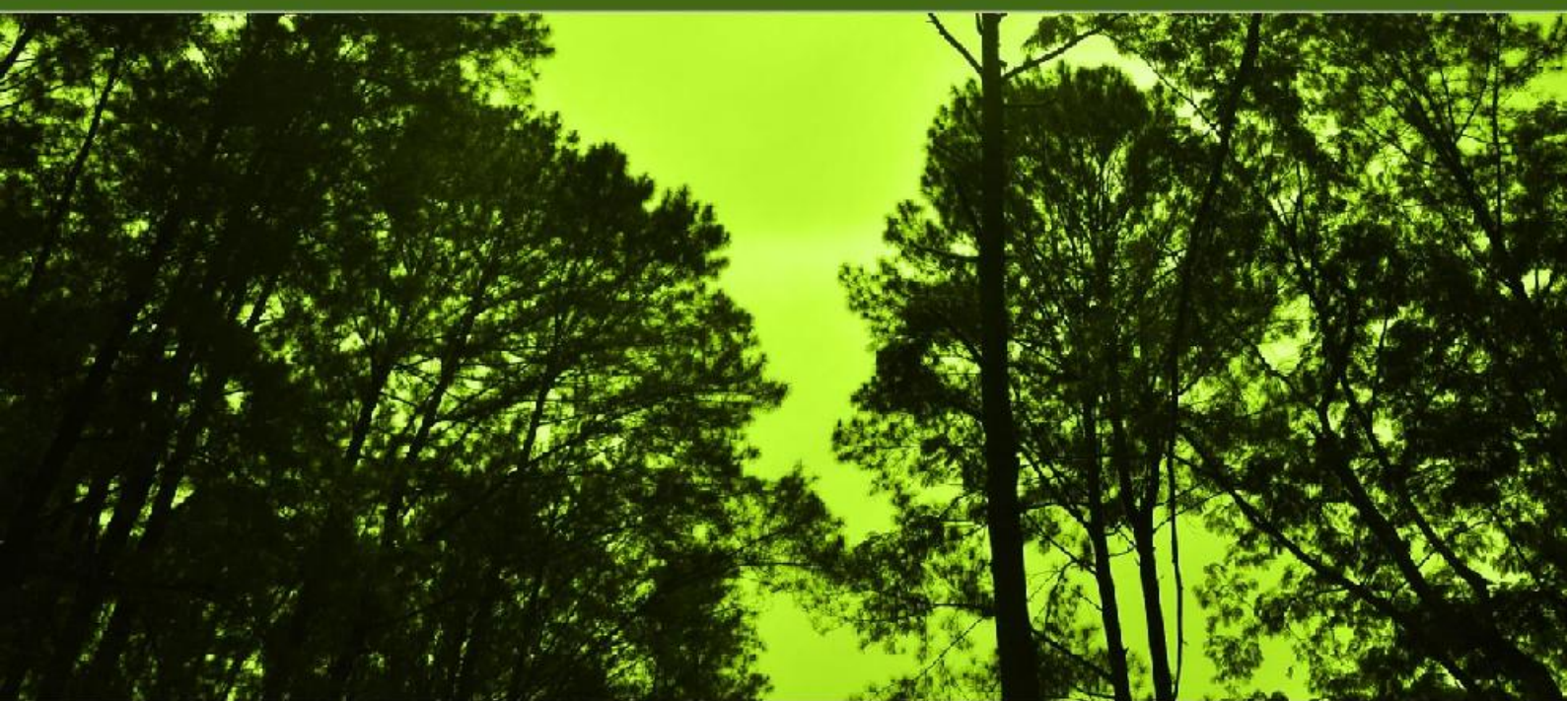




Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia XV

**"Hijaukan Bumi Untuk Kelestarian Pemanfaatan
Kayu yang Optimal Bagi Kehidupan Berkelanjutan"**

**Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin
MAKASSAR, INDONESIA
NOVEMBER 6 - 7, 2012**



Diselenggarakan Oleh:
**Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin**

Didukung Oleh:
**Balai Pengembangan Teknologi
Perumahan Tradisional Makassar
PUSLITBANG Permukiman, Kementerian Pekerjaan Umum**



Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (Mapeki) XV

Tim Editor

Dr. Suhasman, S.Hut., M.Si. (Universitas Hasanuddin)
Dr. Astuti Arif, S.Hut., M.Si. (Universitas Hasanuddin)
Prof. Dr. Ir. Musrizal Muin, M.Sc. (Universitas Hasanuddin)
Dr. Ir. Indah Sulistyawati, MT. (Universitas Trisakti)
Dr. Andi Detti Yuniarti, S.Hut., MP. (Universitas Hasanuddin)
Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut., M.NatResSt (Universitas Hasanuddin)

**MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI)
2013**

Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (Mapeki) XV

Dilaksanakan oleh :
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

Bekerjasama dengan :
Balai Penelitian Teknologi Perumahan Tradisional -
Pusat Penelitian Permukiman - Kementerian Pekerjaan Umum

Tim Editor : Suhasman, Astuti Arif, Musrizal Muin, Indah
Sulistyawati, Andi Detti Yuniarti, Risma Illa Maulany
Sampul dan Tata Letak : Tim Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin

Diterbitkan oleh :
Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia
UPT. Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI)
Jl. Raya Bogor KM.46 Cibinong Bogor 16911
Telp./Fak: 021-87914511 / 021-87914510
e-Mail : secretariat@mapeki.org

Cetakan Pertama : Juni 2014
ISBN 978-602-70509-0-7

KATA PENGANTAR

Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XV yang berlangsung pada tanggal 6-7 November 2012 di Makassar memilih tema “***Hijaukan Bumi untuk Kelestarian Pemanfaatan Kayu yang Optimal bagi Kehidupan Berkelanjutan***”. Menghijaukan bumi melalui kegiatan penanaman telah menjadi isu sangat penting untuk menjaga dan meningkatkan kualitas lingkungan, sekaligus memperoleh manfaat luar biasa dari kayu yang dihasilkannya. Pemanfaatan kayu secara optimal diperlukan sebab kayu merupakan material yang terbarukan sehingga ramah lingkungan. Pemanfaatan kayu yang optimal hanya dapat dilakukan melalui pemahaman yang mendalam terhadap aspek karakteristik, teknologi pengolahan, maupun disain produk dan konstruksi. Kesinambungan penyediaannya pun juga sangat ditentukan oleh kemampuan kita menerapkan prinsip-prinsip teknologi budidaya dan pengelolaan hutan sebagai penghasil kayu sekaligus penyerap karbon dan fungsi-fungsi lainnya dalam menjaga keseimbangan lingkungan.

Hasil-hasil penelitian terbaru di bidang pengolahan hasil hutan, pengelolaan hutan maupun bidang terkait lainnya telah disajikan dan didiskusikan dalam seminar tersebut. Lebih dari 100 judul penelitian dari seluruh penjuru tanah air telah dipresentasikan baik berupa presentasi oral maupun presentasi poster. Makalah lengkap dari sebagian besar hasil penelitian yang dipresentasikan telah disampaikan ke panitia untuk diterbitkan dalam prosiding, dengan rincian 69 artikel presentase oral dan 5 artikel presentasi poster. Koreksi naskah telah dilakukan oleh tim editor untuk penyempurnaan naskah yang dimuat dalam prosiding ini.

Seminar ini diselenggarakan atas kerjasama antara Masyarakat Peneliti Kayu Indonesi, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, serta Balai Penelitian Teknologi Permukiman Tradisional Kementerian Pekerjaan Umum. Kami menyampaikan terima kasih kepada seluruh peserta seminar atas peran aktifnya dalam kegiatan seminar tersebut. Atas selesainya prosiding ini, tim editor menyampaikan terima kasih kasih yang setulus-tulusnya kepada Bapak Dr. Teguh Rahardjo, Deputi Bidang Relevansi dan Produktivitas IPTEK Kementerian Riset dan Teknologi selaku Keynote Speaker, Prof. Dr. Idrus A Paturusi selaku Rektor Universitas Hasanuddin, Prof.Dr.Ir. Muh. Restu selaku Dekan Fakultas Kehutanan Unhas, Prof.Dr. Muh. Yusram Massijaya selaku Ketua MAPEKI periode 2009-2012, Dr.Ir. Anita Firmanti selaku Kepala Pusat Penelitian Permukiman Kementerian Pekerjaan Umum, Kuswara ST. MA selaku Kepala Balai Penelitian Teknologi Perumahan Tradisional, panitia pengarah, panitia pelaksana serta mahasiswa yang menjadi *volunteer* dalam seminar tersebut. Semoga prosiding ini dapat memberikan kontribusi yang signifikan dalam pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dalam pemanfaatan dan pengolahan kayu, serta bidang-bidang terkait lainnya.

Makassar, November 2013

Tim Editor

DAFTAR ISI

	Halaman
KATA PENGANTAR	
Keynote Lecture	1-3
<i>by: Menteri Riset dan Teknologi Republik Indonesia</i>	
Invited Paper	
Identifikasi Kayu Punak (<i>Tetramerista</i> sp.) dan Merlapang (<i>Alangium</i> sp.) <i>Sri Rulliaty</i>	4-9
Oral Presentation	
A. Sifat Dasar dan Kualitas Kayu	
Struktur Anatomi dan Kualitas Kayu <i>Shorea hopeifolia</i> Symington dari Kalimantan Timur <i>Supartini, Listya Mustika Dewi, Agus Kholik, M. Muslich</i>	10-16
Struktur Anatomi dan Dimensi Serat Kayu Puspa (<i>Schima walachii</i> Korth) <i>Djamal Sanusi, Sahriyanti Saad, Muhammad Asrul</i>	17-23
Sifat Anatomi Bambu Ampel (<i>Bambusa vulgaris</i> Schrad.) pada Arah Aksial dan Radial <i>Harry Praptoyo, Aditya Yogasara</i>	24-32
Variasi Sifat Anatomi Kayu Sengon (<i>Paraserianthes falcataria</i> (L) Nielsen) yang Berasal dari 2 Jenis Permudaan yang Berbeda <i>Harry Praptoyo, Reni Puspitasari</i>	33-41
Sifat Makroskopis dan Mikroskopis Meranti Merah (<i>Shorea parvifolia</i>) pada Berbagai Diameter dari Tanaman Jalur Silvikultur Intensif PT. Sari Bumi Kusuma <i>Harry Praptoyo, M. Fariz M. Ali</i>	42-50
Identifikasi Kayu Arkeologis Komponen Bangunan M Fort Rotterdam dalam Rangka Konservasi Kayu dan Pemugaran Fitur Cagar Budaya <i>Yustinus Suranto</i>	51-55
Sifat Fisika Mekanika dan Potensi Kayu Hitam (<i>Disopyros pilosanthera</i> Blanco) di Cagar Alam Tangkoko, Sulawesi Utara <i>Ady Suryawan, Anita Mayasari, Julianus Kinho</i>	56-61
Pengaruh Lokasi Asal terhadap Kualitas Beberapa Jenis Bambu untuk Bahan Mebel dan Kerajinan <i>Kasmudjo, Titis Budi Widowati</i>	62-68
Sifat Fisik dan Bagan Pengeringan Bambu Mayan (<i>Gigantochloa robusta</i> Kurz) <i>Efrida Basri, Saefudin</i>	69-72
Pengaruh Umur Tanaman terhadap Kerapatan Kayu Mangium (<i>Acacia mangium</i> Willd.) dan Krasikarpa (<i>Acacia crassicarpa</i>) di Areal Hutan Tanaman Lahan Gambut PT. Bina Sylva Nusa Kalimantan Barat <i>Abdurachman, Nurwati Hadjib</i>	73-76
Sifat Fisik Kayu Samama dari Kepulauan Maluku <i>Tekat Dwi Cahyono, Syarif Ohorella, Fauzi Febrianto</i>	77-82
Karakteristik Sifat Mekanis, Morfologi dan Struktur Dinsing Sel Serat Tandan Kosong Sabut Kelapa Setelah Perlakuan Alkali <i>Lilik Astari, Firda Aulya Syamani, Sasa Sofyan Munawar</i>	83-88

B. Komposit

Pengaruh Jenis Katalis dan Cara Pengeringan terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Semen Meranti Merah (<i>Shorea leprosula</i>) <i>Ismail Budiman, Sasa Sofyan Munawar, Subyakto</i>	89-96
Beberapa Sifat Papan Gypsum dari Tiga Jenis Kayu <i>I.M. Sulastiningsih, M.I. Iskandar</i>	97-102
Pengaruh Perendaman Partikel dalam Air Dingin dan Panas terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Limbah Batang Kelapa Sawit dengan Perekat Isosianat <i>Rudi Hartono, Apri Heri Iswanto, Tito Sucipto, Cut Yulia Maghfirah</i>	103-110
Karakteristik Film Komposit Poli Vinil Alkohol dan Pulp Akasia Diputihkan Terfibrilasi <i>Firda Aulya Syamani, Wida Banar Kusumaningrum</i>	111-118
Substitusi Polipropilena dengan Khitosan pada Komposit Termoplastik Polipropilena-Mikrofibril Tandan Kosong Kelapa Sawit <i>Kurnia Wiji Prasetyo, Dede Hermawan, Muh. Yusram Massijaya, Subyakto</i>	119-126
Pemanfaatan Limbah Pelepeh Sawit dan Plastik Daur Ulang (RPP) sebagai Papan Plastik <i>Lusita Wardani, Muh. Yusram Massijaya, M. Faisal Machdie</i>	127-134
Determinasi Corak Anyaman dan Jenis Bambu dalam Pembuatan Bambu Lapis Berkualitas Tinggi <i>Sukma S. Kusumah, Jajang Suryana, Muh.Y. Massijaya, Yusuf S. Hadi, Ega P. Prayoga</i>	135-140
Pengaruh Proporsi Lapisan dan Bahan Baku terhadap Sifat Papan Partikel Lapis Tanpa Perekat <i>Muhammad Navis Rofii, Ragil Widyorini</i>	141-149
Determinasi Kondisi Proses Optimal dalam Pembuatan Papan Partikel Kayu Kemiri (<i>Aleurites moluccana</i>) <i>Suhasman</i>	150-155
Distribusi Kerapatan dan Kekuatan dalam Kayu Kompresi Skala Pemakaian <i>Ika Wahyuni, Yusup Amin, Teguh Darmawan, Danang S. Adi, Sukma S. Kusumah, Wahyu Dwianto</i>	156-164
Ketahanan Bambu Laminasi terhadap Serangan Jamur <i>Sahriyanti Saad, Astuti Arif, Natalia Rampao</i>	165-170

C. Keteknikan dan Pengerjaan Kayu

Penerapan Formulasi Skedul Suhu dan Kelembaban Menurut Terazawapada Pengeringan Kayu Meranti Merah Bersortimen Raamhout <i>Yustinus Suranto, Eko Teguh Prasetyo</i>	171-179
Konfigurasi Pasak dan Sudut Arah Serat Kuat Tumpu pada Desain Sambungan Laminated Veneer Lumber (LVL) Kayu Sengon <i>Achmad Basuki, Stefanus Adi Kristiawan, Hermawan Kris Priyantono</i>	180-187
Analisa Layer System pada Bilah Bambu dan Bambu Laminasi dengan menggunakan Ratio Ikatan Pembuluh sebagai Substitusi Rasio Modulus Elastisitas <i>Effendi Tri Bahtiar, Naresworo Nugroho, Surjono Surjokusumo, Lina Karlinasari, Atmawi Darwis</i>	188-207

D. Bionergi dan Kimia Hasil Hutan

Pengaruh Bagian Tanaman dan Lama Pemasakan terhadap Rendemen dan Sifat Fisik Pulp Sulfat Kayu Randu (<i>Ceiba pentandra</i> Gaertn.) <i>Yus Andhini Bhekti Pertiwi, Sri Nugroho Marseom</i>	208-216

Produksi, Kualitas, Manfaat Arang dan Cuka Kayu yang Dihasilkan dari Tungku Drum Modifikasi <i>Sri Komarayati</i>	217-222
Peningkatan Produksi Bioetanol Secara Enzimatis Dua Jenis Serbuk Kayu dengan <i>Pretreatment</i> Kalsium Hidroksida <i>Denny Irawati, J.P. Gentur Sutapa, Ardi Bayu Firmansyah, Permana Arief M., Farkhan Wijanarko N., Sri Nugroho Marsoem</i>	223-228
Prospek Biopellet sebagai Sumber Energi Alternatif Pengganti Bahan Bakar Padat <i>Wida B. Kusumaningrum, Sasa Sofyan M, Ismail Budiman</i>	229-235
Sifat Fisika-Kimia Briket Arang Kulit Buah Durian (<i>Durio sp.</i>) dengan Metode Kempa Dingin <i>Ady Suryawan, Anita Mayasari, Erna Prihatna Wati</i>	236-242
Eksplorasi Limbah Kakao Berbasis <i>Fast Pyrolysis</i> sebagai Bioenergi yang Terbarukan <i>Mohammad Wijaya. M</i>	243-250
Potensi Ekstrak Air Kulit Mahoni (<i>Swietenia macrophylla</i> King) sebagai Penurun Kolesterol Darah pada Tikus Hiperkolesterolemia <i>Syamsul Falah, Ferdiansyah, Dimas Adrianto</i>	251-255
Sifat Anti Oksidan dan Aktivitas Anti Mikroba Daun dan Kulit Batang <i>Aquilaria microcarpa</i> dan <i>Aquilaria beccariana</i> <i>Andianto, Totok Kartono Waluyo, Djarwanto</i>	256-262
Kandungan Fenol Total dan Aktivitas Antioksidan Ekstrak <i>Taxus sumatrana</i> <i>Gunawan Pasaribu, Titiek Setyawati</i>	263-268
Komposisi Ekstraktif pada Kayu Magium <i>Ganis Lukmandaru</i>	269-275
Kualitas Bagian Cabang dan Pucuk Cabang <i>Manilkara kauki</i> sebagai Pewarna Alami Kain Batik <i>Titis Budi Widowati, J.P. Gentur Sutapa</i>	276-282
Pemurnian Damar Mata Kucing (<i>Shorea javanica</i>) dengan Sistem Panas <i>Zulnely, R. Esa Pangersa G., Erik Dahlian</i>	283-286
Kadar dan Komposisi Kimia Resin yang Terkandung pada Getah Jelutung <i>Totok K. Waluyo, Essa Pangersa Gusti</i>	287-290
Kajian Pemanfaatan Limbah Proses Destilasi Kayu Putih IBM Perhutani III Jawa Barat untuk Produk yang Bermanfaat <i>Wawan Kartiwa Haroen, Tri Bagus Sumayuwono, Tatang</i>	291-296

E. Biodeteriorasi dan Perbaikan Sifat Kayu

Efikasi Limbah Air Rebusan Kayu Jati sebagai Bahan Pengawet terhadap Serangan Rayap Kayu Kering (<i>Cryptotermes cynocephalus</i> Light) <i>Ady Suryawan, Anita Mayasari</i>	297-302
Tinjauan Metode Pengujian Keawetan Kayu Standar SNI 01. 7207-2006 terhadap Empat Jenis Kayu <i>Arinana, Wenny Nur Pritasari, Yusuf Sudo Hadi, Dodi Nandika</i>	303-308
Efek Residu Ekstrak Buah Bintaro (<i>Cerbera manghas</i>) terhadap Kutu Beras <i>Sitophilus oryzae</i> (Coleoptera: Curculionidae) <i>Ikhsan Guswenrivo, Didi Tarmadi, Sulaeman Yusuf</i>	309-315
Pengawetan Kayu Mangga (<i>Mangifera indica</i>) Secara Tekanan dengan Permethrin untuk Mencegah Serangan Rayap Kayu Kering <i>Danar Satwiko, Tomy Listyanto, Ganis Lukmandaru</i>	316-322

Keragaman Jenis Rayap Tanah di Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah <i>Niken Subekti</i>	323-325
Mengenal Jenis Kayu Hutan Rakyat dan Upaya Meningkatkan Kelemahan Sifatnya <i>Andianto, Neo Endra Lelana, Agus Ismanto, Edi Sarwono, Jamaludin Malik</i>	326-334
Aktivitas Ekstrak Kasar Endoglukanase dari Beberapa Isolat <i>Aspergillus niger</i> dan <i>Trichoderma</i> spp. <i>Neo Endra Lelana, Utut Widyastuti, Nampiah Sukarno</i>	335-339
Ketahanan Lima Jenis Kayu terhadap Jamur Pelapuk, <i>Pycnoporus sanguineus</i> <i>Djarwanto, Sihati Suprapti, Hudiansyah</i>	340-345
Produktivitas Jamur Kuping pada Media Serbuk Gergaji Kayu Sengon dalam Rangka Pelatihan Masyarakat <i>Sihati Suprapti, Djarwanto</i>	346-351
Pengaruh Ekstrak Kulit Batang dan Daun Haluar (<i>Litsea timoriana</i>) Terhadap Rayap Tanah <i>Coptotermes gestroi</i> <i>Didi Tarmadi, A. Heru Prianto, Ikhsan Guswenrivo, F. Danu Tuheteru, Sulaeman Yusuf</i>	352-356
Sifat Papan Partikel dari Campuran Kayu Akasia Mangium dan Tongkol Jagung: Uji Rayap Tanah <i>Coptotermes curvignathus</i> Holmgren <i>Hikma Yanti, M. Dirhamsyah, M. Idham, Ahmad Yani</i>	357-365
Hubungan Antara Berat Jenis dan Keawetan Kayu <i>Mohammad Muslich, Sri Rulliaty</i>	366-370
Identifikasi dan Tipe Serangan Penggerek Kayu di Laut pada Beberapa Lokasi <i>Mohammad Muslich</i>	371-377

F. Silvikultur

Karakter Lingkungan dan Kualita Cabutan <i>Shorea macrophylla</i> dari PT. GGA dan KHDTK Labanan, Kalimantan Timur <i>Andrian Fernandes, Karmilasanti</i>	378-381
Karakterisasi Urutan Nukleotida gen Penyandi Endoglukanase dari <i>Aspergillus niger</i> <i>Neo Endra Lelana, Utut Widyastuti, Nampiah Sukarno</i>	382-386
Tegakan <i>Shorea polyandra</i> P. Ashton Umur 34 Tahun di PT Inhutani II Kota Baru, Kalimantan Selatan <i>Abdurrachman, Lydia Suastati</i>	387-392
Arsitektur Pohon, Distribusi Akar Meranti di Jalan Sarad Hutan Alam Produksi Bekas Tebangan <i>Diana Prameswari</i>	393-400
Respon Morfologi Semai Gaharu (<i>Aquilaria malaccensis</i> Lamk) terhadap Perbedaan Teknik Pemberian dan Konsentrasi Pupuk Organik Cair <i>Marjenah</i>	401-407
Konsentrasi Karbon (C) dalam Biomassa Tanaman <i>Shorea parvifolia</i> pada Areal Operasional Silin di Dua IUPHHK Hutan Alam di Kalimantan <i>Asef K. Hardjana, S. Yuni Indriyanti</i>	408-413
Inisiasi Tunas Mahang Putih Melalui Teknik Kultur Jaringan <i>Rina Bogidarmanti, Hani Sitti Nuroniah</i>	414-418
Nodulasi Tiga Jenis Pohon Fabaceae Lokal Sulawesi Tenggara yang Diinisiasi dengan Fungi Mikoriza Arbuskula <i>Husna, Faisal Danu Tuheteru, Asrianti Arif</i>	419-424
Potensi dan Penyebaran Surian (<i>Toona sinensis</i> Roem.) di Jawa Barat <i>Yoyo Suhaya, Aos M. Akyas, Titin Supriatun, Imam Wahyudi</i>	425-430

Korelasi Genotip dan Fenolik antara Karakter Morfologi dengan Karakter Kayu Surian Yayat Hidayat, Yoyo Suhaya	431-436

G. Kehutanan Umum

Ujicoba Model Rehabilitasi Mandiri Asmanah Widiarti	437-443
Persepsi Masyarakat Nelayan Tentang Pentingnya Pelestarian Kawasan Konservasi Emi Roslinda, Uke Natalina	444-449
Pengaruh Waktu Penyimpanan Dalam Suhu Ruang terhadap Tingkat Keasaman Madu Yelin Adalina	450-454
Potensi Perlembahan di Hutan Mangrove Kuntadi, Asmanah Widiarti	455-461
Kajian Sosial Ekonomi dan Persepsi Masyarakat Kawasan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Nugroho Tri Waskitho, Nuzulul Khory Prabawati	462-467
Strategi Pengembangan Persuteraan Alam di Kabupaten Polewali Mandar, Sulawesi Selatan Andi Sadapotto	468-473
Aktivitas Makan Rayap Kayu Kering <i>Cryptotermes Cynocephalus</i> Light Pada Berbagai Suhu dan Kelembaban Yulianti Indrayani	474-477

Poster

Pengawetan Metode Rendaman Panas Dingin Kayu Sengon dengan Ekstrak Buah Kecubung terhadap Serangan Rayap Kayu Kering Nizam Arjuna Rinaldi, Tomy Listyanto, Oka Karyanto, Ganis Lukmandaru	478-484
Sifat Fisika-Kimia Briket Arak Kulit Buah Duria (<i>Durio</i> sp.) Metode Kema Dingin Ady Suryawan, Anita Mayasari, Erna Prihatna Wati	485-492
Senyawa Kimia dan Toksisitas Ekstrak Kulit Pakoba (<i>Tricalysia Minahassae</i>) Berpotensi sebagai Penurun Gula Darah Lis Nurrani, Supratman Tabba, Muh. Syarif	493-499
Karakteristik Papan Partikel Limbah Kayu Sengon dengan Perlakuan Pengawetan Asap Cair Agus Ngadianto, Ragil Widyorini, Ganis Lukmandaru	500-506
Karakteristik Papan Partikel Kombinasi Limbah <i>Shaving</i> Kulit Samak Dengan Serat Kelapa Sawit M.I. Iskandar	507-512
Pengaruh Kombinasi Semen Dengan Tepung Kerabang Telur Terhadap Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Semen Partikel M.I. Iskandar	513-520
Sifat Fisis Dan Mekanis Papan Semen Dari Bulu Domba Dengan Kombinasi Semen Dan Gypsum Sebagai Perekat M.I. Iskandar	521-528

Lampiran

Susunan Kepanitiaan	529
Susunan Acara	530
Daftar Nama Peserta	531



MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
REPUBLIK INDONESIA

SAMBUTAN

MENTERI NEGARA RISET DAN TEKNOLOGI
PADA
SEMINAR NASIONAL MASYARAKAT PENELITI KAYU
INDONESIA (MAPEKI) XV
Makassar, 6-7 Nopember 2012

Bismillahirrahmaanirrahim,

Yang saya hormati,

Rektor Universitas Hasanuddin atau yang mewakili
Ibu dan Bapak Peserta Seminar yang saya cintai

Assalamualaikum Warrahmatullahi Wabarrakatuh,

Selamat Pagi dan salam sejahtera untuk kita semua

Pertama-tama, marilah kita panjatkan puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberi rahmat dan karunia-Nya kepada kita semua sehingga kita dapat berkumpul pada hari ini dalam rangka Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu (MAPEKI) ke 15 tahun 2012 ini sebagai wujud perhatian kita terhadap hutan yang kita miliki.

Saya sangat tertarik terhadap tema yang diajukan kepada saya untuk disampaikan pada forum terhormat ini, yaitu “Hijaukan Bumi untuk Kelestarian Pemanfaatan Kayu bagi Kehidupan Berkelanjutan”. Saya mengartikan hijaukan bumi untuk kelestarian adalah bentuk wujud menciptakan terobosan baru yaitu teknologi yang tidak merusak alam dalam proses menciptakan energi, yang merupakan integrasi antara teknologi modern dan ilmu lingkungan dengan memanfaatkan berbagai jenis sumber daya alam yang tidak pernah habis, yang disebut *Green Technology* (teknologi hijau). *Green Technology* mengharuskan setiap teknologi atau perangkat apapun dapat lebih bersahabat dengan manusia, dengan ketentuan dapat didaur ulang, tidak mencemari atau meracuni lingkungan hidup, terlebih lagi dapat menghemat energi. Hal ini sesuai dengan apa yang disampaikan oleh Bapak Presiden pada pertemuan G-20 di Pittsburgh pada bulan November 2009, berkomitmen untuk menurunkan emisi gas rumah kaca pada tahun 2020 sebesar 26% dari BAU (business as usual) dan sebesar 41% dengan bantuan internasional.

Peserta Seminar yang saya hormati,

Indonesia adalah Negara yang dikaruniai hampir semua prasyarat untuk mampu menjadi kekuatan besar dalam perekonomian dunia. Kekayaan sumber daya alam yang beragam dan melimpah, jumlah penduduk yang besar dan keragaman budaya, serta akses yang strategis ke jaringan mobilitas global.

Namun demikian, struktur ekonomi Indonesia saat ini masih terfokus pada pertanian dan industri yang mengekstraksi dan mengumpulkan hasil alam. Industri yang berorientasi pada peningkatan nilai tambah produk, proses produksi dan distribusi di dalam negeri masih terbatas. Selain itu, saat ini masih terjadi kesenjangan pembangunan Kawasan Barat dan Kawasan Timur Indonesia.

Pada saat ini kita masih harus mengandalkan pemanfaatan kekayaan alam yang kita miliki untuk membiayai pembangunan negara kita. Kita juga masih memiliki sumber daya alam disamping sumber daya kelautan juga kehutanan, namun kita perlu ingat bahwa ketersediaan sumber daya alam tersebut bukan tanpa batas, sementara kebutuhan pembiayaan bagi pelaksanaan pembangunan akan terus meningkat. Pemanfaatan kekayaan alam secara besar-besaran untuk memenuhi pembiayaan pembangunan yang terus meningkat itu dapat menimbulkan berbagai permasalahan, yang akan membebani generasi mendatang. Dengan demikian, yang harus kita lakukan adalah meningkatkan kemampuan SDM dan IPTEK untuk menghasilkan nilai tambah yang lebih besar dari kekayaan alam yang kita miliki, agar di satu pihak kita dapat mencukupi pembiayaan pembangunan yang kita perlukan dan di lain pihak kita dapat membatasi pemanfaatan kekayaan alam itu pada tingkat yang dapat kita pertanggungjawabkan pada generasi mendatang.

Kita juga harus ingat bahwa nilai ekonomi dari berbagai komoditi sumber daya alam cenderung mengalami penurunan relatif terhadap nilai ekonomi produk-produk teknologi yang kita butuhkan untuk mendukung pelaksanaan pembangunan serta meningkatkan taraf hidup masyarakat. Apabila keadaan ini terus berlangsung, maka dalam jangka panjang kita tidak akan mampu mengimbangi pembiayaan impor dengan pendapatan ekspor. Dengan demikian, kita juga harus mengakumulasi kapasitas IPTEK agar anak-cucu kita di masa mendatang dapat menghasilkan produk-produk teknologi yang mampu bersaing di pasar global untuk membiayai perkembangan dirinya.

Menyadari hal tersebut, Pemerintah telah mengeluarkan Masterplan Percepatan dan Perluasan Pembangunan Ekonomi Indonesia (MP3EI) yang pelaksanaannya dilakukan dengan mengintegrasikan 3 (tiga) elemen utama, yaitu : (1) Mengembangkan potensi ekonomi wilayah di 6 (enam) koridor ekonomi; (2) Memperkuat konektivitas nasional; (3) Memperkuat kemampuan SDM dan IPTEK nasional dengan fokus utamanya peningkatan nilai tambah, mengintegrasikan pendekatan sektoral dan regional; memfasilitasi percepatan investasi swasta sesuai kebutuhan dan mendorong Inovasi.

Kementerian Riset dan Teknologi bersama Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan mempunyai tugas utama mengawal strategi ke 3 dari MP3EI tersebut yaitu peningkatan kemampuan SDM dan IPTEK nasional. Dalam upaya mendukung pilar ke 3 ini, Kemenristek telah menetapkan Program Utamanya yaitu Penguatan Sistem Inovasi Nasional.

Peserta Seminar yang saya hormati,

Menyadari adanya keterbatasan sumberdaya, penguatan kemampuan SDM dan IPTEK nasional untuk mendukung pengembangan program MP3EI harus dilaksanakan secara terpadu sehingga secara keseluruhan akan membentuk kemampuan nasional dan daerah yang optimal. Semua unsur lembaga perlu menyadari bahwa kapasitas dan kemampuan yang dimiliki tidak banyak berarti apabila tidak dikaitkan dengan kapasitas dan kemampuan unsur-unsur kelembagaan yang lain dalam hubungan yang saling memperkuat, saling mengisi, dan saling mengendalikan. Dengan demikian, secara keseluruhan kapasitas dan kemampuan yang dimiliki tersebut dapat menumbuhkan rantai penguasaan, pemanfaatan, dan pemajuan IPTEK secara utuh untuk mendukung pencapaian pertumbuhan ekonomi tinggi yang inklusif dan berkelanjutan.

Pada tanggal 25 April 2012 telah ditandatangani Peraturan Bersama Menristek dan Mendagri tentang Penguatan Sistem Inovasi Daerah (SIDa) yang bertujuan untuk mengatur kebijakan penguatan, penataan unsur dan pengembangan SIDa secara terkoordinasi, agar dapat menjadi sebuah instrumen untuk memperkuat peran IPTEK dalam sistem inovasi di daerah, yang merupakan pilar penting untuk membangun Sistem Inovasi Nasional (SINas) yang tangguh.

Perlu pula dipahami bahwa perkembangan IPTEK pada hakekatnya tidak dibatasi oleh batas-batas regional. Keunggulan yang terbentuk di suatu daerah seharusnya dapat bermanfaat bagi daerah-daerah lainnya. Rantai kemampuan yang mengkaitkan spesifikitas keunggulan IPTEK di sejumlah daerah harus dapat membentuk keunggulan nasional untuk mengatasi tantangan persaingan dari negara-negara lain. Oleh karena itu pengembangan sistem inovasi di daerah dan di tingkat nasional harus diupayakan secara serasi dan saling menunjang, sehingga perkembangan sistem inovasi di daerah merupakan bagian yang terpadu dan tidak dapat dipisahkan dari perkembangan sistem inovasi nasional.

Untuk mewujudkan hal tersebut Kementerian Riset dan Teknologi mengembangkan program dan wahana-wahana yang memungkinkan terjadinya komunikasi, interaksi, dan sinergi antara aktor inovasi. Program/wahana tersebut antara lain, Revitalisasi Puspiptek menjadi S & T Park; Pengembangan Pusat Unggulan IPTEK; Konsorsium Riset; Perlindungan HKI; Intermediasi Teknologi; dan Insentif Sistem Inovasi Nasional (Sinan) yang diarahkan untuk mendukung implementasi MP3EI.

Peserta Seminar yang saya hormati,

Dalam pembangunan hutan berkelanjutan, dukungan teknologi diperlukan dalam rangka penyediaan bibit hutan. Dukungan teknologi tersebut dalam bentuk: Pembangunan kebun benih/penangkar benih penghasil bibit unggul dan Teknologi produksi bibit unggul dalam jumlah yang besar dan waktu yang singkat seperti melalui teknologi kultur jaringan, dll. Sementara untuk pembangunan kembali hutan, teknologi yang dibutuhkan antara lain adalah: Teknologi untuk pengolahan lahan atau persiapan lahan yang ramah lingkungan tanpa pembakaran, Penanaman segala musim dan Peningkatan produktivitas lahan.

Kemudian, dalam rangka mendukung eksploitasi dan pemanfaatan hutan dengan benar, dibutuhkan: Teknologi pemanenan yang bersifat ramah lingkungan dan tidak merusak, produktif dengan waste (limbah) yang dihasilkan minimal, dan dengan biaya rendah (efisien).

Dalam proses pasca panen mengolah hasil hutan untuk menghasilkan nilai tambah yang lebih tinggi perlu dikembangkan: Teknologi pengolahan kayu yang efektif dan efisien, dan Teknologi untuk mengolah waste (limbah) kayu menjadi produk bernilai ekonomi.

Peserta Seminar yang saya hormati,

Mengakhiri sambutan ini, saya kembali mengajak MAPEKI untuk merapatkan barisan dan mensinergikan kegiatan pengembangan inovasi kayu sehingga dapat memberikan kontribusi positif baik secara tidak langsung menjadikan hutan sebagai penyangga sistem kehidupan (*Life Supporting System*), termasuk sistem pertanian pangan; dan secara langsung menjadikan hutan sebagai penyedia pangan (*Forest for Food Production*).

Semoga upaya kita mendapat ridho dari Tuhan Yang Maha Esa.

Amin yarobbalamin.

BillahiTaufikWalHidayah,

Wassalamu'alaikumWarrahmatullahiWabarrakatuh.

Menteri Negara Riset dan Teknologi,

Prof. Dr. Ir. Gusti Muhammad Hatta

IDENTIFIKASI KAYU PUNAK (*Tetramerista* sp.) DAN MERLAPANG (*Alangium* sp.)

Sri Rulliaty

Pusat Litbang Teknologi Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor.

ABSTRAK

Membedakan jenis kayu yang memiliki ciri umum dan secara visual terlihat sama sering membingungkan, terlebih bila kedua jenis kayu tersebut juga memiliki kemiripan dalam ciri anatominya. Kayu punak dan merlapang memiliki kemiripan baik dalam berat jenis, ciri umum maupun ciri anatominya. Dalam tulisan ini disampaikan beberapa ciri anatomi yang dapat digunakan untuk membedakan keduanya.

Kata kunci: Identifikasi, ciri umum, ciri anatomi.

I. PENDAHULUAN

Jenis kayu yang terdapat di Indonesia cukup banyak, berdasarkan perhitungan para ahli diperkirakan ada sekitar 4000 jenis dimana 400 jenis di antaranya mempunyai potensi memegang peranan sebagai penghasil kayu perdagangan. Pada awalnya dari 400 jenis tersebut sejumlah 259 jenis sudah dikenal dalam perdagangan dan dikelompokkan menjadi 120 jenis kayu perdagangan (Abdurrohman dkk., 2004) dan persediaannya pun semakin berkurang. Sedangkan sisanya sekitar 133 jenis merupakan jenis kayu kurang dikenal pada beberapa tahun yang lalu, akan tetapi saat ini menjadi jenis kayu yang diperdagangkan juga.

Kayu punak (*Tetramerista* sp. seperti *Tetramerista glabra* Miq.) digolongkan sebagai salah satu jenis kayu perdagangan, sedangkan kayu merlapang (*Alangium* sp. di antaranya *Alangium rotundifolium* Bloemb. dan *A. javanicum* Blume) dahulu digolongkan ke dalam jenis kayu kurang dikenal. Saat ini kayu punak seringkali digunakan oleh pedagang kayu sebagai kayu bangkirai, atau balau, banyak perusahaan menganggap jenis kayu tersebut adalah kayu balau atau bangkirai, mungkin melihat dari warna kayu dan berat jenisnya yang hampir menyerupai

Dalam identifikasinya dilihat dari ciri umum maupun ciri anatominya kayu punak sangat mirip dengan kayu merlapang, tidak mudah bagi orang awam membedakan kedua jenis ini tanpa menggunakan mikroskop dan mengamati dengan lebih jeli lagi ciri anatominya. Dalam tulisan ini dicoba untuk menguraikan bagaimana membedakan keduanya, semoga hal ini dapat membantu dalam membedakan kedua jenis tersebut dengan baik dan tepat sehingga kekhawatiran untuk salah mengidentifikasi atau tertukar dapat dihindari.

II. METODE PENELITIAN

A. Bahan

Kayu yang digunakan sebagai contoh berasal dari contoh kayu autentik *xylarium*, dengan data seperti pada Tabel di bawah ini.

Tabel 1. Data contoh uji yang digunakan

No.	No. Kayu	Jenis Kayu	Nama dagang
1.	19.335	<i>Tetramerista glabra</i> Miq.	Punak
2.	23.082	<i>Tetramerista glabra</i> Miq.	Punak
3.	2969	<i>Alangium javanicum</i> Blume	Merlapang
4.	26097	<i>Alangium javanicum</i> Blume	Merlapang
5.	21163	<i>Alangium rotundifolium</i> Bloemb.	Merlapang
6.	13074	<i>Alangium rotundifolium</i> Bloemb.	Merlapang

B. Prosedur

Dari setiap contoh kayu diamati ciri umum dan ciri anatominya, untuk pengamatan ciri anatomi dilakukan dengan membuat preparat sayatan menggunakan metode Sass (1961). Pengamatan ciri anatomi

kayu melalui preparat sayatan mengikuti ciri-ciri yang dianjurkan oleh Komite Internasional Association of Wood Anatomist (IAWA) List (Wheeler *et al.*, 1989).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kayu punak memiliki density 625-800 kg/m³ pada kadar air 15% sedangkan kayu alangium 440–1.100 kg/m³ (Sosef *et al.*, 1998). Adapun ciri umum dan anatominya seperti diuraikan di bawah ini.

A. Kayu Punak (*Tetramerista glabra* Miq.- Theaceae)

Ciri umum:

Warna kayu teras dalam keadaan segar coklat muda sampai coklat jerami dan berubah menjadi coklat agak merah muda atau coklat keabuan, waktu segar tidak dapat dibedakan dari kayu gubal, setelah mengering kayu gubal berwarna lebih terang dari kayu terasnya. **Corak:** kayu polos, tidak bercorak. **Arah serat:** lurus, kadang agak berpadu. **Tekstur:** agak kasar dan merata. **Kilap:** agak mengkilap. **Kesan raba:** agak licin. **Bau:** tidak berbau. **Kekerasan:** agak keras.

Ciri anatomi:

Lingkar tumbuh: batasnya tidak jelas. **Pembuluh:** baur, berganda radial 4 atau lebih biasa dijumpai. Bidang perforasi sederhana kadang dijumpai bentuk tangga. Ceruk antar pembuluh selang-seling, kecil >4-7 mikron. Ceruk antar pembuluh dan jari-jari dengan halaman yang jelas, serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh. Diameter 200 mikron atau lebih. Endapan biasa dijumpai. **Parenkim:** parenkima aksial apotrakea tersebar, serta tersebar dalam kelompok. Panjang untai parenkim 4(3-4) sampai 8(5-8) sel per untai. **Jari-jari:** lebar jari-jari besar umumnya 4-10 seri. Tinggi jari-jari >1 mm. Umumnya dengan 2-4 jalur sel tegak atau sel bujur sangkar marjinal. Frekwensi jari-jari >4-12 per mm. **Serat:** jaringan serat dasar dengan ceruk sederhana sampai berhalaman sangat kecil, dinding serat sangat tebal. **Kristal** kadang dijumpai dengan bentuk raphid

B. Kayu merlapang (*Alangium javanicum* Blume- Alangiaceae)

Ciri umum:

Warna kayu teras coklat muda sampai coklat dapat dibedakan dari gubalnya yang berwarna lebih terang atau coklat muda. **Corak:** kayu polos, tidak bercorak. **Arah serat:** lurus, kadang agak berpadu atau agak bergelombang. **Tekstur:** agak halus dan merata. **Kilap:** agak mengkilap. **Kesan raba:** agak licin, **Bau:** tidak berbau. **Kekerasan:** agak keras.

Ciri anatomi:

Lingkar tumbuh: kadang batas lingkaran tumbuh tampak jelas, seringkali dijumpai batas lingkaran tumbuh tidak jelas. **Pembuluh:** baur. Bidang perforasi sederhana kadang dijumpai bentuk tangga. Ceruk antar pembuluh selang-seling, bentuk ceruk selang-seling bersegi banyak, kecil >4-7 mikron. Ceruk antar pembuluh dan jari-jari dengan halaman yang sempit sampai sederhana ; ceruk bundar atau bersudut atau horizontal dan vertikal. Diameter lumen 50-100 mikron dan 100-200 mikron. Frekwensi bisa ≤5 atau 5-20 per mm. Endapan kadang dijumpai. **Parenkim:** parenkima aksial apotrakea tersebar, serta tersebar dalam kelompok. Panjang untai parenkim 8(5-8) sel atau lebih dari 8 sel per untai. **Jari-jari:** lebar jari-jari 1-3 seri, jari-jari besar umumnya 4-10 seri. Tinggi jari-jari >1 mm. Umumnya dengan 2-4 jalur sel tegak atau sel bujur sangkar marjinal, atau dengan >4 jalur sel tegak atau bujur sangkar marjinal. Sel seludang dijumpai. Frekwensi jari-jari >4-12 per mm, dijumpai juga 12 atau lebih per mm. **Serat:** jaringan serat dasar dengan ceruk sederhana sampai berhalaman sangat kecil, serat tanpa sekat dijumpai, dinding serat sangat tebal. **Kristal** kadang dijumpai kristal prismatic, dalam sel tegak, dalam sel baring, dalam parenkim aksial tak berbilik. Silika dijumpai pada *Alangium javanicum*.

Berdasarkan ciri umum kedua jenis kayu tersebut hampir sama dengan warna berkisar coklat muda, tidak memiliki corak, arah serat lurus kadang agak berpadu, agak mengkilap, agak licin, agak keras, dan tidak berbau setelah kering. Yang membedakan ahanya tekstur yaitu pada kayu punak agak kasar dan merata sedangkan pada kayu merlapang agak halus dan merata. Akan tetapi perbedaan ini tidak nampak jelas dengan kasat mata, sehingga seringkali juga meragukan.

Berdasarkan struktur anatomi awalnya sekilas kayu ini juga memiliki ciri yang hampir sama. Lingkaran pada kayu punak jelas tidak ada, sedangkan pada kayu merlapang lingkaran kadang-kadang ditemukan, Porositas umumnya baur baik pada kayu punak maupun merlapang (*A. javanicum*) tapi pada *A. rotundifolium* kadang ditemukan semi tata lingkaran. Keduanya memiliki bidang perforasi sederhana dan ditemukan juga bentuk tangga (kecuali pada *A. rotundifolium*). Ceruk antar pembuluh semuanya selang seling, pada merlapang dengan bentuk segi banyak, dengan kisaran ukuran dari kecil sampai besar. Perbedaannya percerukan antara pembuluh dengan jari-jari pada punak hanya 1 macam yaitu dengan halaman yang jelas; serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh, sedangkan pada kayu merlapang terdapat 2 macam yaitu dengan halaman yang sempit sampai sederhana; ceruk bundar atau bersudut; dan ceruk horizontal atau vertikal. Diameter pembuluh pada kayu punak lebih besar (200 mikron atau lebih) sedangkan pada kayu merlapang berkisar antara 50–200 mikron, frekuensi porinya pun lebih rapat. Endapan lebih banyak ditemukan pada kayu punak, pada kayu merlapang lebih banyak ditemukan tilosis.

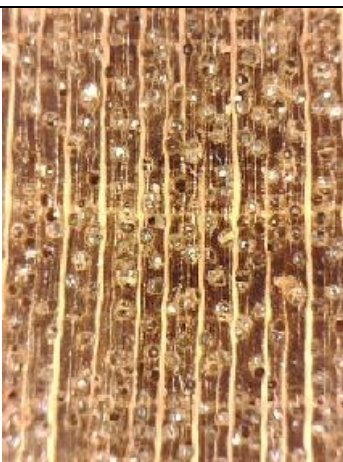
Tabel 1. Ringkasan ciri anatomi kayu punak dan merlapang berdasarkan hasil pengamatan

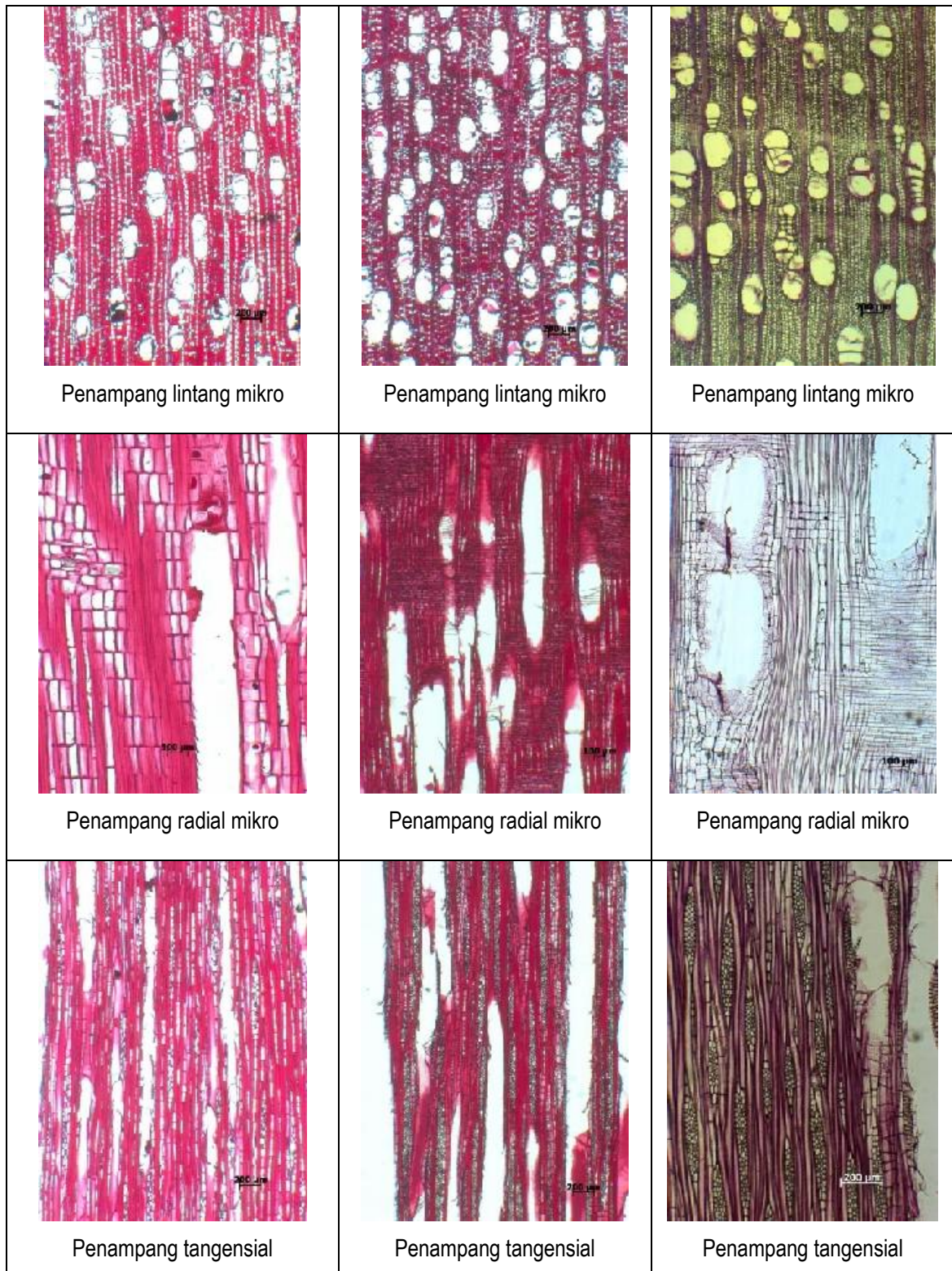
Ciri Anatomi	Punak	Merlapang	
	<i>Tetramerista</i> sp.	<i>A. javanicum</i>	<i>A. rotundifolium</i>
1. Lingkaran tumbuh			
a. Batas lingkaran tumbuh jelas	-	(+)	(+)
b. Batas lingkaran tumbuh tidak jelas	+	+	(+)
2. Porositas			
a. Tata lingkaran			
b. Semi tata lingkaran	-	-	(+)
c. Baur	+	+	-
3. Pengelompokan pembuluh			
a. Hampir seluruhnya soliter			
b. Berganda radial 4 atau lebih biasa dijumpai	+	-	-
c. Bergerombol biasa dijumpai			
4. Bidang perforasi			
a. Sederhana	+	+	+
b. Bentuk tangga	(+)	+	-
5. Percerukan pembuluh jari-jari	Dengan halaman yang jelas; serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh	Dengan halaman yang sempit sampai sederhana; ceruk bundar atau bersudut dan horizontal atau vertikal	Dengan halaman yang sempit sampai sederhana; ceruk bundar atau bersudut dan horizontal atau vertikal
6. Diameter lumen pembuluh	200 mikron atau lebih	50 – 100 mikron dan 100-200 mikron	50 – 100 mikron dan 100-200 mikron
7. Tilosis dan endapan dalam pembuluh	endapan	tilosis	tilosis
8. Jaringan serat dasar	Dengan ceruk sederhana berhalaman sangat kecil	Dengan ceruk sederhana berhalaman sangat kecil	Dengan ceruk sederhana berhalaman sangat kecil
9. Tebal dinding serat	Sangat tebal	Sangat tebal	Tipis sampai tebal
10. Parenkima aksial apotrakea	Tersebar dan tersebar dalam kelompok	Tersebar dan tersebar dalam kelompok	Tersebar dan tersebar dalam kelompok
11. Parenkima aksial paratrakea	-	-	Paratrakea jarang dan vaskisentrik
12. Parenkim pita	-	-	ada
13. Lebar jari-jari	1-3 seri dan jari-jari besar umumnya 4-10 seri	1-3 seri dan jari-jari besar umumnya 4-10 seri	1-3 seri dan jari-jari besar umumnya 4-10 seri
14. Tinggi jari-jari	> 1mm	> 1mm	> 1mm
15. Sel seludang dan sel ubin	-	+	-
16. Kristal prismatik	-	(Ada, dalam sel tegak, dalam sel baring, dalam parenkim aksial tak berbilik)	Ada, dalam sel tegak, dalam sel baring, (dalam sel tegak berbilik, parenkim aksial berbilik, dan druse)
17. Kristal bentuk lain	(Rafid)	-	-
18. Silika	-	+	-

Jari-jari pada kayu punak dan kayu merlapang memiliki jari-jari 1-3 seri juga jari-jari besar, keduanya juga memiliki jari-jari dengan tinggi melebihi 1 mm, tubuh jari-jari sel baring umumnya dengan 2-4 jalur sel tegak atau sel bujur sangkar marjinal. Tetapi pada kayu merlapang tubuh jari-jari sel baring lebih bervariasi lagi dengan adanya lebih dari 4 jalur sel tegak atau bujur sangkar marjinal, adanya sel seludang (pada *A. javanicum*).

Ciri pembeda yang utama yaitu pada material pengisi sel (*inclusion material*) yaitu adanya kristal bentuk rafid pada kayu punak, sedangkan pada kayu merlapang kristal prismatic dalam sel tegak, dalam sel baring, dalam sel tegak berbilik maupun dalam parenkim aksial tak berbilik. Ciri pembeda yang utama ini sayangnya tidak dapat ditemukan pada semua jenis kayu punak dan merlapang karena ciri ini ditemukan hanya kadang-kadang saja.

Jaringan serat dasar pada kedua jenis kayu dengan ceruk sederhana sampai berhalaman sangat kecil, dan memiliki dinding serat yang tebal, kecuali pada *A. rotundifolium* yang memiliki dinding serat tipis sampai tebal. Parenkima pada kayu punak hanya tersebar dan tersebar dalam kelompok difus, sedangkan pada kayu merlapang selain tersebut di atas juga memiliki parenkim paratrakea jarang, vaskisentrik, dan pita sempit maupun pita marginal terutama pada *A. rotundifolium*.

Punak (<i>Tetramerista glabra</i>)	Merlapang (<i>Alangium</i> sp.)	
	Section Conostigma <i>A. javanicum</i>	Section Marlea <i>A. rotundifolium</i>
		
Penampang menanjang	Penampang menanjang	Penampang menanjang
		
Penampang lintang makro	Penampang lintang makro	Penampang lintang makro



Gambar 1. Perbandingan gambar ciri umum dan anatomi antara kayu punak dan merlapang

IV. KESIMPULAN

Kayu punak dan merlapang hampir memiliki ciri umum dan anatomi yang sama. Persamaan ciri umum keduanya ada pada : warna kayu, arah serat, kesan rana, kilap, bauran kekerasan, Sedangkan untuk ciri anatomi ada pada: lingkaran tumbuh, porositas , bidang perforasi, ceruk antar pembuluh, jaringan serat

dasar, tebal dinding serat, parenkim aksial apotrakea, lebar jari-jari, tinggi jari-jari, frekwensi jari-jari per mm². Perbedaan cirri umum ada pada tekstur, sedangkan ciri anatomi ada pada pengelompokan pembuluh, diameter pembuluh, tilosis dan endapan dalam pembuluh, parenkima aksial paratrakea, sel seludang serta material pengisi sel (kristal).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohim, S., Y.I. mandang dan U. Sutisna. 2004. Atlas kayu Indonesia, jilid 4. Pusat Litbang teknologi Hasil Hutan, Bogor.
- Kartasujana, I., A. Martawijaya. 1975. Kayu Perdagangan Indonesia: Sifat dan Kegunaan. Penerbitan Ulang, gabungan pengumuman No. 3 thn 1973 dan No. 56 tahun 1975. LPHH, Bogor.
- Sass, J. 1961. *Botanical Microtechnique*. Iowa State Press. USA
- Sosef, M.S.M., L.T. Hong, dan S. Prawirohatmodjo (Editors). 1998. Plant Resources of South-East Asia. No. 5(3). Timber Tress: Lesser-known timbers. Backhuys Publishers, Leiden. pp 55-62.
- Iawa Committee (E.A. Wheeler, P. Baas & P. Gasson, Eds). 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. Repr. IAWA Journal 10: 219-332.

STRUKTUR ANATOMI DAN KUALITAS SERAT KAYU *Shorea hopeifolia* Symington DARI KALIMANTAN TIMUR

Supartini¹, Listya Mustika Dewi², Agus Kholik³, dan M. Muslich²

¹ Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Jl. AW Syahrani 68 Sempaja, Samarinda

² Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No.5, Bogor
email: lizthya@yahoo.com

³ Dinas Kehutanan Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah

ABSTRAK

Shorea hopeifolia Symington dalam perdagangan kayu termasuk pada kelompok meranti kuning yang mempunyai daerah persebaran di Kalimantan. Sampel diambil dari KHDTK Labanan, Berau, Kalimantan Timur. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis struktur anatomi dan kualitas serat kayu *Shorea hopeifolia*. Pengamatan struktur anatomi dilakukan baik secara makroskopis maupun mikroskopis dan dideskripsikan berdasarkan standar pengamatan ciri mikroskopis untuk identifikasi kayu daun lebar oleh *International Association of Wood Anatomists (IAWA)*. Penilaian kualitas serat kayu mengacu pada Rachman dan Siagian (1976). Hasil menunjukkan bahwa kayu *S. hopeifolia* mempunyai ciri umum yaitu kayu teras berwarna coklat muda, kayu gubal berwarna kuning muda, arah serat lurus sampai berpadu, tekstur agak kasar, kesan raba kasar, kayu lunak sampai agak keras. Sedangkan ciri anatomi secara umum yaitu batas lingkaran tumbuh tidak jelas; pembuluh berpori baur, hampir seluruhnya soliter; bidang perforasi sederhana; ceruk (pit) antar pembuluh selang-seling; ceruk pembuluh dengan jari-jaridengan halaman yang jelas serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh; terdapat tilosis dan elemen trakeida vasicentric; jaringan serat dasar dengan ceruk halaman yang sempit, dijumpai serat bersekat, tebal dinding serat sangat tipis, panjang serat 1.733 µm; parenkim aksial paratrakea sepihak sampai vasicentric, kadang aliform sampai bersambung, parenkim apotrakea umumnya mengelilingi saluran interseluler dan tersebar dalam garis tangensial panjang; jari-jari uniseri dan multiseri; saluran interseluler aksial dalam baris tangensial panjang dan terdapat saluran radial berukuran sangat kecil; kristal prisma dalam sel baring dan sel tegak. Berdasarkan kriteria penilaian kualitas serat, serat kayu *S. hopeifolia* termasuk kelas kualitas I yang berarti sangat baik untuk digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas.

Kata kunci: anatomi kayu, kualitas serat, *Shorea hopeifolia*, meranti kuning, Kalimantan Timur

I. PENDAHULUAN

Kalimantan mempunyai hutan hujan tropis yang didalamnya tersimpan keanekaragaman hayati baik flora maupun fauna. Jenis flora yang mendominasi adalah jenis dari suku Dipterocarpaceae. Dalam Newman *et al.* (1999a) disebutkan bahwa suku Dipterocarpaceae merupakan unsur utama hutan hujan tropis di Sumatera, Kalimantan, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Suku Dipterocarpaceae di Indonesia terdiri dari 9 marga dan 386 jenis yang terdiri dari Anisoptera, Cotylelobium, Dipterocarpus, Dryobalanops, Hopea, Parashorea, Shorea, Upuna dan Vatica. Kalimantan memiliki 9 marga dan 268 jenis (Newman *et al.*, 1999b), pulau Jawa dan Nusa Tenggara memiliki 5 marga dan 10 jenis, Sulawesi mempunyai 4 marga dan 7 jenis, Maluku memiliki 4 marga dan 7 jenis dan Niugini memiliki 3 marga dan 15 jenis (Newman *et al.*, 1999c).

Jenis-jenis dalam suku Dipterocarpaceae merupakan penghasil kayu dan non kayu yang mempunyai nilai komersial yang tinggi. Namun pemanfaatannya sebagian besar berorientasi pada produk hasil hutan kayu. Hal ini disebabkan oleh tingginya permintaan bahan baku kayu untuk memenuhi kebutuhan kayu pertukangan. Dalam kegiatan eksploitasi, sebagian besar dilakukan hanya berdasarkan nama kelompok yaitu meranti merah, meranti putih, meranti kuning, keruing, balau, resak, merawan, dan lain-lain. Padahal dalam setiap kelompok tersebut terdiri dari banyak jenis. Oleh karena itu, banyak jenis yang kurang dikenal dan belum pernah diteliti ikut tereksploitasi.

Setiap jenis kayu memiliki sifat dan karakter yang berbeda-beda. Pemanfaatan kayu dapat efektif dan efisien apabila dilakukan sesuai dengan karakter yang dimiliki. Penelitian sifat dasar kayu jenis Dipterocarpaceae masih sangat terbatas, informasi yang didapat sebagian besar masih berdasarkan nama kelompok. Sampai saat ini kurang lebih 41% jenis dari suku Dipterocarpaceae belum pernah diteliti sifat dasar kayunya. Sifat anatomi merupakan salah satu sifat dasar kayu yang sangat penting karena merupakan sifat yang harus diketahui dalam identifikasi kayu. Sampai saat ini proses identifikasi yang dilakukan *Xylarium*

Bogoriense dapat dilakukan hanya sampai tingkat marga. Oleh karena itu, data ciri anatomi sampai tingkat jenis diperlukan untuk memperkaya database dan memungkinkan dicapainya target identifikasi sampai tingkat jenis. Selain itu, ciri anatomi kayu juga dapat digunakan untuk memprediksi kegunaan kayu agar tepat. Dimensi serat yang diukur dapat digunakan untuk mengetahui kualitas serat untuk bahan baku pulp dan kertas.

Salah satu jenis yang belum diteliti adalah *Shorea hopeifolia* Sym. yang dalam dunia perdagangan merupakan kelompok meranti kuning. Jenis ini sejak 1998 sudah masuk ke dalam Red List IUCN sebagai *critically endangered species* (Ashton, 1998). Penelitian ini bertujuan mempelajari struktur anatomi dan kualitas serat kayu *S. hopeifolia* sebagai upaya untuk melengkapi database identifikasi kayu dan memprediksi kemungkinannya sebagai bahan baku pulp dan kertas.

II. METODOLOGI

Sampel diperoleh dari areal KHDTK Labanan, Berau, Kalimantan Timur. Sampel diambil dari bagian pangkal batang berupa lempengan. Setiap bagian batang diambil sebanyak 4 sampel pada penampang melintang mulai dari empulur sampai ke lapisan kambium. Jadi dalam satu batang terdapat 12 sampel berukuran (2x2x 2)cm. Metode pembuatan preparat sayatan menggunakan metode Sass (1961) yaitu dengan melunakkan kayu dengan cara merendam ke dalam larutan alkohol giserin selama 2-3 hari. Setelah cukup lunak, sampel disayat dengan mikrotom setebal 20-30 μ m untuk bidang transversal, tangensial dan radial. Hasil sayatan kemudian dicuci dengan akuades untuk menghilangkan gliserin dan direndam dalam safranin selama 1 jam untuk pewarnaan. Setelah itu sayatan dicuci kembali dengan akuades sampai bersih, lalu didehidrasi bertingkat menggunakan alkohol 30%, 50%, 70%, 96%, dan alkohol absolut masing-masingnya selama 5-10 menit. Selanjutnya sayatan dibenamkan dengan cara merendamnya beberapa saat, berturut-turut dalam karboxylol dan toluen. Sesudah itu sayatan direkat dengan entelan di atas gelas obyek, ditutup dengan gelas penutup, diberi label dan siap untuk diamati.

Metode yang digunakan dalam proses maserasi adalah metode Franklin (Ella, 2000). Contoh untuk pembuatan sediaan maserasi berupa cacahan sebesar batang korek api. Maserasi dilakukan dengan cara merebus kayu dalam larutan 60% asam asetat glasial dan 30% hidrogen peroksida pada suhu $\pm 80^{\circ}\text{C}$ selama 1-2 jam, atau sampai cacahan berubah warna menjadi putih dan lunak. Perbandingan volume asam asetat glasial dan hidrogen peroksida yang digunakan adalah 1:1. Sampel yang telah dimaserasi kemudian dicuci dengan air kran yang mengalir sampai cacahan tersebut bebas asam. Setelah itu dilakukan pemisahan serat menggunakan bantuan jarum sambil dicuci dengan akuades. Serat-serat yang terpisah kemudian ditetesi dengan safranin dan direndam dalam safranin selama kurang lebih 3 jam. Setelah itu serat kembali dicuci bersih dengan akuades. Serat-serat kemudian diletakkan pada gelas obyek yang sudah ditetesi gliserin dan diatur sedemikian rupa agar tidak menumpuk satu dengan lainnya. Lalu ditutup dengan gelas penutup. Setelah itu dilakukan pengukuran dimensi serat dan pembuluh.

Dimensi yang diukur adalah panjang serat sebanyak 25 contoh serta diameter serat dan diameter lumen masing-masingnya sebanyak 15 contoh. Sedangkan untuk pembuluh diukur panjang dan diameternya sebanyak 25 contoh. Selanjutnya dilakukan penghitungan turunan dimensi serat seperti *Runkel Ratio* (RR), *Felting Power* (FP), *Muhlsteph Ratio* (MR), *Coefficient Rigidity* (CR), dan *Flexibility Ratio* (FR) untuk mengetahui kualitas serat kayu untuk bahan paku pulp dan kertas. Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$RR = \frac{2w}{l} \quad MR = \frac{(d^2 - l^2)}{d^2} \times 100\% \quad CR = \frac{w}{d}$$

$$FP = \frac{L}{d} \quad FR = \frac{l}{d}$$

Dimana, w: tebal dinding, L: panjang serat, l: diameter lumen; d: diameter

Kualitas serat diklasifikasikan berdasarkan kriteria yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kriteria kualitas serat kayu untuk bahan baku pulp dan kertas

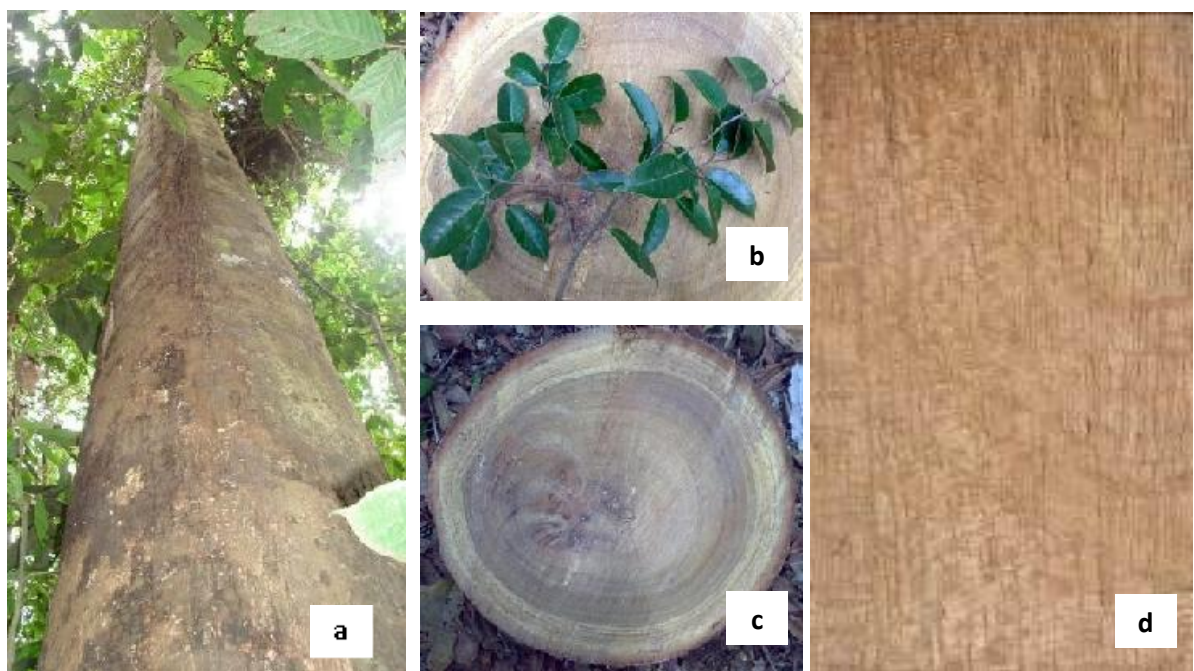
Criteria	Kelas I		Kelas II		Kelas III	
	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai
<i>Fibre length (mm)</i>	> 2.000	100	1.000-2.000	50	< 1.000	25
<i>Runkel Ratio (RR)</i>	< 0,25	100	0,25-0,50	50	0,50-1,0	25
<i>Felting Power (FP)</i>	> 90	100	50-90	50	< 50	25
<i>Muhlsteph Ratio (MR)</i>	< 30	100	30-60	50	60-80	25
<i>Flexibility Ratio (FR)</i>	> 0,80	100	0,50-0,80	50	< 0,50	25
<i>Coefficient of Rigidity (CR)</i>	< 0,10	100	0,10-0,15	50	> 0,15	25
Interval	450-600		225-449		< 225	

Sumber: Rachman dan Siagian (1976)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Ciri Umum

Shorea hopeifolia Symington dalam perdagangan kayu termasuk pada kelompok meranti kuning dengan daerah kisaran sebaran menurut Newman *et al.* (1999a) di Kalimantan. Pohon ini memiliki tinggi total ± 37 m, tinggi bebas cabang ± 26.7 m dan diameter 55 cm. Batang silindris, berbanir, berdamar warna hitam, daun jorong atau bundar telur, pertulangan sekunder 7–11 pasang. Kelopak buah dengan tiga sayap panjang dan dua sayap pendek. Kayu teras berwarna coklat muda, kayu gubal berwarna kuning muda, arah serat lurus sampai berpadu, tekstur agak kasar, kesan raba kasar, kayu lunak sampai agak keras. Batang, daun, penampang lintang, dan permukaan longitudinal kayu *S. hopeifolia* dapat dilihat pada Gambar 1.

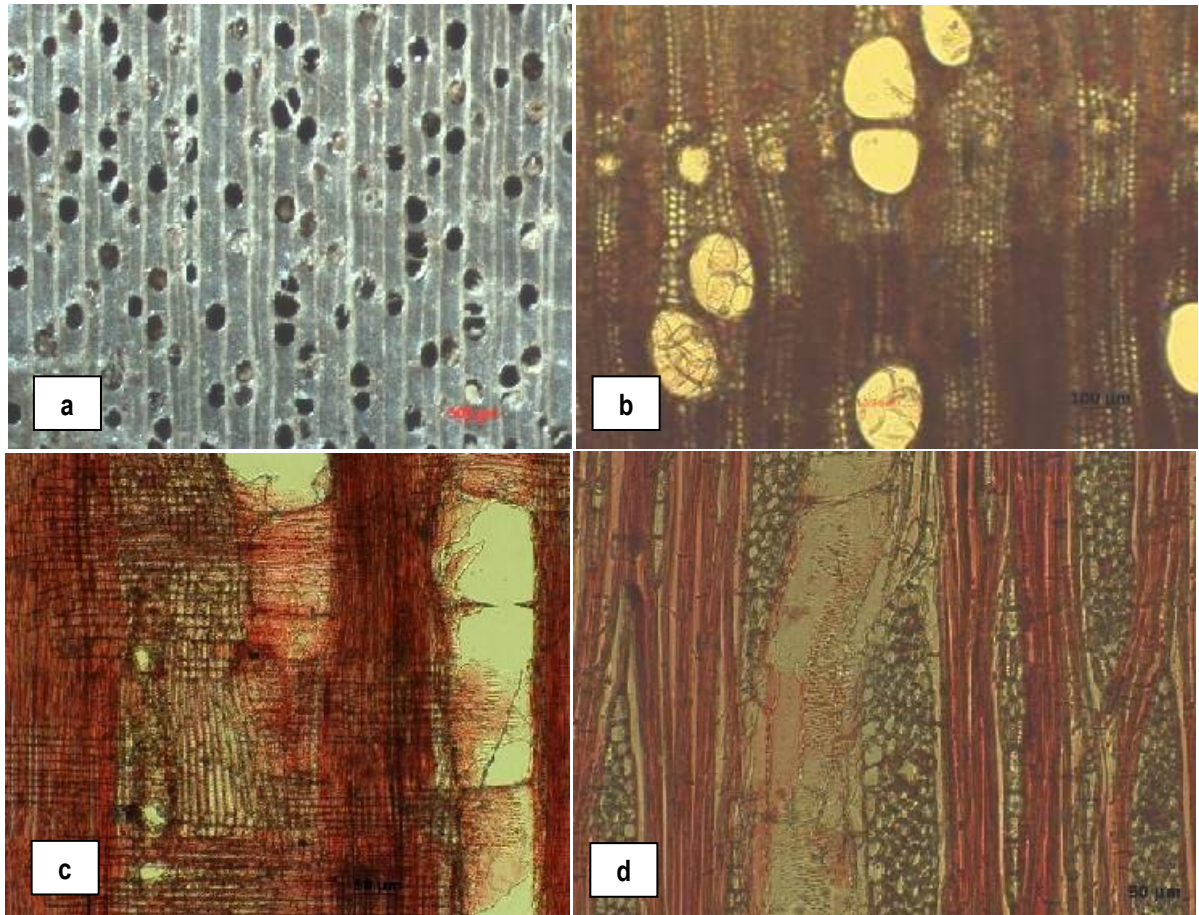


Gambar 1. *S. hopeifolia*: (a) batang. (b) daun. (c) penampang transversal dan (d) permukaan longitudinal

b. Ciri anatomi

Batas lingkaran tumbuh tidak jelas. **Pembuluh**: berpori baur, hampir seluruhnya soliter, sisanya ganda radial 2-3, dan dijumpai sedikit bergerombol 3, outline pembuluh oval, diameter lumen pembuluh 74.2 μm , frekuensi pembuluh <5 per mm^2 , panjang 634,51 μm . Bidang perforasi sederhana. Ceruk antar pembuluh selang-seling dengan ukuran 5.9 μm . Ceruk pembuluh dengan jari-jari dengan halaman yang jelas serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh. Terdapat tilosis dan elemen trakeida vasicentric dalam sel pembuluh. **Serat**: jaringan serat dasar dengan ceruk halaman yang sempit, dijumpai serat bersekat,

tebal dinding serat sangat tipis, panjang serat 1.733 μm . Parenkim: aksial paratrakea sepihak sampai vasicentric, kadang aliform sampai bersambung, parenkim apotrakea umumnya mengelilingi saluran interseluler/saluran getah dan tersebar dalam garis tangensial panjang. Tipe sel parenkim aksial bentuk gelendong. Jari-jari: uniseri dan multiseri (1-2 seri, jari-jari besar umumnya 3-8 seri), tinggi jari-jari 1.237 μm , komposisi sel jari-jari, tubuh jari-jari sel baring dan umumnya dengan 2-4 jalur sel tegak atau sel bujur sangkar marjinal. Saluran interseluler aksial dalam baris tangensial panjang dan terdapat saluran radial berukuran sangat kecil. Kristal prismatic dalam sel baring dan sel tegak. Gambar struktur anatomi disajikan pada Gambar 2. Sedangkan ciri kuantitatif kayu *S. hopeifolia* disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2. *S. hopeifolia*: a) penampang lintang (makroskopis), b) penampang lintang (mikroskopis), c) penampang radial d) penampang tangensial.

Trakeida vasicentric merupakan ciri yang sering ditemui dalam banyak marga *Shorea* (Fei-Tan, 1974). Kristal prismatic sering juga dijumpai pada semua jenis meranti kecuali meranti putih (Fei-Tan, 1974). Dalam Fei-Tan (1974) disebutkan bahwa saluran interseluler radial selalu dijumpai dalam kelompok meranti kuning. Seperti halnya Sarayar (1976) menyebutkan bahwa jenis meranti kuning dicirikan dengan adanya saluran interseluler radial.

Diameter rata-rata pembuluh pada kayu *S. hopeifolia* menurut IAWA ((Wheeler *et al.*, 1989), termasuk sangat besar ($>200 \mu\text{m}$), panjang pembuluh termasuk sedang ($350-800 \mu\text{m}$), jumlah pembuluh persatuan luas termasuk sangat sedikit ($\leq 5 \mu\text{m}$), panjang serat termasuk sedang ($900-1.600 \mu\text{m}$). Tinggi jari-jari termasuk kategori tinggi, jari-jari agak lebar, jumlah jari-jari per mm termasuk sedang.

Casey (1980) menggolongkan diameter serat menjadi tiga kelas yaitu serat berdiameter besar ($0,025-0,04 \text{ mm}$), serat berdiameter sedang ($0,01-0,025 \text{ mm}$), dan serat berdiameter kecil ($0,002-0,01 \text{ mm}$). Jadi, jenis kayu ini termasuk ke dalam serat berdiameter besar.

Tabel 2. Ciri kuantitatif kayu *S. hopeifolia*

Struktur anatomi	Nilai	Struktur anatomi	Nilai
Pembuluh		Serat (μm)	
- Diameter (μm)	258	- Panjang	1.733
- Tinggi (μm)	635	- Diameter	31
- Jumlah/ mm^2	4	- D.Lumen	27
		- Tebal dinding	2
Jari-jari		% Sel	
- Tinggi (μm)	1.237	- Pori	10
- Lebar (μm)	73	- Jari-jari	25
- Jumlah/ mm^2	6	- Parenkim	7
		- Serabut	57
		- SIA	1

Sel serat atau serabut berfungsi sebagai pemberi tenaga mekanik pada batang (Pandit & Kurniawan 2008), sehingga semakin tinggi nilai persentase sel serat maka sifat kekuatan mekanik kayu semakin baik. *S. hopeifolia* mempunyai persentase serat terbesar dibandingkan dengan sel yang lain.

c. Kualitas Serat

Kualitas serat ditentukan berdasarkan nilai dimensi serat dan nilai turunannya yang terdiri dari Runkel ratio, felting power, Muhlsteph ratio, flexibility ratio, dan coefficient of rigidity. Pengukuran kualitas serat kayu *S. hopeifolia* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai kualitas serat kayu *S. hopeifolia*

No.	Kriteria	Nilai rata-rata	Penilaian*	Kelas Kualitas*
1.	Panjang serat (μm)	1.733	50	II
2.	Runkel ratio	0.18	100	I
3.	Felting power	55.67	50	II
4.	Muhlsteph Ratio (%)	27.57	100	I
5.	Flexibility ratio	0.85	100	I
6.	Coefficient of Rigidity	0.07	100	I
Jumlah*			525	I

Keterangan: * penilaian berdasarkan Rahman dan Siagian (1976)

Berdasarkan Rahman dan Siagian (1976), nilai panjang serat kayu *S. hopeifolia* termasuk kelas kualitas II. Panjang serat berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik kertas seperti kekuatan dan kekakuan. Serat panjang memungkinkan terjadinya ikatan antar serat yang lebih luas tetapi dengan semakin panjang serat maka kertas akan semakin kasar. Serat kayu yang lebih panjang akan menghasilkan lembaran kertas yang mempunyai sifat kekuatan yang lebih baik karena memiliki daerah ikatan antar serat (*bonding area*) yang lebih luas pada saat penggilingan dan sifat penyebaran tekanan (*stress transfer*) yang lebih baik. Sifat kekuatan lembaran yang dipengaruhi oleh ukuran panjang serat adalah ketahanan tarik, ketahanan lipat, dan terutama ketahanan sobek. Di sisi lain, serat kayu yang lebih pendek mampu menghasilkan lembaran kertas yang lebih halus dan seragam (Casey 1980).

Serat dengan nilai *Runkel Ratio* yang rendah menunjukkan bahwa serat tersebut memiliki dinding yang tipis tetapi diameter lumen lebar sehingga pulp yang dihasilkan lebih mudah digiling (*beaten*) dan memiliki daerah ikatan antar serat yang lebih luas sehingga diduga akan menghasilkan lembaran pulp dengan kekuatan jebol, tarik, dan lipat yang tinggi. Berdasarkan Rahman dan Siagian (1976), nilai *Runkel Ratio* kayu *S. hopeifolia* termasuk dalam kelas kualita I.

Daya tenun berpengaruh terhadap kekuatan sobek kertas. Serat berdinding tipis akan cenderung memberikan kekuatan sobek yang rendah. Serat berdinding tipis akan cenderung memberikan kekuatan sobek yang rendah. Jalinan ikatan antar serat yang baik dapat diperoleh dari serat yang lebih panjang karena berperan meningkatkan kekuatan sobek kertas. Hal ini disebabkan karena gaya sobek akan terbagi dalam luas yang panjang. Diameter serat menunjukkan tingkat kelangsingannya. Semakin tinggi nilai *Felting power*

(daya tenun) maka sifat serat cenderung lebih lentur (Sofyan & Nawawi 1995). Nilai *felting power* serat kayu *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas II.

Muhlsteph ratio adalah perbandingan antara luas penampang dinding serat dengan luas penampang lintang serat yang berpengaruh terhadap kerapatan lembaran pulp. Serat kayu dengan *Muhlsteph ratio* yang tinggi memiliki luas permukaan yang lebih kecil sehingga luas daerah ikatan dan kontak antar seratnya menurun. Hal ini menyebabkan lembaran kertas yang dihasilkan cenderung memiliki ketahanan tarik dan ketahanan retak yang rendah. Nilai *Muhlsteph ratio* serat kayu *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas I.

Flexibility ratio mempunyai peran dalam perkembangan kontak antar serat. Serat dengan *flexibility ratio* tinggi, tebal dindingnya relatif tipis dan mudah berubah bentuk. Kemampuan berubah bentuk ini menyebabkan persinggungan antara permukaan serat lebih leluasa dan lebih mudah ditarik satu sama lain oleh gaya tegangan permukaan ketika air dihilangkan pada tahap pembuatan lembaran dan pengeringan kertas. Hal ini mendukung terjadinya ikatan antar serat yang lebih sempurna sehingga menghasilkan lembaran dengan sifat kekuatan yang baik, porositas yang rendah, dan kerapatan kertas yang tinggi. Fleksibilitas serat juga mempengaruhi beberapa sifat penting kertas lainnya seperti opasitas, permeabilitas udara, penyerapan cairan, dan ketahanan lemak (Casey 1980). Nilai *flexibility ratio* serat kayu *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas I.

Coefficient of Rigidity mempunyai hubungan negatif dengan kekuatan tarik kertas. *Coefficient of rigidity* yang tinggi menunjukkan bahwa serat tersebut memiliki kerapatan yang tinggi pula. Panshin & de Zeeuw (1980) menyatakan bahwa kerapatan serat yang tinggi berpengaruh baik terhadap rendemen pulp. Selain itu, jenis serat kayu berkerapatan tinggi juga dapat menghasilkan lembaran kertas dengan opasitas tinggi, lebih kasar, dimensi yang lebih besar, dan ketahanan sobek tinggi. Namun, lembaran kertas yang dihasilkan lebih kaku sehingga memiliki ketahanan lipat yang rendah. Jumlah ikatan serat yang terdapat pada lembaran kertas juga lebih sedikit sehingga cenderung memiliki ketahanan tarik dan retak yang rendah. Berdasarkan Rahman & Siagian (1976), nilai *coefficient of rigidity* serat kayu *S. hopeifolia* termasuk kelas kualitas I.

Berdasarkan semua parameter yang dianalisis, *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas I. Serat dengan kelas kualitas I mempunyai sifat mudah memipih pada waktu digiling dengan ikatan antar serat yang baik, sehingga lembaran pulp yang dihasilkan mempunyai keteguhan sobek, ketahanan pecah, dan keteguhan tarik lembaran pulp yang sangat baik (Rachman & Siagian 1976). Dengan demikian, jenis kayu ini dapat direkomendasikan sebagai bahan baku pulp dan kertas.

IV. KESIMPULAN

Kayu *S. hopeifolia* mempunyai ciri umum yaitu kayu teras berwarna coklat muda, kayu gubal berwarna kuning muda, arah serat lurus sampai berpadu, tekstur agak kasar, kesan raba kasar, kayu lunak sampai agak keras. Sedangkan ciri anatomi secara umum yaitu batas lingkaran tumbuh tidak jelas; pembuluh berpori baur, hampir seluruhnya soliter; bidang perforasi sederhana; ceruk antar pembuluh selang-seling; ceruk pembuluh dengan jari-jaridengan halaman yang jelas serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh; terdapat tilosis dan elemen trakeida vasicentric; jaringan serat dasar dengan ceruk halaman yang sempit, dijumpai serat bersekat, tebal dinding serat sangat tipis, panjang serat 1.733 μm ; parenkim aksial paratrakea sepihak sampai vasicentric, kadang aliform sampai bersambung, parenkim apotrakea umumnya mengelilingi saluran interseluler dan tersebar dalam garis tangensial panjang; jari-jari uniseri dan multiseri; saluran interseluler aksial dalam baris tangensial panjang dan terdapat saluran radial berukuran sangat kecil; kristal prismatik dalam sel baring dan sel tegak. Berdasarkan kriteria penilaian kualitas serat oleh Rahman dan Siagian (1976), serat kayu *S. hopeifolia* termasuk kelas kualitas I yang berarti sangat baik untuk digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas.

DAFTAR PUSTAKA

Ashton, P. 1998. *Shorea hopeifolia*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <www.iucnredlist.org>. Diakses pada 26 September 2012.

- Casey, J. 1980. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. Third Edition Vol II. A. Willey and Sons Inc. New York.
- Ella, AB. 2000. Wood Anatomy of Giant Ipil-ipil [*Leucaena leucocephala* (Lam) de Witt.] in Kim, Y.S. 2000. New Horizons in Wood Anatomy. Chonnam Nat'l Univ. Press Kwangju, Korea.
- Fei-Tan FC. 1974. *Anatomical Features of the Dipterocarp Timber of Sarawak*. Singapore: Garden's Bulletin.
- Newman, M.F., P.F. Burgess, T.C. Whitmore. 1999a. Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Sumatera. PROSEA Indonesia. Bogor.
- , 1999b. Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Pulau Kalimantan. PROSEA Indonesia. Bogor.
- , 1999c. Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Jawa sampai Niugini. PROSEA Indonesia. Bogor.
- Pandit IKN, Kurniawan D. 2008. *Struktur Kayu: Sifat Kayu sebagai Bahan Baku dan Ciri Diagnostik Kayu Perdagangan Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan, IPB.
- Rachman, A.N. and R.M. Siagian. 1976. Dimensi Serat Jenis Kayu Indonesia Bagian III. Laporan LPHH No. 75. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- Sarayar, C.G. 1976. Struktur Anatomi Kayu Meranti Indonesia (Anatomical Structure of Indonesian Meranti). Report No. 71 Forest Products Research Institute. Bogor.
- Sass J.E. 1961. Botanical Microtechnique. Third Edition. The Iowa State university Press. Iowa.
- Sofyan, K., S.N. Deded and P. Trisna. 1993. Sifat Pulp Jenis-Jenis Kayu Cepat Tumbuh. Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor.
- Wheeler, E.A., P. Baas and P.C. Gasson. 1989. IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. IAWA Bulletin n.s.10(3): 219-332.

STRUKTUR ANATOMI DAN DIMENSI SERAT KAYU PUSPA (*Schima wallichii* Korth)

Djamal Sanusi, Sahriyanti Saad, dan Muhammad Arsul

Lab. Pengolahan dan Pemanfaatan Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur anatomi pada bagian pangkal ke ujung batang dan pada bagian dekat empulur ke arah kulit kayu puspa, serta bagian kayu juvenil dan bagian kayu dewasanya. Pohon puspa yang berdiameter 23 cm ditebang, kemudian diambil lempengan setebal 6 cm pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang. Setiap lempengan dibagi 4 bagian yang sama melalui titik pusat lempengan. Setiap bagian dibagi 6 segmen mulai dari dekat empulur ke arah kulit untuk dijadikan sebagai contoh uji, sehingga setiap lempengan terdapat 24 contoh uji. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pori kayu puspa agak kecil, banyak, hampir seluruhnya soliter dan menyebar secara tata baur. Diameter pori dari pangkal ke ujung batang dan dari dekat empulur ke arah kulit semakin besar. Jari-jari berseri satu dengan tipe heteroseluler. Panjang serat berkisar 2.551-2.639 mikron, diameter serat berkisar 27,2-27,9 mikron, tebal dinding serat berkisar 7,1-7,3 mikron, dan diameter lumen berkisar 13,0-13,5 mikron. Dalam arah vertikal, bagian pangkal, tengah, dan ujung batang mengandung kayu juvenil. Dalam arah horizontal, segmen R1 sampai R3 merupakan kayu juvenil, sedangkan segmen R4 sampai R6 merupakan kayu dewasa.

Kata kunci: pori, jari-jari, serat, juvenil, dewasa.

I. PENDAHULUAN

Struktur anatomi dan dimensi serat bervariasi tergantung pada jenis kayu, letak dalam batang kayu baik vertikal maupun transversal. Unsur-unsur yang menyusun kayu ada yang berarah longitudinal dan ada yang berarah transversal. Unsur longitudinal meliputi pembuluh (pori), trakeid, serat, dan parenkim epitel, sedangkan arah transversal hanya ada dua unsur yaitu parenkim jari-jari dan sel epitel (Panshin and de Zeeuw, 1980). Pori berdasarkan penyebarannya dibedakan atas pori soliter dan pori bergabung. Pori bergabung merupakan pori yang jumlahnya dua atau lebih saling bersinggungan satu sama lain sehingga dinding yang bersinggungan nampak rata. Pori pada penampang lintang yang terlihat terpisah satu sama lain oleh jaringan sel lain disebut pori soliter (Departemen Kehutanan, 2009). Pori merupakan struktur seperti pipa tersusun dari sejumlah sel yang disebut unsur pori, anggota pori, atau ruas pori. Telah dikemukakan bahwa sel pori selain tersusun secara bersinggungan dalam arah tangensial maupun dalam arah radial sehingga membentuk jaringan konduksi tiga dimensi dalam xylem sekunder (Panshin and de Zeeuw, 1980).

Sel parenkim adalah sel gemuk dan pendek dengan ujung-ujung tumpul. Jumlah sel parenkim dalam kayu daun lebar lebih besar dari kayu daun jarum, terutama dalam kayu daun lebar tropika, parenkim longitudinal mempunyai persentase yang tinggi (Fengel dan Wegener, 1995). Menurut Pandit (1992), di dalam jaringan berkayu sel-sel parenkim berfungsi untuk menyimpan serta mengatur bahan makanan dan berdasarkan pola penyusunannya di dalam batang, sel parenkim ada dua macam yaitu parenkim aksial yang terdiri atas sel-sel parenkim yang tersusun vertikal dan parenkim jari-jari yang tersusun atas sel-sel parenkim secara horizontal. Sulistyio (1995), mengemukakan bahwa parenkim dapat bervariasi yakni parenkim beruntai yang terdiri atas dua atau lebih sel dalam satu kambium inisial fusiform dengan sel anak yang dibatasi oleh beberapa dinding sel. Sel-selnya sendiri kebanyakan berbentuk prisma siku dan hanya sel ujung saja yang berbentuk runcing.

Semua jenis kayu mengandung jari-jari yang berfungsi sebagai jalan angkutan bagi cairan yang berasal dari lapisan floem menuju ke arah horizontal. Jari-jari ikut memberikan gambaran pada kayu yang dicirikan dengan pola jari-jari yang jelas pada penampang radial dan tangensialnya. Jari-jari juga berpengaruh terhadap sifat-sifat kayu, menghambat perubahan dimensi dalam arah radial dan kehadirannya berpengaruh terhadap pengeringan sehingga penyusutan kayu dalam arah radial lebih kecil daripada penyusutan dalam arah tangensial (Haygreen and Bowyer, 1982).

Jari-jari kayu daun lebar seluruhnya terdiri atas sel parenkim, dengan pengecualian tipe sel jari-jari khusus yang disebut jari-jari agregat yang merupakan struktur gabungan jari-jari kecil, serat dan kadang-

kadang pori. Jika sel jari-jari memiliki bentuk dan ukuran yang kurang lebih sama, maka jari-jari disebut *homocellular*, sedangkan jika jari-jari mengandung lebih dari satu sel jari-jari parenkim, maka jari-jari disebut *heterocellular* (Panshin and de Zeeuw, 1980.). Bentuk sel jari-jari ada yang berbaring dan ada yang tegak. Sel jari-jari berbaring adalah sel horizontal yang mengarah radial atau tegak lurus sumbu batang, sedangkan sel tegak adalah sel jari-jari yang memanjang sejajar dengan sumbu batang pohon searah dengan arah aksial (Sulistyo, 1995).

Serat adalah unsur longitudinal yang selnya panjang, sempit, dinding selnya tebal sampai sedang, dan kedua ujungnya tidak berporasi. Dimensi serat terdiri atas panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding sel. Beberapa hasil penelitian yang dikutip oleh Priasukmana dan Silitonga (1972) mengemukakan bahwa panjang serat bervariasi pada jenis tanah tempat tumbuh, pohon dari satu jenis yang sama tumbuh pada tanah subur dan kelembaban tinggi memiliki serat lebih panjang bila dibandingkan dengan pohon yang tumbuh pada tanah kering.

Pada bagian tengah batang terdapat jaringan yang belum teridentifikasi disebut empulur yang dikelilingi oleh lapisan tipis xylem primer. Baik empulur maupun xylem primer semuanya dibentuk pada tahun pertama pertumbuhan pohon dan kedua jaringan tersebut berbeda dengan xylem sekunder yang dibentuk kemudian oleh kambium. Xylem sekunder yang terbentuk pada 5 tahun pertama sampai 25 tahun pertama disebut kayu juvenil, semakin tinggi posisi dalam batang lebar kayu juvenil semakin berkurang (Bowyer *et al.*, 2003). Pembentukan kayu juvenil dipengaruhi sistem apikal pada daerah tajuk aktif pada musim pertumbuhan. Kayu juvenil terdapat di setiap pohon dan karakteristik kayu tergantung pada kecepatan tumbuh dan berhubungan dengan umur pohon. Pada saat tanaman masih muda atau pada tahun pertama pertumbuhan, kambium primer membentuk kayu juvenil. Seiring bertambahnya usia pohon, maka tajuk semakin bergerak ke atas. Pengaruh tajuk pada daerah kambium semakin berkurang dan terbentuklah kayu dewasa (Pandit, 2006).

II. METODOLOGI

Kayu puspa yang berdiameter 23 cm ditebang setinggi 15 cm dari permukaan tanah kemudian dipotong pada batas bebas cabang. Pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang dibuat lempengan setebal 6 cm dan setiap lempengan diambil sampel selebar 2 cm melalui titik pusat yang saling tegak lurus satu sama lain sehingga diperoleh 4 sampel yang panjangnya sama dengan panjang jari-jari lempengan. Sampel kemudian dibagi 6 segmen mulai dari empulur sampai bagian luar lempengan dan diberi simbol R1, R2, R3, R4, R5, dan R6 untuk dibuat preparat sayatan dan preparat maserasi.

Pengamatan dan pengukuran struktur anatomi yang terdiri atas diameter pori, frekuensi pori, susunan pori, lebar jari-jari, tinggi jari-jari, frekuensi jari-jari dan tipe jari-jari dilakukan melalui preparat sayatan. Pengamatan dan pengukuran struktur anatomi diulang sebanyak 4 kali. Pengamatan dan pengukuran dimensi serat yang terdiri atas panjang serat, diameter serat, tebal dinding serat, dan diameter lumen dilakukan melalui preparat meserasi. Jumlah serat yang diukur setiap segmen sebanyak 25 sebagai ulangan. Hasil pengukuran struktur anatomi dan dimensi serat segmen R1 sampai R6 pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang masing-masing dirata-ratakan kemudian dianalisis secara deskriptif. Panjang serat dari segmen R1 sampai R6 pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang dirata-ratakan untuk menentukan batas antara kayu juvenil dan kayu dewasa.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

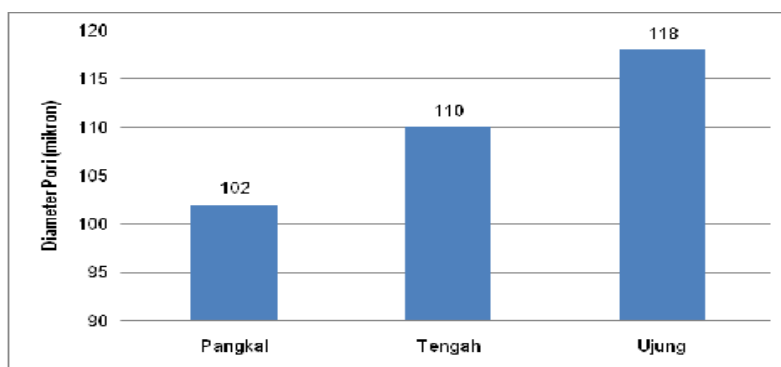
1. Pori

Pengukuran dan pengamatan pori dilakukan pada bidang lintang yang meliputi diameter pori, frekuensi pori, penggabungan pori, dan penyebaran pori pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang. Diameter pori berkisar 102-118 mikron termasuk agak kecil. Frekuensi pori pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang masing-masing sebanyak 29,2 per mm², 30,2 per mm², dan 30,4 per mm² termasuk banyak. Persentase pori soliter berkisar 96-97% termasuk hampir seluruhnya soliter, dan pada bidang lintang menyebar secara tata baur.

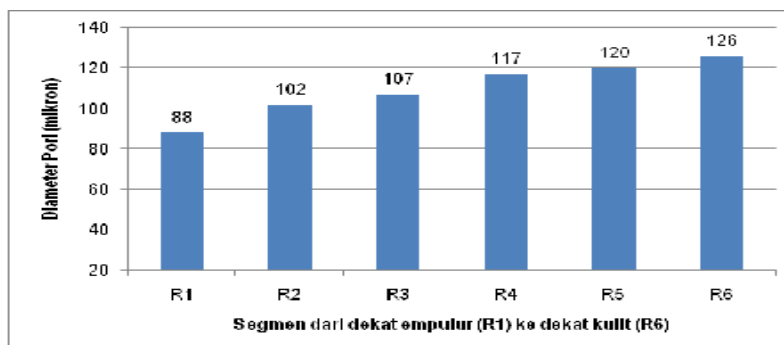
Kayu puspa memiliki diameter pori agak kecil, hampir seluruhnya soliter, dan menyebar secara merata pada bidang lintang menunjukkan bahwa kayu puspa termasuk jenis kayu yang bertekstur halus dan rata.

Panshin and de Zeeuw (1980), mengemukakan bahwa tekstur kayu ditentukan oleh besar kecilnya rongga sel kayu dan keseragaman ukuran sel-sel yang menyusun kayu. Kayu yang memiliki rongga sel yang kecil dan tersebar secara merata di seluruh batang pohon, maka kayu disebut bertekstur halus. Kayu yang bertekstur rata adalah kayu yang mempunyai keseragaman dimensi sel atau memiliki rongga sel yang sama ukurannya di seluruh bagian batang.

Diameter pori rata-rata pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang disajikan pada Gambar 1, sedangkan dalam arah radial mulai dari dekat empulur sampai dekat kulit disajikan pada Gambar 2. Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa semakin tinggi posisi dalam batang, diameter pori semakin besar. Diameter pori yang besar dan jumlah pori yang banyak pada bagian ujung batang menunjukkan bahwa ujung batang lebih berrongga daripada pangkal batang. Hal ini dapat diduga bahwa kerapatan bagian ujung batang lebih rendah daripada bagian pangkal batang. Tsoumis (1991), mengemukakan bahwa variasi berat jenis kayu terjadi karena perbedaan banyaknya ruang-ruang kosong dalam kayu. Pada Gambar 2 juga menunjukkan pola yang sama bahwa diameter pori dekat empulur lebih rendah daripada diameter pori dekat kulit atau semakin ke arah luar, diameter pori semakin besar. Hal ini juga menunjukkan bahwa dalam arah radial bagian kayu dekat kulit lebih berongga daripada bagian kayu dekat empulur atau kerapatan bagian kayu dekat kulit lebih rendah daripada kerapatan bagian kayu dekat empulur.



Gambar 1. Diameter pori rata-rata kayu puspa dalam arah vertikal



Gambar 2. Diameter pori rata-rata dalam arah radial

2. Jari-jari

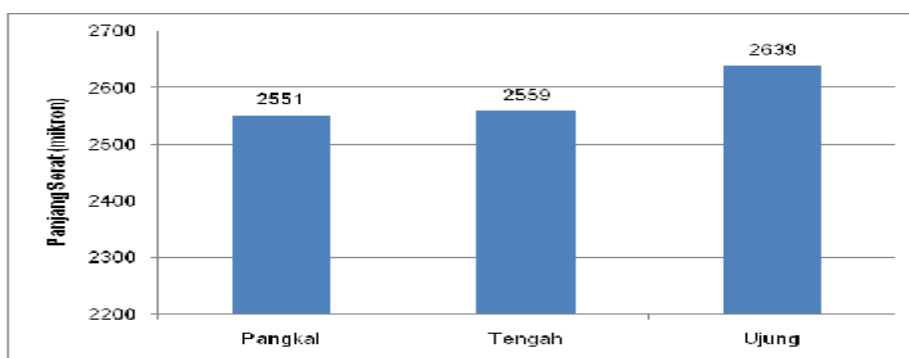
Pengukuran dan pengamatan jari-jari dilakukan pada bidang radial yang meliputi tinggi jari-jari, lebar jari-jari, frekuensi jari-jari, dan tipe jari-jari pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang. Tinggi jari-jari berkisar 288-471 mikron termasuk luar biasa pendek, lebar jari-jari berkisar 31-35 mikron termasuk sempit, frekuensi jari-jari berkisar 14-17 per mm² termasuk banyak, tipe jari-jari termasuk heteroselular dan berseri satu (uniseriat). Menurut Panshin and de Zeeuw (1980), jari-jari kayu mungkin nampak dengan mata telanjang pada bidang lintang dan tangensial atau mungkin sama sekali tidak nampak. Pada umumnya tipe jari-jari berseri satu dijumpai pada kayu daun jarum. Kebanyakan kayu daun lebar memiliki jari-jari mulai dari berseri dua sampai berseri banyak. Hal ini menunjukkan bahwa kayu puspa jika diamati pada bidang lintang

dan tangensial jari-jari sukar nampak dengan mata telanjang. Ciri jari-jari seperti ini menjadikan kayu puspa nampak lebih halus dan merata.

Tinggi jari-jari kayu puspa pada pangkal batang meningkat dengan tajam sampai dengan bagian tengah batang, dan selanjutnya pada ujung batang tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan bagian tengah batang. Tinggi jari-jari pada pangkal, tengah, dan ujung batang masing-masing sebesar 288 mikron, 437 mikron, dan 471 mikron. Dalam arah radial tinggi jari-jari dekat empulur 431 mikron dan menurun sedikit demi sedikit ke arah dekat kulit menjadi 350 mikron.

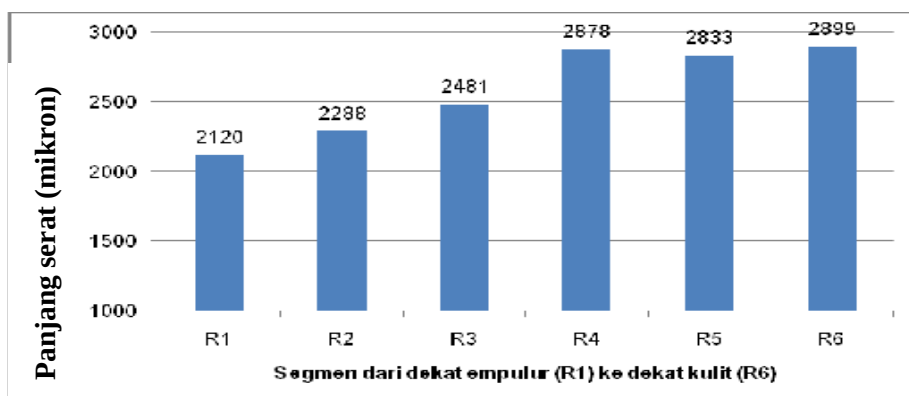
3. Serat

Pengukuran serat dilakukan melalui preparat maserasi yang meliputi panjang serat, diameter serat, tebal dinding serat, dan diameter lumen. Hasil pengukuran 6 segmen sampel mulai dari dekat empulur sampai dekat kulit pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang dirata-ratakan untuk mengetahui panjang serat dalam arah vertikal dan dalam arah radial. Dalam arah vertikal, panjang serat rata-rata pada bagian pangkal 2.551 mikron, bagian tengah 2.559 mikron, dan bagian ujung batang 2.639 mikron termasuk kategori sedang seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Panshin and de Zeeuw (1980) bahwa menurut letaknya dalam batang pohon, panjang inisial bentuk kumparan berangsur-angsur bertambah sampai mencapai panjang maksimum dari pangkal batang menuju ke atas dan kemudian panjang inisial ini mulai berkurang pada bagian batang yang lebih ke atas.



Gambar 3. Panjang serat dalam arah vertikal

Dalam arah radial, panjang serat rata-rata pada segmen R1 2.120 mikron, segmen R2 2.288 mikron, segmen R3 2.481 mikron, segmen R4 2.878 mikron, segmen R5 2833 mikron, dan segmen R6 2.899 mikron termasuk kategori sedang seperti ditunjukkan pada Gambar 4. Panshin and de Zeeuw (1980) mengemukakan bahwa panjang sel inisial bentuk kumparan pada batang pohon *Pinus strobus* L. yang berumur 1 tahun dan 60 tahun dibandingkan dan hasilnya menunjukkan bahwa selama 59 tahun panjang sel inisial rata-rata bertambah dari 870 mikron menjadi 4.000 mikron.

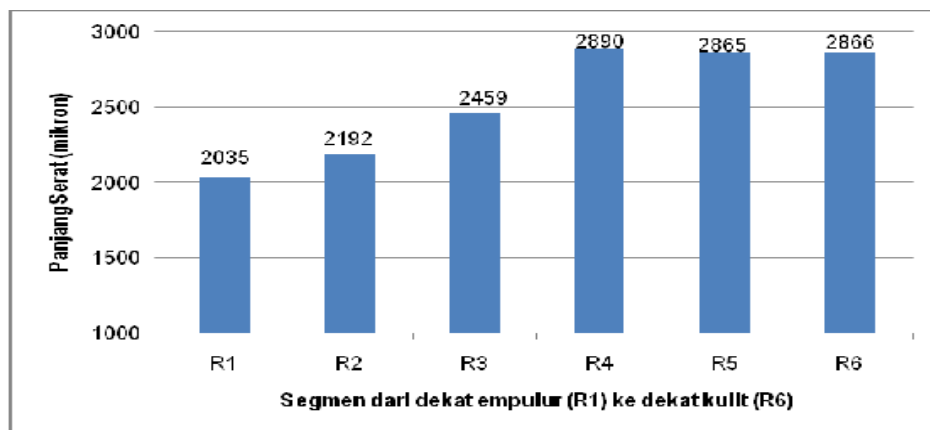


Gambar 4. Panjang serat rata-rata dalam arah radial

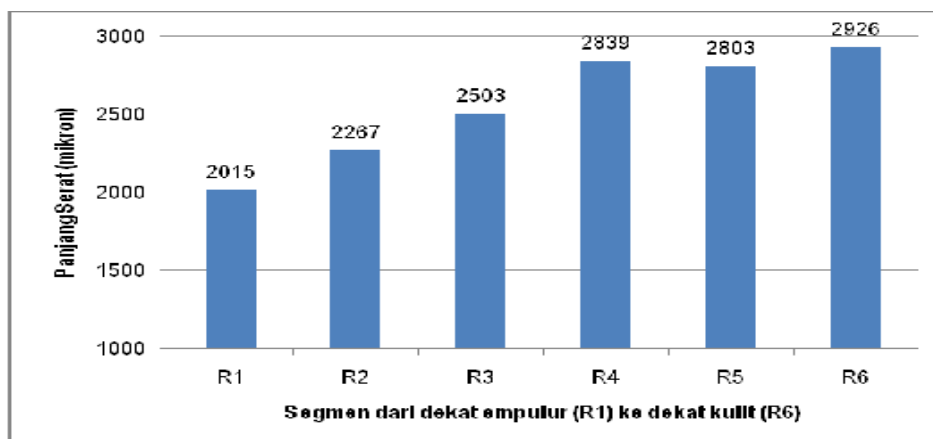
4. Kayu Juvenil dan Kayu Dewasa

Kayu juvenil dan kayu dewasa dapat dibedakan melalui dimensi serat, berat jenis, dan sudut fibril dalam lapisan dinding sel sekunder. Kayu juvenil terdapat pada bagian dalam kayu mulai dari dekat empulur dan berlangsung sampai batas tertentu, kemudian kayu dewasa mulai terbentuk sampai dekat kulit. Dengan demikian, kayu juvenil terbentuk pada beberapa tahun pertama pertumbuhan pohon. Semakin bertambah umur pohon kayu dewasa mulai terbentuk dan berlangsung terus sampai pohon mulai tua.

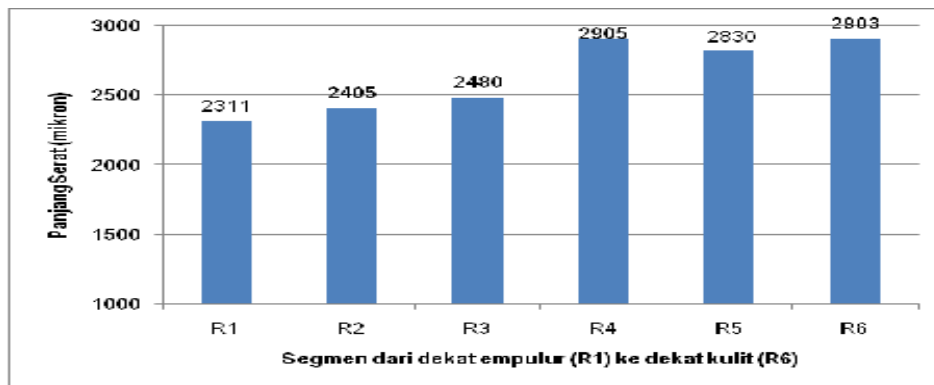
Dalam kajian ini, batas antara kayu juvenil dan kayu dewasa dapat dibedakan dengan hanya mengamati panjang serat mulai dari dekat empulur menuju dekat kulit. Pengamatan panjang serat dari empulur menuju dekat kulit dibagi 6 segmen yaitu R1, R2, R3, R4, R5, dan R6 pada bagian pangkal, tengah, dan ujung batang. Pada pangkal batang panjang serat segmen R1 2.035 mikron, segmen R2 2.192 mikron, segmen R3 2.459 mikron, segmen R4 2.890 mikron, segmen R5 2.865 mikron, dan segmen R6 2.866 mikron seperti ditunjukkan pada Gambar 5. Pada bagian tengah batang panjang serat segmen R1 2.015 mikron, segmen R2 2.267 mikron, segmen R3 2.503 mikron, segmen R4 2.839 mikron, segmen R5 2.803 mikron, dan segmen R6 2.926 mikron seperti ditunjukkan pada Gambar 6. Pada bagian ujung batang, panjang serat segmen R1 2.311 mikron, segmen R2 2.405 mikron, segmen R3 2.480 mikron, segmen R4 2.905 mikron, segmen R5 2.830 mikron, dan segmen R6 2.903 mikron seperti ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 5. Panjang serat dalam arah radial pada bagian pangkal batang

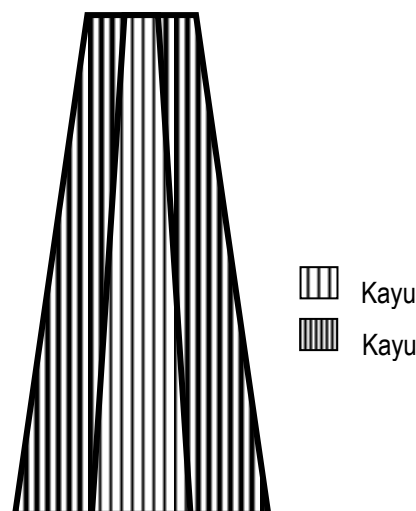


Gambar 6. Panjang serat dalam arah radial pada bagian tengah batang



Gambar 7. Panjang serat dalam arah radial pada bagian ujung batang

Pada Gambar 5, 6, dan 7 nampak bahwa kayu juvenil terdapat pada segmen R1-R3 dan kayu dewasa terdapat pada segmen R4-R6. Pangkal batang memiliki diameter 22 cm, yang menunjukkan bahwa diameter kayu juvenil pada pangkal batang sebesar 11 cm. Bagian tengah batang memiliki diameter 18,5 cm, yang menunjukkan bahwa diameter kayu juvenil pada bagian tengah batang sebesar 9,25 cm. Pada ujung batang memiliki diameter 15 cm, yang menunjukkan bahwa diameter kayu juvenil pada ujung batang sebesar 7,5 cm. Proporsi kayu juvenil mulai dari pangkal batang sampai ujung batang disajikan pada Gambar 8.



Gambar 8. Proporsi kayu juvenil dari pangkal batang sampai ujung batang

Pada Gambar 8 nampak bahwa semakin ke ujung batang sampai batas bebas cabang diameter kayu juvenil semakin kecil. Hal ini dapat diduga bahwa bagian batang di atas bebas cabang atau disebut batang bentukan tajuk akan memiliki kayu juvenil yang semakin meruncing. Menurut Yang and Benson (1997) yang dikutip oleh Bowyer *et al.* (2003), kayu juvenil merupakan xylem sekunder yang terdapat pada bagian pusat batang atau dekat empulur yang dibentuk selama pohon masih hidup. Lebar kayu juvenil semakin berkurang menuju ke atas sampai daerah tajuk.

IV. KESIMPULAN

1. Kayu puspa memiliki diameter pori agak kecil, hampir seluruhnya soliter, dan menyebar secara merata pada bidang lintang menunjukkan bahwa kayu puspa termasuk jenis kayu bertekstur halus dan rata.
2. Tinggi jari-jari kayu puspa termasuk luar biasa pendek, lebar jari-jari sempit, frekuensi jari-jari banyak, jari-jari heteroseluler dan berseri satu.

3. Panjang serat dalam arah vertikal dari pangkal menuju ke ujung batang semakin tinggi. Dalam arah radial mulai dari dekat empulur menuju dekat kulit menunjukkan pola yang sama yaitu semakin mendekati kulit panjang serat semakin tinggi. Diameter serat rata-rata 27,4 mikron termasuk lebar.
4. Kayu juvenil pada pangkal batang lebih lebar daripada ujung batang atau lebar kayu juvenil semakin berkurang menuju ke atas

DAFTAR PUSTAKA

- Bowyer, J.L, Shmulsky, R., and Haygreen, J.G., 2003. Forest Products and Wood Science, An Introduction, Fourth Edition. Iowa State Press.
- Departemen Kehutanan, 2009. Tabel, Sifat, Kegunaan dan Penyebaran Kayu Sulawesi. [www. Departemen Kehutanan.go.id](http://www.DepartemenKehutanan.go.id)
- Fengel, D. dan Wegener, 1995. Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Haygreen, J.G., and Bowyer, J.L., 1982. Forest Products and Wood Science, An Introduction. The Iowa State University Press.
- Pandit, I.K.N., 1992. Mikroteknik Jaringan Berkayu. Fakultas Kehutanan Pascasarjana IPB, Bogor.
- _____, 2006. Variabilitas Sifat Dasar Kayu. Fakultas Kehutanan IPB, Kampus Darmaga Bogor.
- Panshin, A.J., and de Zeeuw, C., 1980 Textbook of Wood Technology. Structure, Identification, Properties, and Uses of the Commercial Woods of the United States and Canada, Fourth Edition McGraw-Hill Book Company.
- Priasukmana, S., dan Silitonga, 1972. Cara Pengukuran Serat Kayu. Lembaga Penelitian Hasil Hutan LPHH, Direktorat Jenderal Kehutanan, Departemen Pertanian Bogor.
- Sulistyo, A.B., 1995. Diktat Pengantar Ilmu Anatomi Kayu. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.
- Tsoumis, G., 1991. Science and Technology of Wood. Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold, New York.

SIFAT ANATOMI BAMBU AMPEL (*Bambusa vulgaris* Schrad.) PADA ARAH AKSIAL DAN RADIAL

Harry Praptoyo¹ dan Aditya Yogasara²

¹Staf Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

²Mahasiswa Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat anatomi bambu Ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) ditinjau dari pengaruh interaksi arah aksial dengan arah radial, pengaruh arah aksial dan radial batang terhadap sifat anatomi bambu Ampel. Penelitian ini menggunakan bambu ampel sebanyak tiga batang berasal dari rumpun bambu yang tumbuh di Dusun Salakan, Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman. Rancangan penelitian yang digunakan untuk menguji hipotesis adalah rancangan acak lengkap (*Completely Randomized Design*) yang disusun secara faktorial dengan menggunakan dua faktor. Faktor arah aksial terdapat tiga aras yaitu pangkal batang, tengah batang, dan ujung batang. Sedangkan faktor arah radial adalah bagian luar bambu (dekat kulit), bagian tengah bambu dan bagian dalam bambu. Masing-masing perlakuan sebanyak tiga kali dan total bahan uji sebanyak 27 buah. Data masing-masing perlakuan diuji dengan analisis of varians (ANOVA) dan jika berbeda nyata maka diuji lanjut dengan Uji Analisis HSD (*Honestly Significant Difference*) dengan prosedur Tukey. Hasil penelitian ini menunjukkan proporsi sel bambu ampel memiliki kisaran pada proporsi serabut (23,85–58,81%), pembuluh (5,04–19,43%), dan parenkim (36,15–59,11%). Kedudukan aksial dan radial berpengaruh sangat nyata pada proporsi sel pembuluh dan sel parenkim. Bahkan untuk sel pembuluh interaksi keduanya juga berpengaruh sangat nyata. Pembuluh makin meningkat dari pangkal ke ujung batang dan menurun dari dalam ke luar (kulit). Sebaliknya proporsi sel parenkim menurun dari pangkal ke ujung dan menurun dari dalam ke luar (kulit). Sedangkan pada sel serabut hanya pada arah radial yang berpengaruh nyata yaitu meningkat dari dalam ke luar (kulit), sementara arah aksial tidak berbeda nyata. Dimensi serat bambu ampel memiliki kisaran pada panjang serat (3,22–3,94 mm), diameter serat (10,17–13,14 μ m), dan tebal dinding sel (3,74–4,74 μ m). Dimensi serat tidak dipengaruhi oleh kedudukannya pada arah aksial dan radial, kecuali pada panjang serat. Panjang serat bambu dipengaruhi arah radial, dimana seratnya makin ke dalam memiliki kecenderungan semakin panjang.

Kata kunci: Bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.), sifat anatomi, proporsi sel, dimensi serat, arah aksial dan radial.

I. PENDAHULUAN

Bambu pada awalnya hanya digunakan sebagai perlengkapan rumah tangga. Namun kini telah makin berkembang menjadi berbagai macam keperluan rumah tangga dan industri kecil dan menengah. Bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) meskipun sudah dikenal masyarakat luas, tetapi belum dimanfaatkan secara maksimal. Di dunia tercatat lebih dari 75 genus dan 1.250 spesies bambu. Bambu yang ada di Asia Selatan dan Asia Tenggara kira-kira 80% dari keseluruhan yang ada di dunia (Berlian dan Rahayu, 1995).

Bambu memiliki susunan anatomi yang berbeda dengan kayu karena jaringan utama penyusun bambu-bambu adalah sel-sel parenkim dan gugus vaskuler yang mengandung pembuluh, serabut ber dinding tebal dan pembuluh sedangkan serabut berfungsi memberikan kekuatan pada kayu (Yap, 1967). Informasi tentang susunan sel dalam bambu berguna untuk mengetahui sifat dan variabilitasnya, sehingga pemanfaatan bambu dapat dioptimalkan dan dapat digunakan sebagai dasar dalam penetapan kegunaan dan cara pengolahannya secara tepat. Liese (1985) mengemukakan bahwa sifat-sifat bambu bervariasi baik dalam satu bambu maupun antar bambu dan arah aksial yaitu pangkal, tengah, dan ujung.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui ciri struktur mikroskopis dan anatomi Bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) yang tumbuh di Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman, Yogyakarta, serta untuk mengetahui pengaruh kedudukan aksial dan radialnya terhadap dimensi seratnya.

II. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- 3 batang bambu ampel yang berasal dari Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman
- Alkohol (C_2H_5OH), Perhidrol (H_2O_2), Safranin
- Silol (C_5H_{10}), *Canada balsam*, Air suling dan
- Asam asetat glacial



Gambar 1. Foto Bambu Ampel dari Desa Trihanggo, Kecamatan Gamping, Kabupaten Sleman

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

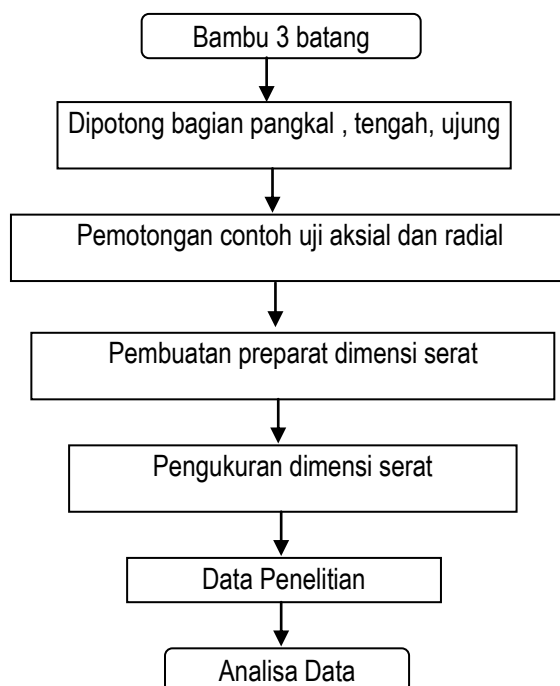
- Gergaji, pisau potong, loupe, mikrotom, kaca/gelas preparat, pipet
- pisau potong (*cutter*), labu ukur, timbangan digital, oven, desikator, kaliper
- tabung reaksi, kaca preparat, pinset, kompor pemanas, kotak preparat
- mikroskop fluorescence tipe BX 51 dengan program *Image Pro Plus V 4.5*.

Pembuatan Sampel Uji

Pembuatan preparat untuk dimensi serat,- Membuat contoh uji berbentuk stik berukuran 1 mm x 1 mm x 20 mm, dan disiapkan tabung reaksi yang berisi campuran asam asetat glacial dan perhidrol dengan perbandingan 1 : 20. Selanjutnya dilakukan proses maserasi sehingga diperoleh preparat dimensi serat.

Pembuatan preparat untuk proporsi sel,- Preparat dibuat dengan terlebih dahulu menyiapkan contoh uji berupa potongan bambu dengan ukuran yang disesuaikan dengan ketebalan bambu, sehingga didapatkan tiga bagian arah radial. Potongan bambu tersebut kemudian diiris dengan mikrotom pada penampang melintang dan tangensialnya dengan ketebalan 10 - 20 mikron.

Secara skematis urutan kegiatan penelitian dapat dilihat pada bagan berikut:



Analisa Data

Penelitian ini disusun dengan menggunakan rancangan CRD (*Completely Randomized Design*) dengan menggunakan dua faktor, yaitu:

1. kedudukan radial, dari bagian dalam bambu ke dekat kulit. Pengambilan contoh uji dimulai dari bagian dekat rongga, tengah dan bagian dekat kulit, dengan ulangan sebanyak 3 kali.
2. Kedudukan aksial, Pengambilan contoh uji dimulai dari pangkal, tengah dan ujung batang, dengan ulangan sebanyak 3 kali.

Data dimensi serat dan proporsi sel bambu yang diperoleh, dilakukan analisa keragaman. Hasil analisis keragaman yang berbeda nyata pada taraf uji 1 % dan 5%, kemudian diuji lanjut dengan menggunakan uji HSD untuk mengetahui pada taraf uji mana menunjukkan perbedaan (Torrie dan Steel, 1993, Nawari, 2003). Kemudian hasil yang berbeda digambarkan dengan menggunakan grafik.

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

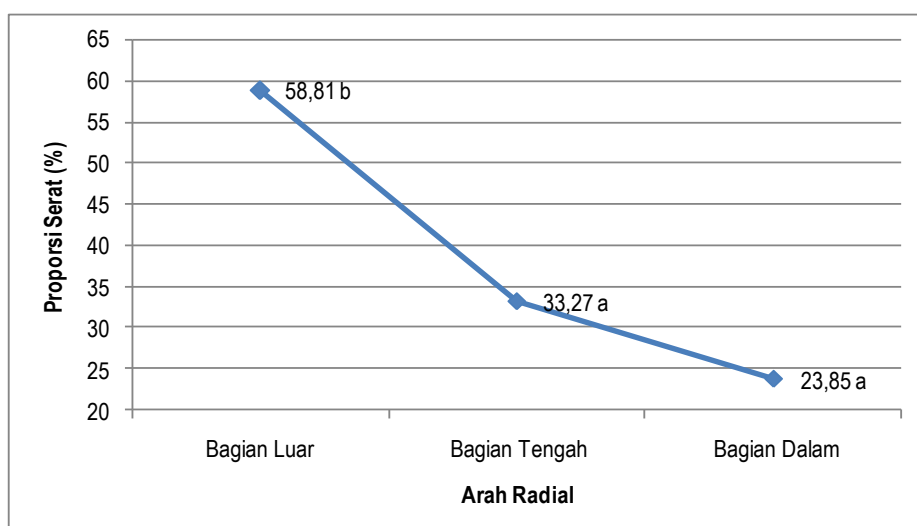
A. Proporsi Sel Bambu

Hasil rata-rata proporsi sel serabut, pembuluh, dan parenkim bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) pada arah aksial dan arah radial bisa dilihat pada tabel :

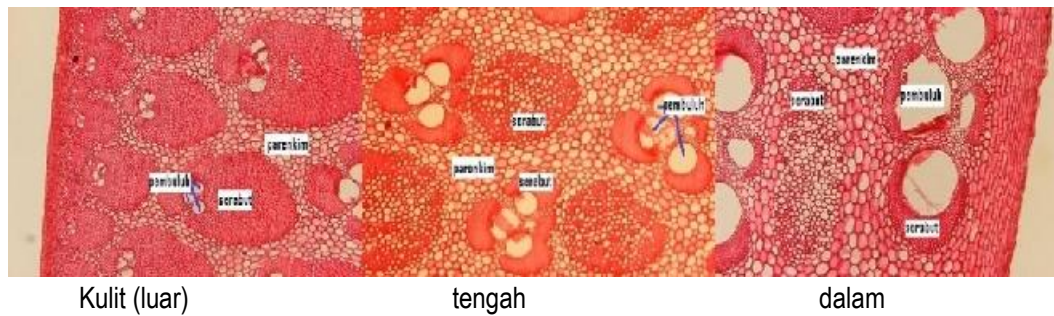
Tabel 1. Proporsi sel serabut bambu ampel pada arah aksial dan radial batang

Arah Radial	Arah Aksial			Rata-rata
	Pangkal (P)	Tengah (T)	Ujung (U)	
Luar (U ₁)	46,21	63,83	66,40	58,81
Tengah (U ₂)	28,17	39,19	32,44	33,27
Dalam (U ₃)	24,34	24,14	23,05	23,85
Rata-rata	32,91	42,39	40,63	

Hasil analisis keragaman yang telah dilakukan terhadap proporsi sel bambu menunjukkan bahwa sel serabut berbeda nyata pada arah radial namun tidak berbeda pada arah aksial. Pada arah radial rata-rata proporsi serabut dari dalam ke luar adalah 23,85%; 33,27%; 58,81 % terlihat bahwa sel serabut semakin meningkat pada bagian bambu dekat kulit.



Pada gambar berikut juga bisa kita lihat bagaimana proporsi sel serabut pada bagian dekat kulit semakin banyak.

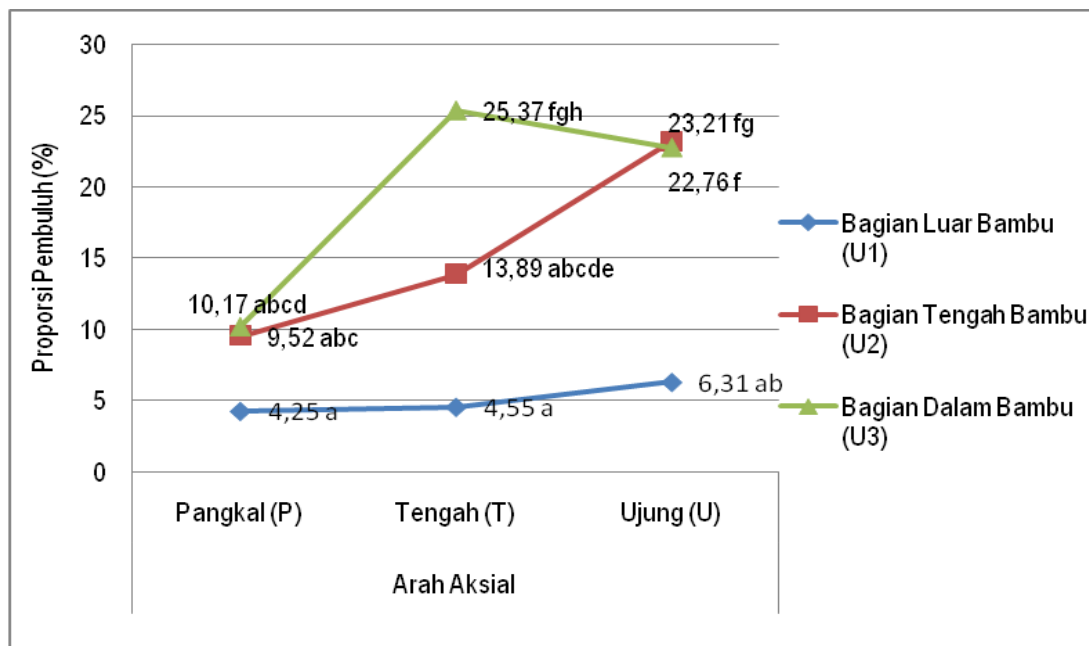


Gambar 2. Penampang transversal bambu ampel dari bagian kulit sampai bagian dalam

Tabel 2. Proporsi sel pembuluh bambu ampel pada arah aksial dan radial batang

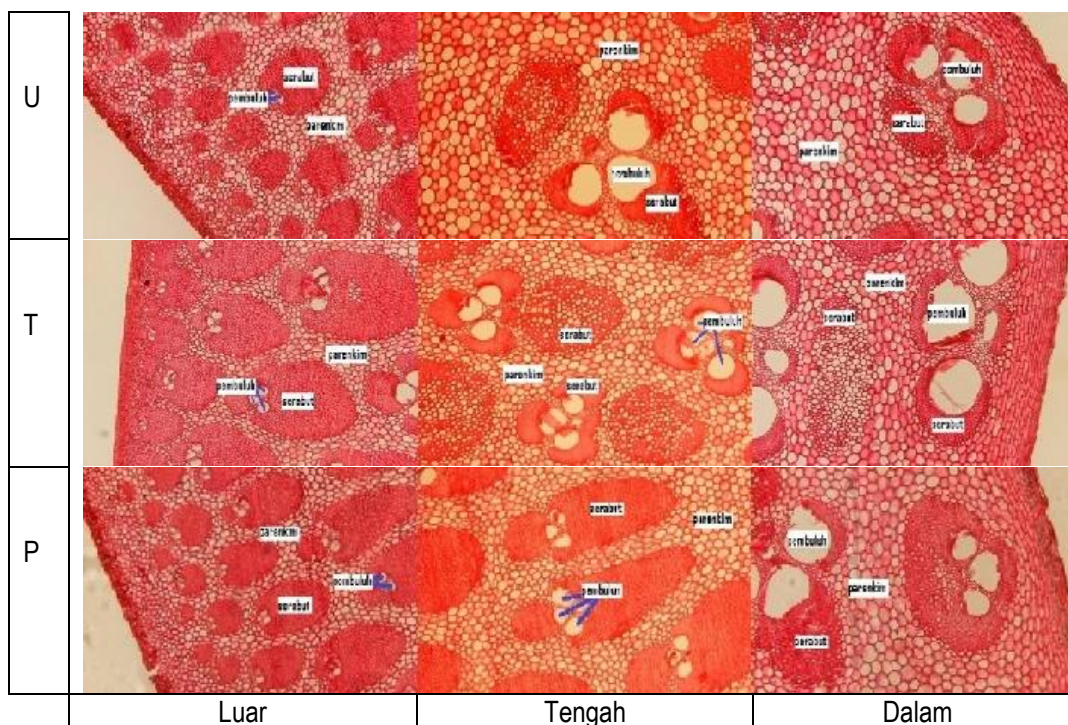
Arah Radial	Arah Aksial			Rata-rata
	Pangkal (P)	Tengah (T)	Ujung (U)	
Luar (U ₁)	4,25	4,55	6,31	5,04
Tengah (U ₂)	9,52	13,89	23,21	15,54
Dalam (U ₃)	10,17	25,37	22,76	19,43
Rata-rata	7,98	14,60	17,43	

Sementara untuk sel pembuluh menunjukkan bahwa pada arah radial maupun aksial berbeda sangat nyata, bahkan interaksi juga menunjukkan hasil yg berbeda nyata hal ini berarti ada hubungan yang kuat antara proporsi sel pembuluh pada kedua arah tersebut dimana semakin keluar jumlah pori semakin mengecil proporsinya demikian juga semakin ke bagian pangkal batang proporsi pembuluh semakin kecil.



Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin kedalam dan semakin ke atas atau ke arah ujung batang, maka proporsi sel pembuluh semakin banyak. Hal ini disebabkan karena pada bagian dalam batang bambu lebih banyak untuk aktivitas/fungsi pengangkutan sehingga diperlukan banyak sel pembuluh. Ikatan pembuluh pada *B. vulgaris* lebih besar pada bagian dalam, mengecil dan memadat menuju tepi dari dinding batang bambu (bagian luar/kulit). Tiap ikatan pembuluh terdiri dari xylem dengan 1 atau 2 elemen protoxylem yang lebih kecil dan 2 pembuluh metaxylem yang besar serta floem yang berdinding tipis, jaringan tapis yang belum terlignifikasi terhubung dengan sel pengiring (Razak *et al.*, 2002).

Proporsi sel pembuluh pada aksial dan radial dapat di lihat pada gambar berikut:



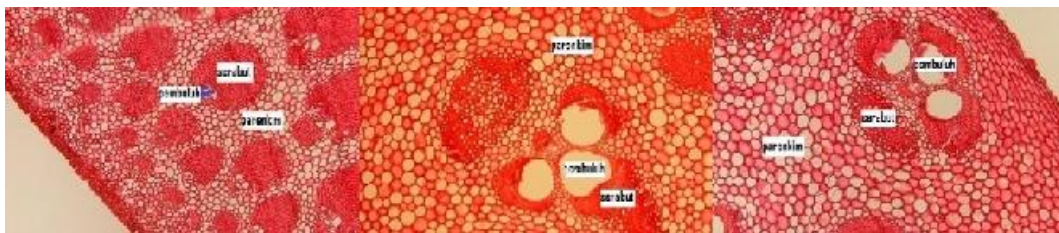
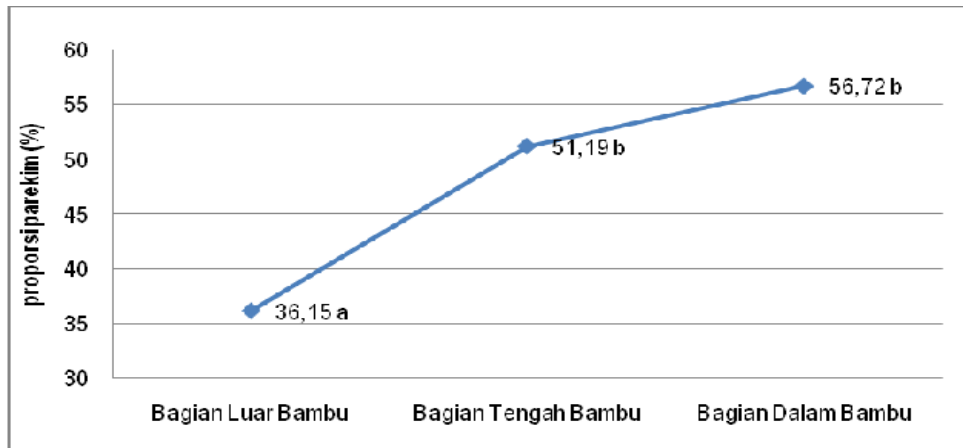
Gambar 3. Penampang melintang bambu ampel pada arah aksial dan radial

Gambar tersebut juga mengindikasikan peningkatan proporsi pembuluh dari pangkal ke ujung dan dari bagian luar menuju bagian dalam. Ikatan pembuluh pada *B. vulgaris* lebih besar pada bagian dalam, mengecil dan memadat menuju tepi dari dinding batang bambu (bagian luar/kulit). Tiap ikatan pembuluh terdiri dari xylem dengan 1 atau 2 elemen protoxylem yang lebih kecil dan 2 pembuluh metaxylem yang besar serta floem yang berdinding tipis, jaringan tapis yang belum terlignifikasi terhubung dengan sel pengiring (Razak et al., 2002).

Tabel 3. Proporsi sel parenkim bambu ampel pada arah aksial dan radial batang

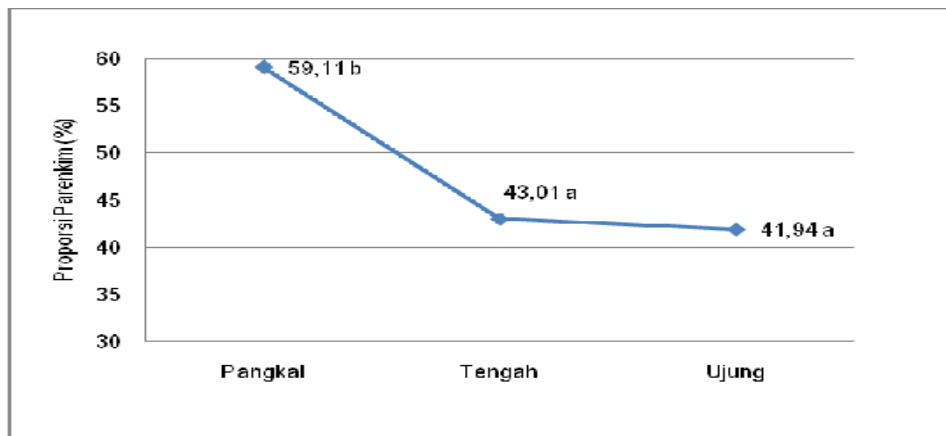
Arah Radial	Arah Aksial			Rata-rata
	Pangkal (P)	Tengah (T)	Ujung (U)	
Luar (U ₁)	49,53	31,63	27,29	36,15
Tengah (U ₂)	62,30	46,92	44,35	51,19
Dalam (U ₃)	65,48	50,49	54,19	56,72
Rata-rata	59,11	43,01	41,94	

Proporsi sel parenkim pada bambu ampel yang diteliti menggunakan faktor arah aksial dan posisi radial yang berbeda. Pada arah aksial, rata-rata proporsi sel parenkim berturut-turut pada pangkal, tengah dan ujung adalah 59,11%, 43,01% dan 41,94%. Dapat dilihat dari data tersebut bahwa rata-rata proporsi sel parenkim mengalami penurunan dari pangkal ke ujung. Sementara proporsi sel parenkim pada arah radial berturut-turut dari bagian luar, bagian tengah dan bagian dalam adalah 36,15%, 51,20% dan 56,72%. Dari hasil analisis keragaman pada nilai proporsi sel parenkim bambu ampel menunjukkan adanya perbedaan sangat nyata pada arah radial dan arah aksial.



Luar Tengah Dalam

Gambar 4. Penampang melintang bambu ampel dari luar ke dalam



Grafik tersebut menunjukkan bahwa rata-rata proporsi sel parenkim menunjukkan kenaikan dari bagian luar ke bagian dalam. Sementara pada arah aksial menunjukkan bahwa proporsi parenkim semakin berkurang seiring dengan semakin tinggi letak bambu dari tanah (ujung bambu). Susunan serat pada ruas penghubung antar buku memiliki kecenderungan bertambah besar dari bawah ke atas sementara parenkimnya berkurang (Dransfield dan Widjaja, 1995). Menurut penelitian yang dilakukan W. Razak dikemukakan bahwa banyak parenkim tetapi sedikit serat dan sel pengiring pada bagian dalam daripada tepi/kulit bambu (Razak *et al.*, 2002).

B. Dimensi Serat

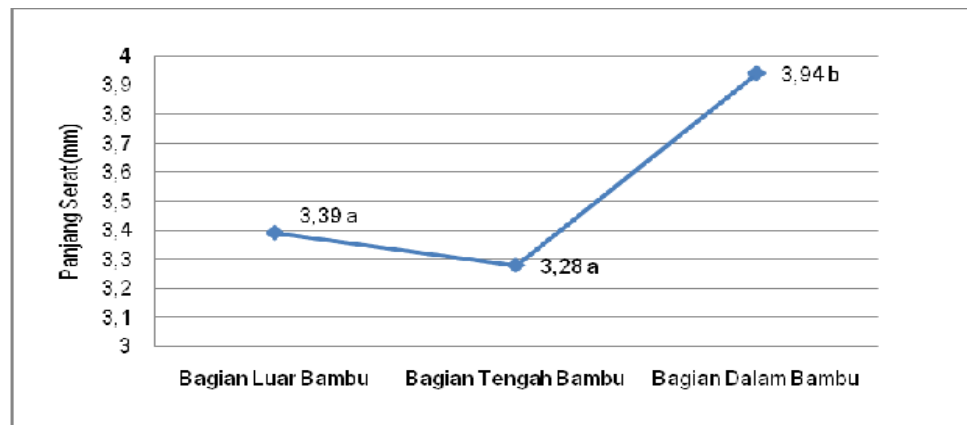
Panjang serat

Hasil pengukuran dimensi diperoleh rata-rata panjang serat bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) pada arah aksial dan radial dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Panjang serat (mm) bambu ampel pada arah aksial dan radial

Arah Radial	Arah Aksial			Rata-rata
	Pangkal (P)	Tengah (T)	Ujung (U)	
Luar (U ₁)	3,29	3,68	3,20	3,39
Tengah (U ₂)	3,13	3,27	3,43	3,28
Dalam (U ₃)	3,25	4,25	4,32	3,94
Rata-rata	3,22	3,74	3,65	

Hasil analisis keragaman pada panjang serat bambu ampel berbeda nyata pada arah radial. Dimana pada bagian dalam sel serabut menunjukkan trend semakin panjang dibandingkan dengan bagian luar.



Berdasarkan penelitian yang dilakukan, rata-rata panjang serat bambu ampel yang diperoleh adalah sebesar 3,54 mm. Hasil tersebut sedikit lebih pendek dibandingkan dengan panjang serat bambu ampel umur 2 dan 4 tahun menurut penelitian Razak (2009) yaitu sebesar 3,6–4,2 mm.

Panjang serat pada bambu ampel yang diteliti yaitu arah radial dan arah aksial yang berbeda. Pada arah radial, rata-rata panjang serat berturut-turut pada bagian luar, bagian tengah dan bagian dalam adalah 3,39 mm, 3,28 mm, 3,94 mm. Dapat dilihat dari data tersebut bahwa rata-rata panjang serat mengalami penurunan pada bagian tengah kemudian naik pada bagian dalam. Bertambahnya panjang serat sepanjang batang sangat dipengaruhi oleh tersedianya unsur-unsur kehidupan seperti air, mineral dan karbohidrat (Lantican, 1975). Sedangkan pada arah aksial tidak berpengaruh nyata terhadap dimensi serat.

Diameter Serat

Hasil rata-rata diameter sel serat bambu ampel pada arah aksial dan radial bisa dilihat pada tabel berikut:

Tabel 5. Diameter serat (μm) bambu ampel pada arah aksial dan radial

Arah Radial	Arah Aksial			Rata-rata
	Pangkal (P)	Tengah (T)	Ujung (U)	
Luar (U ₁)	9,80	10,05	10,66	10,17
Tengah (U ₂)	15,12	11,94	12,36	13,14
Dalam (U ₃)	13,19	10,65	10,60	11,48
Rata-rata	12,70	10,88	11,21	

Diameter serat bervariasi dari 10–40 μm , diameter lumen 2–20 μm dan tebal dinding sel dari 4–10 μm Liese (1998). Secara spesifik dari penelitian (Razak *et.al*, 2009) menyebutkan bahwa rata-rata diameter serat bambu ampel pada umur 2 dan 4 tahun adalah 16,9 μm dan 18 μm . Rata-rata diameter serat dari hasil penelitian yang diperoleh adalah sebesar 11,60 μm . Lebih kecil dibandingkan penelitian Razak tersebut, meskipun masih sesuai dengan variasi diameter lumen.

Tebal Dinding Sel

Hasil rata-rata tebal dinding sel bambu ampel pada arah aksial dan radial bisa dilihat pada tabel berikut ini:

Tabel 6. Tebal dinding sel (μm) bambu ampel pada arah aksial dan radial

Arah Radial	Arah Aksial			Rata-rata
	Pangkal (P)	Tengah (T)	Ujung (U)	
Luar (U_1)	3,45	3,85	3,91	3,74
Tengah (U_2)	5,40	4,43	4,39	4,74
Dalam (U_3)	4,31	3,90	3,78	4,00
Rata-rata	4,39	4,06	4,03	



Luar

Tengah

Dalam

Gambar 5. Penampang melintang bambu ampel pada perbesaran 100x

Tebal dinding serat rata-rata pada penelitian ini diperoleh sebesar $4,16 \mu\text{m}$. Ketebalan tersebut sesuai dengan pernyataan Liese (1998) bahwa tebal dinding serat bervariasi dari $4-10 \mu\text{m}$, tetapi lebih tipis dibandingkan penelitian Razak (2009) bahwa rata-rata tebal dinding serat sebesar $7,1 \mu\text{m}$ pada umur 2 tahun dan $7,6 \mu\text{m}$ pada umur 4 tahun.

Menurut penelitian ini, rata-rata tebal dinding serat pada bambu ampel yang diteliti pada arah aksial dan posisi radial, menurun dari pangkal menuju ujung dan menunjukkan kenaikan pada bagian tengah kemudian menurun pada bagian dalam. Pola variasi tebal dinding sel ini diduga berkaitan dengan kandungan karbohidrat yang tersedia untuk penebalan dinding sel pada posisi pangkal lebih sedikit dibandingkan dengan posisi tengah dan ujung batang sehingga menyebabkan dinding sel posisi pangkal lebih tipis dibandingkan posisi tengah dan ujung. Tebal dinding serabut ditentukan oleh adanya karbohidrat yang dikandung pohon sebagai hasil fotosintesis ataupun simpanan di dalam parenkim (Prawirohatmodjo, 1999). Karbohidrat tersebut selain digunakan untuk pertumbuhan juga dipergunakan untuk penebalan dinding sel. Peningkatan tebal dinding sel pada parenkim dan serat adalah bagian dari proses pendewasaan batang bambu (Razak, *et al.*, 2002).

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa posisi bagian bambu pada arah aksial (pangkal, tengah dan ujung) berpengaruh nyata terhadap diameter lumen, sedangkan terhadap panjang serat, diameter serat dan tebal dinding sel tidak berpengaruh secara nyata. Posisi bagian bambu pada arah radial / ketebalan (bagian luar, bagian tengah dan bagian dalam) berpengaruh nyata terhadap panjang serat dan diameter lumen, sedangkan terhadap diameter serat dan tebal dinding sel tidak berpengaruh secara nyata.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan hasil penelitian anatomi bambu ampel (*Bambusa vulgaris* Schrad.) pada arah aksial dan radial, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Proporsi sel bambu ampel memiliki kisaran pada proporsi serat (23,85–58,81%), pembuluh (5,04–19,43%), dan parenkim (36,15–59,11%).
2. Kedudukan aksial dan radial berpengaruh sangat nyata pada proporsi sel pembuluh dan sel parenkim. Bahkan untuk sel pembuluh interaksi keduanya juga berpengaruh sangat nyata. Pembuluh makin meningkat dari pangkal ke ujung batang dan menurun dari dalam ke luar (kulit). Sebaliknya proporsi sel parenkim menurun dari pangkal ke ujung dan menurun dari dalam ke luar (kulit). Sedangkan pada sel serabut hanya pada arah radial yang berpengaruh nyata yaitu meningkat dari dalam ke luar (kulit), sementara arah aksial tidak berbeda nyata.
3. Dimensi serat bambu ampel memiliki kisaran pada panjang serat (3,22–3,94 mm), diameter serat (10,17–13,14 μm), dan tebal dinding sel (3,74–4,74 μm).
4. Dimensi serat tidak dipengaruhi oleh kedudukannya pada arah aksial dan radial, kecuali pada panjang serat. Panjang serat bambu dipengaruhi arah radial, dimana seratnya makin ke dalam memiliki kecenderungan semakin panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1977. *Beberapa Jenis Bambu*. Lembaga Biologi Nasional. LIPI
- Berlian, N. dan E. Rahayu. 1995. *Bambu Budidaya dan Prospek Bisnis*. Penebar Swadaya. Jakarta
- Dransfield, S. dan E.A. Widjaja. 1995. *Dendrocalamus asper in bamboos*. Plant Resources of South-East Asia 7 Prosea. Bogor
- Lantican, C.B. 1975. *Variability And Control Of Wood Quality*. Inaugural Lecture UPLB. Laguna
- Liese, W. 1985. *Anatomy And Properties Of Bamboos. Dalam Recent Research on Bamboo*. IDRC. Canada
- 1998. *The Anatomy of Bamboo Culms (INBAR Technical Report Volume 18)*.
- Mandang, Y.I., dan I.K.N. Pandit., 1997. *Pedoman Identifikasi Kayu*. Yayasan Prosea : Bogor
- Panshin, A.J. dan C. de Zeeuw. 1980. *Textbook of wood technology. 4th ed. Structure, identification, properties, and uses of the commercial woods of the United States and Canada*. Mc Graw-Hill Book Company. New York
- Prawirohatmodjo, S., 1999. *Struktur dan Sifat-Sifat Kayu (Sifat-sifat Makroskopis dan Identifikasi Kayu)*. Bagian Penerbitan Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Razak, W., Murphy, R.J. & Hashim, W.S. 2002. *SEM observations on decay of Bambusa vulgaris bamboo exposed in tropical soil. Journal of Tropical Forest Products (JTFFP) 8(2): 168-178.*
- Razak, W., M. Tamizi, M. Aminuddin dan H. Affendy. 2009. *Physical characteristics and anatomical properties of cultivated bamboo (Bambusa vulgaris Schrad.) culms*. Journal of Biological Science 9(7): 753-759. Asian Network for Scientific Information. (<http://www.ansinet.com/>)
- Yap, F. 1967. *Bambu Sebagai Bahan Bangunan*. Lembaga Penyelidikan Masalah Bangunan. Bandung

VARIASI SIFAT ANATOMI KAYU SENGON (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) DARI 2 JENIS PERMUDAAN YANG BERBEDA

Harry Praptoyo¹ dan Reni Puspitasari²

¹Staf Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

²Mahasiswa Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

ABSTRAK

Kayu sengon merupakan salah satu jenis tanaman yang banyak dibudidayakan oleh masyarakat karena memiliki sifat yang cepat tumbuh sehingga dapat dipanen dalam waktu yang tidak terlalu lama. Budidaya sengon di masyarakat dilakukan dengan dua macam cara yaitu dengan biji dan trubusan. Informasi mengenai sifat-sifat anatomi sengon hasil pembudidayaan yang berbeda ini masih sangat terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi sifat anatomi kayu sengon yang dibudidayakan dengan cara yang berbeda. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 2 faktor yaitu jenis permudaan dan kedudukan radial kayu dalam batang. Jenis permudaan meliputi permudaan biji dan trubusan, sedangkan kedudukan radial dibuat potongan dengan ukuran tiap 2 cm. Parameter yang diteliti adalah proporsi sel dan dimensi serat. Proporsi sel meliputi sel serabut, sel pembuluh, sel parenkim dan sel jari-jari, sementara dimensi sel meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding sel. Hasil penelitian menunjukkan bahwa asal permudaan tidak berpengaruh terhadap proporsi sel dan dimensi serat tidak berbeda nyata baik yang berasal dari permudaan biji maupun trubusan. Sengon trubusan memiliki proporsi sel serabut 76,58%, sel parenkim 4,70%, sel jari-jari 12,86% dan sel pembuluh sebesar 5,83%. Sengon permudaan biji memiliki proporsi sel serabut 75,96%, sel parenkim 4,43%, sel jari-jari 13,67% dan sel pembuluh sebesar 5,88%. Sementara untuk faktor kedudukan radial diperoleh data bahwa panjang serat dan tebal dinding sel dari bagian kayu dekat kulit ke dekat hati menunjukkan perbedaan yang cukup signifikan. Dimana panjang serat dan tebal dinding sel menunjukkan tren peningkatan dari bagian kayu dekat hati ke dekat kulit. Dimensi serat sengon trubusan memiliki panjang, diameter dan tebal dinding sel 1,17 mm, 17,09 μ dan 1,35 μ . Sementara dimensi serat sengon permudaan biji memiliki panjang, diameter dan tebal dinding sel 1,15 mm, 18,04 μ dan 1,36 μ . Kedua sengon permudaan biji dan trubusan keduanya masih berada dalam fase periode kayu juvenil berdasarkan analisa dari parameter panjang serat dan tebal dinding selnya.

Kata kunci: jenis permudaan biji, trubusan, kedudukan radial, proporsi sel, dimensi serat, kayu sengon

I. PENDAHULUAN

Salah satu jenis tanaman yang mempunyai sifat-sifat yang cepat tumbuh (*Fast Growing Species*) adalah Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen), yang termasuk familia leguminose.. Kayu Sengon mempunyai berat jenis 0,33 (0,24-0,49) dan kelas kuat IV-V. Kayu Sengon dapat digunakan untuk papan, balok, pembuatan peti, veneer, pulp, papan semen wol kayu, papan serat, papan partikel, korek api (tangkal dan kotak), kelom dan kayu bakar (Martawijaya dkk., 1989).

Salah satu cara untuk budidaya sengon adalah dengan metode regenerasi sengon yang lebih cepat dengan trubusan. Trubusan adalah tunas yang tumbuh dari tegakan bekas pohon yang telah ditebang. Daniel dkk. (1987). menyatakan bahwa tanaman yang berasal dari tegakan tinggal lebih cepat pertumbuhannya dibandingkan dari biji. Kenyataan dilapangan menunjukan bahwa pada umur yang sama ternyata diameter pohon dari trubusan lebih besar dibandingkan dari biji. Adanya perbedaan diameter mengindikasikan adanya perbedaan laju pertumbuhan yang dapat yang mengubah pula sifat-sifat kayu yang dibentuk (Haygreen, dan Bowyer, 1996).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi proporsi sel yang terdapat pada pohon sengon dari jenis permudaan biji dan trubusan setiap lingkaran tumbuh beserta variasi dimensi seratnya. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memperoleh data sifat-sifat kayu sengon baik yang berasal dari jenis permudaan biji dan trubusan. Selain itu juga untuk memperoleh informasi mengenai rendemen dan kualitas kayu yang dihasilkan dari kedua jenis permudaan tersebut.

II. METODOLOGI

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- Kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) dari trubusan dan biji.
- Alkohol (C_2H_5OH), Perhidrol (H_2O_2), Safranin
- Silol (C_5H_{10}), *Canada balsam*, Air suling dan Asam asetat glasial



Permudaan biji



Permudaan trubusan

Gambar 1. Pohon sengon dari permudaan biji dan trubusan dari desa Kapulogo, Kabupaten Wonosobo

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Gergaji, pisau potong, loupe, mikrotom, kaca/gelas preparat, pipet
- Pisau potong (*cutter*), labu ukur, timbangan digital, oven, desikator, kaliper
- Tabung reaksi, kaca preparat, pinset, kompor pemanas, kotak preparat

Metode Penelitian

- Pembuatan preparat untuk pengamatan makroskopis dan mikroskopis
 - Pembuatan preparat untuk dimensi serat kayu: Membuat contoh uji berbentuk stik berukuran 1 mm x 1 mm x 20 mm, dan disiapkan tabung reaksi yang berisi campuran asam asetat glasial dan perhidrol dengan perbandingan 1 : 20. Selanjutnya dilakukan proses maserasi sehingga diperoleh preparat dimensi serat.
 - Pembuatan preparat untuk proporsi sel kayu :Preparat dibuat dengan terlebih dahulu menyiapkan contoh uji berupa potongan kayu dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 1 cm. Potongan kayu tersebut kemudian diiris dengan mikrotom pada penampang melintang dan tangensialnya dengan ketebalan 10 -20 mikron.
- Pengumpulan data sifat anatomi kayu, meliputi makroskopis dan mikroskopis kayu.
 - Untuk sifat makroskopis dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap ciri-ciri struktur kayu dengan menggunakan bantuan kaca pembesar perbesaran 12-15x.
 - Untuk sifat mikroskopis meliputi proporsi sel dan dimensi sel kayu.
 - Cara penentuan proporsi sel menggunakan perbandingan luas tipe sel dengan sistem *dot grid* yang telah baku yaitu titik-titik dalam jarak yang sama dalam luasan tertentu. Proporsi sel jari-jari pada penampang (x) dianggap tidak lengkap maka dikoreksi melalui proporsinya pada penampang tangensialnya (t). Cara pengukuran proporsi jari-jari pada penampang T juga sama dengan penentuan proporsi pada penampang X
 - Dimensi serat meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding.

3. Periode Juvenil

- Penentuan periode juvenil dilakukan dengan menggunakan salah satu sifat kayu juvenil yang berupa panjang serat. Kayu juvenil umumnya memiliki ciri peningkatan panjang serat yang sangat cepat (*rapid increase*) dari bagian pusat kayu ke bagian luar menuju kayu dewasa. Sementara kayu dewasa umumnya memiliki panjang serat yang relatif konstan dalam arah radial Kayu. Atas dasar tersebut maka penentuan periode juvenil dilakukan dengan melihat penambahan panjang serat secara progresif mulai dari pusat kayu ke bagian kayu dekat kulit.
- Pada penelitian ini dibuat sampel uji setiap 2 cm dari empulur kayu ke kulit. Selanjutnya dari setiap sampel tersebut dibuatkan preparat maserasi untuk diukur panjang seratnya. Dari hasil analisa grafik panjang serat dapat digunakan untuk menentukan periode juvenil dari kayu sengon.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Proporsi Sel

Hasil perhitungan dan analisis nilai proporsi sel kayu proporsi sel kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) meliputi: proporsi sel serabut, sel parenkim, sel jari-jari, dan sel pembuluh. Hasil perhitungan proporsi sel ditampilkan disajikan pada table berikut:

Tabel 1. Proporsi sel serabut kayu sengon dari biji dan trubusan

Proporsi sel	Jenis permudaan	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Serabut	Biji	77,21	73,96	76,96	74,32	75,79	79,61	74,16	75,96
	Trubusan	76,83	77,83	77,69	75,29	76,45	76,98	75,01	76,58

Hasil penelitian proporsi sel kayu menunjukkan bahwa nilai rata-rata proporsi sel serabut kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) permudaan biji dan trubusan sebesar 75,96% dan 76,58%. Selanjutnya dari hasil analisis keragaman terhadap proporsi sel serabut sengon biji dan trubusan tidak menunjukkan pengaruh yang nyata. Demikian juga dengan hasil analisa keragaman terhadap pada kedudukan radial juga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata.

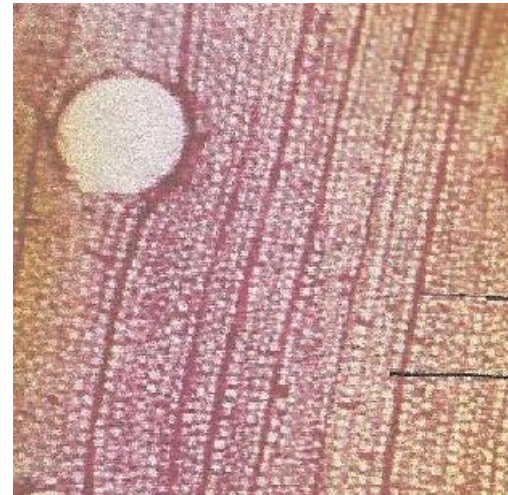
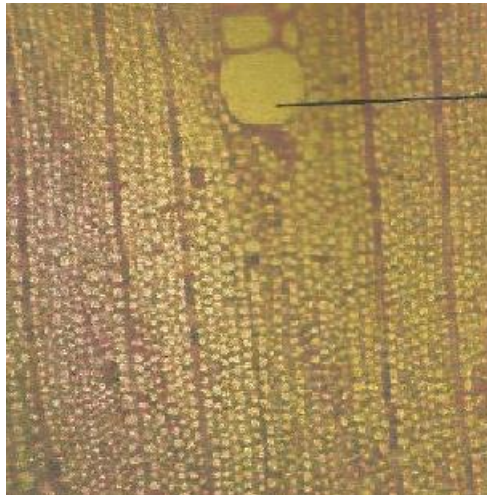
Hasil proporsi parenkim tersebut tidak berbeda jauh dengan apa yang disampaikan oleh Praptoyo (2002) yang menyatakan bahwa kayu sengon solomon memiliki proporsi serabut sebesar 73,92%. Namun proporsi serabut kayu sengon yang lebih kecil dilaporkan oleh Zubaedi (2004) yang melakukan penelitian kayu sengon dari Sleman dan Gunungkidul, Zubaedi melaporkan bahwa proporsi serabut kayu sengon dari Sleman berkisar 64,08%, sedangkan sengon dari Gunungkidul sebesar 63,10%.

Tabel 2. Proporsi sel parenkim kayu sengon dari biji dan trubusan

Proporsi sel	Jenis permudaan	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Parenkim	Biji	4,75	4,95	4,60	4,65	4,13	3,59	4,30	4,43
	Trubusan	4,75	4,50	3,24	4,94	4,68	5,11	5,11	4,70

Hasil penelitian proporsi sel parenkim kayu sengon permudaan biji dan trubusan memperoleh nilai rata-rata sebesar 4,43%, dan 4,70%. Berdasarkan hasil analisa keragaman yang dilakukan adanya perbedaan system permudaan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Demikian juga dengan letak persebaran pada kedudukan radial menunjukkan hasil yang juga tidak berbeda nyata.

Hasil proporsi parenkim tersebut tidak berbeda jauh dengan apa yang dinyatakan oleh Zubaedi (2004) bahwa kayu sengon di Sleman memiliki proporsi parenkim sebesar 5,164%, sedangkan yang berasal dari gunung kidul sebesar 5,154%. Hal yang berbeda disampaikan oleh Praptoyo (2002) yang menyebutkan bahwa proporsi parenkim pada kayu sengon solomon lebih tinggi yaitu sebesar 10,49%, hampir 2x lipat, hal ini karena sengon Solomon memiliki karakteristik pertumbuhan yang lebih cepat dibanding sengon umumnya.



Kayu sengon permudaan biji

Kayu sengon permudaan trubusan

Gambar 2. Penampang transversal dari kayu sengon permudaan biji dan trubusan

Tabel 3. Proporsi sel jari-jari kayu sengon dari biji dan trubusan

Proporsi sel	Jenis permudaan	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Jari-jari	Biji	12,44	14,33	13,28	13,70	13,91	12,03	16,01	13,67
	Trubusan	13,18	12,23	13,39	14,01	13,91	10,66	12,65	12,86

Hasil penelitian proporsi sel jari-jari menunjukkan bahwa kayu sengon yang berasal dari permudaan biji dan trubusan memperoleh nilai rata-rata sebesar 13,67% dan 12,86%. Berdasarkan hasil analisis keragaman terhadap proporsi sel jari-jari sengon asal biji dan trubusan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Demikian juga dengan proporsi jari-jari pada kedudukan radial juga menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Hal ini sesuai dengan yang dinyatakan oleh Panshin & de Zeeuw (1980) bahwa volume jari-jari (*ray volume*) pada kayu daun tidak menunjukkan kenaikan yang berarti pada setiap posisi pertambahan musim pertumbuhan (lingkaran tahun).

Sementara itu Zubaedi (2004) melaporkan bahwa proporsi sel jari-jari kayu sengon yang sedikit berbeda yaitu sebesar 14,973% pada Sleman dan 15,891% pada Gunungkidul. Hal ini sesuai pendapat Panshin dan de Zeeuw (1980) yang menyatakan bahwa spesies kayu daun (*hardwood*) mempunyai volume jari-jari antara 10-20%. Tetapi menurut Haygreen dan Bowyer (1996), jari-jari merupakan penyusun lebih dari 30% volume xylem kayu daun.

Tabel 4. Proporsi sel pembuluh kayu sengon dari biji dan trubusan

Proporsi sel	Jenis permudaan	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Pembuluh	Biji	5,58	6,70	5,14	7,19	6,24	4,77	5,52	5,88
	Trubusan	5,20	5,42	5,67	5,74	4,95	7,23	6,67	5,83

Hasil penelitian proporsi sel pembuluh menunjukkan bahwa kayu sengon yang berasal dari permudaan biji dan trubusan memperoleh nilai rata-rata sebesar 5,88% dan 5,83%. Hasil analisis keragaman terhadap proporsi sel pembuluh sengon asal biji dan trubusan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Demikian juga dengan letak persebaran pada kedudukan radial menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata.

Hasil penelitian proporsi sel pembuluh kayu sengon dari biji dan trubusan relatif kecil yaitu 5,86% terutama bila dibandingkan dengan proporsi sel pembuluh pada kayu sengon Solomon sebesar 10,32% (Praptoyo, 2002) hal ini karena sengon Solomon memiliki karakteristik pertumbuhan yang lebih cepat dibanding sengon umumnya. Sementara itu Zubaedi (2004) melaporkan proporsi pembuluh yang lebih besar lagi yaitu sebesar 15,782% pada kayu sengon dari Sleman dan 15,855% sengon dari Gunungkidul. Perbedaan kisaran proporsi pembuluh dipengaruhi oleh banyak faktor sebagaimana yang disampaikan oleh Panshin dan Zeeuw (1980) bahwa pembuluh kayu kisarannya sangat besar dari 6,5–55%. Haygreen dan Bowyer (1996) menambahkan bahwa pembuluh kayu daun berkisar antara 20–60%. Hal senada disampaikan oleh Casey (1960) pada beberapa jenis kayu, jumlah pembuluh mencapai 50% sampai 60% dari volume kayunya.

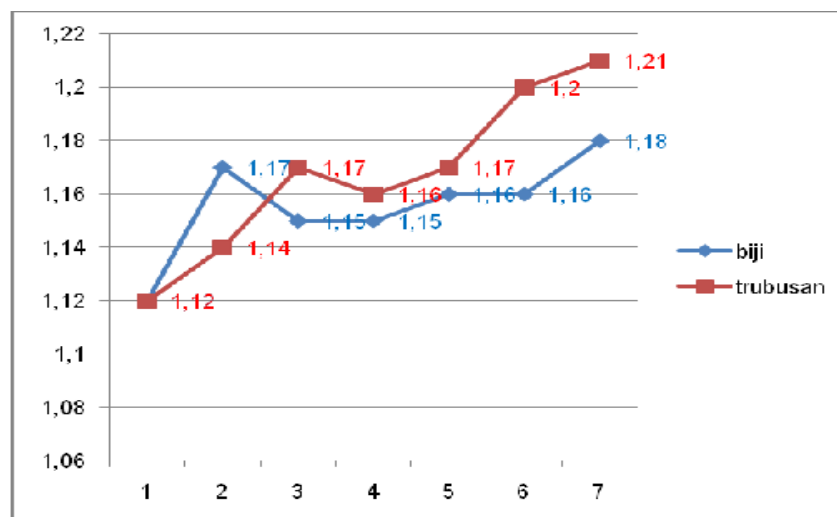
B. Dimensi serat

Hasil perhitungan dan pembahasan nilai dimensi serat sel kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) meliputi: panjang serat, diameter serat dan tebal dinding sel ditampilkan disajikan pada tabel berikut:

Tabel 5. Panjang serat kayu sengon permudaan biji dan trubusan

Dimensi serat	Jenis permudaan	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Panjang serat	Biji	1,12	1,17	1,15	1,15	1,16	1,16	1,18	1,15
	Trubusan	1,12	1,14	1,17	1,16	1,17	1,20	1,21	1,17

Hasil penelitian dimensi serat kayu menunjukkan bahwa nilai rata-rata panjang serat kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) permudaan biji dan trubusan sebesar 1,15 mm dan 1,17 mm. Berdasarkan hasil analisis keragaman terhadap panjang serat sengon jenis permudaan biji dan trubusan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Nilai panjang serat tersebut lebih tinggi dari panjang serat sengon Solomon yang memiliki nilai rata-rata panjang serat hanya 0,9 mm (Praptoyo, 2002). Demikian juga yang disampaikan oleh Zubaedi (2004) yang menyatakan bahwa panjang serat kayu sengon dari Sleman berkisar 0,82 mm, sedangkan sengon dari Gunungkidul sebesar 0,87 mm.



Hasil analisis keragaman panjang serat kayu sengon pada kedudukan radial dari hati ke kulit menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Kenaikan panjang serat dari bagian kayu dekat hati ke bagian kayu dekat kulit ini juga terkait dengan kecepatan pertumbuhan, dimana pertumbuhan yang cepat akan menghambat pertumbuhan panjang dari sel-sel kayu tersebut. Bagian kayu dibentuk pada periode awal pertumbuhan, yaitu pada masa pembentukan kayu juvenil, umumnya mempunyai kecepatan tumbuh yang lebih cepat dibanding kayu dewasa.

Hal ini mengakibatkan sel-sel serabut yang terbentuk pada masa-masa awal pertumbuhan umumnya cenderung untuk memperbesar dirinya (diameter besar) dibanding memperpanjang diri, sehingga sel-sel serabut pada bagian kayu dekat hati (awal masa pertumbuhan) umumnya lebih pendek dibanding sel serabut kayu dekat kulit. Sebagaimana yang disampaikan oleh Green *et al.* (2005) bahwa panjang serat pada bagian kayu juvenil umumnya lebih pendek bila dibandingkan dengan serat kayu dewasa. Hal yang sama diungkapkan oleh Prawirohatmodjo (2001) yang menyatakan bahwa kecepatan tumbuh juga mempengaruhi pertambahan panjang sel-sel inisial kambium. Pertumbuhan yang cepat menghambat pertambahan pertumbuhan panjang sel-sel inisial kambium pada tahun-tahun permulaan kegiatan kambium dan menunda waktu terbentuknya panjang sel yang maksimum.



Sengon permudaan biji

Sengon permudaan trubusan

Gambar 3. Dimensi serat sengon permudaan biji dan trubusan

Tabel 6. Diameter serat kayu sengon permudaan biji dan trubusan

Dimensi serat	Jenis permudaan	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Diameter Sel (μ)	Biji	17,99	17,24	17,50	17,72	18,30	18,12	19,45	18,04
	Trubusan	18,04	17,26	17,19	15,98	17,07	16,84	17,22	17,09

Hasil penelitian diameter serat menunjukkan bahwa kayu sengon (*Paraserianthes falcata* (L) Nielsen) permudaan biji dan trubusan memiliki nilai rata-rata diameter serat sebesar 18,04 μ dan 17,09 μ . Berdasarkan hasil analisis keragaman terhadap diameter serat jenis permudaan biji dan trubusan tidak memberikan pengaruh yang nyata. Nilai diameter serat tersebut lebih kecil dari diameter serat sengon Solomon yang memiliki nilai rata-rata diameter serat 35,68 μ (Praptoyo, 2002). Demikian juga yang disampaikan oleh Zubaedi (2004) yang menyatakan bahwa diameter serat kayu sengon dari Sleman sebesar 39,648 μ m dan sengon dari Gunungkidul sebesar 34,447 μ m.

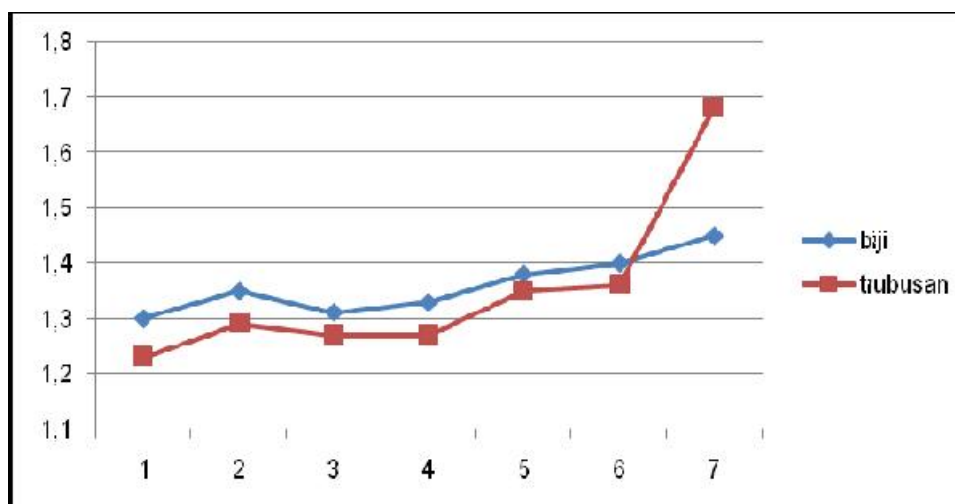
Hasil analisis keragaman diameter serat kayu sengon pada kedudukan radial dari hati ke kulit tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Demikian juga dengan kayu sengon Solomon, diameter seratnya tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dari hati ke kulit (Praptoyo, 2002). Hal ini sesuai dengan pernyataan Tsoumis (1991) bahwa berubahnya diameter serat pada arah radial masih bersifat kemungkinan hal ini karena kecenderungan perubahan diameter sel dari hati ke kulit masih kurang jelas jika dibandingkan dengan perubahan panjang serat.

Tabel 7. Tebal dinding sel kayu sengon permudaan biji dan trubusan

Dimensi serat	Jenis permudaan	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Tebal dinding sel	Biji	1,30	1,35	1,31	1,33	1,38	1,40	1,45	1,36
	Trubusan	1,23	1,29	1,27	1,27	1,35	1,36	1,68	1,35

Hasil penelitian tebal dinding sel kayu menunjukkan bahwa kayu sengon (*paraserianthes falcataria* (L) Nielsen) permudahan biji dan trubusan memiliki rata-rata tebal dinding sel sebesar 1,36 μ dan 1,35 μ . Berdasarkan hasil analisa keragaman terhadap tebal dinding sel kayu sengon permudahan biji dan trubusan tidak menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa asal permudaan tidak mempengaruhi ukuran ketebalan dinding sel.

Nilai tebal dinding sel tersebut lebih kecil dari tebal dinding sel sengon Solomon yang memiliki nilai rata-rata tebal dinding sel 1,81 μ (Praptoyo, 2002). Demikian juga yang disampaikan oleh Zubaedi (2004) yang menyatakan bahwa tebal dinding sel kayu sengon dari Sleman sebesar 2,944 μ m pada Sleman dan sengon dari Gunungkidul sebesar 3,110 μ m.



Hasil analisis keragaman tebal dinding sel kayu sengon pada kedudukan radial dari hati ke kulit menunjukkan perbedaan yang sangat nyata. Bila diperhatikan nilai rata-rata tebal dinding sel kayu sengon baik biji maupun trubusan terlihat bahwa kayu sengon yang terdapat di awal-awal pertumbuhan, yaitu bagian kayu dekat hati, memiliki dinding sel yang paling tipis. Kemudian disusul pada bagian tengah sampai bagian kayu dekat kulit yang memiliki dinding sel kayu makin tebal.

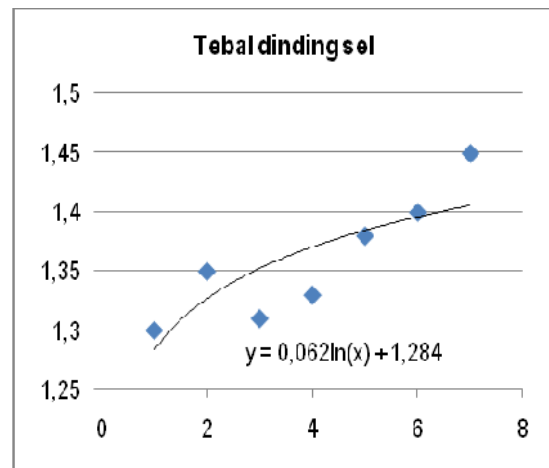
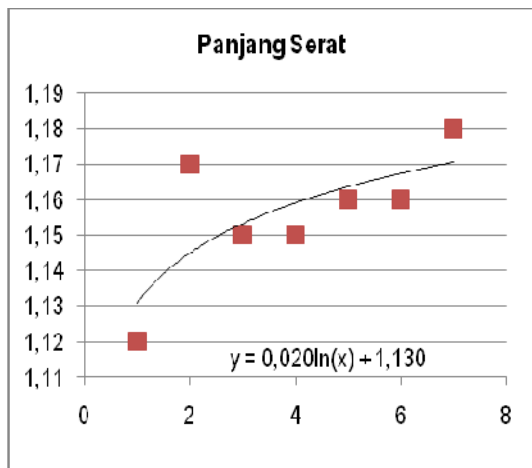
Hasil penelitian tebal dinding sel menunjukkan adanya kecenderungan meningkat ke arah kulit, hal ini sesuai dengan apa yang dikemukakan oleh Panshin dan de Zeeuw (1980) yang menyatakan bahwa pada kayu keras umumnya tebal dinding sel menunjukkan adanya peningkatan dari hati ke kulit, dimana kurva tebal dinding sel ini hampir sama dengan kurva panjang serat. Hal ini tampak pada kayu jenis *Fraxinus pennsylvanica* Marsh, *Populus hybrids* dan *Eucalyptus pilularis* Sm. Hal yang sama disampaikan oleh Praptoyo (2002) yang menyebutkan bahwa tebal dinding sel sengon solomon meningkat dari bagian kayu dekat hati ke kulit. Sementara itu Haygreen dan Bowyer (1996) juga menyatakan bahwa terjadinya peningkatan tebal dinding sel dari hati ke kulit berkaitan dengan perbedaan proporsi kayu awal dan kayu akhir, dimana pada bagian kayu dekat hati memiliki proporsi kayu akhir yang lebih rendah dibanding bagian kayu dekat kulit.

Periode Juvenil

Perubahan nilai panjang serat dan tebal dinding sel kayu sengon dari hati ke kulit merupakan salah satu parameter yang dapat digunakan untuk menentukan periode kayu juvenil dan kayu dewasa. Berikut ini disajikan tabel panjang serat dan tebal dinding sel dari sengon permudaan biji.

Tabel 8. Panjang serat dan tebal dinding sel kayu sengon dari permudaan biji

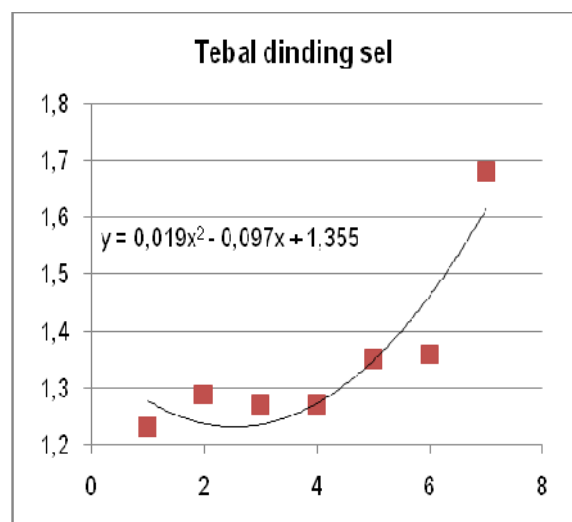
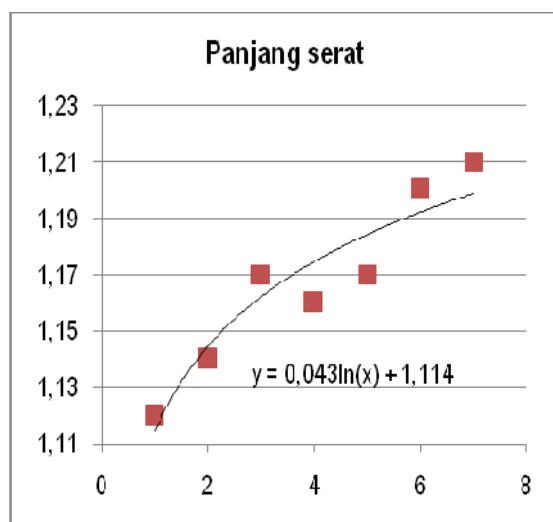
Jenis permudaan	Dimensi serat	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Biji	Panjang serat (mm)	1,12	1,17	1,15	1,15	1,16	1,16	1,18	1,15
	Tebal dinding sel (μ)	1,30	1,35	1,31	1,33	1,38	1,40	1,45	1,36



Panshin dan de Zeeuw (1980) menyatakan bahwa pada awal masa pertumbuhan pohon, yaitu bagian kayu dekat hati menunjukkan peningkatan yang tajam (*rapid increase*) dalam hal panjang serat dan perubahan mendasar dalam komposisi dinding sel yang berhubungan dengan masa pendewasaan kambium, fase ini dikenal sebagai fase pembentukan kayu juvenil. Dari grafik panjang serat dan tebal dinding sel di atas jelas terlihat bahwa keduanya masih menunjukkan peningkatan yang tajam dari hati ke kulit. Hal ini berarti bahwa kayu sengon yang berasal dari pertumbuhan biji masih dalam fase pembentukan kayu juvenil sehingga belum terbentuk adanya kayu dewasa. Sebagaimana yang disampaikan oleh Kretschmann (1998) yang menyatakan bahwa panjang serat pada periode kayu juvenil umumnya rendah kemudian cenderung untuk meningkat sampai mencapai periode kayu dewasa. Setelah memasuki periode kayu dewasa panjang seratnya cenderung untuk konstan. Sementara pada kedua grafik di atas belum menunjukkan adanya kecenderungan konstan pada panjang serat dan tebal dinding sel sengon dari permudaan biji. Berikut ini disajikan tabel panjang serat dan tebal dinding sel dari sengon permudaan trubusan.

Tabel 9. Panjang serat dan tebal dinding sel kayu sengon dari permudaan trubusan

Jenis permudaan	Dimensi serat	Kedudukan radial							Rata-rata
		1	2	3	4	5	6	7	
Trubusan	Panjang serat (mm)	1,12	1,14	1,17	1,16	1,17	1,20	1,21	1,17
	Tebal dinding sel (μ)	1,23	1,29	1,27	1,27	1,35	1,36	1,68	1,35



Grafik panjang serat dan tebal dinding sel kayu sengon dari trubusan masih menunjukkan trend peningkatan yang tajam dari bagian kayu dekat hati ke kulit. Hal ini berarti bahwa kayu sengon trubusan ini juga masih merupakan kayu juvenil karena belum terjadi kecenderungan yang konstan pada parameter panjang serat dan tebal dinding selnya. Sebagaimana yang disampaikan oleh beberapa peneliti Kretschman (1998) dan Geimer (1996), yang menjelaskan melalui grafik perubahan tebal dinding sel yang terjadi sepanjang arah radial kayu dari hati ke kulit. Pada kayu juvenil tebal dinding sel mengalami peningkatan yang cukup tajam, yang selanjutnya seiring dengan proses pembentukan kayu dewasa tebal dinding sel kayu cenderung konstan.

IV. KESIMPULAN

1. Jenis permudaan biji dan trubusan tidak berpengaruh terhadap proporsi sel kayu sengon yang tumbuh di desa Kapulogo, Kecamatan Kepil Kabupaten Wonosobo.
2. Jenis permudaan biji dan trubusan tidak berpengaruh terhadap dimensi serat pada kayu sengon yang tumbuh di desa Kapulogo, Kecamatan Kepil Kabupaten Wonosobo.
3. Kedudukan radial dari hati ke kulit tidak berpengaruh terhadap proporsi sel dan diameter sel kayu sengon baik yang berasal dari permudaan biji maupun trubusan.
4. Kedudukan radial dari hati ke kulit berpengaruh sangat nyata terhadap panjang serat dan tebal dinding sel kayu sengon baik yang berasal dari permudaan biji maupun trubusan.
5. Berdasarkan analisa panjang serat dan tebal dinding selnya, kayu sengon yang berasal dari permudaan biji maupun trubusan keduanya masih berada dalam periode kayu juvenil.

DAFTAR PUSTAKA

- Casey, J. P., 1961. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology Vol. II. Second Edition. Interscience Publisher, Inc. New York.
- Geimer, R.L., 1996. Influence of Juvenile Wood on Dimensional Stability and Tensile Properties of Flakeboard. Wood and Fiber Science, 29(2). 1997. pp. 103-120.
- Green W. David, Michael Wiemann and T. M. Gorman, 2005. Characterization of Juvenile Wood in Western Softwood Species. U. S. Department of Agriculture. Forest Service. Forest Products Laboratory
- Haygreen, J. G. dan J.L. Bowyer. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar. (terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kretschmann, D. E., H. A. Alden and S. Verrill, 1998. Properties and Uses of Wood, Composites, and Fiber Products. Properties of Juvenile Wood. <http://www.fpl.fs.fed.us/>
- Martawijaya, A., Kartasujana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira dan K. Kadir, 1989. Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan Indonesia. Bogor.
- Panshin, A.J., dan Carl de Zeeuw, 1980. *Textbook of Wood Technology*. Fourth Edition, Mc Graw Hill Book Company. New York, USA.
- Praptoyo, H. 2002. Studi pengaruh metode pengambilan sampel bor riap dan disk terhadap proporsi sel dan dimensi serat kayu sengon solomon (*Paraserianthes falcataria*). Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis Vol. 3 No. 2 Juli 2005
- Prawirohatmodjo, S., 1999. *Struktur dan Sifat-Sifat Kayu (Anatomi Kayu, Anatomi Kayu Daun, Anatomi Kayu Jarum)*. Jilid III. Bagian Penerbitan Yayasan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Prawirohatmodjo, S., 2001. Variabilitas Sifat-sifat Kayu. Bagian Penerbitan Yayasan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood. Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York.
- Zubaedi, M.A., 2004. Pengaruh tempat tumbuh dan kedudukan kayu terhadap dimensi serat dan proporsi sel kayu sengon (*paraserianthes falcataria*, (L) nielsen) dari kab. sleman dan kab. Gunungkidul. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta

SIFAT MAKROSKOPIS DAN MIKROSKOPIS KAYU MERANTI MERAH (*Shorea parvifolia*) PADA BERBAGAI DIAMETER DARI TANAMAN JALUR SILVIKULTUR INTENSIF PT. SARI BUMI KUSUMA

Harry Praptoyo¹ dan M.Fariz M.Ali²

¹ Staf Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

² Mahasiswa Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

ABSTRAK

Meranti merah merupakan salah satu jenis kayu komersial yang memiliki keanekaragaman jenis yang cukup banyak dan tumbuh di hutan alam Kalimantan dimana dari 70 spesies *Shorea* yang termasuk ke dalam kelompok meranti merah, terbanyak dijumpai di hutan alam Kalimantan yaitu sekitar 67 spesies. Namun karena semakin maraknya penebangan liar di hutan alam Kalimantan menyebabkan perlu adanya upaya untuk tetap mempertahankan keberadaan jenis meranti merah yaitu dengan pengadaan hutan tanaman dengan metode silvikultur intensif. Oleh karena itu dengan adanya penelitian tentang informasi sifat dasar kayu meranti merah ini dapat menjadi acuan didalam upaya pengoptimalan pemanfaatannya. Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui sifat makroskopis dan mikroskopis dari jenis meranti merah (*Shorea parvifolia*) yang tumbuh di hutan tanaman PT. Sari Bumi Kusuma di Kalimantan Tengah pada berbagai kelas diameter (10, 15 dan 20 cm). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif pada *Shorea parvifolia* ini agar dapat dihasilkan suatu gambaran lengkap mengenai sifat anatominya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *Shorea parvifolia* pada berbagai kelas diameter (10, 15 dan 20 cm) ini memiliki sifat makroskopis sebagai berikut pembuluh tunggal dan ganda radial, tipe parenkim paratrakeal jarang, jari-jari terdiri dari satu ukuran dan tidak bertingkat, berseri tiga hingga berseri dua sampai tiga, arah serai lurus dan memiliki saluran damar dengan persebaran baris tangensial. Sementara itu untuk tekstur kayu termasuk kategori sedang sampai kasar dan rata. Rasio gubal-teras (dalam%) *Shorea parvifolia* diameter 10, 15, 20 berturut-turut 64:36 ; 51:49 ; 61,5:38,5. Periode juvenile *Shorea parvifolia* diameter 10 dan 15 secara keseluruhan masih bersifat juvenil kecuali diameter 20. Sifat mikroskopis meliputi proporsi sel pembuluh, sel parenkim longitudinal, sel parenkim jari-jari, dan sel serabut pada *Shorea parvifolia* kelas diameter 10 cm (8,141%; 14,749%; 18,537%; 57,691%), *Shorea parvifolia* kelas diameter 15 cm (9,461%; 12,181%; 13,72%; 63,865%), *Shorea parvifolia* diameter 20 cm (11,757%; 13,754%; 14,013%; 59,377%) dan dimensi serat meliputi panjang serat, diameter serat, tebal dinding sel pada *Shorea parvifolia* kelas diameter 10 cm (0,94 mm; 23,40 µm; 1,91 µm), diameter 15 (0,99 mm, 23,41 µm, 1,87 µm) dan diameter 20 (1,09 mm, 21,65 µm, 1,85 µm)

Kata kunci: *Shorea parvifolia*, sifat anatomi, diameter batang, rasio gubal teras, periode juvenil

I. PENDAHULUAN

Saat ini pemilihan jenis kayu yang ditanam dalam hutan tanaman ditentukan berdasarkan karakteristik kecepatan pertumbuhan, kelurusan batang, dan kesehatan pohonnya. Karakteristik tersebut sesungguhnya kurang erat kaitannya dengan kebutuhan para pengguna kayunya yang lebih memerlukan karakteristik kayu yang lain seperti warna, penampilan serat yang menarik, kekuatan dan keawetan kayunya. Karakteristik lain yang berpengaruh bagi pengguna kayu, misalnya untuk bahan baku mebel, adalah berat jenis kayu yang terkait erat dengan keuletan, kekuatan dan kekerasan kayunya; tekstur yang halus, serat yang lurus, tidak adanya kayu reaksi dan mata kayu yang terkait dengan kemudahan pengerjaan kayunya (Chauhan dkk., 2007). Kayu untuk produk mebel juga menghendaki karakteristik yang tidak mudah menimbulkan bekas atau tanda pada permukaannya yang terkait dengan kekerasan; sambungan yang kuat dan pergerakan yang rendah yang terkait dengan penyusutan dimensi yang rendah; dan kemampuan untuk diberi pewarnaan yang merata/uniform yang terkait dengan porositas permukaan kayu. Oleh karena itu diperlukan karakterisasi sifat-sifat kayu meranti yang meliputi ciri struktur dan anatomi kayu meranti merah baik ciri struktur makroskopis maupun struktur mikroskopisnya.

Tujuan dari penelitian ini ialah untuk mengetahui sifat makroskopis dan mikroskopis dari jenis meranti merah *Shorea parvifolia* yang tumbuh di hutan tanaman PT. Sari Bumi Kusuma di Kalimantan Tengah pada berbagai kelas diameter (10, 15 dan 20 cm). Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kualitatif pada *Shorea parvifolia* ini agar dapat dihasilkan suatu gambaran lengkap mengenai sifat anatominya.

II. METODOLOGI

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- Kayu meranti merah (*Shorea parvifolia*) pada 3 kelas diameter yang berbeda
- Alkohol (C_2H_5OH), Perhidrol (H_2O_2), Safranin
- Silol (C_5H_{10}), *Canada balsam*, Air suling dan Asam asetat glasial

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah:

- Gergaji, pisau potong, loupe, mikrotom, kaca/gelas preparat, pipet
- pisau potong (*cutter*), labu ukur, timbangan digital, oven, desikator, kaliper
- tabung reaksi, kaca preparat, pinset, kompor pemanas, kotak preparat
- mikroskop fluorescence tipe BX 51 dengan program *Image Pro Plus V 4.5*.

Metode Penelitian

- Pembuatan preparat untuk pengamatan makroskopis dan mikroskopis
 - Membuat contoh uji yaitu potongan kayu dengan ukuran 2 cm x 6 cm x 10 cm.
 - Pembuatan preparat untuk dimensi serat kayu: Membuat contoh uji berbentuk stik berukuran 1 mm x 1 mm x 20 mm, dan disiapkan tabung reaksi yang berisi campuran asam asetat glasial dan perhidrol dengan perbandingan 1 : 20. Selanjutnya dilakukan proses maserasi sehingga diperoleh preparat dimensi serat.
 - Pembuatan preparat untuk proporsi sel kayu :Preparat dibuat dengan terlebih dahulu menyiapkan contoh uji berupa potongan kayu dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 1 cm. Potongan kayu tersebut kemudian diiris dengan mikrotom pada penampang melintang dan tangensialnya dengan ketebalan 10 - 20 mikron.
- Pengumpulan data sifat anatomi kayu, meliputi makroskopis dan mikroskopis kayu.
 - Untuk sifat makroskopis dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap ciri-ciri struktur kayu dengan menggunakan bantuan kaca pembesar perbesaran 12-15x.
 - Untuk sifat mikroskopis meliputi proporsi sel dan dimensi sel kayu.
 - Cara penentuan proporsi sel menggunakan perbandingan luas tipe sel dengan sistem *dot grid* yang telah baku yaitu titik-titik dalam jarak yang sama dalam luasan tertentu. Proporsi sel jari-jari pada penampang (x) dianggap tidak lengkap maka dikoreksi melalui proporsinya pada penampang tangensialnya (t). Cara pengukuran proporsi jari-jari pada penampang T juga sama dengan penentuan proporsi pada penampang X.
 - Dimensi serat meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding. Pengukuran diameter serat dan diameter lumen dapat dilakukan secara langsung dengan menggunakan program *Image Pro Plus V 4.5*. Foto anatomi kayu yang digunakan dengan perbesaran 100X.
- Rasio Gubal dan Teras
Perhitungan rasio kayu gubal dengan kayu teras dilakukan dengan membandingkan luas permukaan masing-masing kayu gubal dan kayu teras dibandingkan dengan luas permukaan melintang batang yang terdapat dalam satu disk. Perhitungannya sebagai berikut :

$$(\%) \text{ Gubal} = \frac{LPM - LT}{LPM} \times 100\%$$

$$(\%) \text{ Teras} = \frac{LT}{LPM} \times 100\%$$

dimana:

LT = Luas kayu teras

LPM = Luas penampang melintang disk

- Periode Juvenil

Penentuan periode juvenil dilakukan dengan menggunakan salah satu sifat kayu juvenil yang berupa panjang serat. Kayu juvenil umumnya memiliki ciri peningkatan panjang serat yang sangat cepat (*rapid increase*) dari bagian pusat kayu ke bagian luar menuju kayu dewasa. Sementara kayu dewasa

umunya memiliki panjang serat yang relatif konstan dalam arah radial Kayu. Atas dasar tersebut maka penentuan periode juvenil dilakukan dengan melihat penambahan panjang serat secara progresif mulai dari pusat kayu ke bagian kayu dekat kulit.

Pada penelitian ini dibuat sampel uji setiap 1 cm dari pusat kayu ke kulit. Selanjutnya dari setiap sampel tersebut dibuatkan preparat maserasi untuk diukur panjang seratnya. Dari hasil analisa grafik panjang serat dapat digunakan untuk menentukan periode juvenil dari kayu meranti merah.

5. Tekstur

Tekstur kayu merupakan salah satu sifat kayu yang didasarkan pada ukuran sel penyusun kayu dan kenampakan lingkaran tahun pada penampang melintang kayu. Berdasarkan ukuran sel penyusunnya tekstur kayu diklasifikasikan menjadi kasar, sedang dan halus, sedangkan berdasarkan kenampakan lingkaran tahun tekstur kayu diklasifikasikan menjadi tekstur rata dan tidak rata (Panshin and de Zeeuw, 1980). Tekstur kasar sampai halus dilihat berdasarkan ukuran diameter sel. Sel kayu yang sering digunakan untuk menentukan tekstur kayu adalah sel serabut dan sel pembuluh. Kriteria tekstur Kayu adalah sebagai berikut:

Ukuran diameter sel pembuluh (pori):

Kasar : > 200 μ
Sedang : 100-200 μ
Halus : < 100 μ

Ukuran diameter sel serabut:

Kasar : > 45 μ
Sedang : 30-45 μ
Halus : < 30 μ

Lingkaran tahun :

Rata : Lingkaran tahun tidak terlihat

Tidak rata : Lingkaran tahun terlihat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sifat Anatomi Kayu

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data sifat makroskopis ciri struktur kayu meranti merah (*Shorea parvifolia*) disajikan di bawah ini:

Tabel 1. Sifat makroskopis kayu meranti merah (*Shorea parvifolia*)

Ciri Struktur Kayu	Diameter (cm)		
	10	15	20
Lingkaran tahun	Tidak ada	Tidak ada	Tidak ada
Pembuluh:			
Persebaran	Tunggal,ganda radial	Tunggal,ganda radial	Tunggal,ganda radial
Ukuran diameter (μ)	170,38	193,31	208,7
Parenkim:			
Bentuk	Paratrakeal jarang	Paratrakeal jarang	Paratrakeal jarang
Jari-jari:			
Ukuran	Satu ukuran	Satu ukuran	Satu ukuran
Bertingkat/tidak	Tidak	Tidak	Tidak
Arah serat	Lurus	Lurus	Lurus
Saluran damar:			
Ada/tidak	Ada	Ada	Ada
Persebaran	Baris tangensial	Baris tangensial	Baris tangensial

Dari hasil pengamatan ini, lingkaran tahun pada *Shorea parvifolia* tidak terlihat dengan jelas, hal ini dapat dilihat dari ketiga diameter yang diteliti. Pada diameter 10, 15 dan 20 cm ini tidak dijumpai adanya lingkaran tahun pada penampang melintangnya. Lingkaran tahun merupakan batas antara kayu yang terbentuk pada permulaan dan pada akhir suatu musim tumbuh sehingga dengan lingkaran tahun ini dapat diketahui umur pohon tersebut. Mayaningsih (2011) di dalam penelitiannya menyatakan bahwa Meranti merah (*Shorea parvifolia*) ini termasuk pada beberapa jenis kayu daun lebar lingkaran tahunnya sulit dilihat, hal ini dikarenakan tidak adanya perbedaan warna yang jelas antara kayu awal dan kayu akhirnya.



Gambar 1. Pembuluh tunggal dan ganda radial (1) dan saluran damar baris tangensial (2) pada penampang melintang (x) *Shorea parvifolia*

Martawijaya dkk. (1989) yang menyatakan bahwa pori-pori meranti sebagian besar soliter dan sebagian kecilnya bergabung 2-3 di dalam arah radial, terkadang mengelompok dalam arah diagonal dan tangensial. Jenis *Shorea parvifolia* ini pada ketiga diameter yang diteliti (10, 15 dan 30 cm) memiliki kesamaan penyebaran pembuluh, yaitu tunggal dan ganda radial yang dilihat dari penampang melintang seperti pada gambar tersebut.

Selanjutnya, berdasarkan pada diameter pembuluh kayu meranti merah (*Shorea parvifolia*) ini dari ketiga diameter (10, 15 dan 20 cm) didapatkan ukuran diameter pembuluh yang berbeda-beda dimana ukuran diameter pembuluh berbanding lurus dengan ukuran diameter kayu yang diteliti. Pada pengamatan secara mikroskopis *Shorea parvifolia* yang berdiameter 10 cm, 15 cm dan 20 cm memiliki ukuran diameter pembuluh 170,38 μm , 193,31 μm dan 208,07 μm . Untuk ukuran diameter pembuluh pada *Shorea parvifolia* yang berdiameter 10 dan 15 cm menurut pengklasifikasian yang dilakukan oleh Mandang dan Pandit (1997), ukuran diameter pembuluh dari kedua diameter tersebut masih termasuk berukuran agak kecil. Kecuali pada *Shorea parvifolia* yang berdiameter 20 cm yang memiliki ukuran diameter pembuluh 208,07 μm yang termasuk berukuran agak besar.

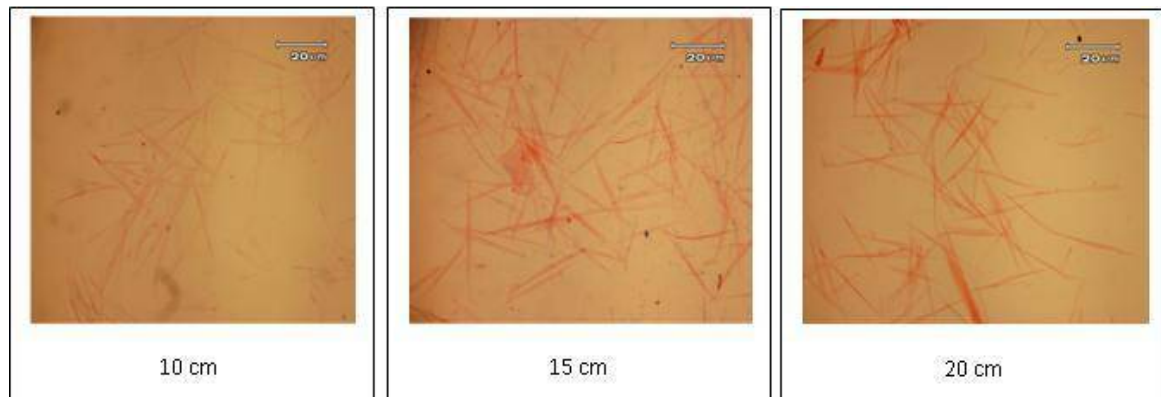
Selain itu, pada pengamatan yang dilakukan, dapat kita ketahui bahwa Meranti merah jenis *Shorea parvifolia* pada tiga diameter berbeda (10, 15 dan 20 cm) ini sama-sama memiliki saluran damar dengan pola penyebaran saluran damar baris tangensial, sementara orientasi arah seratnya semuanya berserat lurus.

Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh data sifat mikroskopis kayu meranti merah disajikan di bawah ini:

Tabel 2. Dimensi serat kayu meranti merah

Dimensi serat	Diameter			Rata-rata
	10 cm	15 cm	20 cm	
Panjang (mm)	0,94	0,99	1,09	1,01
Diameter serat (μ)	23,40	23,41	21,65	22,82
Diameter lumen (μ)	19,59	19,66	17,50	19,07
Tebal dinding sel (μ)	1,91	1,87	1,85	1,88

Kayu meranti merah memiliki panjang serat rata-rata 1,01 mm, diameter serat 22,82 mikron, diameter lumen 19,07 mikron dan tebal dinding sel 1,88 mikron, dimana serat terpanjang didapat pada meranti merah diameter 20 cm, sedangkan serat terpendek pada meranti diameter 10cm. Hal ini dikarenakan tempat tumbuh yang berbeda dan perlakuan silvikultur yang berbeda. Sedangkan untuk proporsi selnya (Tabel 3) yaitu pembuluh rata-ratanya 9,78%, parenkim 13,56%, serabut 60,31% dan jari-jari 15,42%. Bosman (1997) dalam penelitiannya terhadap meranti merah jenis *Shorea pauciflora* yang tumbuh di Wanariset-Samboja Kalimantan Timur yang berumur 6 tahun, menyatakan bahwa hasil penelitiannya mengenai proporsi penelitiannya mengenai proporsi pembuluh meranti merah jenis *Shorea pauciflora* ini memiliki rerata yang tidak jauh berbeda dibanding ketiga diameter kayu *Shorea parvifolia* dimana rerata dari proporsi pembuluh meranti merah jenis *Shorea pauciflora* ini yaitu 10,1% dan rerata dari ketiga diameter kayu *Shorea parvifolia* yang diteliti kali ini ialah 9,786%. Namun bila dibandingkan lagi dengan penelitian yang dilakukan oleh

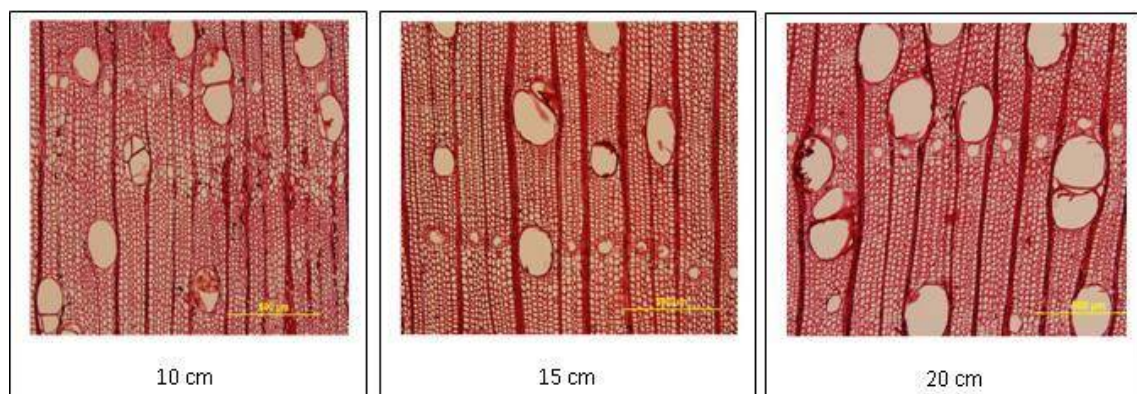


Gambar 2. Dimensi serat meranti merah (*Shorea parvifolia*) dari 3 klas diameter

kartikawati (2001), maka dapat dikatakan bahwa nilai proporsi pembuluh kayu yang diteliti kali ini cukup rendah dibandingkan proporsi pembuluh kayu meranti kuning dan meranti putih dari hutan alam Kalimantan Timur yang masih termasuk pada genus yang sama yaitu *Shorea* dengan nilai rata-rata nya ialah 17,74% dan 16,11%. Kartikawati (2001) juga melakukan penelitian dari kelompok meranti merah dan diperoleh hasil proporsi pembuluh kayu dengan nilai rata- rata 12,39% dimana nilai rata-rata ini masih lebih tinggi dibanding nilai rata-rata proporsi pembuluh kayu pada ketiga diameter *Shorea parvifolia* ini dimana rata-rata nilai proporsi pembuluh kayu yang tertinggi pada penelitian kali ini ialah pada *Shorea parvifolia* diameter 20 cm yaitu 11,757%.

Tabel 3. Proporsi sel kayu meranti merah

Sel kayu	Diameter			Rata-rata
	10 cm	15 cm	20 cm	
Pembuluh (%)	8,14	9,46	11,76	9,78
Parenkim (%)	14,75	12,18	13,75	13,56
Jari-jari (%)	18,54	13,72	14,01	15,42
Serabut (%)	57,69	63,86	59,38	60,31



Gambar 3. Penampang transversal serat meranti merah (*Shorea parvifolia*) dari 3 klas diameter

Proporsi sel parenkim *Shorea parvifolia* ini memiliki nilai yang berbeda-beda. Rata-rata proporsi sel parenkim pada kelas diameter 10 cm, 15 cm dan 20 cm ialah sebesar 14,75%, 12,1 % dan 13,75%. Dari ketiga kelas diameter ini diketahui rata-rata nilai proporsi sel parenkim terbesar ada pada kelas diameter 10 cm yaitu sebesar 14,749%. Penelitian mengenai *Shorea parvistipulata* dari HPH PT Balikpapan Forest Industries di Kalimantan Timur yang dilakukan oleh Supartini dan Kholik (2010) menunjukkan bahwa proporsi sel parenkim dari *Shorea parvistipulata* ini ialah sebesar 5,87%, hal tersebut lebih rendah dibandingkan ketiga kayu *Shorea parvifolia*. Kartikawati (2001) menyatakan di dalam penelitiannya terhadap kayu meranti putih

dan meranti kuning dari hutan Kalimantan Timur bahwa proporsi sel parenkimnya ialah masing-masing sebesar 6,47% dan 4,72% dan hasil tersebut lebih rendah dibandingkan *Shorea parvifolia*.

Proporsi serabut paling besar didapat pada meranti diameter 15cm, sedangkan yang terkecil terdapat pada meranti diameter 10cm. Supartini dan Kholik (2010) melakukan penelitian terhadap kayu meranti merah *Shorea parvistipulata* dari HPH PT Balikpapan Forest proporsi sel serabutnya 67,46% dan nilai ini lebih tinggi dibandingkan nilai rata-rata proporsi sel serabut pada ketiga diameter *Shorea parvifolia* yang mencapai 60,311%. Pada penelitian mengenai kayu meranti merah dari hutan alam Kalimantan Timur yang dilakukan oleh Kartikawati (2001) menyebutkan bahwa nilai rata-rata proporsi sel serabutnya ialah berkisar 68,55%. Sedangkan kayu meranti kuning dan meranti putih dari hutan alam dari Kalimantan Timur diketahui bahwa masing-masing nilai rata-rata proporsi sel serabut yaitu 61,16% dan 65,83%.

b. Rasio Gubal Teras

Kayu gubal dan kayu teras merupakan bagian kayu yang memiliki ciri dan fungsi yang berbeda dalam satu pohon. Kayu gubal umumnya memiliki warna yang lebih muda/terang dibandingkan dengan kayu teras. Perbedaan warna yang sangat kontras tersebut dapat digunakan untuk menentukan berapa rasio gubal dan teras yang dimiliki oleh sebatang pohon.

Dari hasil pengamatan yang dilakukan terhadap pohon meranti merah pada klas diameter yang berbeda menunjukkan hasil yang tidak banyak berbeda, dimana kayu gubal secara keseluruhan memiliki rasio yang lebih besar dibanding kayu teras sebagaimana bisa dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Rasio gubal dan teras kayu meranti merah pada 3 klas diameter

Klas diameter	Rasio Gubal dan Teras (%)	
	Teras	Gubal
10	35,60	64,40
15	49,27	50,73
20	38,50	61,50
Rata-rata	41,12	58,87

Dari pengamatan yang telah dilakukan pada *Shorea parvifolia* pada tiga diameter yang berbeda, dapat dilihat bahwa proporsi kayu teras terkecil ada pada *Shorea parvifolia* yang berdiameter 10 cm yaitu dengan persentase 35,60% dan proporsi kayu teras terbesar ada pada diameter 15 cm dengan persentase 49,27%. Sementara persentase kayu gubal terkecil ada pada *Shorea parvifolia* yang berdiameter 15 cm dengan persentase 50,73% dan persentase kayu gubal terbesar ada pada diameter 10 cm dengan persentase 64,40%. Dari data diatas dapat dikatakan bahwa rasio gubal meranti merah (*Shorea parvifolia*) lebih dominan (banyak) dibandingkan rasio kayu terasnya, hal tersebut dapat dari rata-rata dari ketiga diameter yang diteliti (10, 15 dan 20 cm) ini yaitu pada rasio gubal rata-ratanya ialah 58,87% dan rata-rata rasio terasnya ialah 41,12% sehingga kelas diameter tidak menentukan proporsi kayu gubal dan kayu terasnya. Selain itu dari data pada table 4 di atas, terlihat justru kayu meranti dengan diameter kecil memiliki luas kayu teras yang lebih besar besar dibandingkan dengan luas kayu teras meranti yang berdiameter lebih besar. Hal ini bisa terjadi karena proses pembentukan kayu teras pada pohon meranti merah lebih lambat dibandingkan dengan penambahan riap diameter kayu setiap tahunnya, sehingga mengakibatkan secara akumulatif luas gubal yang terbentuk akan semakin banyak dibandingkan dengan penambahan luasan kayu teras.

Menurut Pandit (2000), pada umumnya pembentukan kayu teras terpacu karena kekurangan persediaan air. Bisa dikatakan bahwa daerah-daerah kering akan memacu pembentukan kayu teras sehingga akan menghasilkan persentase kayu teras yang lebih besar dan sebaliknya. Oleh karena itu rasio gubal lebih tinggi dibanding rasio terasnya dikarenakan lokasi dari hutan PT. Sari Bumi Kusuma beriklim sangat basah (tipe A) dimana tercatat bahwa di areal ini hujan tahunan terbesarnya mampu mencapai 2.835 mm tiap tahun dengan hari hujan 136 hari per tahun (berdasarkan data hujan Katingan Kuala/ Pagatan tahun 1992-1997). Berdasarkan pengukuran curah hujan selama setahun (September 2001-Agustus 2002) didapati curah hujan sebesar 3.730 mm per tahun dengan hari hujan 131 hari per tahun. Menurut Pandit dan Ramdan (2002) dalam Utomo (2006), jumlah relatif kayu teras dengan kayu gubal di dalam batang pohon berbeda-beda menurut jenis pohon, umur dan keadaan lingkungan pertumbuhan.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Mayaningsih (2011), bahwa kayu *Shorea parvifolia* memiliki persentase kayu teras 38,5% yang merupakan kayu teras tertinggi dibanding kayu lainnya yang diteliti antara

lain *Shorea johorensis*, *Shorea leprosula* dan *Shorea platyclados*. Penelitian yang dilakukan oleh Fithri (2000) pada penelitian *Acacia mangium* Willd di HPHTI PT. Musi Hutan Persada pada umur 1, 3 dan 5 menyatakan bahwa persentase kayu teras semakin meningkat berdasarkan kenaikan umur pohon, sedangkan kayu gubal menurun berdasarkan kenaikan umur pohon

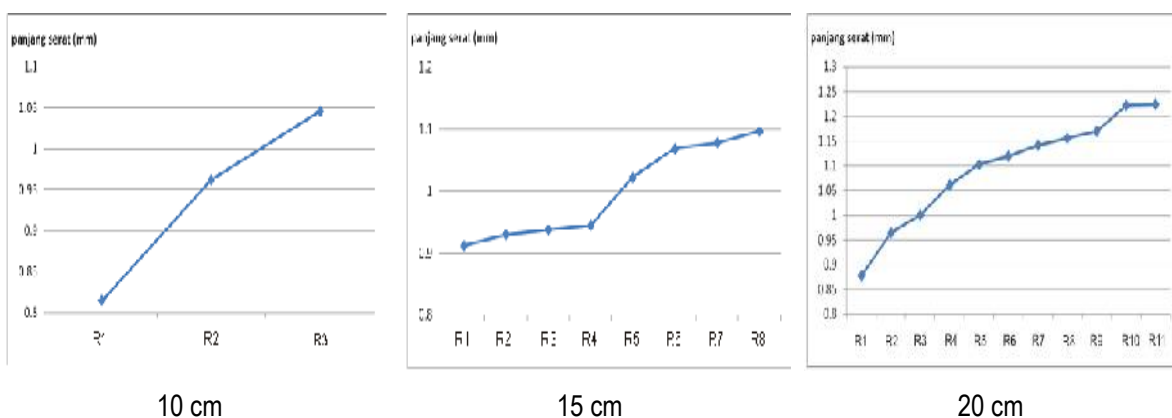
c. Periode Juvenil

Kayu juvenil merupakan kayu muda yang terbentuk di awal masa pertumbuhan pohon. Dimana dalam proses pembentukan sel-selnya masih dipengaruhi oleh meristem apikal, sehingga mengakibatkan sel-sel yang dibentuk oleh kayu juvenil memiliki ciri dan karakteristik yang berbeda dengan kayu dewasa.

Tabel 5. Periode juvenil kayu meranti merah pada 3 klas diameter

Klas diameter	Zonasi (jarak dari empulur)	
	Juvenil	Dewasa
10	3 cm	Belum terbentuk
15	6 cm	Belum terbentuk
20	10 cm	11 cm

Pada kayu meranti merah yang berdiameter 10 cm dan 15 cm, terlihat pada rata-rata grafik panjang seratnya menunjukkan trend peningkatan yang cukup progresif. Pada setiap jarak 1 cm dari pusat kayu, seratnya mengalami peningkatan panjang yang sangat cepat (*rapid incease*) dimana ciri seperti ini menunjukkan bahwa bagian kayu ini masih merupakan periode juvenil. Grafik panjang serat meranti merah yang berdiameter 10 dan 15 cm juga menunjukkan adanya peningkatan panjang serat sampai pada jarak 3 cm dan 8 cm dari pusat kayu masih menunjukkan tren peningkatan sebagaimana bisa dilihat pada grafik di atas. Ini menunjukkan bahwa sampai pada jarak 8 cm dari pusat kayu periode pembentukan kayu juvenil belum menunjukkan tanda-tanda berakhir, sehingga dengan demikian fase pembentukan kayu dewasa belum dimulai.



Sementara itu, grafik panjang serat meranti diameter 20 cm, menunjukkan bahwa peningkatan tren panjang serat berakhir pada jarak 10cm, karena pada jarak 11 cm mulai menunjukkan tanda-tanda bahwa panjang serat mulai konstan, ini berarti bahwa pada diameter 20 cm mulai terbentuk kayu dewasa yaitu pada jarak 11 cm dari pusat kayu.

d. Tekstur kayu

Hasil penelitian mengenai tekstur kayu *Shorea parvifolia* dari kelompok meranti merah pada diameter yang berbeda disajikan pada tabel sebagai berikut:

Dari pengamatan pada ketiga diameter ini didapatkan bahwa kayu Meranti merah (*Shorea parvifolia*) ini bertekstur sedang dan rata Fahn (1991) menyatakan bahwa tekstur kayu ditentukan oleh sel kayu dan keseragaman ukuran sel kayu yang menyusun kayu. Pada penelitian kali ini dapat dilihat bahwa lingkaran tahun pada kayu *Shorea parvifolia* ini tidak terlihat sehingga dikategorikan bertekstur rata.

Tabel 6. Nilai Tekstur pada kayu *Shorea parvifolia* pada diameter yang berbeda

Diameter (cm)	Tekstur Kayu				
	Ukuran sel pembuluh (μm)	Tekstur	Ukuran sel serabut (μm)	Tekstur	Lingkar Tahun
10	170,38	Sedang	23,403	Halus	Rata
15	193,31	Sedang-kasar	23,413	Halus	Rata
20	208,07	kasar	21,653	Halus	Rata

Pada penelitian ini dapat dilihat bahwa *Shorea parvifolia* berdasarkan ukuran diameter serat bertekstur halus pada seluruh kelas diameter dimana menurut klasifikasi Pandit dan Ramdan (2002), tekstur kayu yang berdasarkan diameter serat dikatakan halus apabila memiliki diameter serat $\leq 30 \mu\text{m}$. Sedangkan berdasarkan diameter pembuluh dapat dilihat bahwa semakin besar kelas diameternya maka teksturnya semakin kasar dimana hanya pada *Shorea parvifolia* berdiameter 20 cm yang bertekstur kasar, hal tersebut dapat dilihat pada rata-rata diameter pembuluh *Shorea parvifolia* berdiameter 20 cm yaitu 208,07 μm . Pada kelas diameter 10 dan 15 cm yang memiliki ukuran diameter pembuluh lebih kecil yaitu 170,38 μm dan 193,31 μm oleh karena itu untuk kelas diameter 10 cm dikategorikan bertekstur sedang dan pada kelas diameter 15 cm bertekstur sedang-kasar berdasarkan kriteria tekstur kayu oleh Pandit (2000).

IV. KESIMPULAN

1. Ciri makroskopis kayu meranti merah (*Shorea parvifolia*) lingkaran tahun tidak kelihatan, persebaran pembuluhnya tunggal dan ganda radial, bentuk parenkimnya ialah paratrakeal jarang, memiliki satu ukuran jari-jari dan tidak bertingkat, arah seratnya lurus, memiliki saluran damar dengan pola persebarannya baris tangensial
2. Presentase kayu teras pada *Shorea parvifolia* pada tiga diameter (10, 15 dan 20 cm) ini rata rata 41,12% dan presentase kayu gubal pada *Shorea parvifolia* ini memiliki rata-rata 58,87%.
3. Tekstur kayu meranti Merah (*Shorea parvifolia*) ialah halus-sedang berdasar ukuran ukuran sel serabut dan sedang-kasar berdasarkan ukuran sel pembuluh, dan tekstur berdasarkan lingkaran tahun ialah rata.
4. Nilai rata-rata proporsi sel pembuluh, parenkim, jari-jari dan serabut kayu *Shorea parvifolia* ialah sebesar 9,78%; 13,56%; 15,42%; dan 60,31%.
5. *Shorea parvifolia* memiliki nilai rata-rata dimensi sel panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding sel dengan rata-rata sebesar 1,012 μm ; 22,82 μm ; 19,07 μm ; dan 1,88 μm .
6. Pada diameter 10 cm dan 15 cm masih merupakan kayu juvenil, sementara pada diameter 20 cm mulai terbentuk kayu dewasa pada jarak 11 cm dari pusat kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1976. *Vedemecum Kehutanan Indonesia*. Direktorat Jenderal Kehutanan Departemen Pertanian. Jakarta.
- Biermann, Christopher J. 1996. *Handbook of Pulping and Paper Making*. Elsevier Science and Technology Books.
- Bosman.M.T.M. 1997. *Variability in Wood Properties of Six-Year-Old Planted Meranti trees (Shorea leprosula, Shorea parvifolia and Shorea pauciflora, Dipterocarpaceae)*. IAWA Journal Vol 18(4), 1997 : 405 – 413.
- Casey, J.P., 1960. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Second Edition (Revised and Enlarged). Vol. I & II. Interscience Publisher. Inc, New York.
- Fahn A. 1991. *Anatomi Tumbuhan Edisi Ke 3*. Yogyakarta: UGM Press
- Fithri R. 2000. Skripsi. *Pembentukan Kayu Teras Acacia Mangium Willd di HPHTI PT. Musi Hutan Persada Sumatera Selatan*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Haygreen, JG & JL Bowyer. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar*. Terjemahan SA Hadikusumo. Ed: S Prawirohatmojo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Kartikawati, P. 2001. Hubungan antara Proporsi Sel dan Serat Jenis Kayu terhadap Sifat Perekatan Kayu dalam Rangka Membuat Klasifikasi Perekatan Kayu. .Skripsi. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Tidak diterbitkan)
- Mandang, Y.I. dan I.K.N. Pandit. 1997. Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan. Yayasan Prosea. Bogor.
- Martawijaya, A., Iding Kartasujana, dan Y.I. Mandang. 1989. *Atlas Kayu Indonesia Jilid I*. Penelitian dan Pengembang Kehutanan Departemen Kehutanan Departemen Kehutanan, Bogor.
- Mayaningsih R. 2011. *Sifat Anatomi Empat Jenis Kayu Meranti Merah (Shorea spp.) Asal HPH Sari Bumi Kusuma (SBK) Kalimantan Tengah*. Skripsi. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. (Tidak diterbitkan)
- Pande. P. K., Negi. K., and Singh. M. 2006. Wood anatomy of Shorea of white meranti (Meranti Pa'ang) group of the Malay Peninsula. Wood Anatomy Discipline, Botany Division, Forest Research Institute Dehradun India. Current Science, 1754 Vol. 92, No. 12, 25 June 2007. Diakses dari <http://www.ias.ac.in/currsci/jun252007/1748.pdf> pada tanggal 20 september 2011.
- Pandit, I.K.N. 1996. Anatomi, Pertumbuhan dan Kualitas Kayu. Bidang Studi Ilmu Pengetahuan Kehutanan. Program Pascasarjana IPB Bogor.
- _____, 2000. *Metoda Identifikasi Kayu Juvenil*. Seminar Nasional III, Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. Jatinangor, Sumedang.
- _____. 2000. Sifat Makroskopis Kayu Jati (*Tectona grandis* L.f) pada Berbagai Kelas Umur. Prosiding Seminar MAPEKI III.
- Pandit, I.K.N. dan Ramdan. 2002. Anatomi Kayu: Pengantar Sifat Kayu Sebagai Bahan Baku. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Panshin, A.J. dan C. De Zeeuw, 1980. *Textbook of Wood Technology Volume 1*. McGraw-Hill Book Company. New York, USA.
- Prawirohatmojo, S. 1999. Struktur dan Sifat-sifat Kayu, Jilid I Sifat-sifat Makroskopis dan Identifikasi Kayu. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Supartini dan Kholik.A. 2010. *Variasi Struktur Anatomi Berdasarkan Tingkat ketinggian dan Arah Radial dari Kayu meranti merah (Shorea parvistipulata)*. Jurnal Dipterokarpa Volume 4 Nomor 1 Tahun 2010 Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Diakses <http://www.diptero.or.id/dari> pada tanggal 20 September 2011.
- Syafii, W. and Siregar, I.Z. 2006. *Sifat Kimia dan Dimensi Serat dari Kayu Mangium (Acacia mangium Willd.) dari Tiga Provenans*. Journal of Tropical Wood Science and Technology.
- Tsoumis, G. 1991. *Science and Technology of Wood Structure, Properties, Utilization*. Van Nostrand Reinhold .New York.
- Utomo, R.N. 2006. *Struktur Anatomi Kayu Jati Plus Perhutani Kelas Umur I Asal Kph Bojonegoro*. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.

IDENTIFIKASI KAYU ARKEOLOGIS KOMPONEN BANGUNAN M FORT ROTTERDAM DALAM RANGKA KONSERVASI KAYU DAN PEMUGARAN FITUR CAGAR BUDAYA

Identification of Archaeological Wood as Components of Fort Rotterdam Building in Context of Wood Conservation and Cultural Heritage Features Restoration

Yustinus Suranto

Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta
email: surantoyustinus@yahoo.com

ABSTRAK

Fort Rotterdam in Makassar was established by the Government as one of the Cultural Heritage Building (CHB), because It contains high values in context of: history, culture, architecture, archeology, education and science. This CHB is using wood as one of the component materials, among others functioned as components of: beams, columns, floors and walls. In the year 2010 to early 2012, this Cultural Heritage (CH) was carried out a conservation and restoration in the framework of its preservation. Law of the Republic of Indonesia No 11 of 2010 on Heritage mandates, that CHB must be preserved through: maintenance, care, conservation and restoration in the archaeological perspective, namely to maintain authenticity of: materials, construction technology, shape, size, design, architecture, culture and site. This study was aimed to identify the wood species that serves as a component of Building M of Fort Rotterdam archaeological sites. The study was expected to support an application of conservation and restoration in line of archaeological principle, especially to maintain wood authenticity. Object of study were three types of components of Building M of Fort Rotterdam, namely the longitudinal beams, cross beams and floorboards. Research was done in the following steps: (1) taking a sample of each component and providing the specific code, (2) slicing the sample and photographing under a microscope in order to obtain macroscopic images and (3) describing the structure and texture of wood, (4) taking an identification and determining the wood species, and ensuring the truth of identification result by comparing to these kinds of wood species available in many kind of literatures. The study concludes three points. First, the sample taken from the first beam component is merbau (*Instia bijuga* O. Ktze). Second, sample taken from the second beam component is teak (*Tectona grandis* Linn.) Third, sample taken from the floor component is also teak (*Tectona grandis* Linn).

Keywords: Fort Rotterdam, archaeological wood, identification, merbau, teak

I. PENDAHULUAN

Bangsa Indonesia memiliki banyak benda dan bangunan cagar budaya yang tersebar di seluruh wilayah kepulauan negara kesatuan Republik Indonesia, baik yang ada di wilayah perairan maupun di daratan. Setiap benda dan bangunan cagar budaya yang ada di masing-masing pulau tersebut memiliki keunikan, kekhasan dan kekhususan dalam hal bahan, wujud, bentuk, periode waktu pembuatan serta latar belakang etnik dan budaya leluhur pembuat benda dan bangunan cagar budaya tersebut.

Setiap benda dan bangunan cagar budaya merupakan sumber daya budaya bagi etnik suku bangsa pembuatnya. Mengingat bahwa bangsa Indonesia merupakan kesatuan dari berbagai etnik dan suku bangsa yang berdomisili di setiap satuan wilayah negara kesatuan Republik Indonesia yang terbentang dari Sabang sampai dengan Merauke, maka setiap benda dan bangunan cagar budaya juga menjadi sumber budaya bagi bangsa Indonesia. Hal ini disebabkan karena Budaya Indonesia merupakan wujud dari puncak-puncak budaya setiap etnik dan suku bangsa penyusun bangsa Indonesia (Akbar, 2010).

Keberadaan benda dan bangunan cagar budaya merupakan bukti nyata atas sikap hidup dan mentalitas unggul yang dimiliki oleh para komunitas leluhur pembangun benda dan bangunan cagar budaya tersebut. Dengan kata lain, benda dan bangunan cagar budaya mengandung sikap hidup dan mentalitas unggul yang dimiliki oleh para komunitas leluhur pendirinya. Sikap hidup dan mentalitas itu berupa sikap hidup yang penuh dengan nilai-nilai keluhuran, ketekunan, kerjasama, kebersamaan, kegigihan, kerajinan, semangat kerja, pengorbanan, dan nilai-nilai luhur budaya lainnya. Oleh karena itu, benda dan bangunan cagar budaya diharapkan menjadi sumberdaya mental yang dapat memberi inspirasi dan sumber pembelajaran bagi setiap anak bangsa pada generasi penerus bangsa Indonesia. Setiap orang yang hidup

sebagai generasi baru dan penerus diharapkan dapat belajar mengenai mentalitas dan sikap hidup serta nilai-nilai luhur budaya tersebut ketika dirinya berkunjung pada benda dan bangunan cagar budaya. Dengan demikian, aktivitas berkunjung dan berwisata di dalam situs bangunan cagar budaya diharapkan dapat menjadi wahana pendidikan dalam rangka menanamkan dan menumbuhkan mentalitas unggul dan sikap hidup bernilai luhur.

Fort Rotterdam merupakan benteng yang berstatus sebagai Bangunan Cagar Budaya. Benteng ini telah terdaftar sebagai monumen bersejarah dalam Monumenten Ordonatie pada tanggal 23 Mei 1940. Di samping sebagai monumen, Fort Rotterdam pada saat ini juga berfungsi sebagai pusat kebudayaan Provinsi Sulawesi Selatan dan Pusat Wisata. Benteng ini didirikan pertama kali dengan menggunakan bahan bangunan kayu dan tanah liat pada tahun 1545 oleh raja Gowa ke-10, yaitu I Manriogau Daeng Bonto Karaeng Lakiung, yang juga disebut Tunipalangga Ulaweng. Pada masa pemerintahan raja Gowa ke-14, yaitu Tumenanga ri Gaukanna yang disebut juga Sultan Alauddin, bahan bangunan benteng ini diganti dengan lapisan batu, yakni pada tahun 1634. Konstruksi lapisan batu ini dapat disaksikan hingga saat ini, sehingga benteng ini telah berusia empat abad (Sastroatmodjo, 2007).

Dalam statusnya sebagai bangunan cagar budaya, Bangsa Indonesia berkewajiban menjaga keasliannya sebagaimana ditentukan dalam perspektif arkeologis, baik keaslian dalam hal: bahan, teknologi pengerjaan, bentuk-ukuran-desain, arsitektur dan budaya maupun situs Fort Rotterdam. Kewajiban tertuang dalam Undang-undang Negara Republik Indonesia No 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya, yang menyatakan bahwa BCB wajib dilestarikan, melalui pemeliharaan, perawatan, konservasi maupun pemugaran (Presiden Republik Indonesia, 2010).

Di dalam perjalanan sejarahnya, konservasi dan pemugaran Fort Rotterdam telah beberapa kali dilakukan oleh Pemerintah, yang di dalam konteks kekinian juga dilakukan baru saja, yaitu pada tahun 2010 sampai dengan 2011. Di dalam usaha untuk memenuhi amanat Undang-undang Negara Republik Indonesia No 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya, pemugaran itu memerlukan penelitian tentang jenis kayu yang digunakan sebagai komponen bangunan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis kayu yang digunakan sebagai komponen tertentu pada bangunan Fort Rotterdam, agar orisinalitasnya dapat dipertahankan.

Jenis kayu dapat ditentukan melalui aktivitas identifikasi kayu. Aktivitas ini dapat dilakukan dengan melakukan pengamatan terhadap Struktur makroskopis kayu dan/atau anatomi kayu. Pengamatan struktur makroskopis kayu diarahkan untuk mengenal komponen-komponen seluler penyusun kayu untuk mempelajari tentang struktur kayu dan tekstur kayu. Struktur kayu mempelajari tentang keberadaan, posisi dan konfigurasi komponen sel-sel penyusun kayu yang membentuk lingkaran pertumbuhan, kayu awal-kayu akhir, kayu gubal-kayu teras. Komponen sel-sel penyusun kayu meliputi serabut, trakeid, pembuluh, jari-jari, parenkim, dan saluran damar. Tekstur kayu mempelajari secara makro tentang dimensi ukuran komponen sel-sel penyusun kayu, sehingga dikenal kayu bertekstur halus, sedang dan kasar (Soenardi, 1977).

II. METODOLOGI

Obyek penelitian adalah Bangunan M di dalam kompleks Fort Rotterdam, khususnya kayu-kayu sebagai komponen penyusun struktur bangunan tersebut. Kayu sebagai komponen penyusun struktur terutama berfungsi sebagai balok membujur, balok melintang dan papan lantai.

Metode penelitian secara garis besar terdiri atas dua tahap pengamatan, yaitu pengamatan secara *in-situ* dan *ex-situ*. Pengamatan secara *in-situ* dilakukan terhadap sortimen kayu yang digunakan sebagai komponen struktur Bangunan M yang berada di dalam kompleks Fort Rotterdam. Pengamatan ini dimaksudkan untuk menemukan komponen struktur bangunan yang mengalami kerusakan relatif berat, sehingga memerlukan tindakan konservasi dan pemugaran kayu. Di dalam pengamatan *in-situ*, ditemukan tiga jenis komponen penyusun struktur yang mengalami kerusakan relatif berat. Ketiga komponen tersebut meliputi balok membujur, balok melintang dan papan lantai. Balok membujur dan balok melintang mengalami kerusakan karena diserang oleh rayap tanah, sedangkan papan lantai mengalami proses pelapukan.

Sementara itu, proses pengamatan secara *ex-situ* dilakukan dalam dua langkah. Pertama, proses pencuplikan untuk mengambil sampel kayu dari masing-masing komponen yang mengalami degradasi tersebut. Kedua, melakukan identifikasi jenis kayu. Proses identifikasi dilakukan di Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta. Pencuplikan untuk mengambil sampel

kayu dilakukan dengan menggunakan beberapa peralatan. Peralatan itu meliputi: gergaji potong, tatah, parang, pukul besi, kantong plastik, dan kertas label

Metode penelitian dalam rangka mengidentifikasi jenis kayu dilakukan dengan prosedur sebagai berikut.

1. Setiap sampel kayu diberi kode dengan model kodifikasi tertentu. Sampel-sampel ini diiris dengan menggunakan mikrotom untuk mendapatkan penampang transversal (penampang melintang). Penampang transversal dipotret secara mikroskopis dengan menggunakan mikroskop Olympus BX-51. Gambar yang dihasilkannya diamati komponen struktur mikroskopis. Komponen struktur kayu meliputi keberadaan lingkaran tahun, persebaran dan susunan pembuluh, bentuk dan pola jaringan parenkim, keberadaan saluran damar dan tekstur kayu. Di samping itu, juga diamati ukuran jari-jari dan arah serat pada penampang tangensial
2. Berdasarkan deskripsi struktur makroskopis kayu, dilakukan proses identifikasi untuk menentukan jenis kayu.
3. Mengkonfirmasi hasil identifikasi dengan membandingkannya dengan jenis-jenis kayu yang tersaji di dalam berbagai sumber pustaka. Langkah ini dilakukan untuk menjamin dan memastikan kebenarannya.

Secara keseluruhan, penelitian ini memerlukan waktu 14 hari. Aktivitas penelitian selama durasi waktu tersebut terbagi dua bagian. Pertama, aktivitas pengamatan dan pengambilan contoh uji selama 8 hari. Kedua, Identifikasi kayu selama 6 hari.

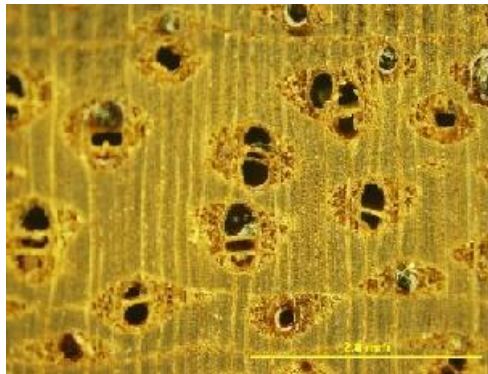
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Kodifikasi

Kodifikasi diberikan dengan menggunakan huruf M sebagai kode utama dan angka romawi sebagai kode predikat. Karena terdapat tiga sampel kayu, maka angka 1, 2 dan 3 digunakan sebagai kode predikat. Dengan demikian, maka disajikan kode M1, M2 dan M3 yang secara berurutan diperuntukkan bagi kodifikasi sample kayu sebagai balok membujur, sampel balok melintang dan sampel papan lantai.

Hasil Penelitian terhadap Sampel M1

Untuk mengidentifikasi kayu, berikut disajikan foto mikroskopis penampang melintang sampel kayu M1 yang disajikan pada Gambar 1 berikut:



Gambar 1. Penampang Melintang M1.

Hasil pengamatan ciri-ciri struktur kayu terhadap contoh uji berkode M1 dapat didiskripsikan sebagai berikut:

- a. Lingkaran tahun tampak jelas. Ada tiga penyebab kenampakan lingkaran tahun ini, yaitu, (1) adanya parenkim terminal, dan (2) susunan pembuluh dalam susunan tata lingkaran semu.
- b. Pembuluh berpenyebaran ganda radial 2-3, meskipun ada juga yang tunggal. Pembuluh tersusun di dalam susunan pori tata baur.
- c. Parenkim bertipe paratrakheal (parenkim yang bersinggungan dengan pembuluh) dan apotrakheal (parenkim yang tidak berhubungan dengan pembuluh). Parenkim paratrakheal meliputi parenkim vasisentrik (yaitu parenkim yang menyelubungi secara penuh atau lengkap terhadap pembuluh), parenkim

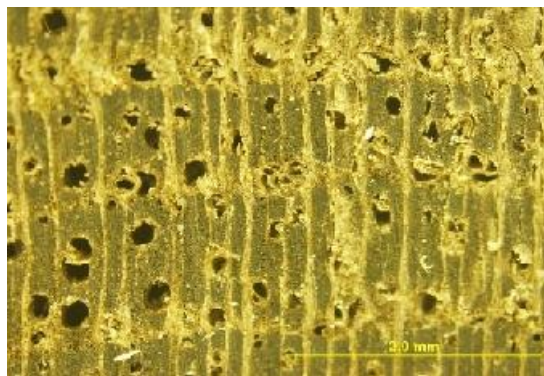
aliform (yaitu parenkim yang menyelubungi secara penuh terhadap pembuluh dan parenkim ini membentuk sayap pada kedua sisi tangensialnya) dan parenkim konfluen (yaitu parenkim yang menyelubungi secara penuh terhadap pembuluh, membentuk sayap pada kedua sisinya, serta sayap ini berhubungan dengan sayap parenkim pada pembuluh lain yang berada sisi tangensialnya). Di samping itu, juga terdapat parenkim apotrakheal berupa parenkim bentuk pita kecil. yang berukuran panjang.

- d. Jari-jari pada penampang (x) dan (t) tampak oleh mata sebagai jari-jari yang homogen, meskipun ada juga jari-jari dengan ukuran yang lebih besar dan bukan pula jari-jari bertingkat.
- e. Kayu ini memiliki tekstur kayu yang kasar.
- f. Serat pada kayu ini memiliki arah serat yang lurus.
- g. Saluran damar tidak terdapat pada sampel kayu ini.

Berdasarkan diskripsi ciri-ciri struktur kayu tersebut, maka dapat ditelusuri dan disimpulkan bahwa contoh-uji kayu ini merupakan kayu merbau. Kesimpulan ini diperkuat oleh kesesuaian foto makroskopis penampang melintang contoh uji tersebut dengan foto makroskopis penampang melintang yang terdapat pada Gambar nomor 612 pada buku *Atlas of Hardwood* (Ilic, 1991). Gambar bernomor 612 ini menunjuk *Instia bijuga*, yang merupakan nama ilmiah bagi merbau. Dengan demikian, kayu yang berfungsi sebagai balok melintang ini adalah kayu merbau. Nama lokal di wilayah Sulawesi bagi kayu ini adalah bayam (Martawijaya dkk, 1989)

Hasil Penelitian terhadap Sampel M2

Untuk mengidentifikasi kayu sample M2, disajikan foto mikroskopis penampang melintang sampel kayu pada Gambar 2 berikut:



Gambar 2. Penampang Melintang M2.

Hasil pengamatan ciri-ciri struktur kayu terhadap contoh uji berkode M2 dapat didiskripsikan sebagai berikut.

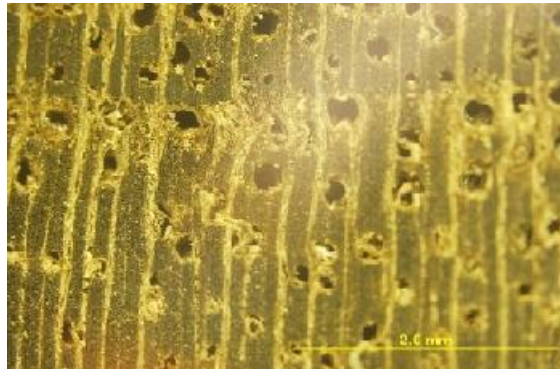
- a. Lingkaran tahun tampak jelas. Ada tiga penyebab kenampakan lingkaran tahun ini, yaitu, (1) adanya parenkim terminal, dan (2) susunan pembuluh dalam susunan tata lingkaran semu.
- b. Pembuluh berpenyebaran tunggal. Pembuluh tersusun di dalam susunan pori tata lingkaran semu. Pembuluh sebagian besar berisi endapan putih kapur.
- c. Parenkim bertipe paratrakheal (parenkim yang bersinggungan dengan pembuluh) dan apotrakheal (parenkim yang tidak berhubungan dengan pembuluh) terdapat pada kayu ini. Parenkim paratrekheal meliputi parenkim vasisentrik (yaitu parenkim yang menyelubungi secara penuh atau lengkap terhadap pembuluh) dan parenkim abaksial (yaitu parenkim yang menyelubungi sebagian saja terhadap pembuluh, sehingga parenkim ini secara tidak penuh atau tidak lengkap terhadap pembuluh). Di samping itu, juga terdapat parenkim apotrakheal berupa parenkim inisial (yaitu parenkim yang berada pada bagian awal dari kayu-awal) dan parenkim tangensial bentuk pita yang berukuran pendek, meskipun ada pula parenkim bentuk pita tangensial yang berukuran agak panjang.
- d. Jari-jari pada penampang (x) dan (t) tampak oleh mata sebagai jari-jari yang homogen, hanya memiliki satu ukuran saja, sehingga bukan merupakan jari-jari dengan dua macam ukuran dan bukan pula jari-jari bertingkat.
- e. Kayu ini memiliki tekstur kayu yang sedang dan agak kasar.
- f. Serat pada kayu ini memiliki arah serat yang lurus.

g. Saluran damar tidak terdapat pada sampel kayu ini.

Berdasarkan diskripsi ciri-ciri struktur kayu tersebut di atas, maka dapat ditelusuri dan disimpulkan bahwa contoh-uji kayu ini merupakan jenis kayu jati. Kesimpulan ini diperkuat oleh kesesuaian foto mikroskopis penampang melintang contoh uji tersebut dengan foto makroskopis penampang melintang yang terdapat pada Gambar nomor 1271 buku *Atlas of Hardwood* (Ilic, 1991). Gambar bernomor 1271 ini menunjuk *Tectona grandis*, yang merupakan nama ilmiah bagi jati. Dengan demikian, kayu yang berfungsi sebagai balok melintang ini adalah kayu jati.

Hasil Penelitian terhadap Sampel M3

Untuk mengidentifikasi kayu sample M3, disajikan foto mikroskopis penampang melintang sampel kayu pada Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Penampang Melintang M3

Hasil pengamatan ciri-ciri struktur kayu terhadap contoh uji berkode M3 ternyata juga memiliki ciri struktur kayu yang sama, sebagaimana didiskripsikan sebagai ciri-ciri struktur kayu pada contoh uji berkode M2. Dengan demikian, kayu yang berfungsi sebagai papan dinding ini juga merupakan kayu jati.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menyimpulkan tiga hal. Pertama, sampel yang diambil dari komponen balok pertama (balok membujur) adalah kayu merbau (*Instia bijuga* O. Ktze). Kedua, sampel yang diambil dari komponen balok kedua (balok melintang) adalah kayu Jati (*Tectona grandis* Linn). Ketiga, sampel ketiga yang diambil dari komponen papan lantai adalah juga kayu Jati (*Tectona grandis* Linn).

DAFTAR PUSTAKA

- Akbar, A, 2010. Arkeologi Masa Kini. Alqaprint Jatinangor. Balai Arkeologi Bandung. Bandung.
- Ilic, J. 1991. CSIRO Atlas of Hardwood. Crawford House Press. Melbourne. Australia.
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Mandang, Y.I., Prawira, Kadir, K., 1989. Atlas Kayu Indonesia. Jilid II. Lembaga Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan. Bogor.
- Presiden Republik Indonesia, 2010. Undang-undang Republik Indonesia Nomor 11 tahun 2010 tentang Cagar Budaya. Lembaran Negara Republik Indonesia.
- Sastro-atmojo, S. 2007. Benteng Ujung Pandang. Sumber <http://uun-halimah.blogspot.com/2007/11/benteng-ujung-pandang.html>. Diunduh pada 19 Agustus 2012.
- Soenardi, 1977. Ilmu Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

SIFAT FISIKA MEKANIKA DAN POTENSI KAYU HITAM (*Diospyros pilosanthera* Blanco) DI CAGAR ALAM TANGKOKO, SULAWESI UTARA

Ady Suryawan, Anita Mayasari dan Julianus Kinho

Balai Penelitian Kehutanan Manado
Jl. Raya Adipura, Kima Atas, Mapanget, Manado; suryawanbioconserv@gmail.com

ABSTRAK

Potensi kayu hitam (*Diospyros pilosanthera* Blanco) cukup tinggi karena memiliki fenotip berdiameter mencapai 1 meter lebih, tinggi bebas cabang mencapai 20 meter, termasuk pohon dominan di Cagar Alam Tangkoko terbukti dari nilai INP diurutkan ke empat tertinggi serta permudaan alamnya cukup banyak. Informasi mengenai sifat fisika dan mekanika kayu hitam jenis ini masing sangat terbatas. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui sifat fisika mekanika kayu hitam di Cagar Alam Tangkoko agar nantinya dapat dikembangkan sebagai kayu pertukangan. Metode penelitian menggunakan ASTM D.143-94. Hasil penelitian sifat fisika menunjukkan bahwa berat jenis 0,628, kadar air segar 42,37 dan kadar air kering udara 11,98% dan besar penyusutan kondisi segar ke kering udara 3,02% dan penyusutan kondisi segar ke kering tanur 4,75%. Sifat mekanika yang didapatkan antara lain MOR 1.025,57 kg/cm², MOE 132,23 x 10³ kg/cm², tegangan batas proporsi 842,53 kg/cm², kekuatan sejajar serat 446,02 kg/cm², keteguhan tekan tegak lurus serat 255,59 kg/cm², keteguhan sejajar serat 130,75 kg/cm². Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kayu hitam termasuk dalam kelas kuat kayu II berpotensi sebagai bahan konstruksi, parquet, kusen, plywood (face) perkakas dan berbagai tipe furniture baik dalam ruangan maupun luar ruangan.

Kata kunci: Fisika, mekanika, kayu, *Diospyros*, eboni

I. PENDAHULUAN

Kayu hitam *D. pilosanthera* memiliki persebaran yang cukup luas. Menurut Alrasyid (2002) persebarannya meliputi Sulawesi (Minahasa, Gorontalo, Banggai, Muna, Bolaang Mongondow, Gorontalo, Kalimantan (Kutai, Bulungan, Berau, Tarakan, Tidung), Maluku (Morotai, Buru, Tanibar, Halmahera) dan Irian Jaya. Jenis ini merupakan jenis eboni dengan daerah persebaran terluas selain eboni jenis *Diospyros ferra*, *Diospyros macrophylla* dan *Diospyros rumphii*.

Cagar Alam Tangkoko ditetapkan sejak tahun 1919 dengan luas 4.446 ha. Menurut Suryawan dkk, (2012), Cagar Alam Tangkoko memiliki keanekaragaman jenis kayu paling sedikit 147 jenis yang tergolong dalam 102 marga dan 47 suku. Lebih jelas menurut Kinho dkk. (2010), lima jenis kayu dominan yaitu *Cananga odorata* Hook. f. et Th. memiliki INP mencapai 40,36%, *Alstonia scholaris* R. Br. memiliki INP 17,49%, *Drypetes neglecta* memiliki INP 17,11%, *D. pilosanthera* Blanco memiliki INP 9,91% dan *Buchanania arborescens* Bl. dengan INP sebesar 9,68% dan memiliki fenotip yang bagus karena diameter dapat mencapai di atas 1 meter dan tinggi bebas cabang lebih dari 20 meter. Data Kinho dkk. (2010) menunjukkan rata-rata permudaan setiap pohon induk *D. pilosanthera* mencapai 437 anakan berkisar antara 50–2000 anakan setiap pohon.

Pemanfaatan kayu hitam Sulawesi yang sangat terkenal adalah jenis *Diospyros celebica*, sedangkan kayu hitam jenis khususnya *D. pilosanthera* Bl. belum banyak pemanfaatannya. Informasi sifat-sifat dasarnya kayu jenis ini masih sangat minim sehingga jenis ini jarang dimanfaatkan. Menurut Idris dkk. (2008), sifat dasar fisika mekanika sangat berperan penting dalam menentukan kesesuaian jenis kayu terhadap produk olahan kayu dalam industri pengolahan. Selain itu dengan mengetahui sifatnya maka resiko kerusakan selama pengolahan, penyimpanan, pengiriman dan pemakaian dapat dihindari sehingga dapat meningkatkan efisiensi bahan baku kayu. Pengujian sifat fisika dan mekanika kayu merupakan pengujian destruktif sehingga untuk meminimalisir penggunaan kayu maka pengujian menggunakan metode ASTM D. 143-94.

Penelitian ini bertujuan mengetahui sifat fisika dan mekanika kayu hitam jenis *D. pilosanthera* dari Cagar Alam Tangkoko.

II. METODOLOGI

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan adalah kayu eboni (*D. pilosanthera* Bl.) yang telah tumbang namun masih segar yang ada di Cagar Alam Tangkoko. Sampel yang digunakan memiliki diameter 35 cm (dbh), tinggi total 23 m dan batas cabang pertama 15 meter, yang berdasarkan lingkaran tahun maka diperkirakan berumur 21 tahun. Pengambilan sampel dilakukan pada bagian batang bawah, tengah dan atas pada bulan Agustus 2011. Ciri-ciri kayu berwarna terang terdapat garis-garis hitam, keras. Pengambilan sampel dari pohon ini dilakukan karena pada kawasan konservasi tidak boleh dilakukan kegiatan yang mempengaruhi struktur sedangkan kelimpahan di luar konservasi belum dijumpai dan sangat sulit untuk ditemukan.

Alat-alat yang digunakan gergaji belah, gergaji potong, pembuatan sampel uji dan pengujian sifat fisika dilakukan di Laboratorium Fisika dan Mekanika Kayu Fakultas Kehutanan UGM sedangkan sifat mekanika dilakukan di Lab. Mekanika Fakultas Teknik UGM, Yogyakarta.

Analisis Data

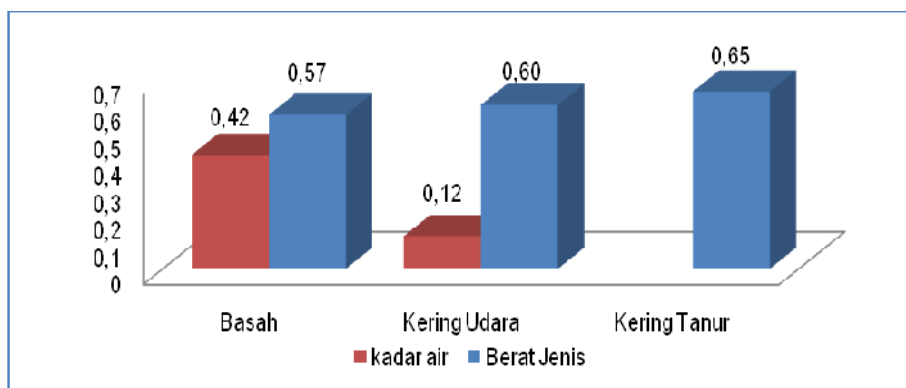
Data hasil pengujian sifat fisis dan mekanis ditabulasi dan dianalisis, dihitung nilai rata-rata, simpangan baku, nilai minimum dan maksimum serta dibandingkan dengan hasil pengujian serupa sesuai dengan yang standar ada.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Sifat Fisika

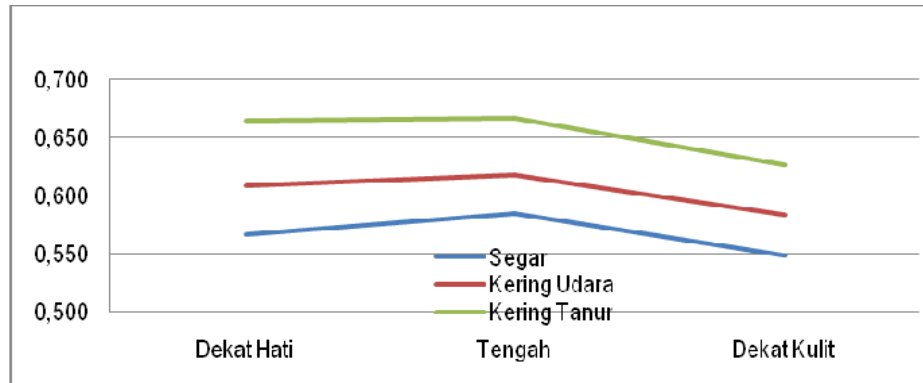
Jenis kayu eboni yang diujikan merupakan kayu tumbang yang belum lama sehingga akan mempengaruhi kadar air basahnya, sehingga kadar air basah yang didapat bukanlah kadar air segar sebenarnya. Penyebab tumbang diduga disebabkan oleh adanya angin karena akar tercabut. Kondisi tapak berada pada kelerengan yang landai.

Sampel kayu memiliki warna putih bergaris-garis hitam seperti zat ekstraktif. Garis tersebut seperti ornament bebas, sehingga memberi warna yang unik. Bau dari kayu eboni tidak memiliki karakter yang spesifik. Serat kayu relatif lurus, sehingga menimbulkan kilap. Tekstur halus, kesan raba halus, kayu keras dan berat. Hasil pengujian sifat fisika kadar air dan berat jenis disajikan pada Gambar 1.



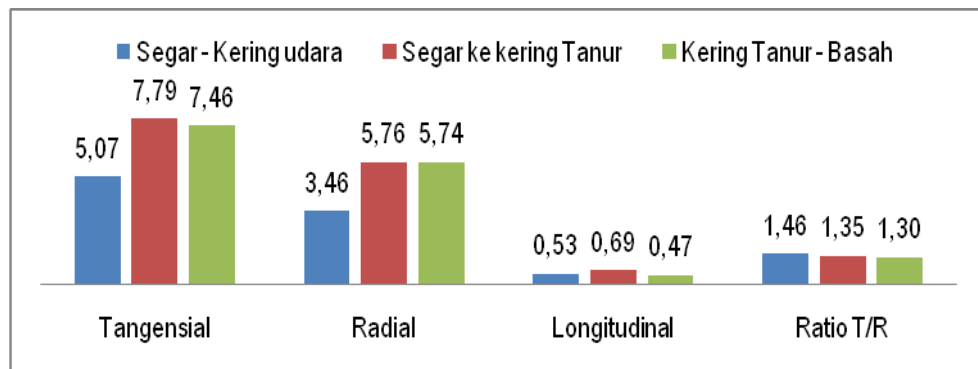
Gambar 1. Kadar air dan berat jenis kayu pada beberapa kondisi.

Hasil pengujian kadar air basah berkisar 11,65% pada daerah sekitar kulit hingga 60,47% pada daerah dekat empulur, sehingga kadar air rata-rata pada saat basah menjadi kecil. Hasil pengujian berat jenis *D. pilosanthera* saat kering tanur berkisar antara 0,627-0,667. Sampel yang diuji menunjukkan bahwa pada daerah tengah kayu memiliki berat jenis lebih tinggi daripada daerah empulur dan kulit, lebih jelas dapat dilihat pada Gambar 2. Menurut Den Berger (1923) dalam Idris (2008), nilai berat jenis ini diklasifikasikan ke dalam golongan kelas kuat II karena berada pada kisaran 0,6-0,9.



Gambar 2. Berat jenis dari dekat hati ke kulit

Nilai perubahan dimensi dan rasio dilakukan pengukuran pada tiga kondisi yaitu pada saat segar, kering udara dan kering tanur. Hasil penghitungan disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Perubahan dimensi dan ratio t/r pada tiga kondisi.

Ratio T/R pada ketiga perubahan kondisi memiliki angka di bawah 2. Menurut Sasmuko (2010), karakter rasio <2 menunjukkan bahwa kayu tersebut relatif mudah diolah baik dalam proses pengeringan maupun proses pemesinannya selain itu menunjukkan bahwa stabilitas dimensi relatif stabil. Lebih jelas menurut Kasmudjo (2010), kisaran nilai rasio T/R 1,30–1,49 merupakan kayu stabil, mudah dikerjakan dengan hasil finishing memadai dan mempunyai peluang cukup baik sebagai bahan mebel dan kerajinan.

b. Sifat Mekanika

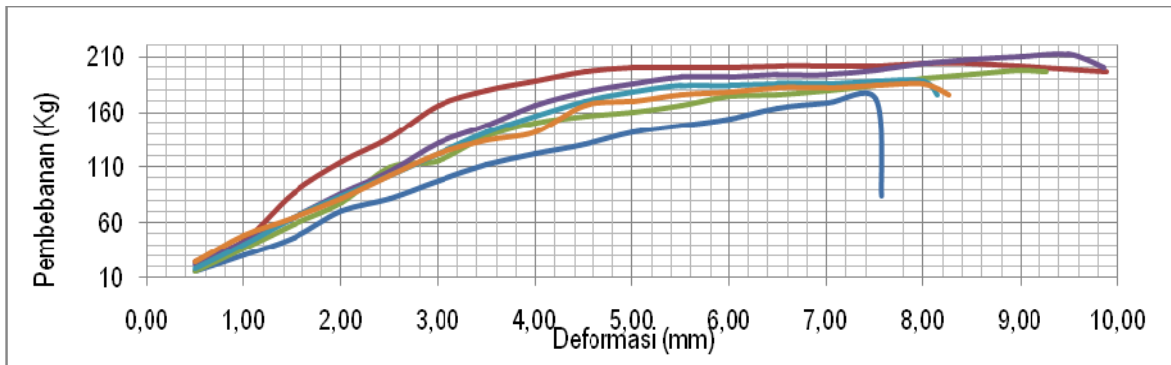
Sifat mekanika merupakan salah satu sifat penting yang harus diketahui dalam pengolahan hasil hutan kayu. Menurut Idris (2008), sifat mekanis merupakan keteguhan atau kekuatan kayu dalam menahan beban diperoleh dari hasil pengujian dengan menggunakan contoh uji. Hasil pengujian sifat-sifat mekanika yang dapat dilakukan pada sampel yang didapat meliputi 1) Keteguhan lengkung statik, 2) Keteguhan Tekan sejajar serat, 3) Keteguhan tekan tegak lurus serat, 4) Keteguhan geser sejajar serat.

Tabel 1. Rata-rata nilai keteguhan lengkung statik

Keteguhan Lengkung Statik	MoE ($\times 10^3$ kg/cm ²)	MOR (kg/cm ²)	Tegangan Batas Proporsi (kg/cm ²)
Dekat Hati	121,17	1.026,62	834,37
Tengah	131,08	1.034,41	955,51
Dekat kulit	144,44	1.015,69	737,71
Rata-rata	132,23	1.025,57	842,53

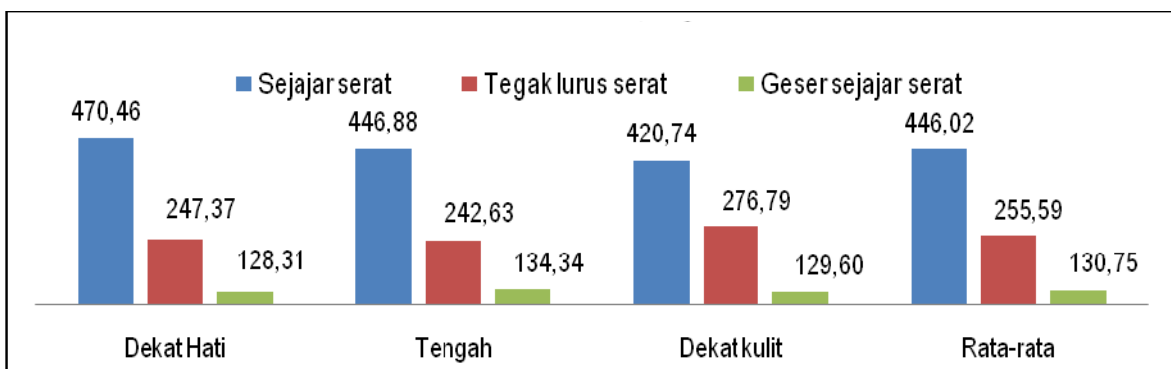
Berdasarkan Tabel 1 di atas, rata-rata nilai MOR (modulus of repture) menurut Den Berger (1923) dalam Idris (2008) tergolong dalam kelompok kayu dengan kelas kuat II yaitu berkisar antara 725–1.100

kg/cm², sedangkan berdasarkan nilai tegangan batas proporsi dikelompokkan dalam kelas kuat I karena lebih dari 650 kg/cm². Lebih jelas untuk melihat kekuatan kayu terhadap pembebanan dapat dilihat Gambar 4.



Gambar 4. Grafik deformasi kayu beberapa sampel saat uji lengkung statis

Berdasarkan Gambar 4 diatas, pada saat beban mencapai tegangan pada batas proporsi, grafik semua sampel yang diuji hanya 1 yang menunjukkan terjadinya grafik menurun drastis. Hal ini dapat diketahui bahwa kayu ini memiliki keuletan yang tinggi karena deformasi terjadi tidak terlalu signifikan. Grafik yang mengalami penurunan drastis terjadi pada sampel yang paling dekat dengan hati. Kayu dekat empulur/hati merupakan kayu yang mengalami perubahan berat jenis atau sering disebut kayu juvenile, sehingga kekuatannya masih relatif belum stabil.



Gambar 5. Rerata keteguhan tekan pada beberapa posisi horizontal

Hasil pengujian pada Gambar 5 menunjukkan bahwa keteguhan sejajar serat memiliki nilai paling tinggi kemudian disusul tegak lurus dan geser. Hal ini menunjukkan bahwa kayu *D. pilosanthera* memiliki kekuatan terbaik saat menahan beban sejajar serat seperti untuk tiang. Nilai kekuatan ini hampir mencapai dua kali lipat dari kekuatan menahan beban secara tegak lurus dan dibanding pada keteguhan geser, nilai sejajar serat hampir mencapai empat kali lipatnya.

c. Kualitas Kayu *D. pilosanthera* Bakh dibanding dengan *Diospyros celebica* Bakh dan kayu sekelasnya

Dunia perdagangan eboni yang selama ini kita kenal adalah kayu dari famili Ebenaceae dengan species *Diospyros celebica*. Jenis ini endemik Sulawesi dan merupakan jenis eboni paling sempit daerah persebarannya yaitu tersebar di daerah Parigi, Poso, Donggala, Maros, Maluku dan Mamuju (Alrasyid, 2002). Jenis *D. celebica* tumbuh baik pada ketinggian kurang dari 400 mdpl dan berada pada punggung-punggung bukit. Jenis ini merupakan kayu mewah kebanggaan Indonesia dan diekport dengan harga yang tinggi. Puncak volume ekspor selama kurun waktu 1969 sampai 1982 menurut Sanusi (2002) mencapai 114.341,678 m³, sehingga menyebabkan populasi eboni semakin terbatas. Oleh karena itu, sekarang dilindungi oleh pemerintah daerah setempat dan pernah diusulkan untuk masuk dalam Appendix II CITES.

Perbandingan sifat fisika–mekanika pada Tabel 2 di bawah ini akan menunjukkan bahwa kayu *D. pilosanthera* memiliki potensi yang baik.

Tabel 2. Perbandingan sifat fisika mekanika kayu eboni *D. pilosanthera* dan *D. celebica* Bakh (Martawijaya et al., 2005)

No.	Sifat/karakteristik	<i>D. celebica</i>	<i>D. pilosanthera</i>
Fisika			
1.	Berat Jenis	1,09 (1,01–1,27)	0,628 (0,57–0,65)
2.	Penyusutan T/R	1,25%	3,27%
Mekanika			
3.	Keteguhan lentur pada batas proporsi (kg/cm ²)	b 633 / k 786	842,53 (737,71– 955,51)
4.	<i>Modulus of Rapture</i> (kg/cm ²)	b 921 / k 1.130	1.025,57 (1.015,69–1.034,41)
5.	<i>Modulus of Elasticity</i> (1000 kg/cm ²)	b 134 / k 150	132,23 (121,17–144,44)
6.	Keteguhan sejajar serat (kg/cm ²)	b 435 / k 614	446,02 (420,79– 470,46)
7.	Keteguhan tegak lurus serat (kg/cm ²)	b 44,3 / k 72,6 (Radial) b 46,8 / k 56,9 (Tangensial)	255,59 (242,63– 276,79)
8.	Keteguhan geser sejajar serat (kg/cm ²)	b 84,9 / k 57,7 (Radial) b 100,4 / k 64,6 (Tangensial)	130,75 (128,31–134,34)

Berdasarkan data Tabel 2, nampak bahwa berat jenis *D. pilosanthera* jauh di bawah *D. celebica*. Berat jenis merupakan indikator utama dalam menentukan kelas kuat suatu kayu. Menurut Suryawan (2009), berat jenis berbanding terbalik dengan kecepatan pertumbuhan, semakin cepat pertumbuhan akan menyebabkan penurunan berat jenis. Berdasarkan berat jenis tersebut dapat diketahui bahwa *D. pilosanthera* memiliki riap pertumbuhan yang lebih tinggi, sehingga berat jenis hasil pembentukannya rendah. Tinggi berat jenis akan berpengaruh terhadap keawetan kayu terhadap deteriorasi kayu, umur pakai dan proses pengerjaan kayu. Semakin tinggi berat jenis, maka kualitas hasil pemrosesan seperti pembentukan, pemboran, penyerutan, pembubutan, pengampelasan akan semakin tinggi. Namun berat jenis mempengaruhi energi yang digunakan dalam pengerjaan, semakin tinggi berat jenis akan menyebabkan energi yang dibutuhkan untuk suatu jenis pengerjaan semakin tinggi. Berat jenis kayu juga berpengaruh terhadap proses perpindahan (pengiriman, pengangkutan)

Pada sifat mekanika, keteguhan lentur pada batas proporsi, MOR dan MOE kedua jenis menunjukkan nilai yang relatif mendekati. Nilai keteguhan pada batas proporsi *D. pilosanthera* lebih besar daripada *D. celebica*, sedangkan MOR dan MOE memiliki nilai di bawahnya namun masih kisaran nilainya masih saling bersinggungan. Hal ini menunjukkan bahwa *D. pilosanthera* juga memiliki keteguhan cukup tinggi terhadap tekanan.

Dibandingkan dengan jenis kayu sekelasnya (kelas kuat II) seperti kayu jati (*Tectona grandis*) menurut Martawijaya (1981) memiliki keteguhan pada batas proporsi mencapai 718 (kg/cm²), MOR 1.031 (kg/cm²) dan MOE 127,7 (1.000kg/cm²), maka kayu *D. pilosanthera* memiliki keunggulan pada sifat keteguhan pada batas proporsi dan MOE-nya. Berdasarkan berat jenisnya, jati lebih tinggi yaitu 0,677 (0,62–0,75) sedangkan *D. pilosanthera* hanya 0,628. Perbandingan ini menunjukkan bahwa *D. pilosanthera* merupakan kayu yang baik berdasar sifat mekanika dan pertumbuhannya diduga lebih cepat daripada jati maupun *D. celebica*.

Pemanfaatan kayu eboni (*D. celebica*) adalah sebagai kayu istimewa sehingga banyak dimanfaatkan sebagai *face* (plywood), mebel kelas mewah, alat music (biola, gitar), bahan konstruksi dan bahan yang membutuhkan kekuatan tinggi seperti kapal (Sumiasri dan Setyowati, 2006). Sedangkan jati menurut Martawijaya (1981) dapat digunakan sebagai bahan konstruksi seperti tiang, gelagar, rangka atap, kusen, jendela, pintu, gelagar, kayu perkakas, bantalan rel kereta, mebel, kapal dan berbagai peralatan yang membutuhkan deformasi yang kecil. Melihat potensi kedua jenis kayu tersebut, *D. pilosanthera* diduga dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi, *parquet*, plywood (*face*), perkakakas dan berbagai tipe mebel baik *indoor* maupun *outdoor*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasar berat jenis kayu 0,628 dan keteguhan lentur maksimum (MOR) 1.025,57 kg/cm², maka *D. pilosanthera* merupakan kayu dengan kelas kuat II. Penyusutan rasio T/R ke kering tanur mencapai 4,75%, kadar air kering udara 11.98. Sifat mekanika yang didapatkan yaitu MOE 132,23 x 10³ kg/cm², tegangan

batas proporsi 842,53 kg/cm², kekuatan sejajar serat 446,02 kg/cm², keteguhan tekan tegak lurus serat 255,59 kg/cm², keteguhan sejajar serat 130,75 kg/cm². Kayu hitam (*D. pilosanthera* Bl.) memiliki sifat fisika mekanika yang baik dan berpotensi sebagai bahan kontruksi, parquet, kusen, plywood (face) perkakas dan berbagai tipe furniture baik dalam ruangan maupun luar ruangan. Potensi *D. pilosanthera* yang baik ini perlu adanya kajian terhadap kualitas kayu olahannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Alrasyid, H. 2002. *Kajian Budidaya Pohon Eboni*. Berita Bilogi Volume 6, Nomor 2. Halaman 219-225. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi-LIPI. Bogor.
- Idris, M.M., dkk. 2008. *Atlas Hand Book 4st*. Puslitbang Hasil Hutan. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Kasmudjo. 2010. *Peluang Kayu Mindi, Pinus Dan Trembesi Sebagai Bahan Mebel Dan Kerajinan*. Prosiding Mapeki 13 : 182 – 192. Bali.
- Kinho, J., Suryawan, A., Mayasari, A. Halawane, J.E., dan Lekitoo, K. 2010. *Dinamika Populasi Kajian Habitat dan Populasi Jenis-Jenis Eboni (Diospyros spp.) Pada Kawasan Konservasi Di CA.. Tangkoko, TN. Bogani Nani Wartabone dan TN. Aketajawe Lolobata*. Laporan Hasil Penelitian Balai Penelitian Kehutanan Manado, Manado.
- Sasmuko, S.A., 2010. *Karakteristik Kayu Lokal Untuk Rumah Woloan di Propinsi Sulawesi Utara*. Balai Penelitian Kehutanan Mataram.
- Sumiasri, N. dan Setyowati, N. 2006. *Pengaruh Beberapa Media pada Pertumbuhan Bibit Eboni (Diospyros celebica Bakh) melalui Perbanyakan Biji*. Biodiversitas. Vol. 7 Nomor 3: 260-263. Bogor
- Suryawan, A. 2009. *Pengaruh Durasi Pemakaian Pisau dan Tempat Tumbuh Terhadap Kualitas Pemesinan Kayu Jati (Tectona grandis) di KBMIK Cepu*. Skripsi. UGM. Yogyakarta (tidak dipublikasikan).
- Suryawan, A., Mayasari, A. dan Kinho, J. 2012. *Potensi Dan Strategi Pengelolaan Sumber Plasma Nutfah Jenis-Jenis Pohon Di Cagar Alam Tangkoko*. Makalah Ekspos Balai Penelitian Kehutana Manado. Manado.

PENGARUH LOKASI ASAL TERHADAP KUALITAS BEBERAPA JENIS BAMBU UNTUK BAHAN MEBEL DAN KERAJINAN

Kasmudjo dan Titis Budi Widowati

Staf Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM

ABSTRAK

Jenis bambu sangat banyak dan tumbuhnya pada beberapa lokasi termasuk mudah, pemanfaatannya lebih dari 60 macam, misalnya untuk konstruksi, mebel dan kerajinan, peralatan rumah tangga, barang kemasan bahkan waktu masih berupa pohon fungsi penahan erosi termasuk sangat baik. Untuk tujuan produk mebel dan kerajinan dapat digunakan bambu apus atau tali, hitam atau wulung, petung, ori dan sebagainya. Karena perbedaan lokasi asal yang menyebabkan pertumbuhan bambu yang berbeda, maka kualitas produk yang dihasilkan sangat mungkin juga berbeda. Pengaruh kualitas tanah atau kesuburan, curah hujan, intensitas sinar matahari (yang membantu fotosintesis) dapat menyebabkan pertumbuhan bambu yang berbeda. Bambu ori, hitam dan petung yang tumbuh di 2 (dua) lokasi (Turi 500 m dpl dan Mlati 175 m dpl) yang diteliti diperoleh informasi : kadar air (keing udara) relatif sama, berat jenisnya sedikit berbeda, keteguhan rekatnya baik, kekerasannya cukup, penyusutannya rendah, pengerjaannya mudah dan sangat baik dengan hasil finishing lebih dari 65% baik. Jenis bambu wulung atau hitam dan petung sifat-sifat kualitasnya hampir sama baik, sedangkan bambu ori sedikit agak kurang baik. Bambu yang diteliti dari dua lokasi yang berbeda (hampir) tidak berbeda nyata kualitasnya untuk bahan mebel dan kerajinan.

Kata kunci: Lokasi asal, jenis bambu, mebel dan kerajinan, sifat-sifat kualitas

I. PENDAHULUAN

Bambu merupakan tanaman berumpun maupun tidak dan dimasukkan kedalam famili Gramineae. Di Indonesia ada 37 jenis yang sudah diketahui dan berasal dari 9 marga (Sutiyono dkk., 1992) namun hanya sekitar 13 jenis saja yang sering ditanam oleh masyarakat Jawa terutama yang termasuk dalam marga *Gigantochloa*, *Dendrocalamus* dan *Bambusa* (Verhoef, 1957; Sulthoni, 1994).

Pertumbuhan bambu dapat dipengaruhi oleh faktor lokasi tempat tumbuh dan jenis bambu. Faktor lokasi antara lain: jenis tanah, ketinggian, dan iklim. Bambu dapat tumbuh pada berbagai jenis tanah. Sutiyono, dkk. (1992) mengatakan bahwa berbagai keadaan tanah dapat ditumbuhi bambu mulai dari tanah berat sampai ringan, tanah kering sampai becek, dan dari tanah subur sampai kurang subur. Bambu di Jawa dapat dijumpai pada ketinggian 0–700 mdpl (Verhoef, 1957). Daerah Istimewa Yogyakarta (DIY) merupakan salah satu daerah yang banyak ditumbuhi bambu. Hasil studi tim Fakultas Kehutanan UGM menunjukkan bahwa potensi bambu di DIY sebesar 2,9 juta batang/tahun (Sulthoni, 1994).

Kualitas suatu jenis bambu pada dasarnya merupakan kesesuaian dengan sifat-sifat kualitas yang berhubungan dengan kemungkinan penggunaannya. Hal ini juga berarti bahwa kualitas suatu jenis akan berkaitan dengan sifat-sifat bambu (Prawirohatmojo, 1976). Berdasarkan penelitian diketahui bahwa bambu wulung mempunyai berat jenis sebesar 0,62 dan kelas pengerjaan yang baik (Martawijaya dkk., 1976). Jenis bambu yang sering digunakan selain bambu wulung adalah bambu petung, apus, ori dan lain-lain. Kedua jenis bambu yang lain (ori dan petung) belum banyak diketahui informasi tentang sifat pengerjaannya dan lain-lain. Keanekaragaman jenis sangat penting karena setiap jenis mempunyai penampilan yang khas sehingga memperluas pilihan peminat. Pengetahuan sifat dasar kayu atau bambu yang terdiri atas sifat fisik, fisika, mekanika, sifat pengerjaan, sifat perekatan merupakan sifat kayu yang harus diketahui sebelum digunakan untuk mebel dan kerajinan. Sifat pengerjaan yang dimiliki oleh bambu paling penting untuk diketahui sebelum dimanfaatkan (Kasmudjo, 2001).

Berdasarkan faktor tersebut (lokasi tempat tumbuh dan jenis bambu), serta mengingat informasi tentang sifat pengerjaan bambu dan sifat-sifat lainnya yang masih kurang, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kualitas jenis bambu tersebut dan kesesuaiannya untuk bahan mebel dan kerajinan.

II. METODOLOGI

Bahan

Menggunakan 3 jenis bambu (wulung/hitam, petung, dan ori) dengan 2 lokasi yang berbeda (Tlogoadi, Mlati-Sleman pada ketinggian 175 mdpl dan Girikerto, Turi-Sleman pada ketinggian 500 mdpl). Umur bambu 3 tahun dengan diameter 8–12 cm dan panjang per batang pohon 3 m. Tiap jenis bambu per lokasi digunakan 1 batang bambu.

Alat

Bendo/pethel/sabit, gergaji tangan: untuk memotong bambu, meteran panjang 3 m, gergaji lingkaran (circlesaw) merk Craftsman (model no. 113 29931), kaliper digital merk Mitutoyo, oven merk Memmert, timbangan analitis merk Ohaus, loupe, moisture meter merk Protimeter, alat uji mekanika (kekerasan) Universal Testing Machine merk Baldwin, model 60 HVL, mesin dan peralatan bubut merk Craftsman, mesin pengampelas merk Emcostar (tipe Kma 34/2, peralatan bor model KTF 16A (made in Taiwan), mesin dan peralatan ketam etech tipe CT-150, mesin pres hidrolisis.

Cara Kerja

Tiga batang bambu ditebang dari tiap lokasi (3 jenis) dan dipotong (diambil) sepanjang 3 m dari pangkal batang. Sebagian bambu dibelah dan sebagian lagi tetap utuh lalu dikeringanginkan. Bambu utuh digunakan sebagai contoh uji pembubutan dan finishing, sedangkan bambu belah digunakan untuk contoh uji penggergajian, pengeboran, pengampelasan, pengetaman, sifat fisika dan sifat mekanika, perekatan dan finishing. Sifat Pengerjaan dilakukannya sesuai dengan pedoman ASTM D-1666-64 (Anonim, 1985), Sifat fisik sesuai dengan pedoman British Standard B. S. 373 (Anonim, 1957), Sifat Mekanika (kekerasan) sesuai dengan pedoman British Standard B.S. 373 (Anonim, 1957), Sifat uji sifat perekatan sesuai dengan Pedoman British Standard (Anonim, 1957), Sifat Finishing sesuai pedoman Anonim (1983) dan Kasmudjo (2004).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini kriteria yang diukur adalah sebagai berikut: kadar kering udara, berat jenis, Penyusutan: volumetrik, arah lebar, arah tebal, kekerasan, keteguhan rekat, pengerjaan: pemotongan, pengetaman, pengeboran, pembubutan, pengampelasan, finishing (dengan melamin): bentuk bulat (dengan kulit), bentuk belahan). Hasil-hasil penelitian dapat dilihat pada Tabel 1 sampai 5.

Sifat Fisika Bambu

Kadar air kering udara 3 jenis bambu dari 2 lokasi asal berkisar antara 9,07–13,31%. Perbedaan lokasi asal nilainya 11,29–11,43% sedangkan untuk 3 jenis bambu berturut-turut 12,45% (wulung/hitam), 10,885% (petung) dan 10,78% (ori) dengan rata-rata total 11,36%. Dari hasil analisis varian 2 faktor dan interaksinya terbukti tidak berbeda nyata. Berat jenis bambu berkisar 0,59–0,74 termasuk agak berat (diatas menengah). Berdasarkan perbedaan lokasi nilainya antara 0,64–0,67 atau hampir sama dan menurut jenisnya sebesar 0,675 (wulung), 0,63 (petung) dan ori 0,645 atau rata-rata total 0,66.

Penyusutan dalam penelitian ini meliputi penyusutan volumetrik, penyusutan arah tebal dan lebar. Penyusutan volumetrik, dengan berat jenis rata-rata 0,66 dan angka titik jenuh serat antara 24–27% diperoleh penyusutan volumetrik bambu antara 14,49–18,90% atau sedikit agak besar dengan rata-rata total 16,30%.

Berdasar perbedaan lokasi asal besarnya 15,91–16,70% dan berdasar jenis bambunya 15,565% (wulung), 16,945% (petung) serta 16,375% (ori) dengan rata-rata total 16,30%. Dengan analisis varian perbedaan lokasi asal dan jenis bambu serta interaksinya tidak memberikan perbedaan nyata. Penyusutan arah tebal, hasil penelitian yakni sebesar 0,56–0,81%. Berdasar perbedaan lokasi asal bambu semua nilainya 0,69%, berdasar jenis bambunya: 0,715% (wulung), 0,705% (petung) dan 0,66% (ori) dengan rata-rata total 0,69%. Setelah dilakukan analisis varians hanya perbedaan jenis bambu yang menunjukkan perbedaan nyata. Penyusutan arah lebar sedikit dipengaruhi diameter bambu. Diameter bambu wulung/hitam dan ori hampir sama yaitu antara 7,64–10,19 cm (wulung) dan 10,03–11,46 cm (ori) atau hanya selisih 10,5% saja, sedangkan diameter bambu petung 11,94–15,92 cm. Hasil penyusutan arah lebar antara 0,71–1,14%

termasuk sangat kecil. Perbedaan lokasi hasilnya antara 0,90–0,93% atau hampir sama dan sangat kecil. Dari jenisnya wulung 0,96%, petung 0,815% dan ori 0,97%, juga hampir sama dan sangat kecil. Terbukti setelah dilakukan analisis varians semua faktor dan interaksinya tidak berbeda nyata dan tidak ada peran (pengaruh) apapun.

1. Sifat Fisika, Mekanika dan Kekuatan Rekat

Tabel 1. Hasil pengujian sifat fisika, mekanika dan kekuatan rekat

Sampel	Kadar air (%)	Berat jenis	Penyusutan (%)			Sifat mekanika (kekerasan)	Kekuatan rekat (kg/cm ²)
			Volumetrik	Arah lebar	Arah tebal		
L1J1	12,40	0,65	15,03	1,01	0,72	263	20,38
L1J2	10,97	0,64	17,19	0,80	0,68	259	19,43
L1J3	10,50	0,62	15,50	0,97	0,68	207	18,65
L2J1	12,43	0,70	16,10	0,91	0,71	285	23,28
L2J2	10,80	0,62	16,74	0,81	0,73	279	22,44
L3J3	11,06	0,69	17,25	0,97	0,64	241	21,45

Keterangan:

L1J1 : Lokasi 1 (Tlogoadi,Mlati) Jenis 1 (Jenis Bambu Wulung/Hitam)

L2J1 : Lokasi 2 (Girikerto,Turi) Jenis 1 (Jenis Bambu Wulung/Hitam)

L1J2 : Lokasi 1 (Tlogoadi,Mlati) Jenis 2 (Jenis Bambu Petung)

L2J2 : Lokasi 2 (Girikerto,Turi) Jenis 2 (Jenis Bambu Petung)

L1J3 : Lokasi 1 (Tlogoadi,Mlati) Jenis 3 (Jenis Bambu Ori)

L2J3 : Lokasi 2 (Girikerto,Turi) Jenis 3 (Jenis Bambu Ori)

2. Pengerjaan Bambu

Tabel 2. Cacat pengerjaan bambu

Sampel	Cacat Pengerjaan Bambu(%)				
	Pemotongan bambu	Pengetaman	Pengeboran	Pembubutan	Pengampelasan
L1J1	5,44	0,96	2,76	1,71	0,02
L1J2	6,03	3,72	2,94	3,79	0,03
L1J3	8,50	0,89	3,77	2,27	0,10
L2J1	1,82	2,12	5,16	1,71	0
L2J2	5,42	1,59	2,60	3,79	0
L3J3	6,19	0,83	5,44	2,27	0

3. Finishing Bambu

Tabel 3. Hasil pengujian finishing bambu

Sampel	Warna	Kilap	Kehalusan	Dekorasi	Respon
L1J1	coklat muda	agak mengkilap	halus	baik	baik
L1J2	kuning muda kecoklatan	agak mengkilap	agak halus	cukup baik	cukup baik
L1J3	coklat muda kekuningan	agak mengkilap	agak halus	sedang	sedang
L2J1	coklat muda	agak mengkilap	agak halus	agak baik	baik
L2J2	coklat muda kekuningan	agak mengkilap	agak halus	agak baik	agak baik
L3J3	coklat muda kekuningan	agak mengkilap	agak halus	sedang	sedang

Pengujian Anova dan Uji lanjut Hasil Penelitian

Tabel 4. Pengujian annova sifat fisika, mekanika dan kekuatan rekat

Sumber variasi	Kadar air (%)	Berat jenis	Penyusutan (%)			Sifat mekanika (kekerasan)	Kekuatan rekat (kg/cm ²)
			Volumetrik	Arah lebar	Arah tebal		
Lokasi Asal (L)	0,059 ^{ns}	2,719 ^{ns}	2,147 ^{ns}	0,191 ^{ns}	0,008 ^{ns}	1,135 ^{ns}	3,188 *
Jenis Bambu (J)	1,540 ^{ns}	0,390 ^{ns}	0,373 ^{ns}	0,65 ^{ns}	7,944 ^{**}	3,484 *	2,543 ^{ns}
Lokasi Asal (L) x Jenis Bambu (J)	0,472 ^{ns}	2,148 ^{ns}	1,962 ^{ns}	1,021 ^{ns}	1,232 ^{ns}	0,945 ^{ns}	3,063 ^{ns}

Keterangan: ns : tidak berbeda *: berbeda nyata **: berbeda sangat nyata

Tabel 2. Pengujian anova cacat pengerjaan bambu

Sumber variasi	Cacat pengerjaan bambu (%)				
	Pemotongan Bambu	Pengetaman	Pengeboran	Pembubutan	Pengampelasan
Lokasi Asal (L)	2,441 ^{ns}	0,167 ^{ns}	2,160 ^{ns}	2,367 ^{ns}	1,999 ^{ns}
Jenis Bambu (J)	1,509 ^{ns}	1,337 ^{ns}	0,587 ^{ns}	0,122 ^{ns}	1,999 ^{ns}
Lokasi Asal (L) x Jenis Bambu (J)	0,721 ^{ns}	0,472 ^{ns}	0,486 ^{ns}	0,819 ^{ns}	0,714 ^{ns}

Sifat Mekanika (Kekerasan)

Kekerasan bambu berkisar antara 176–356 kg/cm², termasuk menengah. Mungkin karena umur bambu yang dipilih baru 3 tahun, sehingga belum optimal/maksimal. Hal ini juga terbukti dari berat jenisnya sekitar 0,59–0,74 (rata-rata 0,66). Dari 2 lokasi rata-rata kekerasan bambunya 243–268 kg/cm² dan dari jenis bambunya berturut-turut 274 kg/cm² (wulung), 269 kg/cm² (petung) dan 224 kg/cm² (ori). Bambu wulung dan petung kekerasannya hampir sama dan bambu ori sedikit lebih rendah, dengan rata-rata total kekerasan 256 kg/cm² saja. Dukungan kadar lignin mungkin ada karena pada bambu wulung kadar ligninnya 24,1%, petung 24,8% dan ori 20,5%. Setelah dilakukan analisis varian terbukti hanya faktor jenis bambu yang berbeda nyata dan perbedaan itu juga terbukti hanya antara bambu wulung/petung dengan ori saja, sedang antara bambu wulung dan petung tidak berbeda nyata.

Sifat Perekatan

Hasil pengujian perekatan dengan perekat epoxy sebesar 15,42–30,05 kg/cm² dan termasuk mayoritas di atas rata-rata karena hanya 17% yang dibawah 17,6 kg/cm². Dengan demikian hasil perekatan 3 jenis bambu termasuk baik. Dari 2 lokasi asal hasilnya 19,49–22,39 kg/cm² dan dari 3 jenis bambu berturut-turut: 21,83 kg/cm² (wulung), 20,935 kg/cm² (petung) dan 20,05 kg/cm² (ori). Kandungan kimia bambu dapat mempengaruhi terutama kadar ekstraktif (ke tiga bambu mempunyai kadar ekstraktif 2,51–2,83%, termasuk rendah). Dengan analisis varian hanya faktor perbedaan lokasi asal yang menunjukkan perbedaan nyata.

Sifat Pengerjaan

Hasil uji sifat pengerjaan berupa cacat yang terjadi karena pengerjaan bambu dengan mesin uji, seperti pemotongan (dengan gergaji), pengetaman (dengan mesin ketam), pengeboran (dengan mesin bor), pembubutan (dengan mesin bubut) dan pengampelasan (dengan mesin ampelas).

Pengerjaan pemotongan diperoleh hasil penelitian antara 0,42–11,95% dan termasuk rendah/kecil atau berkualitas baik/sangat baik (kelas I). Dari perbedaan lokasi hasilnya antara 4,48–6,66% (kecil) dan dari 3 jenis bambu diperoleh: 3,63% (wulung); 5,725% (petung) dan 7,345% (ori). Walaupun sedikit bervariasi, nilai cacat yang diperoleh semua termasuk rendah/kecil dengan rata-rata total 5,57%. Hasil yang diperoleh sejalan dengan data kadar air dan berat jenisnya. Setelah dilakukan analisis varian ternyata semua faktor dan interaksinya tidak berbeda nyata,

Pengerjaan pengetaman diperoleh hasil yang sangat baik dan sangat kecil, meninggalkan cacat antara 0–4,83% berarti ada yang tidak meninggalkan cacat (sekitar 3 contoh uji atau 17% nya). Dari perbedaan lokasi hasilnya antara 1,51–1,86% atau sangat kecil, dari perbedaan jenis bambu hasilnya 1,54% (wulung), 2,655% (petung) dan 0,86% (ori) atau rata-rata total 1,69% sehingga sangat rendah/kecil dan bambu tetap berkualitas sangat baik. Dengan analisis varians seluruh faktor dan interaksinya tidak menunjukkan perbedaan nyata,

Pengerjaan pengeboran diperoleh hasil sebesar 1,42–7,02% (kecil), berdasar perbedaan lokasi hasilnya 2,16–4,40% (kecil, sangat baik), berdasar perbedaan jenis bambunya: 3,90% (wulung), 2,77% (petung) dan 4,605% (ori) dengan total rata-rata 3,78%. Dengan analisis varians semua faktor dan interaksinya tidak menunjukkan perbedaan nyata.

Pengerjaan pembubutan diperoleh hasil yang sangat kecil dan sangat baik, yaitu 0,02–3,74%. Dari perbedaan lokasi hasilnya 1,36–2,56 % dan dari perbedaan jenis bambu hasilnya 1,455% (wulung), 2,90% (petung) dan 1,455% (ori). Dengan rata-rata total 1,98% atau sangat rendah dan sangat baik. Dengan analisis varian semua faktor dan interaksinya juga tidak memberikan perbedaan nyata.

Pengerjaan pengampelasan diberikan hasil yang sangat baik bahkan lebih dari 84% tidak meninggalkan cacat hasil pengampelasan karena cacatnya 0%. Dengan demikian semua bambu dari 2 lokasi sangat baik pada semua lokasi. Rata-rata hasil uji pengampelasan 0–0,31% atau 0–0,05% dari 2 lokasi dan antara 0,01–0,015% karena perbedaan jenis bambu. Rata-rata total sebesar 0,25% dapat dianggap tidak meninggalkan cacat dan hasil uji sangat baik dan sangat berkualitas. Hal ini juga dibuktikan hasil analisis varian yang tidak berbeda nyata pada semua faktor dan interaksinya.

Sifat Finishing

Uji finishing digunakan melamir secara kualitatif (visual, makro) untuk bambu bulat dan bambu belah. Finishing pada bambu bulat diperoleh hasil yang sedikit agak bervariasi dari parameter warna (7 macam). Hal ini disebabkan karena bahan finishing tetap selalu sama (standar) sedang warna bambu sebelum difinishing bervariasi. Dari sisi warna bambu bulat pasca finishing diperoleh warna: coklat muda (paling banyak).

Uji finishing pada bambu belah dari sisi warnanya hanya ada 3 macam, yaitu coklat, coklat muda dan coklat muda kekuningan. Dari variasi lokasi asal dan jenis bambu perbedaannya 12% (2 sampel wulung) dan coklat muda kekuningan 31% (wulung 1 sampel dan 4 sampel ori). Kilapnya ditemukan hanya 15% yang agak mengkilap (1 sampel wulung dan 2 sampel ori), sehingga sekitar 85% mengkilap dan kompak/merata. Dari sisi kehalusan pasca finishing lebih dari 88% halus dan sisanya hanya pada jenis bambu ori saja yang agak halus. Dekorasi dan respon mayoritas sejalan dan baik (menarik untuk dilihat) dan hanya 3 sampel bambu ori yang agak baik walaupun tetap menarik untuk dilihat. Dari 2 lokasi asal menghasilkan finishing bambu belah yang tidak berbeda, relatif lebih seragam dan mayoritas baik (menarik).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Dari faktor lokasi asal yang ditentukan: Kadar air kering udara nilainya 11,29–11,43% (termasuk sesuai/memadai), Berat jenisnya antara 0,64–0,67 termasuk agak berat (diatas menengah), Penyusutan bambu menghasilkan: Penyusutan volumetrik sebesar 15,91–16,70% termasuk sedikit agak banyak/besar, Penyusutan arah tebal, nilainya 0,56–0,81%, Penyusutan arah lebar sebesar 0,90–0,93%, Kekerasannya diperoleh 243–268 kg/cm² termasuk menengah, Kekuatan rekat dengan perekat epoxy besarnya 19,49–22,39 kg/cm². Sifat pengerjaan menghasilkan cacat: pengerjaan pemotongan 4,48–6,66% termasuk kecil, pengerjaan pengetaman 1,51–1,86% termasuk sangat kecil, pengerjaan pengeboran 2,16–4,40% termasuk kecil, pengerjaan pembubutan 1,36–2,59% termasuk kecil, pengerjaan pengampelasan 0,01–0,015% termasuk sangat kecil dan sama baik, dan seluruhnya tidak berbeda nyata. Seluruh hasil pengerjaan bambu termasuk kelas I (sangat baik). Finishing dengan perekat epoxy menghasilkan: finishing bambu bulat dengan warna bervariasi (ada 7 macam) dengan dominasi warna coklat muda dan coklat muda kekuningan, mengkilap (68%), agak halus sampai halus (81%), 80% lebih dekoratif (menarik dan indah) dengan respon total mayoritas baik untuk bambu dari semua lokasi asal dan jenis. Finishing bambu belah, warnanya sangat sedikit berbeda (hanya 3 macam) yaitu coklat, coklat muda dan coklat muda kekuningan, lebih 85% mengkilap dan 88% halus. Nilai dekorasi dan respon total seluruhnya baik serta mayoritas hampir sama untuk 2 lokasi asal bambu.
2. Dari faktor jenis bambu yang ditentukan
3. Kadar air kering udara nilainya: wulung/hitam 12,45%: petung 10,885% dan ori 10,78%; berat jenisnya pada bambu wulung 0,675, petung 0,63 dan ori 0,645 (agak berat/di atas menengah). Penyusutannya, memberikan: penyusutan volumetrik pada bambu wulung 15,565%: petung 16,945% dan ori 16,375% termasuk sedikit agak banyak/besar, penyusutan arah tebal pada bambu wulung 0,715%, petung 0,705% dan ori 0,65% termasuk sangat rendah/kecil, penyusutan arah lebar pada bambu wulung 0,96%, petung 0,815% dan ori 0,97% termasuk sangat kecil, kekerasannya diperoleh pada wulung 274 kg/cm², petung 269 kg/cm² dan ori 224 kg/cm² (termasuk di atas menengah). Kekuatan rekat (dengan perekat epoxy) besarnya 21,83 kg/cm² pada wulung, 20,935 kg/cm² pada petung dan 20,05 kg/cm² pada ori dan semua termasuk tinggi (sangat baik); sifat pengerjaan menghasilkan: pengerjaan pemotongan sebesar 3,63% pada bambu wulung, 5,725% pada petung dan 7,345% pada ori (termasuk nilai pengerjaan pemotongan termasuk rendah), pengerjaan pengetaman besarnya 1,54% pada bambu wulung, 2,655% pada petung

dan 0,86% pada bambu ori (termasuk nilai kecil), pengerjaan pengeboran besarnya 3,96% pada bambu wulung, 2,77% pada bambu petung dan 4,605% pada bambu ori (termasuk kecil), pengerjaan pembubutan besarnya 1,57% pada bambu wulung 2,90% pada petung dan 1,455% pada bambu ori (termasuk sangat kecil), pengerjaan pengampelasan besarnya 0,01% pada bambu wulung, 0,015% pada petung dan 0,05% pada bambu ori (termasuk sangat kecil). Finishing dengan epoxy menghasilkan : finishing bambu bulat relatif tidak seragam dengan warna coklat,coklat muda dan coklat muda kekuningan pada bambu wulung, coklat muda dan kuning muda kecoklatan pada bambu petung serta hijau muda kecoklatan, coklat muda dan coklat muda kekuningan pada bambu ori. Kilapnya agak mengkilap sampai mengkilap pada bambu wulung dan petung (90%) sedang pada bambu ori agak mengkilap sampai kurang (sedang). Dominasi halus dan agak halus hampir dijumpai pada 3 jenis bambu dan hanya jenis bambu ori yang sedikit kurang halus. Sifat dekorasi dan respon cukup baik sampai baik (menarik) kecuali sebagian kurang menarik pada bambu ori (sekitar 20%).Finishing bambu belah relatif lebih seragam dengan warna dominan pada 3 jenis bambu: coklat muda kekuningan (lebih 65%) dan warna lain coklat muda pada bambu wulung dan ori. Kilapnya lebih 85% mengkilap (kecuali pada bambu ori), kehalusannya lebih 88% halus, sifat dekorasi dan respon total diperoleh baik, agak baik dan cukup baik (menarik). Pada semua jenis nilai respon totalnya diperoleh baik sampai cukup baik (sekitar 35%).

4. Interaksi faktor lokasi asal dan jenis bambu seluruhnya tidak menunjukkan berbeda nyata. Namun demikian peran perbedaan jenis bambu lebih nyata dibandingkan lokasi asal bambu sehingga perlu diperhatikan. Lokasi asal bambu kurang berperan karena tempat tumbuh dan pendukung pertumbuhan bambu relatif hampir sama.
5. Jenis bambu wulung paling berkualitas, kemudian bambu petung cukup berkualitas dan bambu ori kurang berkualitas untuk tujuan sebagai bahan mebel dan kerajinan.

Saran-Saran

1. Tempat tumbuh dan pendukung pertumbuhan bambu yang mayoritas hampir sama pada lokasi yang berbeda belum perlu dibedakan sifat-sifat kualitasnya terhadap tujuan penggunaannya untuk mebel dan kerajinan.
2. Prioritas penggunaan jenis-jenis bambu untuk mebel dan kerajinan adalah bambu wulung kemudian bambu petung sedang bambu ori kurang (tidak prioritas)
3. Peran perbedaan jenis bambu masih tampak nyata dibandingkan perbedaan lokasi, sehingga perlu diperhatikan dalam pemanfaatannya

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim,1957. British Standards (BS Standart): Methods at Testing Small Clear Speciment at Timber. BS Institute. London
- _____, 1983. Pengenalan Kayu Substitusi Sebagai Bahan Baku untuk Kerajinan Kayu. Laporan No. 17. Lembaga Penelitian Hasil Hutan (LPHH). Bogor
- _____, 1985. Anual Book of ASTM Standards,Section 4 Contruction, Volume 04.09 Wood,ASTM: Philadephia
- _____,1987. Standard Kehutanan Indonesia. Direktorat Jenderal. Deptan. Jakarta
- _____,1991. Penelitian Teknologi Pengolahan Bambu untuk Pembuatan Barang jadi Mebel. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik. Yogyakarta
- _____,1993. Inventarisasi Potensi Bambu di DIY. Kerjasama Fakultas Kehutanan UGM dengan Pemerintah Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta.
- Balfas,J., 1990. Aspek Kualitas Permukaan dalam Standar Produk Moulding. Proceedings Diskusi Industri Perkayuan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.
- Berliana, N. dan E. Rahayu. 1995. Bambu. Budidaya dan Prospek Bisnis. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Davis,A,. 1962. Machining and Related Characteristics of United States Hardwoods. Tecnical Bulletin No. 1267.U.S. Departement of Agriculture Forest Service. Washington,D.C
- Heyne, K. 1987. Tumbuhan Berguna Indonesia. Jilid I. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta
- Haygreen,J.G dan J.L. Bowyer.,1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta

- Hildebrand, F.H., 1954. Catatan tentang Bambu di Jawa. Laporan Balai Penyelidikan Kehutanan no.66. Bogor
- Kadir, K. 1978. Kadar Air yang Dianjurkan dalam Kayu untuk Pemakaian dalam Ruangan di Beberapa Kota di Jawa. Laporan LPHH No. 106. Bogor
- Kasmudjo, 1998. Pengenalan Jenis dan Sifat-sifat Kayu untuk Kerajinan. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta
- _____, 2001. Kayu sebagai Bahan Baku Industri. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta
- _____, 2004. Bahan Ajar Monokotil dan Bambu. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- _____, 2005. Bahan Ajar Teknologi Pengolahan Mebel dan Kerajinan. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Koch, P. 1964. Wood Machining Processes. The Ronald Press Company. New York
- Lawrence, G.H.M., 1951. Taxonomy of Vascular Plants. The Macmillan Company. New York.
- Lerch, Ernst, 1989. Pengerjaan Kayu secara Marsinal. Pendidikan Industri Kayu Atas. Kanisius. Semarang
- Liese, W., 1985. Bamboos. Biology, Silvics Properties, Utilization. Gesellschaft Technische Zusammenarbeit Schriftenreihe. Eschborn
- Martawijaya, A., Tandiono, B. Ginoga, N. Supriana, K. Kadir, I. Kartasujono dan S. Paribroto, 1976. Kayu dan Bambu untuk Barang Kerajinan. Laporan LPHH No. 76. Departemen Pertanian. Bogor
- Panshin, A.J and Carl de Zeeuw., 1964. Textbook of Wood Technology. Volume I. Structure, Identification, Uses and Properties of Commercial Woods of the United States. Second Edition. McGraw-Hill Book Company
- Prawirohatmojo, S. 1976. Sifat-sifat Fisika Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta
- Seng, O.D. 1990. Pengumuman Berat Jenis dari Jenis-jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek (Specific Gravity of Indonesian Woods and Its Significance for Practical Use). Cetakan II. Terjemahan oleh Soewarsono. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor, Hal 83.
- Sulthoni, 1994. Permasalahan Sumber Daya Bambu di Indonesia. Strategi Penelitian Bambu : 30-36. Yayasan Bambu Lingkungan Lestari. Bogor.
- Sutiyono, A., Hendramono., M. Wardani., I Sukardi., 1992. Teknik Budidaya Bambu. Petunjuk Teknis. Departemen Kehutanan Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Verhoef, R., 1957. Budidaya Tanaman Bambu Khususnya di Jawa Umumnya di Indonesia. Seri Himpunan Peninggalan yang Beserakan.

SIFAT FISIK DAN BAGAN PENGERINGAN BAMBU MAYAN (*Gigantochloa robusta Kurz*)

Efrida Basri¹ dan Saefudin²

¹ Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor

² Puslit Biologi – LIPI. Bogor

ABSTRAK

Berbeda dengan kayu, dinding bagian dalam batang bambu lebih cepat mengering karena memiliki komposisi parenkim dan rongga yang lebih banyak, sedangkan dinding bagian luar lebih sulit karena berkas pembuluhnya lebih rapat dan biasanya tertutup oleh silika. Gaya tarik menarik antar jaringan karena perbedaan sifat pengeringan tersebut akan berakibat terhadap kerusakan bambu. Tujuan penelitian adalah menguji pengaruh posisi vertikal batang terhadap sifat fisik dan pengeringan bambu mayan (*Gigantochloa robusta Kurz*). Berdasarkan sifat fisik dan pengeringannya, ditetapkan bagan suhu yang sesuai untuk mengeringkan bambu tersebut. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan antara posisi vertikal (ketinggian batang) terhadap sifat fisik dan pengeringan bambu mayan. Makin ke atas letaknya (sampai batas ketinggian tertentu), kandungan air dan penyusutan bambu makin rendah, sebaliknya kerapatan kering udara makin tinggi. Berdasarkan sifat fisik dan pengeringannya, bagan suhu yang sesuai untuk mengeringkan bambu tersebut berkisar antara 40°C sampai dengan 60°C untuk batang pangkal, 40°C sampai dengan 65°C untuk batang tengah, dan 38°C sampai 57°C untuk batang ujung.

Kata kunci: Bambu mayan, sifat fisik dan pengeringan, bagan pengeringan

I. PENDAHULUAN

Bambu mayan (*Gigantochloa robusta Kurz*.) termasuk salah satu dari sekitar 145 jenis bambu asli Indonesia (Widjaja, 2001). Nama lain dari bambu tersebut adalah awi mayan (Sunda) atau pring serit (Jawa). Batang atau buluh bambu mayan lurus dan tingginya bisa mencapai 20 meter, dengan ukuran diameter mencapai 7-9 cm, serta tebal dinding sampai 1,8 cm (Dirga, 2012). Bambu mayan cocok tumbuh pada kondisi lembab dan kering. Sekitar 80% bambu di Indonesia, termasuk mayan dimanfaatkan untuk konstruksi bangunan dan mebel (Martawijaya, 1977 dalam Nandika *et al.*, 1994). Penggunaannya bisa dalam bentuk solid (bambu bulat atau utuh) atau berbentuk bambu komposit.

Seperti halnya kayu, bambu sebagai bahan bangunan maupun bahan untuk mebel harus dikeringkan agar kualitasnya meningkat. Namun berbeda dengan kayu, pada arah transversal dinding bagian dalam batang bambu memiliki parenkim dan sel-sel penghubung (berupa pembuluh dan pembuluh tapis) lebih banyak sehingga lebih mudah mengering, sedangkan dinding luar memiliki serat atau sklerenkim (serabut berdinding tebal) lebih tinggi sehingga sulit mengering (Liese, 1980). Demikian juga pada arah vertikal (tinggi batang) jumlah serat justru makin meningkat dari bagian pangkal ke atas, sebaliknya jumlah parenkim menurun. Gaya tarik menarik antar kedua jaringan pada arah transversal karena perbedaan sifat pengeringan akan berakibat terhadap kerusakan bambu.

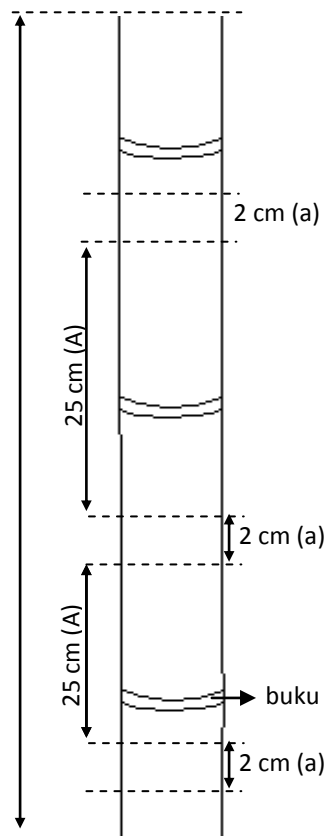
Sifat fisis bambu berbeda menurut jenis, tempat tumbuh, umur, bagian vertikal (pangkal, tengah, dan ujung) [Frick, 2004; Basri dan Saefudin, 2004; Saefudin *et al.*, 2008], dan kadar air kesetimbangan (Basri dan Saefudin, 2006). Tujuan penelitian adalah menguji pengaruh posisi vertikal batang terhadap sifat fisik dan pengeringan bambu mayan (*Gigantochloa robusta Kurz*). Berdasarkan sifat pengeringannya, ditetapkan bagan suhu yang sesuai untuk mengeringkan bambu tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

Bambu mayan yang diteliti (Gambar 1) diambil dari Kab. Lebak (Prov. Banten). Secara geografis, lokasi tempat tumbuh terletak antara 6°18"-7°00" Lintang Selatan dan 105°25"-106°30" Bujur Timur. Topografi berbukit dengan kemiringan agak curam. Curah hujan rata-rata per tahun mencapai 2.000-4.000 mm, dan suhu udara berkisar antara 24.5°C-29.9°C (<http://lebakkab.bps.go.id>).

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain timbangan listrik, timbangan elektronik, jangka sorong (*dial caliper*), mistar ukur, dan oven *mement*.

Penelitian dilakukan pada bambu bulat yang tidak diketahui umurnya. Panjang contoh uji untuk pengujian sifat fisis (kadar air segar dan penyusutan) 2 cm dan untuk pengujian sifat pengeringan 25 cm dengan jumlah ulangan 5 buah. Pola pengambilan contoh uji (bagian pangkal, tengah, dan batang bagian ujung) sifat fisis dan pengeringan, seperti tampak pada Gambar 1.



Gambar 1. Kondisi pertumbuhan bambu mayan yang diteliti

Keterangan:

a : Contoh uji kadar air dan penyusutan

A : Contoh uji sifat pengeringan

Gambar 2. Pola pengambilan contoh uji

Untuk mendapatkan bagan pengeringan, contoh uji setelah ditimbang berat awal dan diukur diameter batang, kemudian dikeringkan dalam oven menggunakan suhu konstan 80°C sampai mencapai berat konstan (berat kering tanur). Prosedur pengujian dan metode penetapan bagan pengeringan mengikuti standar penetapan bagan pengeringan kayu yang telah dimodifikasi (Basri dan Saefudin, 2004). Data suhu minimum dan maksimum pengeringan bambu berdasarkan pada kriteria cacat pecah dan perubahan bentuk (mengeriput atau kolaps), ditunjukkan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Suhu minimum dan maksimum pengeringan bambu berdasarkan pada kriteria cacat

Jenis cacat	Kondisi pengeringan, °C	Tingkat kerusakan/cacat				
		1 (A)	2 (B)	3 (C)	4 (D)	5 (E)
1. Pecah	Suhu minimum (a)	50	45	38	33	30
	Suhu maksimum (b)	77	68	60	50	48
2. Mengeriput/ kolaps	Suhu minimum (a)	50	40	36	33	30
	Suhu maksimum (b)	77	65	57	50	48

Keterangan: A. Sangat baik; B. Baik; C. Sedang; D. Kurang baik; E. Sangat jelek; a. Suhu awal; b. Suhu akhir

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 2, tampak terdapat hubungan antara letak vertikal dengan ukuran dimensi batang/buluh bambu mayan dan kandungan air segarnya. Semakin ke atas semakin kecil ukuran diameter dan tebal

dinding tapi makin rendah kandungan airnya. Hal ini karena bagian pangkal lebih dekat pada permukaan tanah dan akar bambu yang berfungsi antara lain menyerap air dan zat hara dari tanah. Sedangkan air pada bagian tengah sudah lebih banyak mengalami “evapotranspirasi”. Di samping itu pada batang bambu, jumlah serat meningkat dan sebaliknya jumlah parenkim menurun dari pangkal ke atas, sehingga semakin ke atas jaringannya lebih padat, dengan sendirinya kandungan airnya berkurang. Hasil yang sama juga diperoleh pada bambu tali dan hitam (Basri dan Saefudin, 2004) serta bambu andong (Saefudin *et al.*, 2008).

Tabel 2. Dimensi bambu mayan yang diteliti dan kadar air segarnya

Letak/ posisi batang	Diameter batang (cm)	Tebal dinding (cm)	Kadar air segar (%)
Pangkal	11,6	1,3	142- 165 (152)
Tengah	10,8	0,8	96 – 110 (105)
Ujung	7,8	0,7	86 – 100 (93)

Berbeda dengan kayu, bambu langsung menyusut setelah dipanen tetapi tidak berlangsung seragam. Penyusutan adalah penurunan dimensi akibat hilangnya sejumlah air pada tangan-tangan OH di bawah titik jenuh serat. Semakin tinggi kadar air bambu semakin besar penyusutannya. Pada Tabel 3 tampak penyusutan bambu mayan dipengaruhi oleh tebal dinding dan diameter batang bambu. Tingkat penyusutan pada bambu berbanding terbalik dengan nilai kerapatannya. Semakin tinggi kerapatan (bertambah dari batang pangkal ke tengah) semakin berkurang tingkat penyusutannya.

Sekalipun kadar air dan tingkat penyusutan batang ujung lebih rendah dibanding batang pangkal, namun mutu bagian pangkal bambu mayan lebih baik dibandingkan batang bagian ujung. Batang ujung ketika dikeringkan dengan suhu yang tinggi mudah pecah dan mengeriput.

Tabel 3. Sifat dan kualitas pengeringan bambu mayan

Letak/ posisi batang	Kadar air awal rata-rata (%)	Kerapatan kering udara (g/cm ³) ¹	Penyusutan diameter (%)	Tingkat cacat		Kelas mutu
				I	II	
Pangkal	152	0,64	6,21	2	2	B
Tengah	105	0,81	3,75	2	2	A-B
Ujung	93	0,74	4,12	2 - 3	2	C

Sumber: ¹) Rulliaty *et al.* (2012)

Keterangan: I. Pecah; II. Mengeriput (kolaps); A. Sangat baik; B. Baik; C. Sedang; D. Kurang baik; E. Sangat jelek

Bambu termasuk bahan berlignoselulosa yang mudah pecah dan berubah bentuk sewaktu dikeringkan. Penggunaan suhu awal ketika kadar airnya masih tinggi membuat bambu menjadi pecah dan mengeriput. Hal ini terjadi karena adanya perbedaan kecepatan pengeringan antara dinding bagian luar dengan dinding bagian dalam sebagaimana telah dijelaskan di atas. Dinding dalam ruas bambu dengan komposisi parenkim dan rongga lebih banyak akan lebih cepat mengering, sedangkan dinding luar dan bagian buku strukturnya lebih keras dan padat karena berkas pembuluhnya lebih rapat dan biasanya tertutup dengan silika sehingga sulit mengering. Gaya tarik menarik antar jaringan karena perbedaan sifat pengeringan, mengakibatkan kerusakan pada batang bambu utuh/bulat.

Seperti halnya kayu, tingkat kekeringan bambu juga bergantung pada tujuan penggunaan karena berpengaruh nyata terhadap sifat kembang susut yang diakibatkan oleh fluktuasi suhu atau kelembaban lingkungan. Hasil penelitian terhadap bambu tali (Basri dan Saefudin, 2006) menunjukkan untuk kegunaan dalam ruangan berpendingin (ber-AC) atau untuk bahan komposit, tingkat kekeringan bambu sebaiknya di bawah 9%. Hal ini karena pada tingkat kekeringan tersebut kadar air kesetimbangan bambu berada pada level 9%, sehingga memungkinkan produk bambu yang dihasilkan tidak pecah, tidak mengalami delaminasi pada produk bambu lamina, serta menghindari kerusakan antar komponen pada produk mebel dan sejenisnya. Berdasarkan sifat fisik dan pengeringannya, maka estimasi suhu minimum dan maksimum bambu mayan yang diteliti dapat dilihat dalam Tabel 3.

Tabel 3. Estimasi bagan pengeringan bambu mayan

Letak posisi batang	Kadar air awal, rata-rata (%)	Suhu (°C)	
		Minimum	Maksimum
Pangkal	152	40	60
Tengah	105	40	65
Ujung	93	36	57

IV. KESIMPULAN

1. Terdapat hubungan antara posisi ketinggian batang dengan kandungan air segar, kerapatan, dan penyusutan bambu mayan. Makin ke atas (sampai batas tertentu), kandungan air dan penyusutannya makin rendah, sebaliknya kerapatan makin bertambah.
2. Sifat pengeringan bambu mayan yang diteliti menunjukkan mutu pengeringan batang pangkal termasuk klasifikasi B, tengah termasuk A–B, sedangkan batang ujung termasuk klasifikasi C. Berdasarkan sifat fisik dan pengeringannya, bagan suhu yang sesuai untuk mengeringkan bambu tersebut berkisar antara 40°C sampai dengan 60°C untuk batang pangkal, 40°C sampai dengan 65°C untuk batang tengah, dan 38°C sampai 57°C untuk batang ujung.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, E dan Saefudin. 2004. Pengaruh Umur dan Posisi Letak Ruas pada Batang terhadap Sifat Pengeringan Tiga Jenis Bambu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 22 (3): 123-134. Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan, Bogor.
- _____. 2006. Sifat Kembang Susut dan Kadar Air Keseimbangan bambu tali (*Gigantochloa apus* Kurtz) pada Berbagai Umur dan Tingkat Kekeringan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 24 (3): 241-250. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Saefudin, E Basri dan N. Hadjib. 2008. Pengaruh Umur, Posisi Batang, dan Tingkat Kekeringan terhadap Sifat Fisik dan Kualitas Pengeringan Bambu Andong. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 26 (4): 289-298. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- Dirga, SP. 2012. Karakteristik Bilah dan Buluh Bambu Gombong dan Mayan. Scientific Repository. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.
- Frick H. 2004. Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Seri Konstruksi Arsitektur 7. Yogyakarta : Kanisius.
- Liese W. 1980. Anatomy of Bamboo. *Bamboo Research in Asia, Proceedings of a Workshop*. Singapore: 28-30 May 1980. Singapore: International Development Research Center and the International Union of Forestry Research Organizations. hlm 161-164.
- Rulliaty, S, E Basri, N Hadjib, IGM Sulatiningsih, Abdurahman, S Suprpti. 2012. Sifat Dasar Bambu asal Kab. Lebak dan Kab. Majenang. Laporan Proyek PUSTEKOLAH/P3HH Bogor. Belum diterbitkan.
- Nandika D, Dharma IGKT, Matangaran JR. 1994. Keawetan dan Pengawetan Bambu, Prosiding Sarasehan Penelitian Bambu Indonesia, Puspitek Serpong. Bogor: Yayasan Bambu Lestari.
- Widjaja, EA. 2001. Identikit Jenis-jenis Bambu di Kepulauan Sunda Kecil. Pusat Penelitian dan Pengembangan LIPI. Balai Penelitian Botani Herbarium Bogoriense. Bogor.

PENGARUH UMUR TANAMAN TERHADAP KERAPATAN KAYU MANGIUM (*Acacia mangium* Willd.) DAN KRASIKARPA (*Acacia crassicarpa*) DI AREAL HUTAN TANAMAN LAHAN RAWA PT. BINA SYLVA NUSA KALIMANTAN BARAT

Abdurachman dan Nurwati Hadjib

Peneliti Pustekolah Bogor

ABSTRAK

Tanaman mangium (*Acacia mangium* Willd.) dikenal sebagai jenis cepat tumbuh yang dikembangkan di Hutan Tanaman Industri (HTI) untuk bahan baku pulp dan kertas. Jenis ini dipilih dalam pengembangan HTI karena riap pertumbuhan yang cukup tinggi, persyaratan silvikultur yang mudah, mampu tumbuh baik pada lahan kurang subur, serta memiliki sifat kayu yang memenuhi syarat untuk produksi pulp. Salah satu sifat dasar kayu yang penting untuk diketahui adalah kerapatan, kadar air, dan perubahan dimensi kayu. Sifat-sifat tersebut dapat dijadikan sebagai parameter kualitas kayu, serta dapat memprediksi sifat-sifat kayu lainnya seperti kekuatan kayu, sifat pengeringan dan sebagainya. Bahan penelitian yang digunakan adalah kayu mangium (*Acacia mangium*) berumur 4, 5 dan 6 tahun, serta kayu krasikarpa (*Acacia crassicarpa*) berumur 5 tahun. Pengambilan pohon contoh mengacu kepada ISO 3029, pembuatan contoh uji mengacu pada standar ISO 3030 dan pengujian berdasarkan metode ASTM-D143-94 (Anonim, 2006). Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata kerapatan kayu mangium pada keadaan basah menurut umur 6 tahun, 5 tahun dan 4 tahun berturut-turut 1,14, 0,93 dan 1,00 pada kadar air 130,42%, 90,92%. Sedangkan pada keadaan kering udara berturut-turut 0,57, 0,57 dan 0,51 pada kadar air 14,27%, 13,88% dan 14,06%. Rata-rata kerapatan kayu krasikarpa umur 5 tahun adalah 0,96 pada kadar air 92,18% dan 0,58 pada kadar air 13,55%. Berdasarkan uji sidik ragam diperoleh hasil rata-rata kerapatan kayu mangium umur 4 tahun berbeda nyata terhadap kayu umur 5 tahun dan 6 tahun dan kayu krasikarpa umur 5 tahun. Tempat tumbuh tanaman mangium dan krasikarpa yang ditanam di tanah kering maupun rawa tidak menunjukkan perbedaan yang mencolok.

Kata kunci: Kayu mangium, krasikarpa, umur tanaman, kerapatan, lahan gambut

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Tanaman mangium (*Acacia mangium* Willd.) dikenal sebagai jenis cepat tumbuh yang dikembangkan di Hutan Tanaman Industri (HTI) untuk bahan baku pulp dan kertas. Jenis ini dipilih dalam pengembangan HTI karena riap pertumbuhan yang cukup tinggi, persyaratan silvikultur yang mudah, mampu tumbuh baik pada lahan kurang subur, serta memiliki sifat kayu yang memenuhi syarat untuk produksi pulp (Hardiyanto dan Kuncoro, 1999). Salah satu sifat dasar kayu yang penting untuk diketahui adalah sifat fisika yang meliputi: kerapatan, kadar air, dan perubahan dimensi kayu. Sifat-sifat tersebut dapat dijadikan sebagai parameter kualitas kayu, serta dapat memprediksi sifat-sifat kayu lainnya seperti kekuatan kayu, sifat pengeringan dan sebagainya. Di samping itu lingkaran tumbuh pada kayu normal berkorelasi dengan kerapatan, yaitu kayu dengan pori tata lingkaran, kerapatannya cenderung meningkat dengan meningkatnya lingkaran tumbuh tiap inci. Ginoga (1998) menyatakan bahwa kayu mangium termasuk jenis kayu cepat tumbuh (*fast growing species*) yang mempunyai batas lingkaran tumbuh yang jelas pada bagian terasnya dengan lebar 1–2 cm. Hal ini mungkin disebabkan oleh pertumbuhannya yang cepat serta adanya kayu muda (*juvenile wood*). Dengan demikian diduga lingkaran tumbuh pada kayu mangium tidak berkorelasi dengan kerapatan.

Penentuan berat jenis/kerapatan dan kadar air kayu yang mempunyai hubungan erat dengan berat pada berbagai kondisi sangat diperlukan sebagai persyaratan dalam penggunaan maupun perdagangan kayu. Dalam beberapa hal pengangkutan kayu di darat dan atau di air berat jenis dan kadar air kayu digunakan untuk memilih alat angkutan dan menghitung biaya transfortasinya (Oey, 1990).

B. Tujuan Penelitian

1. Melakukan pengamatan kerapatan/berat jenis dan kadar air kayu mangium (*Acacia mangium* Wltd.) dan krasikarpa (*Acacia crasscarpa*) di PT. Bina Sylva Nusa, Kabupaten Kubu Raya, Kalimantan Barat berdasarkan kelas umur dan posisi ketinggian pohon.
2. Menganalisa hasil pengamatan untuk dijadikan sebagai bahan pertimbangan dalam menentukan berat dan volume dalam pengangkutan kayu mangium dari log yard ke pabrik pulp.

II. METODOLOGI

A. Bahan

Bahan penelitian yang digunakan adalah mangium (*Acacia mangium*) dan krasikarpa (*Acacia crasscarpa*) dari Wilayah Sungai Keluang, Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat. Kayu yang diambil merupakan kayu tanaman di lahan gambut.

B. Peralatan

Peralatan yang digunakan meliputi gergaji potong, gergaji belah, oven, timbangan, alat ukur panjang dan alat tulis.

C. Prosedur kerja

1. Pengambilan contoh

Pengambilan pohon contoh ditentukan mengacu kepada ISO 3029 (Anonim, 1975). Setiap umur yang diteliti diambil 4 (empat) pohon yang tersebar di dalam petak, kemudian dari setiap pohon diambil piringan (disk) tebal 10 cm dari bagian pangkal, tengah dan ujung batang bebas cabang (clear bole).

Dalam pengambilan pohon contoh dikumpulkan juga data diameter setinggi dada, diameter pangkal, tengah dan ujung serta panjang batang bebas cabang.

2. Pembuatan contoh uji

Pembuatan contoh uji mengacu pada standar ISO 3030 (Anonim, 1975), potongan untuk pengujian kemudian dibungkus plastik dan dikirim ke laboratorium sifat fisis mekanis, Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Dari piringan yang dibuat contoh uji ukuran 3 x 3 x 3 cm. Bila diameter batang ≤ 18 cm, maka pengambilan contoh uji mengikuti salib sumbu.

3. Pengujian

Contoh uji ukuran 3 cm x 3 cm x 1 cm yang diambil dari setiap piringan diukur berat dan volumenya, kemudian dikering udarakan sampai kadar air mencapai 18-23% (Kadir, 1978), Pengukuran berat dan volume kering udara dilakukan setelah contoh uji kering udara yang ditunjukkan dengan berat yang constant pada 3 hari penimbangan. Setelah pengukuran berat dan volume kering udara, contoh uji dikeringkan dalam oven dengan suhu $102 \pm 3^\circ\text{C}$ sampai mencapai berat yang konstan. Berat dan volume kering oven ditentukan setelah beratnya konstan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Diameter

Hasil pengukuran diameter pohon yang meliputi diameter setinggi dada (dbh), tinggi bebas cabang dan pada posisi pangkal, tengah dan ujung pohon disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengukuran diameter pohon mangium berdasar umur dan posisi ketinggian batang

Umur/Petak	Pohon ke	Tinggi bebas cabang (m)	Diameter setinggi dada (cm)	Diameter log pada bagian (cm)		
				Pangkal	Tengah	Ujung
6 th/20 (I)	1	9,60	28,98	35,03	24,52	21,34
	2	6,50	29,62	37,26	25,48	23,57
	3	5,60	32,80	38,22	29,94	29,30
	4	8,00	38,54	54,14	32,48	31,21
	Rata-rata	7,4	32,48	41,16	28,11	26,35
5 th/24 (II)	1	5,10	22,29	26,43	18,15	21,66
	2	11,80	24,20	27,39	20,06	16,56
	3	6,10	21,66	23,89	20,38	18,47
	4	10,00	31,53	38,22	18,15	16,24
	Rata-rata	8,30	24,92	28,98	19,19	18,23
4 th/6 (III)	1	5,40	24,84	28,98	22,93	19,11
	2	6,30	19,11	23,25	16,88	14,65
	3	3,70	24,20	28,03	19,43	10,51
	4	6,25	23,89	27,07	17,20	15,92
	Rata-rata	5,40	23,01	26,83	19,11	15,05

Berdasarkan umur tanaman mangium, diameter setinggi dada menunjukkan peningkatan dari umur 4 tahun sampai 6 tahun, demikian pula pada posisi pangkal, tengah dan ujung batang. Diameter setinggi dada, pangkal, tengah dan ujung batang pohon *Acacia Crassikarpa* umur 5 tahun berturut-turut 20,38 cm, 28,66 cm, 20,38 cm dan 18,15 cm.

B. Kadar air dan berat jenis kayu

Nilai rata-rata umum dan per umur mangium serta krasikarpa disajikan pada Tabel 2. Secara keseluruhan nilai kerapatan kayu mangium dalam keadaan basah berkisar antara 0,48-1,94 gram/cm³ (pada kadar air rata-rata 117,5%) dan dalam keadaan kering udara berkisar antara 0,30-0,86 gram/cm³ (pada kadar air rata-rata 14,07%). Nilai rata-rata berat jenis/kerapatan kayu mangium pada umur 5 dan 6 tahun 0,57 gram/cm³, sedangkan pada umur 4 tahun 0,51 gram/cm³. Berat jenis berdasar berat kering tanur dan volume basah (berat kayu tanpa air dan volume maksimum) secara umum berkisar antara 0,28-0,87 gram/cm³ dengan rata-rata 0,28 gram/cm³.

Tabel 2. Nilai rata-rata berat jenis dan kadar air mangium dan krasikarpa

Jenis kayu		Berat Jenis Berdasar					Kadar Air (%)	
		Bb/Vb	Bo/Vu	Bo/Vb	Bu/Vu	Bo/Vo	Basah	K. Udara
Mangium, 4th	n	56	56	56	56	56	56	56
	Rata2	1,00	0,44	0,44	0,51	0,47	129,59	14,06
	Min	0,58	0,30	0,31	0,34	0,31	70,45	13,16
	Max	1,66	0,56	0,56	0,63	0,60	237,61	15,31
Mangium, 5th	n	90	90	90	90	90	90	90
	Rata2	0,93	0,50	0,49	0,57	0,53	90,92	13,88
	Min	0,48	0,27	0,28	0,30	0,28	42,38	12,36
	Max	1,21	0,76	0,73	0,86	0,81	187,61	15,38
Mangium, 6th	n	117	117	117	117	117	117	117
	Rata2	1,14	0,50	0,50	0,57	0,52	130,42	14,27
	Min	0,80	0,28	0,29	0,32	0,29	76,07	12,61
	Max	1,94	0,66	0,87	0,76	0,71	208,76	15,49
Krasikarpa	n	25	25	25	25	25	25	25
	Rata2	0,96	0,51	0,51	0,58	0,54	92,18	13,55
	Min	0,76	0,31	0,32	0,35	0,33	54,01	11,56
	Max	1,15	0,70	0,67	0,79	0,74	154,84	15,48

Nilai rata-rata kadar air dan berat jenis/kerapatan berdasarkan umur, pohon, posisi ketinggian batang (pangkal, tengah, ujung) kayu mangium dan krasikarpa disajikan pada Lampiran 1. Analisa sidik ragam pengaruh umur terhadap kadar air dan berat jenis/kerapatan kayu mangium disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil sidik ragam pengaruh umur terhadap kadar air dan berat jenis/kerapatan kayu mangium

Sumber keragaman	Df	KAB	KAKu	Bb/Vb	Bo/Vku	Bo/Vb	Bku/Vku	Bko/Vko
Umur	2	10,87*	11,89*	40,08*	11,26*	10,87*	11,48*	11,86*
Galat	286	-	-	-	-	-	-	-
Total	288	-	-	-	-	-	-	-

Keterangan: Df = derajat bebas, KAB = kadar air basah, KAKu = Kadar air kering udara, Bb = berat basah, Bku = berat kering udara, Bo = berat kering tanur, Vb = volume basah, Vku = volume kering udara, Vko = volume kering tanur

Sidik ragam di atas menunjukkan bahwa berat jenis dipengaruhi oleh umur pohon, yang ditunjukkan oleh nilai Fh yang lebih besar dari Ft. Berdasarkan perbandingan nilai tengahnya, maka umur 5 dan 6 tahun, berat jenisnya tidak berbeda nyata, tetapi kayu dari pohon berumur 4 tahun berbeda nyata terhadap kayu berumur 5 dan 6 tahun, demikian pula kadar airnya.

IV. KESIMPULAN

1. Nilai rata-rata berat jenis kayu mangium dari Kabupaten Kubu Raya pada:
 - a. Keadaan basah menurut umur 6 tahun, 5 tahun dan 4 tahun berturut-turut 1,14, 0,93 dan 1,00 pada kadar air 130,42%, 90,92%.
 - b. Keadaan kering udara menurut umur 6 tahun, 5 tahun dan 5 tahun berturut-turut 0,57, 0,57 dan 0,51 pada kadar air 14,27%, 13,88% dan 14,06%.
 - c. Secara keseluruhan nilai rata-rata berat jenis/kerapatan dan kadar air kayu mangium adalah 1,04 pada kadar air 117,50% (keadaan basah) dan 0,55 pada kadar air 14,07% (keadaan kering udara).
2. Nilai rata-rata berat jenis kayu karasikarpa umur 4 tahun adalah 0,96 pada kadar air 92,18% dan 0,58 pada kadar air 13,55% .
3. Nilai rata-rata berat jenis/kerapatan kayu mangium umur 4 tahun berbeda nyata terhadap kayu umur 5 tahun dan 6 tahun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih dan penghargaan penulis sampaikan kepada PT Bina Sylva Nusantara yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1975. ISO 3129. Wood – Sampling methods and general requirements for physical and mechanical tests. ISO, Switzerland..
- , 1975. ISO 3130. Wood – Determination of moisture content for physical and mechanical tests. ISO, Switzerland..
- , 1975. ISO 3131. Wood – Determination of density for physical and mechanical tests. ISO, Switzerland..
- , 2002. ASTM-D143-94 (reapproved 2000). Standard test methods for small clear specimens of timber. Annual book of ASTM standards. ASTM International. Baltimore MD. Pp25-55
- Ginoga, B. 1998. Mutu dolok, berat jenis dan kekuatan baloklamina kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.) dan kayu sungkai (*Peronema canescens* Jack.). Buletin Penelitian Hasil Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Ekonomi Kehutanan. Bogor. 16 (2).
- Kadir, 1973. Kadar air kering udara Bogor. Laporan No 12. Lembaga Penelitian Hasil Hutan Bogor.
- Oey, D.S. 1990. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman No 13. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Departemen Kehutanan.

SIFAT FISIS KAYU SAMAMA (*Antocephalus Macrophyllus* Roxb.)

Physical Properties of Samama Wood Antocephalus Macropyllus (Roxb.)

Tekak Dwi Cahyono¹, Syarif Ohorella², dan Fauzi Febrianto³

¹ Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon

² Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon

³ Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

People are less interest to the fast growing species since the quality is inferior to normal growing species. A research has been done to identify the physical properties of samama wood from Maluku which grow at different level of site height. The result could be use to optimize samama wood utilizing and determine some technology that adequate to modify it quality. Physical properties which been identified is moisture content, specific gravity, and shrinkage. The result showed that based on physics properties, samama wood from North Seram (300-600 masl) has better properties than the same wood from other location.

Keywords: moisture content, specific gravity, shrinkage, level of site height

I. PENDAHULUAN

Strategi mengelola hutan dalam rangka memanfaatkan sumberdaya yang lebih optimal dilakukan dengan cara optimalisasi pemanfaatan hasil hutan dan merehabilitasi lahan-lahan kritis yang kian hari jumlahnya terus bertambah. Salah satunya adalah menanam jenis tanaman yang berkualitas dan memiliki riap tumbuh yang cepat (*fast growing species*) tanpa mengganggu keaslian sifat genetik spesies.

Kayu cepat tumbuh endemik Sulawesi dan Maluku yang mulai dilirik dan dikembangkan secara luas oleh HTI dan Dinas Kehutanan adalah Samama. Samama telah ditanam oleh Dinas Kehutanan Provinsi Maluku Utara melalui program HTR APBD 2008 dan APBD 2009 seluas ± 1200 Hektar di Kab. Halmahera Selatan dan Kab. Halmahera Utara (Dinas Kehutanan Propinsi Maluku Utara, 2011). Kayu samama memiliki riap diameter yang cukup baik, yaitu 5-7 cm/tahun. Pada umur masak tebang (10 tahun) volume kayu rata-rata dapat mencapai 1,8 m³ atau DBH mencapai 50 cm dan TBC (tinggi bebas cabang) rata-rata 10-12 m (Litbang PT. Mangole, 2011). Sementara itu pendekatan penanaman dan pemeliharaan pohon samama dengan memanfaatkan kearifan lokal juga telah dilakukan oleh Masyarakat di Maluku (Ohorella, 2009).

Samama memiliki bahasa latin *Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil yang merupakan famili Rubiaceae. Samama merupakan komoditas yang tidak begitu populer di dunia perdagangan kayu. Di propinsi Maluku, data mengenai produksi dan penggunaannya jarang sekali didapat karena kayu ini lebih banyak dimanfaatkan di daerah setempat sedangkan data perdagangan kayu ini bercampur dengan kayu-kayu lain yang berbobot ringan. Namun setelah jenis ini berhasil disemaikan di luar habitatnya maka Samama akan bersaing dengan kayu-kayu lain karena memiliki pertumbuhan pohon dan kualitas kayu yang lebih baik dari Jabon (*Anthocephalus cadamba* Roxb.) (Ohorella, 2009).

Serangkaian penelitian sifat fisis kayu samama dari Kepulauan Maluku berdasarkan ketinggian tempat telah dilakukan untuk meningkatkan minat masyarakat dalam memanfaatkannya.

II. METODOLOGI

Bahan baku

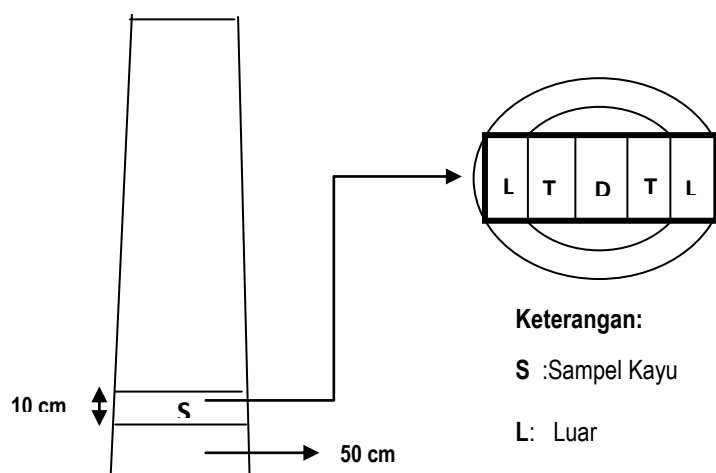
Bahan baku untuk penelitian ini adalah kayu samama yang diambil dari kepulauan Maluku. Pengambilan sampel mewakili tiga lokasi menurut tingkat ketinggian lokasi tempat tumbuh. Ketinggian 0-200 mdpl: Desa Tulehu, Kabupaten Maluku Tengah. Ketinggian 300- 600 mdpl: Desa Saleman, Kabupaten Maluku Tengah. Ketinggian >600 mdpl: Desa Waspait, Kabupaten P. Buru. Masing-masing lokasi diambil 3 batang kayu samama umur 8 tahun. Kisaran diameter pohon yang dijadikan sampel penelitian adalah 30-45 cm. Pengujian sifat fisis berdasarkan *British Standard* (BS) 373:1957.

Pembuatan Contoh Uji dan Pengujian Sifat Fisis

Bagian pohon yang diambil adalah 50 cm dari permukaan tanah, diambil dalam bentuk *disk* kayu setebal 10 cm. Selanjutnya masing-masing *disk* dibagi menjadi bagian luar (L), tengah (T) dan dalam (D). Bagian dalam diambil yang bebas empulur (Gambar 1). Masing-masing bagian tersebut kemudian dibuat contoh uji untuk kadar air, berat jenis, penyusutan radial dan penyusutan tangensial.

Analisis Data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial 2 faktor dengan faktor A adalah ketinggian tempat tumbuh, faktor B adalah posisi batang secara horizontal (luar, tengah, dalam) dengan menggunakan 3 kali ulangan. Untuk mengetahui pengaruh faktor perlakuan terhadap sifat fisis kayu samama dilakukan analisis keragaman dan perlakuan yang memberikan pengaruh nyata dilanjutkan dengan Uji Tukey pada taraf uji 95%.



Gambar 1. Pengambilan contoh uji

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

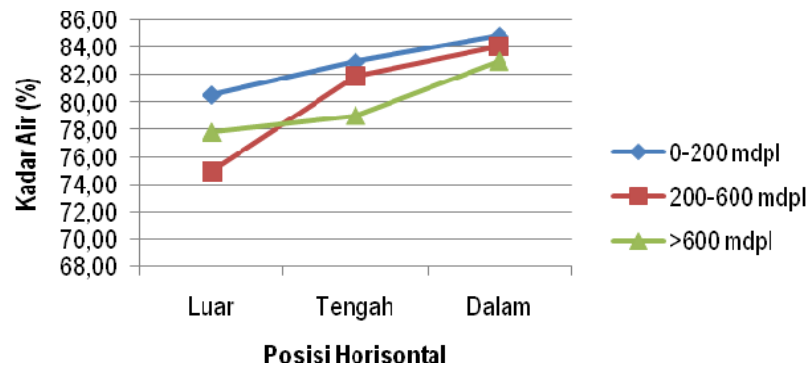
1. Kadar Air (KA)

Rataan KA kayu samama sebesar 78,94% dengan simpangan baku 9,68. Nilai rataan KA tertinggi terdapat pada bagian dalam kayu yang berasal dari lokasi Tulehu (0-200 dpl) dan nilai rataan KA terendah terdapat pada bagian luar kayu yang berasal dari lokasi Seram Utara (200-600 mdpl). Selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan KA dan simpangan baku berdasarkan posisi horisontal batang dan ketinggian tempat tumbuh

Ketinggian tempat tumbuh (mdpl)	Posisi horisontal (%)		
	Luar	Tengah	Dalam
0-200	80,53 ± 4,89	82,94 ± 4,30	84,88 ± 2,30
200-600	74,94 ± 7,89	81,87 ± 4,78	84,08 ± 3,89
>600	77,84 ± 6,39	79,06 ± 4,29	83,04 ± 4,69

Berdasarkan posisi batang arah horisontal, rataan KA semakin menurun dari bagian dalam ke bagian luar batang, sedangkan berdasarkan ketinggian tempat tumbuh, kayu yang berasal dari lokasi Tulehu (0-200 mdpl) memiliki kadar air yang lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi lainnya (Gambar 1). Haygreen dan Bowyer (1989) mengemukakan bahwa dalam bagian xylem, air umumnya lebih dari separoh berat total, artinya berat air dalam kayu segar umumnya sama atau lebih besar daripada berat bahan kayu kering.



Gambar 1. Rataan KA berdasarkan Posisi Horizontal dan Ketinggian Tempat Tumbuh

Analisis ragam menunjukkan bahwa kadar air dipengaruhi oleh posisi horizontal batang, sedangkan lokasi tempat tumbuh tidak memberikan pengaruh terhadap nilai kadar air. Faktor-faktor yang mempengaruhi kadar air antara lain adalah jenis tanaman, posisi didalam kayu dan musim selama setahun (Tsoumis, 1991).

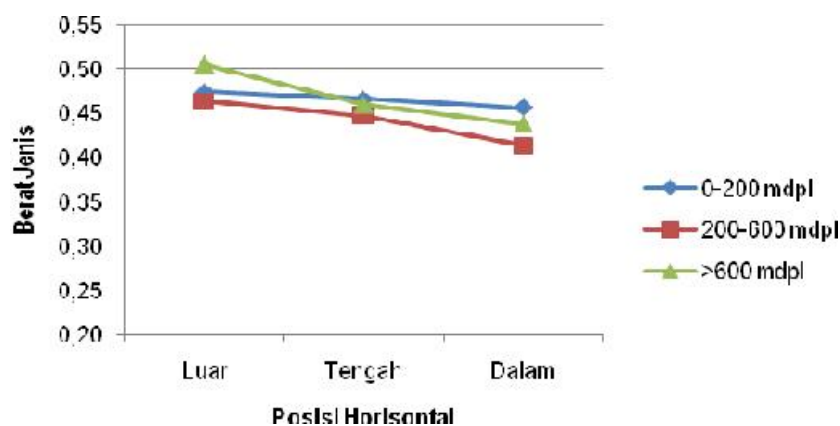
2. Berat Jenis (BJ)

Rataan berat jenis kayu samama adalah 0,47 dengan simpangan baku 0,07. Rataan berat jenis tertinggi terdapat pada bagian luar kayu yang berasal dari lokasi Waspait (>600 mdpl) dan yang terendah terdapat pada bagian dalam kayu yang berasal dari lokasi Seram Utara (200–600 mdpl). Selengkapnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan berat jenis dan simpangan baku berdasarkan posisi horizontal dan ketinggian tempat tumbuh

Ketinggian Tempat Tumbuh (mdpl)	Posisi horizontal		
	Luar	Tengah	Dalam
0-200	0,47 ± 0,06	0,47 ± 0,05	0,46 ± 0,04
200-600	0,46 ± 0,06	0,45 ± 0,07	0,41 ± 0,06
>600	0,51 ± 0,08	0,46 ± 0,06	0,44 ± 0,06

Analisis ragam menunjukkan bahwa berat jenis dipengaruhi oleh posisi horizontal batang, tetapi tidak dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh. Berat jenis kayu samama semakin menurun dari bagian luar batang ke bagian dalam (Gambar 2). Berat jenis dan kerapatan dipengaruhi oleh kadar air, struktur sel, ekstraktif dan komposisi kimia. Berat jenis dan kerapatan bervariasi antara jenis, diantara jenis yang sama dalam satu spesies dan di dalam satu pohon (Tsoumis, 1991).



Gambar 2. Rataan BJ berdasarkan posisi horizontal dan ketinggian tempat tumbuh

Selanjutnya berdasarkan standar PKK NI5-1961, kayu Samama pada tiga lokasi penelitian termasuk kedalam kelas kuat III-IV. Kayu dalam golongan kelas kuat III-IV dapat digunakan untuk bahan meubel dan bahan konstruksi ringan hingga berat dengan perlakuan khusus seperti pengawetan kayu dan kompregnasi. Penulis sendiri menyarankan memanfaatkan kayu samama bagian luar untuk bahan konstruksi dan meubel, bagian tengah digunakan sebagai bahan baku papan laminasi dan *blockboard* OSB, sedangkan bagian tengahnya digunakan sebagai bahan baku OSB dan produk biokomposit lainnya.

3. Penyusutan Radial dan Tangensial

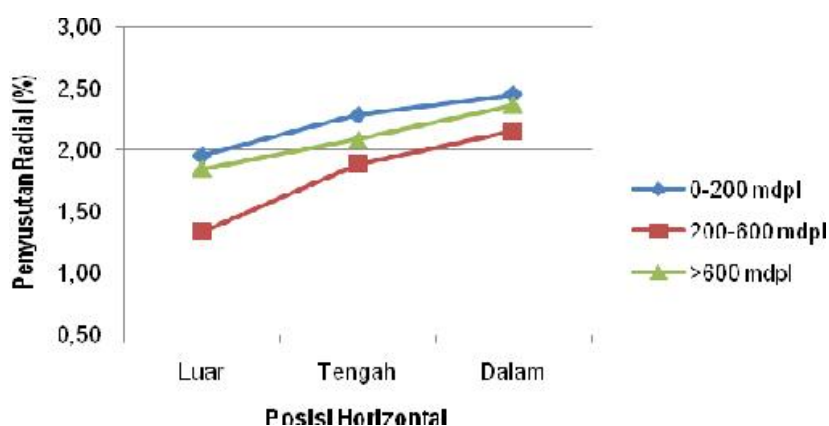
Nilai penyusutan yang diukur pada penelitian ini adalah nilai prosentase penyusutan dari kondisi basah ke kondisi kering tanur pada arah radial dan tangensial. Nilai rata-ran penyusutan radial sebesar 1,59 dengan simpangan baku 0,15. Rataan penyusutan radial tertinggi terdapat pada bagian dalam kayu yang berasal dari Tulehu (0-200 mdpl) sedangkan terendah terdapat pada bagian luar kayu yang berasal dari Seram Utara (200-600 mdpl). Rataan penyusutan tangensial sebesar 3,40 dengan simpangan baku 1,81. Rataan penyusutan tangensial terbesar terdapat pada bagian bagian dalam kayu yang berasal dari tulehu dan rata-ran penyusutan tangensial terendah terdapat pada bagian luar kayu yang berasal dari Wasipait (>600 mdpl). Selengkapnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan penyusutan dan simpangan baku berdasarkan posisi horizontal dan ketinggian tempat tumbuh

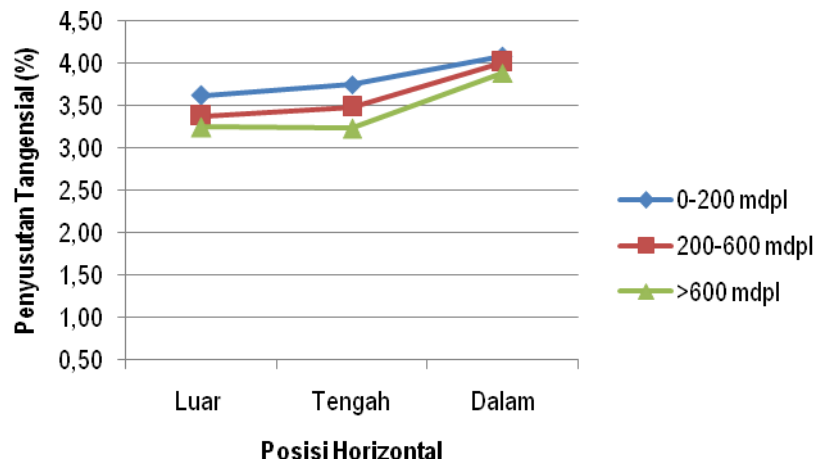
Ketinggian tempat (m dpl)	Posisi Horizontal					
	Luar (%)		Tengah (%)		Dalam (%)	
	Radial	Tangensial	Radial	Tangensial	Radial	Tangensial
0-200	1,96 ± 0,53	3,62 ± 0,57	2,29 ± 0,64	3,76 ± 0,45	2,45 ± 0,40	4,08 ± 0,55
200-600	1,34 ± 0,47	3,38 ± 0,44	1,89 ± 0,48	3,49 ± 0,37	2,16 ± 0,59	4,02 ± 0,38
> 600	1,85 ± 0,41	3,25 ± 0,82	2,09 ± 0,56	3,23 ± 0,72	2,37 ± 0,46	3,89 ± 0,36

Penyusutan radial dan tangensial semakin menurun dari arah luar batang ke arah bagian dalam (Gambar 3 dan Gambar 4). Analisis ragam menunjukkan bahwa penyusutan radial dipengaruhi oleh posisi horizontal dan ketinggian tempat tumbuh, sedangkan penyusutan tangensial dipengaruhi oleh posisi horizontal tetapi tidak dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh. Penyusutan kayu dipengaruhi oleh banyak faktor, diantaranya adalah KA, BJ, struktur anatomi, ekstraktif, komponen kimia dan penggunaan kayu (Tsoumis, 1991).

Sebagai akibat dari sifat higroskopis dari kayu maka kayu akan mempertahankan kadar air kesetimbangan dengan lingkungannya melalui pelepasan atau penyerapan air. Keadaan ini tergantung dari kadar air yang ada dalam kayu dan akan menyebabkan terjadinya sifat pengembangan dan penyusutan kayu yang akan mempengaruhi stabilitas dimensi dan sifat mekanis dari kayu tersebut. Kemudian kadar lignin pada bagian tepi (luar) kayu lebih tinggi sehingga berpengaruh dalam memperkecil perubahan dimensi sehubungan dengan perubahan kadar air (Haygreen *et. al.*, 2003).



Gambar 3. Rataan penyusutan radial berdasarkan posisi horizontal dan ketinggian tempat tumbuh



Gambar 4. Rataan penyusutan tangensial berdasarkan posisi horisontal dan ketinggian tempat tumbuh

Selanjutnya, jika dibandingkan dengan hasil penelitian Savitri (2011) tentang pengujian sifat fisis kayu jabon (*Antocephalus cadamba*) pada pengujian kadar air basah, berat jenis dan penyusutan arah radial dan tangensial, maka kayu samama memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan kayu jabon karena mempunyai BJ yang lebih besar dan nilai penyusutan yang lebih kecil.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan rata-rata KA, BJ, penyusutan radial dan tangensial, maka kayu Samama dari Seram Utara (200–600 mdpl) memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan dengan kayu yang berasal ketiga lokasi lainnya.

BJ dan KA kayu Samama dipengaruhi oleh posisi horisontal batang, tetapi tidak dipengaruhi oleh ketinggian tempat tumbuh. Penyusutan Radial dan Tangensial dipengaruhi oleh Posisi Horisontal, ketinggian tempat tumbuh berpengaruh terhadap penyusutan radial tetapi tidak pada penyusutan tangensial. Nilai rata-rata berat jenis kayu Samama berdasarkan PKK NI5-1961 termasuk kedalam kelas kuat III-IV.

Berdasarkan sifat fisisnya, maka kayu bagian luar bisa digunakan sebagai furniture, konstruksi dan veneer, bagian tengah dapat digunakan untuk kayu laminasi dan blockboard sedangkan bagian dalam dapat digunakan sebagai OSB.

DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono, T.D., Z. Coto., F. Febrianto. 2008. Aspek Termofisis Kayu Sebagai Bahan Baku Alternatif pada Pabrik Semen. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan.
- Dinas Kehutanan Provinsi Maluku Utara, 2011. Hutan Tanaman Industri Kayu Samama di Maluku Utara. Ternate.
- Forest Products Society. 1999. Wood Handbook : Wood as An Engineering Material. Forest Products Society. USA.
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Terjemahan. GajahMadaUniversity Press. Yogyakarta.
- Iswanto, A.H. 2006. Sifat fisis dan Mekanis Kayu Sawit. Laporan Penelitian Universitas Sumatra Utara. Medan.
- Iswanto, A. H. 2009. Oriented Strand Board. Universitas Sumatra Utara e-Repository.
- Japanese Standard Association. 1994. Japanese Industrial Standard Particle Board JSA 5908. Japanese Standard Association. Jepang
- Ohorella, S., Ladjumat J. 2009. Kajian Keberhasilan Program Penanaman Kayu Samama berbasis Kearifan Lokal Masyarakat (Studi Kasus Di Desa Tulehu Kabupaten Maluku Tengah). Fakultas Pertanian. Universitas Darussalam. Ambon.
- Litbang PT. Mangole. 2011. Riap Tumbuh Kayu Samama di Maluku. Ternate.

- Maloney, T. M. 1993. Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing. Miller Freeman, Inc. San Fransisco.
- Manuhuwa, E. 2003. Penetrasi Asam Borat (H_3BO_3) Pada Kayu Samama (*Anthocephalus macrophyllus*). Fakultas Pertanian. Unpatti Ambon.
- Panshin, K.P.V. dan C. De Zeuw. 1980. Text Book of Wood Technology. Mc Graw Hill Book Company, Inc. New York.
- Skaar, C. 1972. Water in Wood. SyracuseUniversity Press. SyracuseNew York.
- Soerianegara I., Lemmens R. 1995. Plant Resources Of South-East Asia 5 (1) Timber trees. Major Comercial Timbers. Prosea.
- Savitri, R. L. W. 2011. Pengujian Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba*). Departemen Hasil Hutan IPB. Bogor
- Tsoumis, G. 1968. Wood as Raw Material. Pergamon Press Ltd. London.
- Tsoumis, G. 1991. Science and Technology Wood. Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold Inc. USA.

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIS DAN MORFOLOGI SERAT TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT DAN SERAT SABUT KELAPA SETELAH PERLAKUAN ALKALI

Lilik Astari¹, Firda Aulya Syamani, Sasa Sofyan Munawar

¹UPT. Balai Litbang Biomaterial-LIPI, Jalan Raya Bogor KM. 46 Cibinong-Bogor 16911
e-mail: lili017@lipi.go.id, astari32@yahoo.com

ABSTRAK

Kualitas produk komposit ditentukan oleh berbagai hal diantaranya karakteristik bahan baku serta perlakuan terhadap bahan baku sebelum diproduksi menjadi komposit. Serat tandan kosong kelapa sawit dan serat kelapa adalah limbah perkebunan yang mengandung lignoselulosa dan tersedia dalam jumlah melimpah. Kedua serat tersebut memiliki potensi yang sangat besar, sebagai alternatif untuk dimanfaatkan menjadi bahan baku produk biokomposit. Perlakuan terhadap serat yang umum dilakukan adalah perlakuan dengan zat alkali seperti NaOH ataupun KOH. Pada penelitian ini akan dilakukan investigasi terhadap sifat mekanis dan morfologi dari serat tandan kelapa sawit dan serat kelapa yang telah direndam dengan NaOH. Perendaman divariasikan terhadap waktu yaitu selama 8, 12 dan 24 jam dengan konsentrasi NaOH 5%. Sifat mekanis yang diamati adalah *tensile strength* dan *elongation at break*. Selain itu, diamati juga morfologi serat setelah dan sebelum perlakuan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa serat tandan kosong kelapa sawit setelah direndam 24 jam memberikan nilai tensile tertinggi yaitu 147,04 MPa sedangkan untuk serat sabut kelapa tensile tertinggi dengan nilai 88, MPa dari hasil perendaman selama 12 jam.

Kata kunci: serat tandan kosong sawit, serat kelapa, perlakuan alkali, sifat mekanis, morfologi.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan dunia komposit yang diperkuat dengan serat alam semakin berkembang seiring dengan semakin tingginya kepedulian masyarakat dunia terhadap penggunaan produk-produk yang ramah lingkungan. Berbagai jenis serat alam telah banyak dimanfaatkan sebagai penguatan produk komposit. Selain diperoleh dari tanaman yang khusus dimanfaatkan seratnya, serat alam juga dapat diperoleh dari limbah-limbah perkebunan yang masih memiliki kandungan lignoselulosa tinggi. Beberapa diantara limbah perkebunan yang mengandung banyak selulosa adalah tandan kosong kelapa sawit dan serat sabut kelapa. Tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dan serat sabut kelapa (coir) adalah limbah serat yang tersedia melimpah dan dijual dengan harga yang relatif murah. Di Indonesia, sampai dengan tahun 2011 limbah TKKS tercatat mencapai 22 juta ton per tahun (Herawan, 2011) sedangkan untuk serat sabut kelapa pada tahun 2008 saja luas perkebunan kelapa sendiri adalah 3,94 juta hektar atau sekitar 27 % dari total area perkebunan di Indonesia (Wildan, 2010). Menurut Badan Pusat Statistik (2012), total produksi kelapa Indonesia tahun 2008 mencapai 15 juta metrik ton, jika kandungan serabut kelapa adalah 35% dari berat kelapa dan dari serabut kelapa 30% adalah serat kelapa maka dapat diperkirakan sekitar 1,575 juta metrik ton serat kelapa dihasilkan per tahunnya.

Pemanfaatan serat untuk menjadi komposit umumnya diawali dengan perlakuan yang diberikan pada serat, hal ini ditujukan untuk meningkatkan sifat mekanis dan kimia pada serat sehingga dapat menghasilkan produk akhir komposit yang sesuai dengan standar. Perlakuan pada serat yang dapat dilakukan adalah dengan perlakuan kimia ataupun biologis. Pada penelitian kali ini akan dibahas terlebih dahulu pengaruh dari perlakuan kimia (perlakuan basa) terhadap sifat mekanis dan morfologi serat tandan kosong kelapa sawit dan serat sabut kelapa. Sodium hidroksida (NaOH) adalah bahan basa(alkali) yang secara luas relatif mudah diperoleh, oleh karena itu bahan tersebut digunakan dalam penelitian ini. Sgriccia *et al.* (2008) menyebutkan bahwa perlakuan dengan alkali mampu menghilangkan lignin dan hemiselulosa dari permukaan serat alam. Perlakuan alkali merupakan hal yang penting dikarenakan serat alam memiliki variasi sifat mekanis yang luas, kekuatan dan elongasi yang masih rendah, timbulnya masalah aliran di nozzle saat injeksi molding, timbulnya gelembung dalam produk komposit serta ketahanan yang rendah terhadap cuaca. Syamani *et al.* (2011) menambahkan bahwa uji FT-IR serat bagas setelah perlakuan alkali (NaOH) menunjukkan hilangnya kandungan lignin.

Informasi mengenai sifat mekanis dan morfologis serta fisika-kimia serat menjadi penting dalam rangka menghasilkan performa optimal dari suatu produk komposit. Properties dari suatu produk komposit ditentukan oleh matriks, serat dan interfacial bonding. Adhesi antara serat dan matriks dalam komposit memiliki peranan yang sangat penting untuk menghasilkan sifat mekanis akhir yang baik dari suatu produk komposit. Hal ini disebabkan karena transfer beban (*stress transfer*) antara matriks dan serat menentukan efisiensi penguatan (*reinforcement*). Pada serat sintesis umumnya dilakukan modifikasi pada permukaan dengan tujuan untuk meningkatkan wettability antara serat dan matriks dan untuk menghasilkan ikatan yang kuat pada *interface* serat dan matriks. Hasil akhir yang diharapkan adalah efektif stress-transfer antara matriks dan serat (Mallick, 1993).

Kesesuaian antara serat alam dengan matriks polimer sangat bergantung pada keberhasilan proses peluruhan lignin, hemiselulosa dan komponen serat non-selulosa lainnya. Komponen serat non-selulosa umumnya menjadi penghalang dalam ikatan serat-matriks serta peka terhadap radiasi ultraviolet (UV) dan kelembapan (Rowell in Islam *et al.* (2010)).

Brigida *et al.* (2010) menambahkan bahwa karakterisasi dari serat sabut kelapa yang telah dimodifikasi penting dilakukan karena perubahan yang terjadi setelah perlakuan sangat berpengaruh dalam keberhasilan aplikasi. Oleh karena itu, morfologi dan modifikasi secara kimia serta pengaruhnya terhadap ketahanan material dipelajari setelah perlakuan, terutama setelah perlakuan kimia.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanis baik tensile strength maupun elongation at break serat tandan kosong kelapa sawit dan serat sabut kelapasebelum dan setelah perlakuan alkali (NaOH 5%). Selain itu dilakukan juga penghitungan densitas dan pengamatan morfologi serat.

II. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat tandan kosong kelapa sawit, serat kelapa, soda api (NaOH), karton frame, lem dengan daya rekat kuat. Alat yang digunakan meliputi mikroskop cahaya Dino Capture Serie 2.0, Carl Seizz SEM, Shimadzu Universal Testing Machine

Langkah Penelitian

Perendaman Alkali

Serat dibersihkan dari debu dan dicuci, kemudian direndam dalam NaOH 5% selama 8, 12 dan 24 jam. Penggunaan konsentrasi NaOH sebesar 5% dilakukan juga oleh Ray dan Sarkar (2001) dimana mereka melakukan penelitian untuk mengetahui karakteristik serat Jute setelah direndam dengan NaOH 5% selama 0,2,4,6 dan 8 jam. Setelah direndam, serat kemudian dibersihkan dengan air mengalir hingga tidak terasa licin dan air bilasan menjadi jernih, hal ini untuk menandakan bahwa sisa NaOH telah tercuci sempurna. Serat yang telah dicuci kemudian dijemur dalam ruang terbuka hingga kadar air <5%, jika belum mencapai maka serat dikeringkan dalam oven.

Uji Tensile

Serat kering dipotong sepanjang 5 cm dan direkatkan pada frame karton yang berbentuk seperti huruf "U" (panjang 5 cm, lebar 2 cm). Sebanyak 30 sampel serat per perlakuan dan jenis serat dibuat untuk uji tensile. Serat kemudian diukur diameternya menggunakan mikroskop cahaya Dino Capture Serie 2.0. Pengukuran diameter dilakukan pada 5 titik kemudian dihitung rata-ratanya. Uji tensile dilakukan menggunakan Shimadzu Universal Testing Machine dengan kecepatan 1 mm/min.

Pengukuran Densitas

Pengukuran densitas dilakukan dengan mengukur massa serat kemudian membaginya dengan volume serat. Untuk penghitungan volume, serat dianggap sebagai silinder.

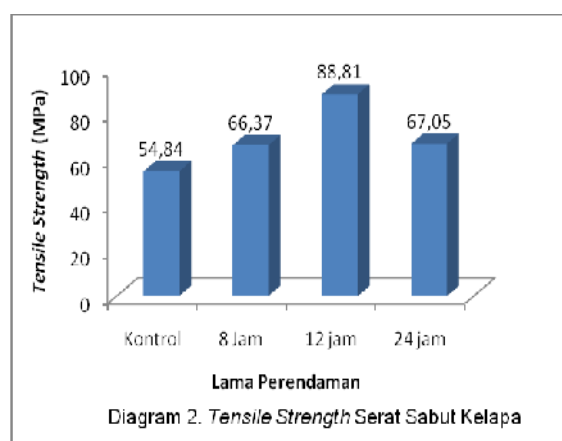
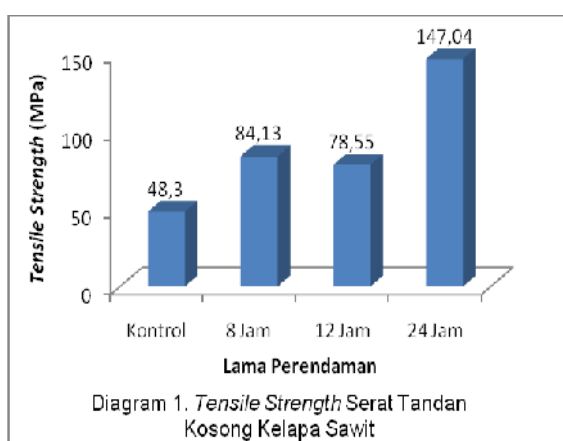
Pengamatan Morfologi

Pengamatan morfologi dilakukan dengan mikroskop cahaya dan SEM untuk mengetahui pengaruh rendaman terhadap morfologi serat.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Uji tarik dan elongasi

Berdasarkan data yang diperoleh untuk serat tandan kosong kelapa sawit diketahui bahwa nilai *tensile strength* untuk serat kontrol memiliki nilai *tensile* terendah yaitu 48,3 MPa. Hasil perendaman selama 8 jam memberikan nilai yang sedikit lebih tinggi dari hasil perendaman selama 12 jam. Namun kemudian terjadi peningkatan yang signifikan pada nilai *tensile strength* hasil perendaman selama 24 jam yaitu sebesar 147,04 MPa (Diagram 1). Alawar *et al.* (2009) melaporkan hal yang sama bahwa pada serat kontrol memiliki nilai *tensile strength* lebih rendah dibandingkan dengan nilai *tensile strength* pada serat setelah perendaman NaOH. Perendaman dengan NaOH menyebabkan luruhnya hemiselulosa dan lignin. Lebih awal Valadez-Gonzales *et al.* (1999) juga menyampaikan hal yang serupa yaitu hilangnya hemiselulosa, waxes dan lignin pada permukaan serat henequen setelah perlakuan perendaman dengan alkali. Perlakuan alkali juga menyebabkan perubahan morfologi serat dan perubahan komposisi kimia. Baretto *et al.* (2011) menyebutkan bahwa perlakuan alkali bergantung pada beberapa variabel (konsentrasi reagen, suhu dan waktu) dan hasil perlakuan akan mempengaruhi langsung tidak hanya pada sifat thermal dan mekanis tetapi juga terhadap kemampuannya terdegradasi dan adhesivitas terhadap matriks.



Data untuk serat sabut kelapa, nilai terendah *tensile strength* juga dari serat kontrol sebesar 54,84 MPa namun nilai tertinggi dari hasil perendaman selama 12 jam yaitu sebesar 88,81 MPa. Pada perendaman selama 24 jam *tensile strength* menurun cukup jauh dari nilai tertinggi yaitu sebesar 67,05 MPa. Variasi yang cukup luas tersebut disebabkan oleh diameter serat yang tidak rata (bervariasi). Wei and Gu (2009) dalam penelitiannya mengenai serat sabut kelapa yang berasal dari provinsi Hainan di Cina melaporkan bahwa *tensile strength* serat tertinggi mencapai 1124 N dan terendah 282 N. Dilaporkan juga terjadi variasi yang cukup luas terhadap nilai *tensile strength* yang juga disebabkan oleh bervariasinya diameter serat. Perbedaan hasil yang nampak antara literatur dengan hasil yang diperoleh dalam penelitian ini dapat disebabkan perbedaan tempat tumbuh spesimen serta spesies yang berbeda dari kelapa.

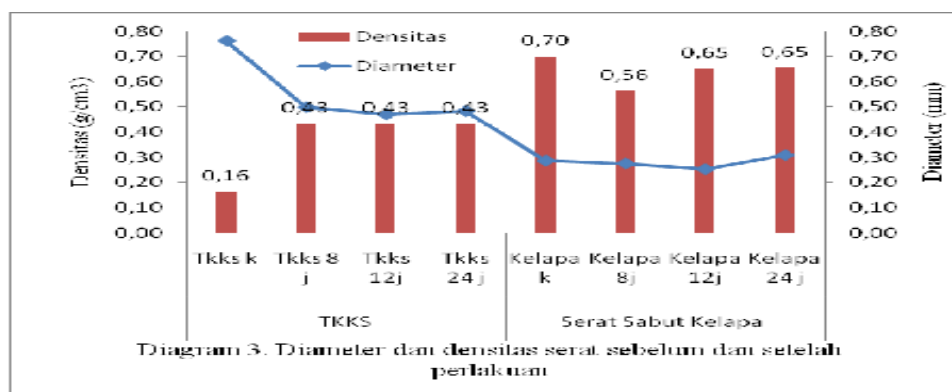
Elongasi: Tabel 1 di bawah ini menunjukkan nilai elongation at break serat tandan kosong kelapa sawit dan serat sabut kelapa.

Tabel 1. Nilai *Elongation at break* serat sebelum dan setelah perlakuan

Serat	Lama Perendaman (Jam)	Elongation at Break (%)
Tandan Kosong Kelapa Sawit	Kontrol (0)	4,18
	8	3,45
	12	3,29
	24	3,53
Serat Sabut Kelapa	Kontrol (0)	6,69
	8	4,56
	12	6,18
	24	5,50

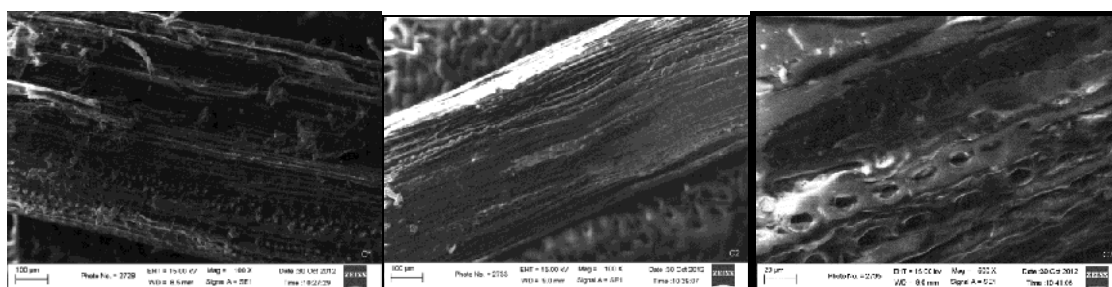
Elongation at break serat tandan kosong kelapa sawit kontrol memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan serat tandan kosong kelapa sawit setelah perendaman. Hal yang sama ditunjukkan oleh serat sabut kelapa dimana serat tanpa perlakuan memiliki nilai tertinggi *elongation at break*.

Densitas: Diagram 3 menunjukkan hubungan antara densitas dengan diameter serat. Berdasarkan hasil perhitungan nampak bahwa semakin besar diameter serat maka densitas serat akan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Munawar *et al.* (2007), disebutkan bahwa densitas serat akan semakin menurun seiring dengan semakin tebalnya diameter.

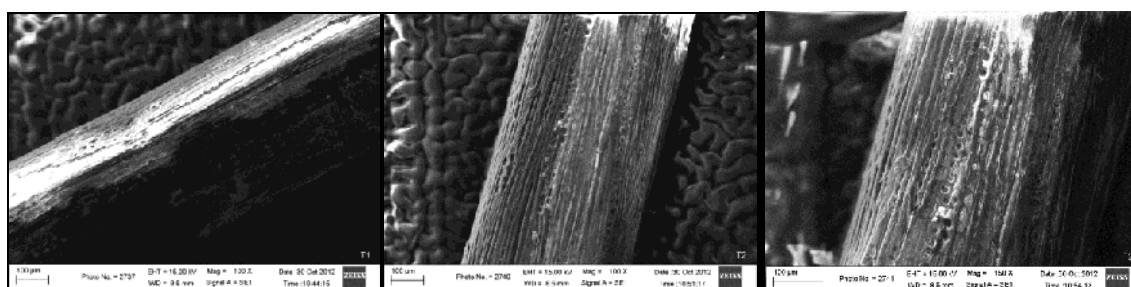


Pengamatan Morfologis.

Pengamatan morfologis menggunakan scanning electron microscope dilakukan untuk serat kelapa kontrol dan setelah rendam 12 jam (Gambar 5). Sedangkan untuk tkks, foto dilakukan untuk kontrol dan setelah rendam 24 jam (Gambar 6). Pemilihan ini berdasarkan nilai *tensile strength* tertinggi dari tiap serat. Pengamatan menunjukkan bahwa setelah perlakuan permukaan serat nampak jauh lebih bersih dibandingkan dengan sebelum perlakuan. Gambar 5 dan 6 a menunjukkan serat sebelum perlakuan dimana nampak jelas serat masih kasar dan masih terdapat bagian-bagian yang menempel pada permukaan serat. Bagian tersebut dapat berupa pektin, lignin dan pengotor lainnya. Setelah perlakuan dengan NaOH 5% permukaan serat nampak mulai bersih, seiring bertambahnya waktu perendaman permukaan serat nampak lebih halus. Namun demikian, masih nampak jelas adanya *nodes* pada permukaan dan masih terdapat garis-garis yang tidak beraturan (Gambar b & c).

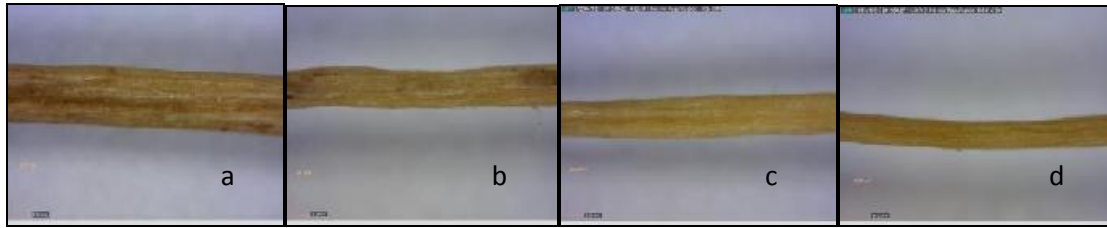


Gambar 5. Serat sabuk kelapa kontrol (a. mag. 50x), serat sabuk kelapa 12 jam (b. Mag 100x, c. mag 500x)

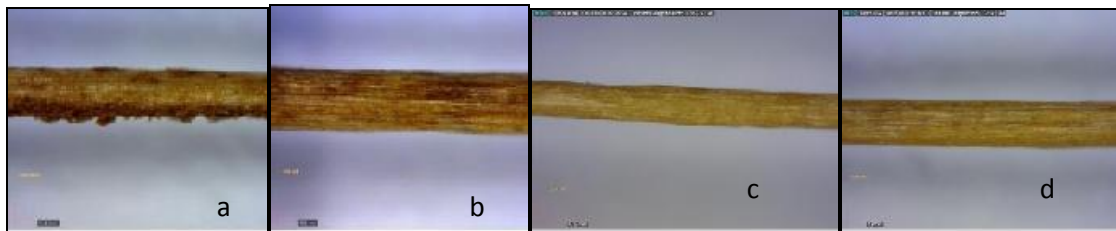


Gambar 6. Serat tandan kosong sawit kontrol (a. Mag 50x), rendam 24 jam (b. Mag 100x, c. Mag 150x)

Pengamatan dengan mikroskop cahaya juga menunjukkan bahwa serat nampak lebih halus setelah dilakukan perlakuan alkali.



Gambar 7. Serat tandan kosong sawit: (a) kontrol, (b) rendam 8 jam, (c) rendam 12 jam, (d) rendam 24 jam



Gambar 8. Serat tandan sabuk kelapa: (a) kontrol, (b) rendam 8 jam, (c) rendam 12 jam, (d) rendam 24 jam

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa serat tandan kosong kelapa sawit setelah perlakuan perendaman dengan NaOH 5% selama 24 jam memberikan nilai *tensile strength* tertinggi (147,04 MPa) sedangkan untuk serat sabut kelapa diperoleh dari perendaman NaOH 5% selama 12 jam (88,81 MPa). Kontrol dari kedua jenis serat memiliki nilai *elongation at break* yang tertinggi dibandingkan serat-serat setelah perlakuan perendaman alkali. Densitas serat berbanding terbalik dengan diameter serat, semakin lebar diameter serat maka densitas serat semakin rendah. Pengamatan morfologi menunjukkan bahwa perendaman dengan alkali mampu menghilangkan pengotor yang menempel pada permukaan serat.

DAFTAR PUSTAKA

- Alawa, A., Ahmad M. Hamed, Khalifa Al-Kaabi. 2009. Characterization of treated date palm tree fiber as composite reinforcement. *Composites: Part B* 40 (2009) 601–606
- Badan Pusat Statistik. 2012. Produksi Perkebunan Besar menurut Jenis Tanaman, Indonesia (Ton), 1995-2010*. http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?kat=3&tabel=1&daftar=1&id_subyek=54&notab=2
- Baretto, A.C.H, D.S. Rosa, P.B.A. Fechine, S.E. Mazzetto. 2011. Properties of sisal fibers treated by alkali solution and their application into cardanol-based biocomposites. *Composites: Part A* 42 (2011) 492–500
- Brigida, A.I.S., V.M.A. Calado, L.R.B. Gonçalves, M.A.Z. Coelho. 2010. Effect of chemical treatments on properties of green coconut fiber. *Carbohydrate Polymers* 79 (2010) 832–838
- Herawan, T. 2011. Chemicals and materials based on oil palm empty fruit bunches advances in R & D. International Conference and Exhibition of Palm Oil 2011. 12 May 2011. Jakarta Convention Centre. Jakarta.
- Islam, M.S., K.L. Pickering, N.J. Foreman. 2010. Influence of alkali treatment on the interfacial and physico-mechanical properties of industrial hemp fibre reinforced polylactic acid composites. *Composites: Part A* 41 (2010) 596–603
- Mallick, P.K. 1993. *Fiber-reinforced composites materials, manufacturing & Design*. 2nd ed. Marcel Dekker Inc
- Munawar, S.S., K. Umemura, S. Kawai. 2007. Characterization of the morphological, physical, and mechanical properties of seven nonwood plant fiber bundles. *Journal of Wood Science*. Volume 53. Number 2. 108-113

- Ray, Dipa and B.K. Sharkar. 2001. Characterization of alkali-treated jute fibers for physical and mechanical properties. *J Appl Polym Sci* 80: 1013–1020
- Sgriccia, N., M.C. Hawley and M. Misra. 2008. Characterization of natural fiber surfaces and natural fiber composites. *Composites: Part A* 39 (2008) 1632–1637
- Syamani, F. A., Lilik Astari, Ismadi, Subyakto. 2011. The Effect of Bagasse Treatment and Processing method on The Mechanical Properties of Polypropylene-Bagasse Composite. *Proceedings of The third International Symposium of Indonesian Wood Research Society*.
- Valadez-Gonzales, A. , J.M. Cervantes-Uc, R. Olayo, P.J. Herrera-Franco. 1999. Effect of fiber surface treatment on the fiber–matrix bond strength of natural fiber reinforced composites. *Composites: Part B* 30 (1999) 309–320
- Wei, Wang and Huang Gu. 2009. Characterisation and utilization of natural coconut fibres composites. *Materials and Design* 30 (2009) 2741–2744
- Wildan, A. 2010. Studi Proses Pemutihan Serat Kelapa Sebagai Reinforced Fiber . Tesis. Universitas Diponegoro. Semarang.

PENGARUH JENIS KATALIS DAN CARA PENGERINGAN TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN SEMEN MERANTI MERAH (*Shorea leprosula*)

Effect of Catalyst and Curing Types on the Physical and Mechanical Properties of Red Meranti (Shorea leprosula) Cement-Bonded Particle Board

Ismail Budiman¹⁾, Sasa Sofyan Munawar¹⁾, Subyakto¹⁾

¹⁾UPT Balai Litbang Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia,
Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911

ABSTRACT

Curing on wood fiber-cement bonded board is expected to accelerate the bonding between fibers and cement. Besides, the utilization of catalysts, such as aluminium sulphate ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) and magnesium chloride (MgCl_2), are expected to improve the physical and mechanical properties of red meranti cement-bonded particleboard. The objective of this study was to evaluate the effect of curing system and type of catalysts on the properties of red meranti cement-bonded particleboard. Particles of red meranti (*Shorea leprosula*) were obtained from 11-year-old plantation at PT Sari Bumi Kusuma (SBK) forest concession in Pontianak, West Kalimantan. Particles were sieved into 4~14 mesh of diameter. The contents of $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ or MgCl_2 were 2.5% of cement weight. The board was produced at a dried particle : cement ratio of 1 : 2.75 and water : cement ratio of 0.60 based on weight. The target density of the boards was 1.25 g/cm³. Cement-bonded red meranti particles were hand-formed into 25cm x 25cm x 1cm mat. Curing system of board divided into two groups. The first group; the boards were cold pressed for 24 hours and cured at room temperature for 28 days and tested. The second group; the boards were clamped overnight for 24 hours in an oven at a temperature of 65°C and then cured further at room temperature, for 28 days and tested. Physical and mechanical characteristics were observed according to ISO:8335-1987 and tested by Universal Testing Machine (UTM). Results shown that curing system with oven dried considerable different with conventional curing system for the physical and mechanical properties of cement board.

Key words: red meranti, cement, catalyst, curing system, physical and mechanical properties

I. PENDAHULUAN

Papan semen dengan menggunakan penguat dari partikel kayu ataupun serat alam pada saat ini banyak digunakan sebagai komponen non struktural rumah seperti dinding dan atap. Hal ini terjadi karena beberapa keunggulan dari komposit ini seperti sifat tahan terhadap api, serangan jamur dan memiliki stabilitas dimensi yang sangat baik.

Penggunaan katalis pada pembuatan papan semen berfungsi untuk meningkatkan daya ikat semen terhadap partikel kayu agar tercapai ikatan yang optimum dan dapat mempercepat proses pengerasan sehingga didapatkan hasil papan yang baik. Beberapa katalis yang sering digunakan dalam pembuatan papan semen diantaranya adalah magnesium klorida (MgCl_2), kalsium klorida (CaCl_2), kalsium hidroksida ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), aluminium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$), natrium silikat (Na_2SiO_3), dan natrium bikarbonat (NaHCO_3).

Penelitian pembuatan papan semen menggunakan wol kayu meranti telah dilakukan oleh Sulastiningsih *et al.* (1990). Pada penelitian ini, papan semen dibuat dengan menggunakan wol dari enam jenis kayu asli Indonesia yaitu meranti kuning (*Shorea acuminatissima*), merkuyung (*Shorea johorensis*), meranti putih (*Shorea lamellata*), dua jenis meranti merah (*Shorea platyclados* dan *Shorea leprosula*), serta mangium (*Acacia mangium*). Katalis yang digunakan adalah CaCl_2 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$. Hasil penelitian menunjukkan bahwa papan semen wol kayu dari jenis *S. platyclados*, dan *A. mangium* dengan menggunakan katalis CaCl_2 dan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ serta *S. leprosula* dengan katalis CaCl_2 memenuhi standar DIN 1101 untuk sifat fisis dan mekanisnya.

Pada saat ini, pembuatan papan semen menggunakan proses *curing* yang beragam dengan tujuan untuk meningkatkan sifat fisis dan mekanisnya. Proses *curing* yang sudah lama digunakan dikenal juga sebagai proses tekan konvensional. Proses ini dilakukan dengan menggunakan alat kempa dan memerlukan waktu 8-24 jam, sehingga proses hidrasi yang terjadi dalam ruang kempa tersebut diharapkan dapat membuat adonan papan semen menjadi padat dan kuat (Jorge *et al.* 2004). Proses *curing* papan semen yang juga banyak digunakan saat ini yaitu dengan memberikan perlakuan panas terhadap adonan papan semen yang sedang dikempa, atau mengoven papan semen yang baru dibuat tersebut dengan suhu tertentu dan selanjutnya memberikan perlakuan lainnya.

Penelitian dengan menggunakan pengaruh panas pada proses *curing* papan semen diantaranya dilakukan oleh Sudin dan Swamy (2006) dan Maail *et al.* (2011). Sudin dan Swamy (2006) membuat papan semen dari partikel bambu dengan 3 variasi perbandingan partikel dan semen yaitu 1:2,5, 1:2,75 dan 1:3. Pada pembuatan papan ini juga ditambahkan 4 katalis yaitu CaCl_2 , MgCl_2 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan campuran dari $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dengan Na_2SiO_3 sejumlah 2% dari berat semen. Papan dibuat dengan densitas $1,25 \text{ g/cm}^3$ dengan ukuran cetakan $450 \times 450 \times 10 \text{ mm}$. Setelah dibuat lembaran, papan yang berada dalam cetakan tertutup kemudian dikempa dengan suhu $60-65^\circ\text{C}$. Papan dikeluarkan dari cetakan setelah 24 jam untuk kemudian dikondisikan pada suhu ruang selama 28 hari sampai dengan waktu pengujian. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah papan semen yang dibuat dengan menggunakan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ memiliki sifat fisis dan mekanis yang terbaik dibandingkan dengan penggunaan katalis lainnya.

Maail *et al.* (2011) membuat papan semen dengan menggunakan partikel dari kayu *Japanese cypress* (*Chamaecyparis obtusa* Endl) dan *Japanese cedar* (*Cryptomeria japonica* D.Don). Papan semen dibuat dengan densitas $1,2 \text{ g/cm}^3$ dengan perbandingan semen, partikel dan air sebesar 2,5:1,0:1,25. Papan yang dibuat dengan ukuran $230 \times 230 \times 12 \text{ mm}$ dikempa dingin sampai dengan ketebalan yang diinginkan. Selanjutnya papan dibagi menjadi 3 bagian untuk mendapatkan perlakuan yang berbeda sebagai berikut : (1) papan yang dioven dengan suhu 60°C selama 24 jam dan selanjutnya dilakukan perlakuan pemberian CO_2 superkritis selama 10 menit sampai 10 hari; (2) papan yang dioven dengan suhu 60°C selama 24 jam dan selanjutnya dikondisikan selama 28 hari pada suhu ruang; (3) papan kontrol, yaitu papan yang tidak mendapatkan perlakuan oven dan tidak mendapatkan perlakuan pemberian CO_2 superkritis (papan dengan pengondisian konvensional). Hasil dari penelitian ini adalah bahwa papan semen dengan pemberian perlakuan CO_2 superkritis selama 30 menit, menghasilkan papan semen dengan nilai MOR dan MOE tertinggi.

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan papan semen dengan partikel dari kayu meranti merah (*Shorea leprosula*), menggunakan katalis MgCl_2 dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$, dengan cara pengondisian konvensional dan pengovenan selama 24 jam pada suhu 65°C dilanjutkan dengan penyimpanan papan pada suhu ruang selama 28 hari.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan katalis MgCl_2 dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dan perbedaan perlakuan sistem kondisioning konvensional dan sistem kondisioning oven serta terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen meranti merah.

II. METODE PENELITIAN

Bahan baku partikel meranti merah diperoleh dari tegakan hutan tanaman umur 11 tahun milik PT Sari Bumi Kusuma (SBK) di Pontianak, Kalimantan Barat. Kayu meranti dipotong dan dimasukkan ke dalam *ring flaker* dan kemudian disaring dengan ukuran diameter lolos 4 mesh dan tertahan pada saringan 14 mesh. Bahan baku semen yang digunakan adalah semen portland yang dihasilkan oleh Holcim yang sesuai dengan standard SNI 15-7064-2004. Sedangkan katalis yang digunakan adalah MgCl_2 dan $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ yang digunakan sebanyak 2,5% dari berat semen.

Partikel tersebut kemudian digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan semen dengan ukuran $25 \times 25 \times 1 \text{ cm}$ dan target kerapatan $1,25 \text{ g/cm}^3$. Perbandingan berat air dengan semen ditetapkan 6 : 10. Sehari sebelum pembuatan papan, kadar air serat dibuat sampai 60% dan sisanya ditambahkan pada saat pembuatan papannya. Sedangkan perbandingan berat partikel dengan semen adalah 1 : 2,75. Adonan dimasukkan ke dalam cetakan dan dipadatkan menjadi bentuk lembaran. Sebagian dari lembaran adonan tersebut dikempa dingin hingga mencapai ketebalan yang diinginkan selama 24 jam, untuk kemudian dikondisioning selama 28 hari sampai dengan pengujian. Sebagian lagi dikempa dengan menggunakan

klamp, dioven dengan suhu 65 °C selama 24 jam untuk kemudian dikondisikan selama 28 hari sampai pengujian.

Untuk tujuan pengujian dibuat potongan sesuai dengan kebutuhan pengujian dan untuk tiap papan semen diambil 4 ulangan. Pengamatan dilakukan terhadap kadar air/*moisture content* (MC), pengembangan tebal/*thickness swelling* (TS), modulus elastisitas/*Modulus of Elasticity* (MOE), modulus patah/*Modulus of Rupture* (MOR), kekuatan rekat internal/*Internal Bond* (IB) dan kuat cabut sekrup/*Screw withdrawal* (SW).

Kadar air papan diukur dengan mengoven papan dengan suhu 105°C selama 24 jam. Nilai persentase kadar air diperoleh melalui perhitungan pembagian selisih berat sebelum dan setelah dioven terhadap berat setelah dioven dan dikalikan dengan 100%. Pada pengujian TS, ketebalan sampel uji diukur kemudian direndam dalam air pada suhu ruang selama 24 jam. Setelah perendaman, sampel dikeluarkan dari air, dilap dari air yang menetes dan diukur ketebalannya. Besarnya TS karena penyerapan air dihitung dengan membandingkan perubahan tebal terhadap tebal awal sampel. Untuk pengujian MOE dan MOR, IB, dan SW dilakukan dengan alat Universal Testing Machine (UTM). Pengujian ini dilakukan mengacu pada standar ISO 8335:1987 tentang papan partikel semen kecuali untuk kuat pegang sekrup mengacu pada JIS A 5908-1994 tentang papan partikel.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat-sifat fisis dan mekanis papan semen

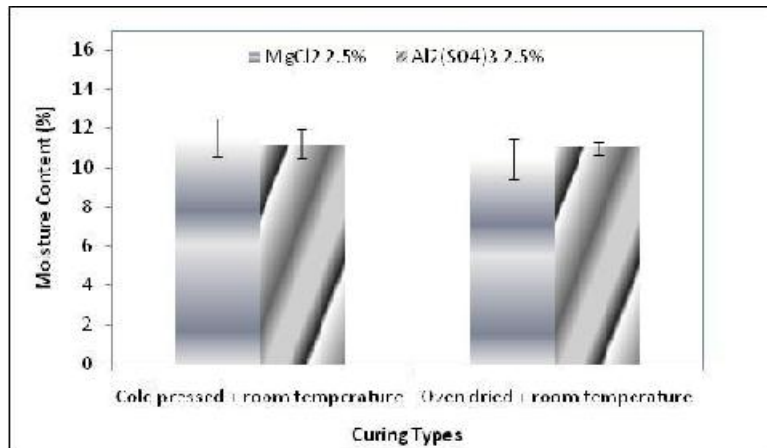
Hasil pengujian sifat-sifat fisis dan mekanis papan semen disajikan pada Tabel 1. Sifat-sifat yang diuji adalah kadar air (MC) pengembangan tebal (TS), daya serap air (WA), modulus elastisitas (MOE), modulus patah (MOR), kekuatan rekat internal (IB) dan kekuatan pegang sekrup (SW). Selain itu juga dihitung kerapatan dari masing-masing papan semen.

Tabel 1. Sifat Fisik dan Mekanis Papan Semen dari Kayu Meranti

Tipe Papan Semen	Sifat Fisik dan Mekanis						
	MC (%)	TS (%)	WA (%)	MOE (kgf/cm ²)	MOR (kgf/cm ²)	IB (kg/cm ²)	SW (kgf)
Kempa dingin+ temperatur ruang + 2,5% MgCl ₂	11,54	1,41	21,53	21334	114,00	8,51	60,96
Kempa dingin+ temperatur ruang + 2,5% Al ₂ (SO ₄) ₃	11,22	2,17	24,90	15554	96,52	9,35	50,10
Pengeringan Oven + temperatur ruang + 2,5% MgCl ₂	10,45	2,64	41,84	3568	22,64	0,79	20,51
Pengeringan Oven + temperatur ruang + 2,5% Al ₂ (SO ₄) ₃	11,01	2,73	49,04	2419	17,94	0,47	12,41

Kadar Air Papan / *Moisture Content* (MC)

Nilai MC papan berkisar antara 10,45% sampai 11,54%. Nilai MC yang hampir sama ini disebabkan sifat dari katalis yang digunakan yaitu MgCl₂ dan Al₂(SO₄)₃ yang higroskopis atau menyerap air. Berdasarkan standard pembuatan papan semen dengan menggunakan standard ISO 8335:1987 yang mensyaratkan bahwa MC papan semen maksimal adalah 12%, maka seluruh papan yang dibuat pada penelitian ini memenuhi standard. Persentase MC papan serat pada setiap taraf dapat dilihat pada Gambar 1.

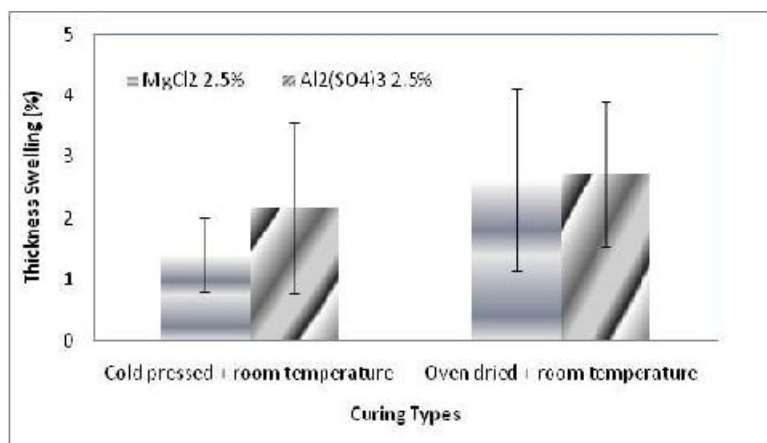


Gambar 1. Kadar Air Papan Semen Meranti

Papan semen dengan sistem kondisioning dikeringkan menggunakan oven cenderung memiliki nilai MC yang lebih rendah dibandingkan dengan papan semen yang dikempa dingin. Hal ini dapat terjadi karena pada papan tersebut telah dilakukan pemanasan menggunakan oven sesaat setelah papan tersebut dibuat.

Pengembangan Tebal / Thickness Swelling (TS)

Nilai TS papan berkisar antara 1,41% sampai 2,73%. Nilai terkecil dari TS yaitu sebesar 1,41% pada papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan kempa dingin dan katalis MgCl₂ 2,5%. Sedangkan nilai TS terbesar adalah 2,73% pada papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan oven dengan katalis Al₂(SO₄)₃. Nilai TS dari papan dengan menggunakan oven pada kondisioningnya memiliki nilai pengembangan tebal yang lebih besar. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pada saat dioven, papan tersebut kehilangan air yang lebih banyak, sehingga pada saat direndam kembali selama 24 jam, maka akan menyerap air lebih banyak dan terjadi pengembangan tebal yang lebih besar. Berdasarkan standard pembuatan papan semen menggunakan ISO 8335:1987 yang mensyaratkan bahwa TS papan semen maksimal adalah 2%, maka papan semen yang memenuhi standar hanya pada papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan kempa dingin dan katalis MgCl₂ 2,5%. (1,41%). Persentase TS papan semen selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 2.



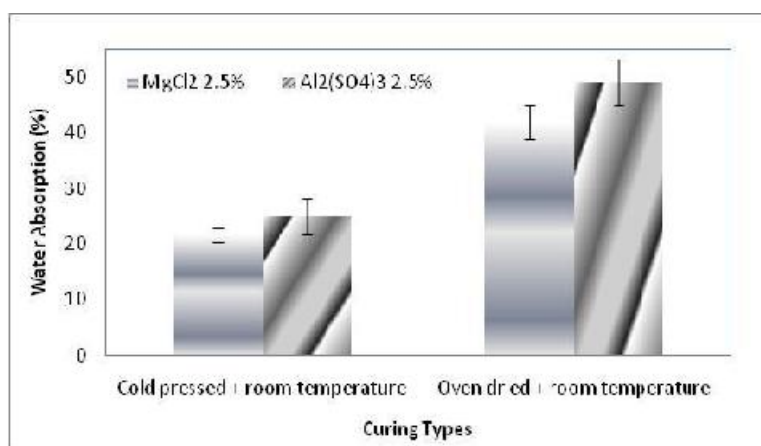
Gambar 2. Pengembangan Tebal Papan Semen Meranti

Nilai TS papan semen dengan sistem kondisioning konvensional (menggunakan kempa dingin dan disimpan pada suhu ruang selama 28 hari) lebih rendah/baik jika dibandingkan dengan nilai TS pada papan semen dengan perlakuan oven dengan suhu 65 °C. Hal ini dapat terjadi karena pada saat proses pengeringan dengan oven, terjadi percepatan proses penguapan air. Sehingga pada saat direndam dalam air, papan tersebut menyerap air lebih banyak dan menyebabkan pengembangan tebal yang lebih besar.

Papan semen meranti, baik dengan sistem kondisioning konvensional maupun sistem kondisioning dengan oven, memiliki nilai TS yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai TS dari papan semen partikel bambu dengan penambahan katalis MgCl_2 2% (1,11%) dan papan semen bambu dengan penambahan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 2% (0,76%) dengan proses pengempaan dalam ruang tertutup dengan suhu 60-65 °C selama 24 jam (Sudin 2006). Nilai ini juga lebih tinggi dibandingkan nilai TS yang diperoleh papan semen partikel kayu Japanese cypress dan Japanese cedar dengan proses kondisioning menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam dan dilanjutkan dengan penggunaan supercritical CO_2 (0,8%) (Maail *et al.* 2011).

Daya Serap Air / Watrer Absorption (WA)

Nilai WA papan berkisar antara 21,53% sampai 49,04%. Nilai terkecil dari WA yaitu sebesar 21,53% pada papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan kempa dingin dan katalis MgCl_2 2,5%. Sedangkan nilai WA terbesar adalah 49,04% pada papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan oven dengan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$. Nilai WA dari papan dengan sistem kondisioning menggunakan oven memiliki nilai WA yang lebih besar dibandingkan papan semen dengan sistem kondisioning konvensional. Hal ini dimungkinkan terjadi karena pada saat dioven, papan tersebut kehilangan air yang lebih banyak, sehingga pada saat direndam kembali selama 24 jam, maka papan menyerap air lebih banyak pula. Persentase WA papan semen selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Daya Serap Air Papan Semen Meranti

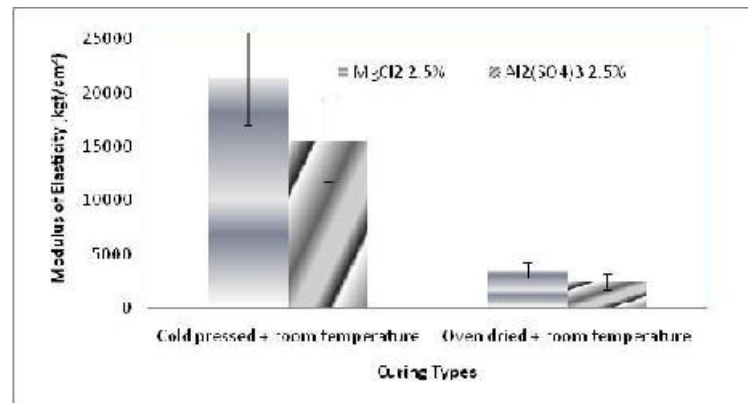
Papan semen dengan sistem kondisioning konvensional memiliki nilai WA yang lebih rendah/baik jika dibandingkan dengan nilai WA pada papan semen dengan perlakuan oven dengan suhu 65 °C. Hal ini dapat terjadi karena pada saat proses pengeringan dengan oven, terjadi percepatan proses penguapan air. Sehingga pada saat direndam dalam air, papan tersebut menyerap air lebih banyak jika dibandingkan dengan papan semen dengan sistem kondisioning konvensional.

Papan semen meranti, dengan sistem kondisioning konvensional memiliki nilai WA yang hampir sama dengan papan semen partikel bambu yang ditambahkan katalis MgCl_2 2,5% (15,97%) dan yang ditambahkan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 2% (14,40%) dengan proses pengempaan dalam ruang tertutup dengan suhu 60-65 °C selama 24 jam (Sudin, 2006). Nilai ini juga hampir sama dengan nilai WA papan semen partikel kayu Japanese cypress dan Japanese cedar dengan proses kondisioning menggunakan oven dengan suhu 60 °C selama 24 jam dan dilanjutkan dengan penggunaan superkritikal CO_2 (21,2%) (Maail *et al.* 2011).

Modulus Elastisitas / Modulus of Elasticity (MOE)

Nilai MOE dari papan semen meranti yang dihasilkan, berkisar antara 2.419 kgf/cm^2 sampai 21.334 kgf/cm^2 . Papan semen dengan nilai MOE terkecil adalah papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan oven dan penambahan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 2,5% (2.872 kgf/cm^2), sedangkan papan semen dengan nilai MOE terbesar adalah papan dengan sistem kondisioning konvensional penambahan katalis MgCl_2 2,5% (21334 kgf/cm^2). Dari hasil pengujian terlihat bahwa papan semen dengan sistem kondisioning konvensional memiliki nilai MOE yang jauh lebih tinggi dibandingkan papan semen dengan sistem

kondisioning menggunakan oven. Pada papan semen dengan sistem kondisioning oven, kondisi papan setelah dioven tampak kering dan permukaannya tampak lebih kasar. Hal ini menyebabkan ikatan antara semen dengan partikelnya diduga kurang baik jika dibandingkan dengan papan yang dihasilkan dengan sistem kondisioning konvensional, sehingga berpengaruh terhadap sifat mekanisnya, termasuk MOE. Berdasarkan standar pembuatan papan semen dengan menggunakan standar ISO 8335:1987 yang mensyaratkan bahwa nilai MOE papan semen minimal adalah 30000 kgf/cm², maka tidak satupun dari papan semen yang dibuat memenuhi standard. Nilai MOE papan semen serat selengkapnya tersaji pada Gambar 4.

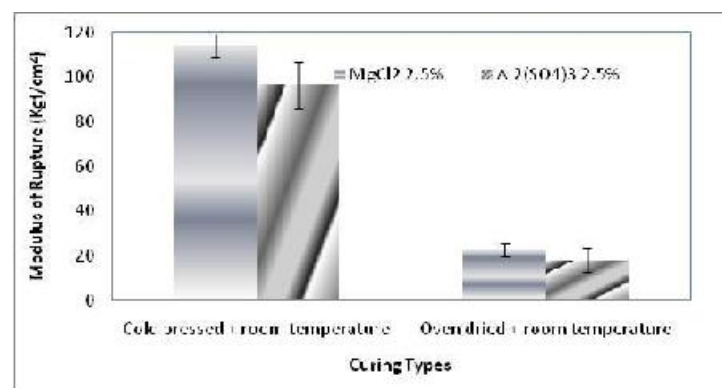


Gambar 4. Modulus Elastisitas Papan Semen Meranti

Papan semen meranti merah ini memiliki nilai MOE yang lebih rendah jika dibandingkan dengan nilai MOE papan semen partikel kayu dengan pemberian supercritical CO₂ selama 30 menit setelah papan semen tersebut dioven dengan suhu 60 °C selama 24 jam (53000 kgf/cm²) (Maail et al. 2011). Hal ini menunjukkan perlu adanya perlakuan lanjutan bagi papan semen setelah dioven, agar sifat mekanisnya dapat lebih baik.

Modulus Patah / Modulus of Rupture (MOR)

Kisaran nilai modulus patah (MOR) dari papan semen meranti merah yang dihasilkan yaitu antara 17,94 kgf/cm² sampai 114,00 kgf/cm². Papan semen dengan nilai MOR terkecil adalah papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan oven dan penambahan katalis Al₂(SO₄)₃ 2,5% (17,94 kgf/cm²), sedangkan papan semen dengan nilai MOR terbesar adalah papan dengan sistem kondisioning konvensional penambahan katalis MgCl₂ 2,5% (114,00 kgf/cm²). Hasil pengujian memperlihatkan papan semen dengan sistem kondisioning konvensional memiliki nilai MOR yang jauh lebih tinggi dibandingkan papan semen dengan sistem kondisioning menggunakan oven. Pada papan semen dengan sistem kondisioning oven, kondisi papan setelah dioven tampak kering dan permukaannya tampak lebih kasar. Hal ini menyebabkan ikatan antara semen dengan partikelnya diduga kurang baik jika dibandingkan dengan papan yang dihasilkan dengan sistem kondisioning konvensional, sehingga berpengaruh terhadap MOR. Papan semen dengan sistem kondisioning konvensional memiliki nilai MOR lebih tinggi dari batas minimal yang ditetapkan standard ISO 8335:1987 yaitu 90 kgf/cm². Nilai MOR papan semen serat selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 5.

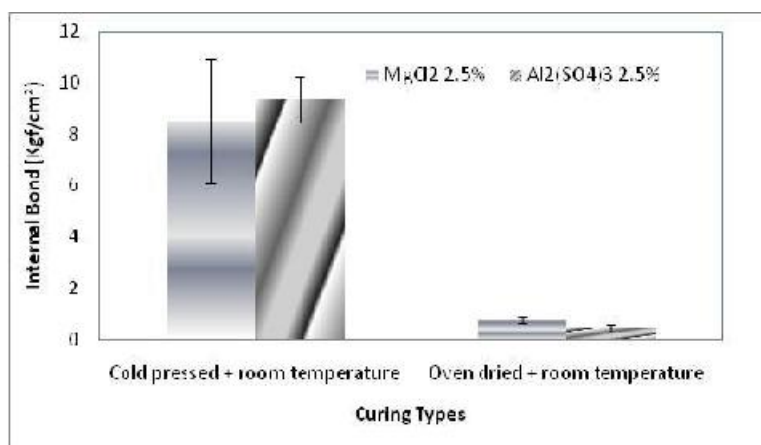


Gambar 5. Keteguhan Patah Papan Semen Meranti Merah

Papan-papan semen serat dengan nilai MOR memenuhi standard ISO 8335:1987, memiliki nilai MOR lebih tinggi jika dibandingkan dengan papan semen partikel bambu dengan sistem kondisioning pengempaan panas dengan suhu 60-65 °C pada ruang tertutup selama 24 jam dengan katalis MgCl_2 (69,3 kgf/cm²) dan dengan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (92,5 kgf/cm²) (Sudin 2006). Namun nilai papan semen meranti merah tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan papan semen partikel kayu dengan pemberian supercritical CO_2 selama 30 menit setelah papan semen tersebut dioven dengan suhu 60 °C selama 24 jam (171 kgf/cm²) (Maail *et al.* 2011).

Kekuatan Rekat Internal / Internal Bond (IB)

Kisaran nilai IB papan semen meranti merah yaitu antara 0,47 kgf/cm² sampai 9,35 kgf/cm². Nilai IB tertinggi adalah pada papan semen dengan sistem kondisioning konvensional dengan penambahan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ 2,5% (9,35 kgf/cm²) yang tidak jauh dengan papan semen kondisioning konvensional dengan katalis MgCl_2 (8,51 kgf/cm²). Sedangkan nilai IB papan semen dengan perlakuan oven memiliki nilai yang cukup rendah (0,47-0,79 kgf/cm²). Hal ini terjadi karena perlakuan oven pada papan semen kondisi papan kering sehingga menyebabkan ikatan antara semen dengan partikelnya kurang baik jika dibandingkan dengan papan yang dihasilkan dengan sistem kondisioning konvensional dan berpengaruh terhadap ikatannya (IB). Papan semen dengan sistem kondisioning konvensional memiliki nilai IB yang lebih tinggi dari batas minimal yang ditetapkan standard ISO 8335:1987 yaitu 5 kgf/cm². Nilai IB papan semen serat sisal selengkapnya tersaji pada Gambar 6.

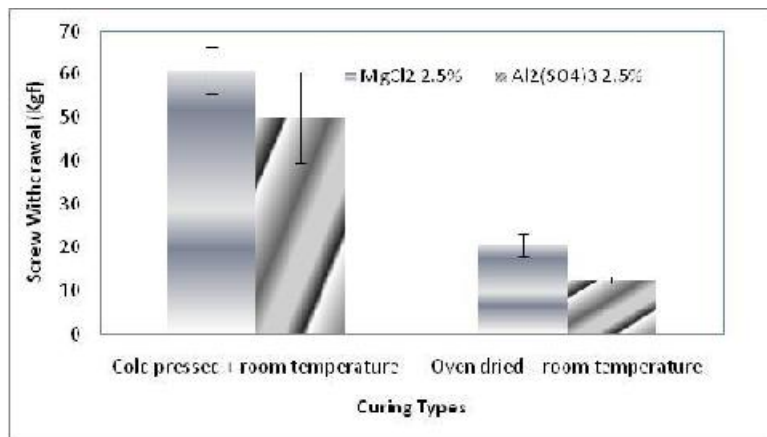


Gambar 6. Internal bond Papan Semen Meranti Merah

Papan semen meranti merah dengan sistem kondisioning konvensional memiliki nilai IB yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan papan semen partikel bambu dengan sistem kondisioning pengempaan panas dengan suhu 60-65 °C pada ruang tertutup selama 24 jam dengan katalis MgCl_2 (4,3 kgf/cm²) dan dengan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (6,3 kgf/cm²) (Sudin 2006). Namun nilai IB papan semen meranti merah tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan papan semen partikel kayu dengan pemberian supercritical CO_2 selama 30 menit setelah papan semen tersebut dioven dengan suhu 60 °C selama 24 jam (12,2 kgf/cm²) (Maail *et al.* 2011).

Kuat tarik sekrup atau screw withdrawal (SW)

Nilai SW papan semen meranti merah berkisar antara 12,41 kgf sampai 60,96 kgf. Nilai SW papan semen dengan sistem kondisioning konvensional (50,10-60,96 kgf) lebih besar dibandingkan dengan papan semen dengan sistem kondisioning oven (12,41-20,51 kgf). Hal ini terjadi karena kondisi papan dengan perlakuan oven kering dapat memungkinkan berkurangnya ikatan antara partikel dengan semennya, sehingga dapat menurunkan daya kuat pegang sekrup dari papan tersebut. Nilai SW tertinggi diperoleh papan semen dengan sistem kondisioning konvensional dan penambahan katalis MgCl_2 5% (60,96 kgf) yang tidak berbeda jauh dari papan dengan penambahan katalis $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ (50,10 kgf). Kedua papan ini berhasil memenuhi standard JIS A 5908 -1994 yang mensyaratkan bahwa nilai SW papan partikel minimal adalah 30 kgf. Nilai kuat pegang sekrup selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kuat Pegang Sekrup Papan Semen Meranti Merah

Papan semen dengan kondisioning konvensional ini memiliki nilai SW yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan nilai SW papan semen sisal dengan perlakuan *autoclave* selama 60 menit dan penambahan katalis MgCl₂5% (36,11 kgf) (Budiman *et al.* 2009).

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sistem kondisioning dengan mengoven papan pada saat setelah pencetakan dengan suhu 65 °C selama 24 jam dan dilanjutkan dengan kondisioning pada suhu ruang, menghasilkan papan semen dengan sifat fisis dan mekanis yang kurang baik jika dibandingkan papan semen yang dihasilkan dengan sistem kondisioning konvensional. Sedangkan penggunaan katalis MgCl₂ cenderung menghasilkan papan semen yang lebih baik sifat fisis dan mekanisnya dibandingkan penggunaan katalis Al₂(SO₄)₃.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiman, I., Gopar, M., Subyakto, Subiyanto, B. 2009. Pengaruh Lama Perlakuan Uap pada Serat terhadap Sifat fisis dan Mekanis papan Semen Serat Sisal. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 6(2) : 56-62.
- ISO 8335:1987. Cement-bonded particleboards - Boards of Portland or equivalent cement reinforced with fibrous wood particles. International Organization for Standardization. Geneva.
- JIS A 5908:1994. Particles Boards, Japanese Standard Association, Japan.
- Jorge, F.C., Pereira, C. Ferreira J.M.F. 2004. Wood-cement Composites : A Review. *Holz-Zement-Werkstoffe: Ein Überblick* 62:370-377.
- Masil, R.S., Umemura, K., Aizawa, H., Kawai, S. 2011. Curing and Degradation Processes of Cement-bonded Particleboard by Supercritical CO₂ Treatment. *Journal of Wood Science* 57 : 302-307.
- Sudin, R. dan Swamy, N. 2006. Bamboo and Wood Fibre Cement Composites for Sustainable Infrastructure Regeneration. *Journal of Material Science* 41:6917-6924.
- Sulastiningsih, I.M., Memet, R., Sutigno, P. 1990. Sifat Papan Wol Kayu dari Enam Jenis Kayu Hutan Tanaman Industri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* Vol. 7 No. 2 pp. 43-47.

BEBERAPA SIFAT PAPAN GIPSUM DARI TIGA JENIS KAYU

I.M. Sulastiningsih dan M.I. Iskandar

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Jl. Gunung Batu No 5, Bogor; email: tsulastiningsih@yahoo.co.id

ABSTRAK

Papan gipsium skala laboratorium dibuat dari partikel kayu manii (*Maesopsis eminii*), kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan kayu mangium (*Acacia mangium*). Untuk masing-masing jenis kayu dibuat papan gipsium dengan dua macam kadar gipsium (300% dan 400% dari berat partikel kayu) dan dua macam bahan penghambat (boraks dan asam sitrat) sebanyak 1% dari berat gipsium, dan banyaknya air yang digunakan 80% dari berat gipsium. Masing-masing papan gipsium dibuat dengan satu macam bahan penghambat. Di samping itu dari masing-masing jenis kayu dibuat juga papan gipsium tanpa bahan penghambat sebagai kontrol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan rata-rata papan gipsium yang dibuat dengan berbagai perlakuan adalah $1,0 \text{ g/cm}^3$ dengan kadar air rata-rata 8%. Secara keseluruhan papan gipsium sengon memiliki kerapatan yang lebih rendah dibanding papan gipsium dari mangium dan manii. Pengembangan tebal dan pengembangan linier rata-rata papan gipsium berturut-turut 2,50% dan 0,24%. Sedangkan penyerapan air rata-rata papan gipsium adalah 35,9%. Sifat papan gipsium sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, kadar gipsium dan macam bahan penghambat. Masing-masing faktor tersebut tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi sifat papan gipsium melainkan saling berinteraksi. Sifat mekanis dan kesetabilan dimensi papan gipsium meningkat dengan meningkatnya kadar gipsium. Penggunaan bahan penghambat boraks lebih baik dibanding asam sitrat. Secara keseluruhan keteguhan lentur papan gipsium manii (34 kg/cm^2) lebih tinggi dibanding papan gipsium sengon (29 kg/cm^2) dan papan gipsium mangium (29 kg/cm^2).

Kata kunci: Papan gipsium, kadar gipsium, macam bahan penghambat, sifat fisis dan mekanis

I. PENDAHULUAN

Papan gipsium adalah papan mineral yang menggunakan gipsium sebagai perekat sedangkan bahan bakunya dapat berupa partikel kayu atau partikel bahan berlignoselulosa lainnya. Seperti halnya dengan papan partikel maka bentuk partikel untuk papan mineral antara lain dapat berupa selumbar (*flake*), serutan (*shaving*), untai (*strand*), suban (*splinter*) atau wol kayu (*excelsior*). Proses produksi papan gipsium tidak memerlukan biaya yang tinggi karena prosesnya menggunakan kempa dingin sehingga energi yang diperlukan lebih sedikit. Gipsium sangat peka terhadap kelembaban sehingga penggunaannya secara umum dibatasi untuk bagian interior rumah. Papan gipsium mempunyai sifat tahan api dan tahan terhadap serangan organisme perusak kayu dibanding produk panel kayu lainnya yang menggunakan perekat organik. Namun demikian papan gipsium memiliki kelemahan yaitu berat, regas dan tidak dapat digunakan untuk keperluan di luar ruangan (*eksterior*).

Kebutuhan kayu di Indonesia baik untuk perumahan atau penggunaan lainnya terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk. Sementara itu pasokan kayu dari hutan alam semakin menurun baik jumlah maupun kualitasnya, sedangkan pasokan kayu dari hutan tanaman terus meningkat. Kayu dari hutan tanaman pada umumnya ditebang pada umur masih muda, diameternya kecil dan kualitasnya rendah karena porsi kayu muda cukup besar. Oleh karena itu salah satu jenis pengolahan kayu yang sesuai untuk kayu-kayu dari hutan tanaman adalah produk komposit seperti papan mineral. Papan gipsium termasuk papan mineral. Papan mineral yang menggunakan perekat semen disebut papan semen sedangkan yang menggunakan perekat gipsium disebut papan gipsium. Agar produk pengolahan kayu dapat digunakan dalam waktu yang lama maka produk tersebut harus tahan terhadap serangan organisme perusak kayu dan tahan api. Papan mineral merupakan produk kayu yang memiliki sifat tersebut. Dengan dikembangkannya produk papan mineral, salah satunya adalah papan gipsium, maka kebutuhan kayu untuk bahan bangunan dapat ditekan karena papan mineral yang digunakan sebagai bahan bangunan mempunyai umur pakai yang lama. Pada akhirnya kegiatan ini sangat menunjang usaha pemerintah dalam melestarikan sumber daya hutan khususnya kayu karena kecepatan penebangan dapat ditekan.

Papan mineral mempunyai sifat yang lebih baik dibandingkan papan partikel yaitu lebih tahan terhadap jamur dan tahan api (Maloney, 1977). Dengan demikian papan mineral merupakan salah satu bahan

bangunan yang tahan lama dalam penggunaannya sehingga biaya pemeliharaan bagian rumah yang terbuat dari papan mineral termasuk papan gipsum akan lebih murah. Di samping itu, industri papan mineral (papan semen dan papan gipsum) dapat memanfaatkan kayu dengan ukuran yang kecil seperti limbah industri kayu, limbah eksploitasi, kayu hasil penjarangan dan kayu diameter kecil dari hutan tanaman sehingga optimalisasi pemanfaatan kayu dapat ditingkatkan. Oleh karena itu industri papan mineral perlu dikembangkan di Indonesia dan penguasaan teknologi pembuatan papan mineral mutlak diperlukan. Dalam tulisan ini dikemukakan hasil penelitian beberapa sifat papan gipsum dari tiga jenis kayu.

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu manii (*Maesopsis eminii*), kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan kayu mangium (*Acacia mangium*) yang berasal dari Jawa Barat. Perekat mineral yang digunakan adalah gipsum yang diperoleh dari pasaran bebas. Bahan penghambat (*retarder*) yang digunakan adalah boraks dan asam sitrat.

Metode

Pembuatan partikel

Dolok tiga jenis kayu tersebut (mangium, manii dan sengon) masing-masing dibuat papan kemudian diserut dengan mesin serut. Partikel hasil serutan dikumpulkan kemudian dikeringkan dalam ruangan hingga kadar airnya $\pm 15\%$. Partikel tersebut kemudian diayak untuk memisahkan partikel kasar dan partikel halus. Partikel yang digunakan dalam penelitian ini adalah partikel kasar yang tertahan ayakan 2,5 mm x 2,5 mm.

Pembuatan papan gipsum

Papan gipsum dibuat di laboratorium dengan ukuran 40 x 40 x 1 cm (p x l x t). Untuk masing-masing jenis kayu dibuat papan gipsum dengan perlakuan variasi kadar gipsum (300% dan 400% dari berat partikel kayu) dan macam bahan penghambat (boraks dan asam sitrat dengan tingkat kadar 1% dari berat gipsum) dan banyaknya air yang digunakan adalah 80% dari berat gipsum. Di samping itu dibuat juga papan gipsum tanpa menggunakan bahan penghambat sebagai kontrol atau pembanding. Masing-masing papan gipsum dibuat dengan satu macam bahan penghambat. Sejumlah bahan penghambat (boraks atau asam sitrat) dilarutkan dalam air yang telah disiapkan. Partikel kayu yang telah disiapkan dibasahi dengan sejumlah larutan bahan penghambat sesuai dengan perlakuan yang diberikan kemudian dicampur dengan sejumlah gipsum dan diaduk dalam blender sampai rata. Bahan papan gipsum tersebut kemudian dicetak dan dikempa dingin selama 2 jam. Besarnya tekanan tidak bisa diukur karena alat kempa yang digunakan bukan kempa hidrolik dan berfungsi seperti klem. Dalam pembuatan papan gipsum ini, pengempaan dilakukan sampai target ketebalan papan gipsum tercapai yaitu 1 cm. Setelah target ketebalan papan tercapai maka penekanan dihentikan dan alat kempa tersebut berfungsi sebagai klem. Setelah 2 jam klem tersebut dibuka dan papan gipsum yang dihasilkan diambil dan dibiarkan mengering dalam suhu kamar sekitar 1 minggu. Untuk melihat pengaruh perlakuan terhadap sifat papan gipsum maka setiap perlakuan dibuat 5 buah papan.

Pengujian sifat fisis dan mekanis papan gipsum

Papan gipsum yang sudah kering kemudian dibuat contoh uji untuk diuji sifat fisis dan mekanisnya antara lain kadar air, kerapatan, pengembangan tebal, pengembangan linier, penyerapan air dan keteguhan lentur dengan menggunakan Standar Internasional (ISO 8335:1987(E), Anonim, 1987).

Analisis data

Data sifat fisis dan mekanis papan gipsum kemudian dianalisis dengan menggunakan rancangan percobaan faktorial 3 x 2 x 3. Faktor pertama adalah jenis kayu (A) yang terdiri dari 3 tingkat (manii, sengon dan mangium), faktor kedua kadar gipsum (B) yang terdiri dari 2 tingkat (300% dan 400%), dan faktor ketiga (C) adalah macam bahan penghambat yang terdiri dari 3 tingkat (kontrol, boraks, dan asam sitrat). Banyaknya ulangan 5 buah papan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengujian sifat fisis dan mekanis papan gipsum dari tiga jenis kayu tercantum dalam Tabel 1. Untuk mengetahui pengaruh jenis kayu, kadar gipsum dan macam bahan penghambat terhadap sifat papan gipsum dilakukan analisis keragaman dan hasilnya disajikan pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai rata-rata sifat fisis dan mekanis papan gipsum

Sifat	Jenis kayu	Kontrol		Boraks		Asam sitrat	
		B ₁	B ₂	B ₁	B ₂	B ₁	B ₂
Kadar air, %	Mangium	7,0	8,8	8,2	10,4	7,5	8,9
	Manii	8,8	6,4	9,0	6,52	7,2	7,1
	Sengon	9,1	9,0	8,3	7,6	7,6	7,3
Kerapatan, g/cm ³	Mangium	1,09	1,09	1,06	1,08	1,03	1,06
	Manii	0,93	1,00	0,91	0,97	0,93	1,04
	Sengon	0,89	1,00	0,87	0,89	0,70	0,95
Pengembangan tebal, %	Mangium	1,97	0,79	2,22	0,67	2,90	0,73
	Manii	3,26	1,99	3,44	0,92	3,33	1,17
	Sengon	6,52	3,19	4,93	1,00	4,89	1,24
Pengembangan linier, %	Mangium	0,30	0,20	0,28	0,22	0,34	0,19
	Manii	0,29	0,20	0,19	0,19	1,19	0,18
	Sengon	0,33	0,18	0,34	0,18	0,23	0,22
Penyerapan air, %	Mangium	27,21	28,94	29,57	28,82	25,73	23,15
	Manii	39,91	29,36	39,46	32,78	40,93	34,30
	Sengon	43,65	34,47	50,54	44,71	58,49	34,20
Keteguhan lentur, kg/cm ²	Mangium	27,2	28,1	33,4	33,8	25,5	25,4
	Manii	26,8	30,1	31,4	46,0	32,0	37,7
	Sengon	18,6	25,0	31,1	39,8	28,7	34,8

Keterangan : B₁ = Kadar gipsum 300% , dan B₂ = Kadar gipsum 400%

Kadar air papan gipsum yang dibuat dengan berbagai perlakuan berkisar antara 6,23% hingga 10,14% dengan rata-rata 8% (Tabel 1). Kadar air papan gipsum ini memenuhi persyaratan kadar air untuk produk panel kayu pada umumnya, karena nilainya kurang dari kadar air maksimum yang diperkenankan untuk produk panel kayu di Indonesia yaitu 14%. Sedangkan menurut Standar Internasional (ISO) untuk papan semen persyaratan kadar airnya berkisar antara 6% hingga 12%.

Kerapatan papan gipsum yang dibuat dengan berbagai perlakuan berkisar antara 0,7 g/cm³ hingga 1,09 g/cm³ dengan rata-rata 1 g/cm³ (Tabel 1). Kerapatan rata-rata papan gipsum dari kayu mangium, manii dan sengon berturut-turut adalah 1,07 g/cm³, 0,96 g/cm³ dan 0,88 g/cm³. Berdasarkan data tersebut dapat diketahui bahwa papan gipsum dari kayu sengon memiliki kerapatan paling rendah, sedangkan papan gipsum dari kayu mangium memiliki kerapatan paling tinggi. Menurut Standar BISON kerapatan minimum untuk papan gipsum adalah 1 g/cm³, demikian juga menurut Standar Internasional (ISO) kerapatan minimum untuk papan semen adalah 1 g/cm³. Dengan demikian hanya papan gipsum dari kayu mangium yang kerapatannya memenuhi syarat, sedangkan papan gipsum dari kayu manii dan kayu sengon pada umumnya belum memenuhi syarat karena nilai kerapatannya kurang dari 1 g/cm³. Hasil penelitian terdahulu (Sutigno, 1995) menunjukkan bahwa papan gipsum dari kayu tusam (bentuk partikel wol kayu) memiliki kerapatan rata-rata 0,8 g/cm³, sedangkan kerapatan papan gipsum dari kayu sengon (1,07-1,24 g/cm³) dipengaruhi oleh bentuk partikel.

Pengembangan tebal papan gipsum yang dibuat dengan berbagai perlakuan berkisar antara 0,67% hingga 6,52% dengan rata-rata 2,50% (Tabel 1). Menurut Standar BISON pengembangan tebal maksimum

untuk papan gipsium adalah 2,6%, sedangkan pengembangan tebal maksimum untuk papan semen menurut Standar Internasional adalah 2%. Dengan demikian pada umumnya hanya papan gipsium yang dibuat dengan kadar gipsium 400% yang nilai pengembangan tebalnya memenuhi syarat. Hasil analisa keragaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pengembangan tebal papan gipsium sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, kadar gipsium, macam bahan penghambat serta interaksi antar faktor tersebut. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa papan gipsium dari kayu mangium memiliki pengembangan tebal paling kecil dibanding papan gipsium dari kayu manii dan kayu sengon. Di samping itu dapat diketahui pula bahwa peningkatan kadar gipsium menurunkan pengembangan tebal papan gipsium yang dihasilkan, dan penggunaan bahan penghambat juga menurunkan pengembangan tebal papan gipsium. Namun demikian masing-masing factor tersebut tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi sifat pengembangan tebal papan gipsium karena ketiga faktor tersebut saling berinteraksi (Tabel 2).

Sutigno (1995) menyatakan bahwa pengembangan tebal papan gipsium sengon 1,97% (kadar gipsium 500%). Hasil penelitian Mari (1999) menunjukkan bahwa pengembangan tebal papan gipsium dari kayu *Leucaena leucocephala* berkisar antara 0,89% hingga 3,93% (kadar gipsium 300%) dan berkisar antara 0,08% hingga 4,05% (kadar gipsium 400%) dan dipengaruhi oleh interaksi antara tipe gipsium, bahan penghambat dan kadar gipsium. Sedangkan hasil penelitian Furuno *et al.* (2004) menunjukkan bahwa pengembangan tebal papan gipsium dari serat kenaf berkisar antara 0,75% hingga 5,35% dan dipengaruhi oleh perbandingan antara serat kenaf dan gipsium.

Tabel 2. Ringkasan sidik ragam pengaruh jenis kayu, kadar gipsium dan macam bahan penghambat terhadap sifat papan gipsium

Sumber keragaman	F-hitung			
	Pengembangan tebal	Pengembangan linier	Penyerapan air	Keteguhan lentur
A	64,36**	10,10**	169,49**	12,68**
B	256,61**	60,15**	89,74**	32,58**
C	9,12**	2,20	8,10**	22,03**
AB	209,32**	44,34**	237,19**	36,10**
AC	44,24**	8,67**	96,08**	25,86**
BC	140,06**	35,56**	60,17**	44,42**
ABC	17,66**	9,66**	29,20**	21,57**

Keterangan : A = jenis kayu ; A₁ = mangium ; A₂ = manii, dan A₃ = sengon; B = kadar gipsium ; B₁ = 300% dan B₂ = 400% ; C = macam bahan penghambat ; C₁ = kontrol; C₂ = boraks, dan C₃ = asam sitrat ;
 ** = sangat nyata

Pengembangan linier papan gipsium yang dibuat dengan berbagai perlakuan berkisar antara 0,18% hingga 0,34% dengan rata-rata 0,24% (Tabel 1). Menurut Standar BISON pengembangan linier maksimum untuk papan gipsium adalah 2,6%, sedangkan menurut Standar Internasional pengembangan linier maksimum untuk papan semen tidak dipersyaratkan. Dengan demikian semua papan gipsium yang dibuat memiliki sifat pengembangan linier yang memenuhi persyaratan menurut Standar BISON karena nilainya kurang dari 2,6%. Hasil analisa keragaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa pengembangan linier papan gipsium sangat dipengaruhi oleh jenis kayu dan kadar gipsium. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa papan gipsium dari kayu manii memiliki nilai pengembangan linier yang paling kecil dibanding papan gipsium dari kayu mangium dan kayu sengon. Semakin tinggi kadar gipsium semakin kecil pengembangan linier papan gipsium yang dihasilkan. Hasil analisa keragaman pada Tabel 2 menunjukkan pula bahwa ketiga faktor tersebut tidak berdiri sendiri melainkan saling berinteraksi dalam mempengaruhi pengembangan linier papan gipsium.

Penyerapan air papan gipsium yang dibuat dengan berbagai perlakuan berkisar antara 23,15% hingga 58,49% dengan rata-rata 35,9%. Sedangkan hasil penelitian Furuno *et al.* (2004) menunjukkan bahwa penyerapan air papan gipsium dari serat kenaf berkisar antara 20,42% hingga 30,59% dan dipengaruhi oleh perbandingan antara serat kenaf dan gipsium. Penyerapan air papan gipsium tidak dipersyaratkan di Standar BISON dan Standar Internasional untuk papan semen. Hasil analisa keragaman pada Tabel 2 menunjukkan

bahwa penyerapan air papan gipsum sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, kadar gipsum, macam bahan penghambat serta interaksi antar faktor tersebut. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa papan gipsum dari kayu mangium memiliki penyerapan air paling kecil dibanding papan gipsum dari kayu manii dan kayu sengon. Di samping itu dapat diketahui pula bahwa peningkatan kadar gipsum menurunkan penyerapan air papan gipsum yang dihasilkan. Namun demikian masing-masing faktor tersebut tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi sifat penyerapan air papan gipsum karena ketiga faktor tersebut saling berinteraksi (Tabel 2). Hasil penelitian Sutigno (1995) menunjukkan bahwa penyerapan air papan gipsum sengon adalah 35,36% berkisar antara 14,61% hingga 35,36% dan dipengaruhi oleh perlakuan awal partikel kayu. Sedangkan Mari (1999) menunjukkan bahwa penyerapan air papan gipsum dari kayu ipil-ipil berkisar antara 37,99% hingga 56,17% dan dipengaruhi oleh interaksi antara tipe gipsum, bahan penghambat dan kadar gipsum.

Keteguhan lentur (modulus patah) papan gipsum yang dibuat dengan berbagai perlakuan berkisar antara 18,58 kg/cm² hingga 46,02 kg/cm² dengan rata-rata 31 kg/cm² (Tabel 1). Hasil penelitian terdahulu menunjukkan bahwa keteguhan lentur papan gipsum sengon dipengaruhi oleh perlakuan awal partikel kayu dan papan gipsum yang partikelnya direndam dahulu mempunyai keteguhan lentur (58,94kg/cm²) lebih rendah daripada yang tidak direndam dahulu (75,72kg/cm²). Mari (1999) menunjukkan bahwa keteguhan lentur papan gipsum dari kayu ipil-ipil berkisar antara 1,595 MPa (15,95kg/cm²) hingga 4,984 MPa (49,84 kg/cm²) dan dipengaruhi oleh interaksi antara tipe gipsum, bahan penghambat dan kadar gipsum. Sedangkan hasil penelitian Furuno *et al* (2004) menunjukkan bahwa keteguhan lentur papan gipsum dari serat kenaf berkisar antara 4,86 MPa (48,6 kg/cm²) hingga 5,98 MPa (59,8 kg/cm²).

Hasil analisa keragaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa keteguhan lentur papan gipsum sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, kadar gipsum, macam bahan penghambat serta interaksi antar faktor tersebut. Berdasarkan data pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa papan gipsum dari kayu mangium memiliki keteguhan lentur paling kecil dibanding papan gipsum dari kayu manii dan kayu sengon. Semakin tinggi kadar gipsum semakin tinggi pula keteguhan lentur papan gipsum yang dihasilkan, dan penggunaan bahan penghambat juga meningkatkan keteguhan lentur papan gipsum. Penggunaan bahan penghambat boraks lebih baik dibanding asam sitrat. Secara keseluruhan keteguhan lentur papan gipsum manii (34 kg/cm²) lebih tinggi dibanding papan gipsum sengon (29,66 kg/cm²) dan papan gipsum mangium (28,9 kg/cm²). Namun demikian masing-masing factor tersebut tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi keteguhan lentur papan gipsum karena ketiga factor tersebut saling berinteraksi (Tabel 2).

Jika dibandingkan dengan Standar BISON maka keteguhan lentur papan gipsum yang dibuat dengan berbagai perlakuan belum memenuhi syarat karena nilainya kurang dari 61,18 kg/cm². Namun demikian jika dibandingkan dengan persyaratan keteguhan lentur papan wol semen dengan ketebalan 1,5 cm nilai keteguhan lentur papan gipsum yang dibuat masih lebih tinggi dari persyaratan yang ditentukan yaitu 17 kg/cm² (Sulastiningsih, Iskandar dan Santoso, 2006).

Menurut Moslemi (1994) persyaratan keteguhan lentur papan gipsum adalah berkisar antara 31,63 kg/cm² hingga 84,36 kg/cm². Dengan demikian papan gipsum yang dibuat dengan menggunakan boraks sebagai bahan penghambat, pada umumnya memiliki keteguhan lentur yang memenuhi persyaratan tersebut karena nilainya tidak kurang dari 31,63 kg/cm².

IV. KESIMPULAN

Sifat fisis dan mekanis papan gipsum dipengaruhi oleh interaksi antara jenis kayu, macam bahan penghambat dan kadar gipsum. Penggunaan bahan penghambat meningkatkan keteguhan lentur papan gipsum dan bahan penghambat boraks lebih baik daripada asam sitrat.

Kerapatan rata-rata papan gipsum yang dibuat dengan berbagai perlakuan adalah 1,0 g/cm³ dengan kadar air rata-rata 8%. Secara keseluruhan papan gipsum sengon memiliki kerapatan yang lebih rendah dibanding papan gipsum dari mangium dan manii. Pengembangan tebal dan pengembangan linier rata-rata papan gipsum berturut-turut 2,50% dan 0,24%. Sedangkan penyerapan air rata-rata papan gipsum adalah 35,9%. Secara keseluruhan papan gipsum sengon memiliki kerapatan yang lebih rendah dibanding papan gipsum dari mangium dan manii.

Sifat papan gipsum sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, kadar gipsum dan macam bahan penghambat. Masing-masing faktor tersebut tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi sifat papan gipsum melainkan saling

berinteraksi. Sifat mekanis dan kesetabilan dimensi papan gipsium meningkat dengan meningkatnya kadar gipsium. Penggunaan bahan penghambat boraks lebih baik dibanding asam sitrat. Secara keseluruhan keteguhan lentur papan gipsium manii (34 kg/cm^2) lebih tinggi dibanding papan gipsium sengon ($29,66 \text{ kg/cm}^2$) dan papan gipsium mangium ($28,9 \text{ kg/cm}^2$).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan rata-rata papan gipsium yang dibuat dengan berbagai perlakuan adalah $1,0 \text{ g/cm}^3$ dengan kadar air rata-rata 8%. Secara keseluruhan papan gipsium sengon memiliki kerapatan yang lebih rendah dibanding papan gipsium dari mangium dan manii. Pengembangan tebal dan pengembangan linier rata-rata papan gipsium berturut-turut 2,50% dan 0,24%. Sedangkan penyerapan air rata-rata papan gipsium adalah 35,9%. Sifat papan gipsium sangat dipengaruhi oleh jenis kayu, kadar gipsium dan macam bahan penghambat. Masing-masing faktor tersebut tidak berdiri sendiri dalam mempengaruhi sifat papan gipsium melainkan saling berinteraksi. Sifat mekanis dan kesetabilan dimensi papan gipsium meningkat dengan meningkatnya kadar gipsium. Penggunaan bahan penghambat boraks lebih baik dibanding asam sitrat. Secara keseluruhan keteguhan lentur papan gipsium manii (34 kg/cm^2) lebih tinggi dibanding papan gipsium sengon ($29,66 \text{ kg/cm}^2$) dan papan gipsium mangium ($28,9 \text{ kg/cm}^2$).

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1975. Cement – bonded particleboard plant integrated with low-cost housing production unit. Case study prepared for the FAO portfolio of small-scale Forest Industry for Developing Countries. BISON Werke Bahre & Greten, Springe.
- _____. 1987. Cement – bonded particleboards. Boards of portland or equivalent cement reinforced with fibrous wood particles. ISO 8335:1987(E). International Organization for Standardization, Geneva.
- Furuno, T., J. Morimo, and S. Katoh. 2004. Manufacture of gypsum-bonded kenaf board and its performance. Proceedings The 7th Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium. October 31- November 2, 2004, Nanjing, China. Volume 1. Pp. 245 – 253.
- Maloney, T.M. 1977. Modern Particleboard & Dry-Process Fibreboard Manufacturing. Miller Freeman Publication, San Francisco, California, USA.
- Mari, E.L. 1999. Properties of Gypsum-Bonded Boards from Ipil-Ipil (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit.) Using Commercial Gypsum and Phosphogypsum as Binders. FPRDI Journal 25(1&2) : 91-97. The Forest Products Research and Development Institute, Laguna, Philippines.
- Moslemi, A.A. 1994. Inorganic-Bonded Wood and Fiber Composites: Technologies and Applications. Proceeding of Second Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium; Vancouver, 6-9 November 1994. Pp. 110 – 122.
- Sulastiningsih, I.M., M.I. Iskandar dan A. Santoso. 2006. Laporan Hasil Penelitian Teknologi Pemanfaatan Kayu untuk Papan Mineral. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan (tidak diterbitkan)
- Sutigno, P. 1995. Sifat Papan Gypsum dari Tiga Jenis Kayu. DUTA RIMBA / 185 - 186/ XX /.: 8 – 14.

PENGARUH PERENDAMAN PARTIKEL DALAM AIR DINGIN DAN PANAS TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN PARTIKEL DARI LIMBAH BATANG KELAPA SAWIT DENGAN PEREKAT ISOSIANAT

Rudi Hartono¹, Apri Heri Iswanto¹, Tito Sucipto¹, Cut Yulia Maghfirah²

¹ Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara

² Mahasiswa Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara

Email: rudihartono_usu@yahoo.co.id

ABSTRAK

Salah satu upaya yang dilakukan untuk memanfaatkan batang kelapa sawit adalah dengan membuat papan partikel. Namun karena batang kelapa sawit banyak mengandung pati, maka diupayakan untuk mengurangi kandungan kadar pati dengan cara perendaman air dingin dan air panas. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis pengaruh perendaman partikel dalam air dingin dan panas terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel yang terbuat dari limbah batang kelapa sawit. Contoh uji diberi 6 perlakuan yaitu perendaman partikel dalam air dingin selama 24, 48 dan 72 jam dan perendaman dalam air panas selama 1, 2, dan 3 jam. Selanjutnya dikeringkan pada suhu 103 °C hingga mencapai kadar air 5%. Papan yang dibuat berukuran 30x30x1 cm³ dengan target kerapatan sebesar 0,7 g/cm³. Perekat yang dipergunakan dalam penelitian ini Isosianat dengan nilai *Solid Content* sebesar 97%. Pengempaan panas dilakukan pada suhu 160 °C, waktu selama 5 menit dan tekanan kempa sebesar 25 kg/cm². Pengujian sifat fisis dan mekanis papan berdasarkan standar JIS A 5908 (2003). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan 0,62-0,71 g/cm³, kadar air 5,52 – 6,63%, daya serap air 38,82-52,24%, pengembangan tebal 8,30-15,70%, MOR 101,39-181,34 kg/cm² dan MOE sebesar 11.677-20.594 kg/cm², serta IB 3,35-8,66 kg/cm². Nilai kerapatan, kadar air, MOR, dan IB seluruh perlakuan memenuhi standar JIS A 5908-2003. Perendaman partikel telah mampu memperbaiki karakteristik papan partikel dari limbah batang kelapa sawit, terlihat dari meningkatkan sifat fisis dan mekanis papan partikel, khususnya perendaman air dingin (24, 48 dan 72 jam) dan air panas (1 jam).

Kata kunci: Perendaman Partikel, Isosianat, papan partikel, fisis dan mekanis kayu, batang kelapa sawit

I. PENDAHULUAN

Luas areal perkebunan kelapa sawit saat ini mencapai lebih dari 8,1 juta ha yang tersebar di 22 provinsi di Indonesia (Kementerian Pertanian 2010). Usia produktif pemanenan sawit rata-rata adalah 25 tahun, sehingga pada proses peremajaan perlu dipikirkan pemanfaatan batang kelapa sawit (BKS) pasca panen tersebut agar menjadi produk yang bermanfaat, karena selama ini BKS hanya sebagai limbah saja.

Saat ini BKS belum dimanfaatkan disebabkan oleh kelemahan yang dimiliki olehnya. BKS memiliki variasi kerapatan yang sangat tinggi berkisar antara 0,14~0,60 g/cm³ (Erwinsyah 2008), 0,23~0,74 g/cm³ (Hartono *et al.* 2011), dimana kerapatan tertinggi berada pada bagian tepi dekat kulit, kemudian menurun pada bagian tengah dan terendah terdapat pada bagian pusat dekat empulur. Selain itu, kembang-susut kayu kelapa sawit bervariasi antara 9,2~74%, tergolong kelas kuat III–V dan kelas awet V (Bakar, 2003).

Upaya peningkatan kualitas BKS telah dilakukan seperti pemadatan BKS (Hartono, 2012), impregnasi PF ke dalam BKS (Hartono *et al.* 2010; Apri *et al.* 2010), papan partikel (Sucipto *et al.* 2009), papan komposit plastik (Risnasari *et al.* 2009). Dari hasil penelitian Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Batang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Alternatif Pengganti Kayu pada Industri Biokomposit (Iswanto *et al.*, 2009) direkomendasikan bahwa BKS sesuai untuk dijadikan papan partikel.

BKS mengandung kadar pati yang tinggi. Keberadaan pati di dalam BKS di duga akan mengganggu perekatan pada saat dilakukan pengempaan papan partikel. Sehingga dicoba dilakukan perlakuan pendahuluan berupa perendaman air panas dan air dingin untuk mengurangi kadar pati yang terdapat di dalam serbuk kelapa sawit sebelum dibuat papan partikel. Berdasarkan hal tersebut di atas maka dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh perendaman serbuk kelapa sawit dalam air dingin dan air panas terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel. Perekat yang digunakan adalah perekat isosianat. Tujuan penelitian ini adalah mengevaluasi pengaruh perendaman partikel dalam air dingin dan air panas terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel dari limbah batang kelapa sawit.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan yang digunakan adalah serbuk batang kelapa sawit yang dihasilkan dengan cara penyerutan. Perekat yang digunakan dalam pembuatan papan partikel adalah isosianat sebesar 7 %.

Partikel dari limbah batang kelapa sawit digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan papan partikel. Persiapan bahan baku, yaitu perendaman dalam air dingin selama 24, 48 dan 72 jam dan perendaman air panas selama 1 jam, 2 jam dan 3 jam. Setelah perlakuan perendaman, baik air dingin maupun air panas, serbuk di oven hingga mencapai kadar air 5 %. Serbuk yang telah kering kemudian dicampur perekat isosianat dengan kadar perekat 7%, dilanjutkan pengempaan pada suhu 160 °C, waktu selama 5 menit.

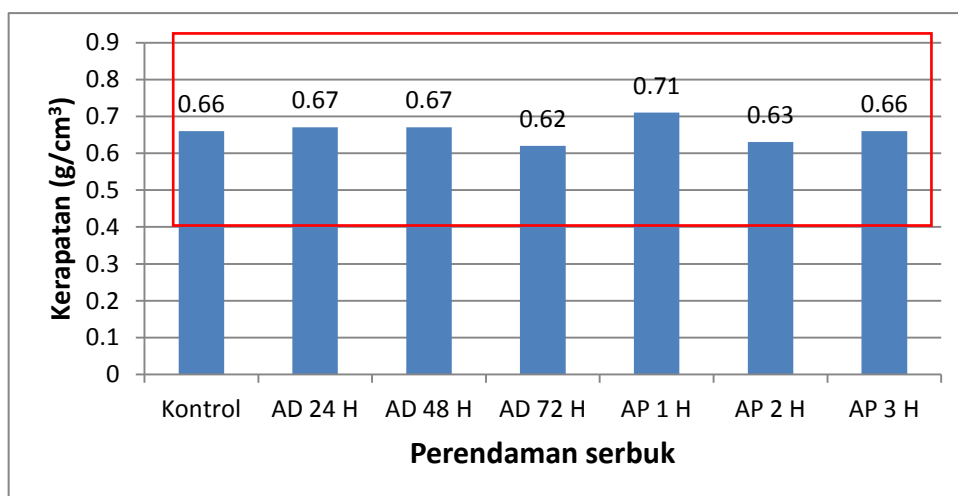
Papan partikel yang dibuat berukuran 30 x 30 x 1 (cm³), dengan target kerapatan sebesar 0,7 g/cm³. Papan yang telah dibuat kemudian dikondisikan selama 2 minggu dan dilakukan pengujian karakteristik papan meliputi sifat fisis yang terdiri dari kerapatan, kadar air (KA), pengembangan tebal (TS), daya serap air (DSA) dan sifat mekanis yang terdiri dari keteguhan patah/Modulus of Rupture (MOR), keteguhan lentur /Modulus of Elasticity (MOE), keteguhan rekat internal/Internal Bonding (IB), mengacu pada standar JIS A 5908 2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis Papan Partikel

Kerapatan

Kerapatan merupakan salah satu sifat fisis yang menunjukkan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya atau banyaknya massa zat persatuan volume. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kerapatan papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 0,62-0,71 g/cm³, seperti disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Kerapatan papan partikel dengan pratreatment perendaman air panas dan air dingin

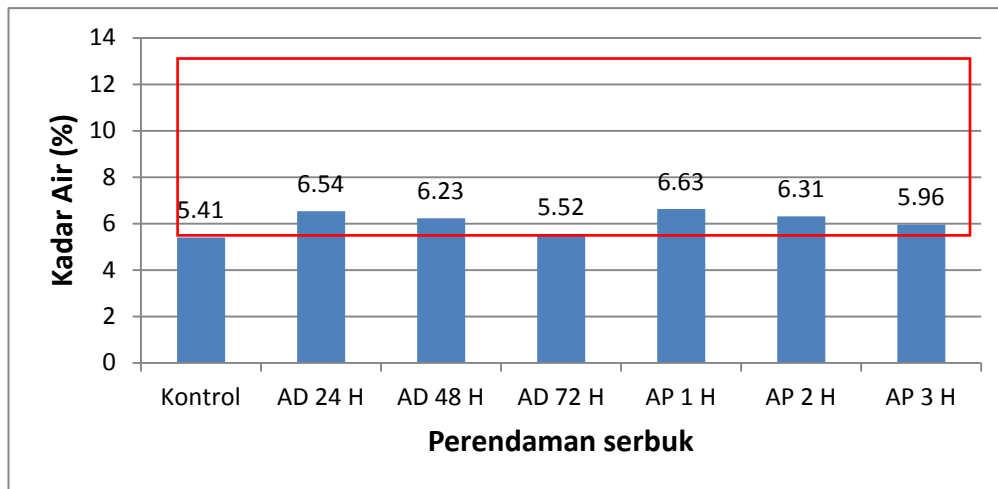
Pada Gambar 1 terlihat bahwa nilai kerapatan tertinggi dihasilkan oleh perlakuan perendaman dalam air panas selama 1 jam, diikuti dengan perendaman air dingin 24 jam dan 48 jam. Nilai kerapatan terkecil dihasilkan oleh papan partikel yang direndam dalam air dingin selama 72 jam.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel yang dihasilkan termasuk dalam kategori papan komposit kerapatan sedang. Kategori ini disesuaikan dengan penggolongan Tsoumis (1991) yang membagi papan partikel menjadi papan partikel berkerapatan rendah (0,25-0,40 g/cm³), berkerapatan sedang (0,40-0,80 g/cm³), dan berkerapatan tinggi (0,80-1,20 g/cm³).

Semua papan komposit yang dihasilkan telah memenuhi *Japanese Industrial Standard* (JIS) A 5908-2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*, untuk nilai kerapatan karena berada pada kisaran nilai 0,40-0,90 g/cm³.

Kadar Air

Kadar air menunjukkan besarnya kandungan air di dalam suatu benda yang dinyatakan dalam persen. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air yang dihasilkan berkisar antara 5.52-6.63%. Hasil rerata kadar air disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Kadar air papan partikel dengan pretreatment perendaman air panas dan air dingin.

Gambar 2 menunjukkan kecenderungan penurunan kadar air pada perendaman air dingin dengan lama perendaman 24 jam hingga ke 72 jam. Demikian juga dengan perendaman air panas selama 1 jam hingga ke 3 jam. Namun jika dibandingkan dengan kontrol, nilai kadar air dengan perlakuan perendaman awal yang dilakukan tidak jauh berbeda dengan kontrol pada papan partikel menggunakan perekat isosianat.

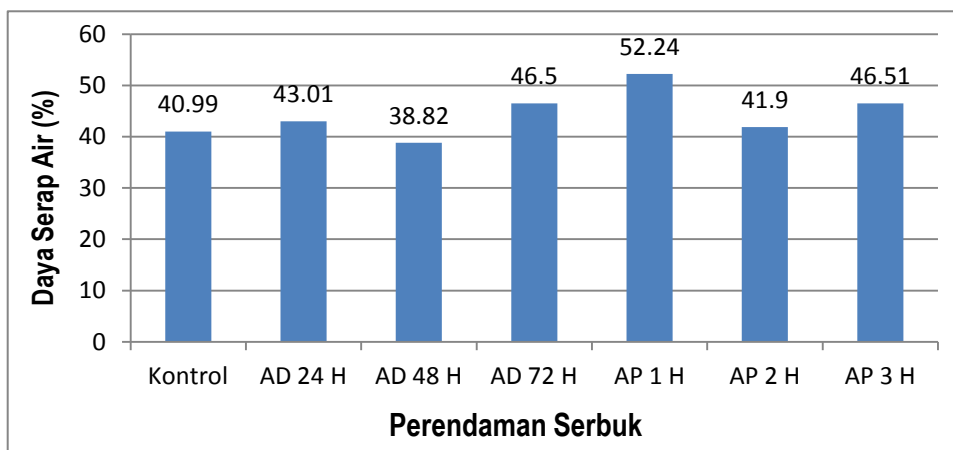
Berdasarkan JIS A 5908-2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*, mensyaratkan nilai kadar air papan partikel sebesar 5-13 %. Semua papan partikel yang dihasilkan telah memenuhi persyaratan yang telah ditetapkan oleh JIS.

Rendahnya kadar air papan yang dihasilkan disebabkan karena perlakuan panas pengempaan dengan menggunakan suhu 160 °C selama 5 menit membuat kadar air yang masih terdapat dalam partikel mengalami penguapan. Hasil tersebut sangat baik untuk penggunaan interior karena nilai kadar air yang rendah.

Daya Serap Air

Daya serap air menyatakan banyaknya air yang diserap oleh papan partikel dalam persen terhadap berat awalnya setelah contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa daya serap air berkisar antara 38.82-52,24 %. Hasil rerataan daya serap air disajikan pada Gambar 3. Daya serap air terbesar di dapat dari papan partikel dengan dalam air panas selama 1 jam (52,24%), sedangkan daya serap air terkecil dihasilkan oleh papan partikel dengan perlakuan perendaman partikel dalam air dingin selama 48 jam (38,82%).

Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa daya serap air dengan perendaman air panas selama 1 jam yang dihasilkan oleh papan partikel dengan perekat isosianat sangat tinggi. Hal ini disebabkan serbuk yang dibuat sangat kasar sehingga ketika di bentuk menjadi papan partikel masih terdapat rongga-rongga di antara serbuk. Massijaya, *et al.* (1999) menyebutkan bahwa air yang masuk ke dalam papan komposit dapat dibedakan atas 2 macam, yaitu air yang langsung dapat masuk ke dalam papan komposit dan mengisi rongga-rongga kosong di dalam papan serta air yang masuk ke dalam partikel atau sabut pembentuk papan komposit. Selain itu, sifat bahan berlignoselulosa salah satunya adalah higroskopik. Kayu secara konstan menyerap dan mengeluarkan air sesuai dengan temperature dan kelembaban lingkungan (Bowyer *et al.* 2003)



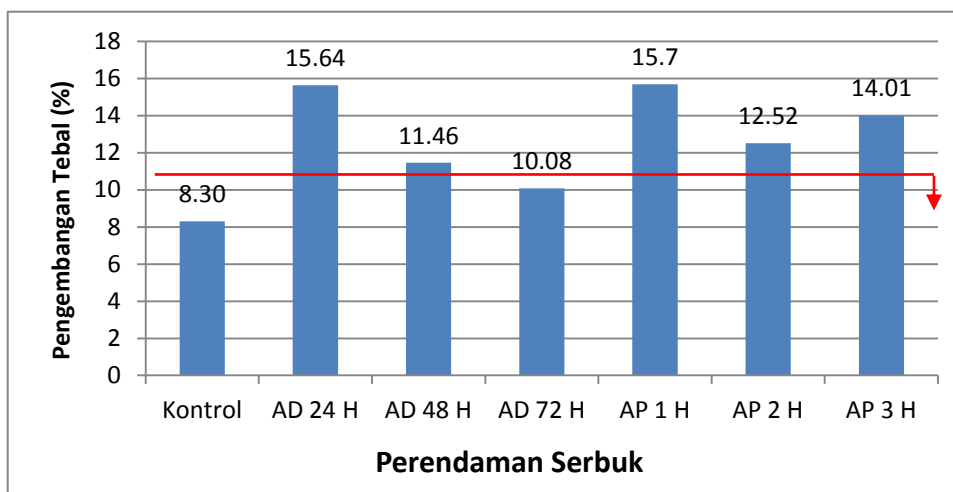
Gambar 3. Daya serap air papan partikel dengan pretreatment perendaman air panas dan air dingin.

Pada Gambar 3 juga terlihat bahwa daya serap air kontrol termasuk kecil jika dibandingkan dengan perlakuan, kecuali dengan perendaman air dingin selama 48 jam. Hal ini berarti perlakuan perendaman awal serbuk batang kelapa sawit tidak berpengaruh dalam hal penyerapan air.

Pada JIS A 5908-2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*, tidak mensyaratkan nilai daya serap air, akan tetapi uji daya serap air ini perlu dilakukan karena uji ini dapat digunakan sebagai pertimbangan untuk menentukan aplikasi penggunaan dari papan komposit ini. Berdasarkan hasil pengujian yang menunjukkan nilai daya serap air yang tinggi ini, papan partikel yang dihasilkan sebaiknya digunakan untuk keperluan interior.

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal adalah besaran yang menyatakan pertambahan tebal contoh uji dalam persen terhadap tebal awalnya setelah contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 jam. Hasil nilai pengembangan tebal berkisar antara 8,30-15,70%, seperti disajikan pada Gambar 4



Gambar 4. Pengembangan tebal papan partikel dengan pretreatment perendaman air panas dan air dingin.

Pada Gambar 4 terlihat bahwa nilai pengembangan tebal pada kontrol lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan. Hal ini berarti bahwa nilai pengembangan tebal papan partikel dengan perekat isosianat tidak dipengaruhi oleh perlakuan awal berupa perendaman. Menurut Sauter (1996) bahwa pengembangan tebal papan dipengaruhi oleh kualitas ikatan dan sifat dari perekatnya (Boquillon et al., 2004). Perekat isosianat termasuk perekat yang daya rekatnya cukup baik, sehingga lebih dominan dibandingkan perlakuan awal yang diberikan terhadap nilai pengembangan tebal.

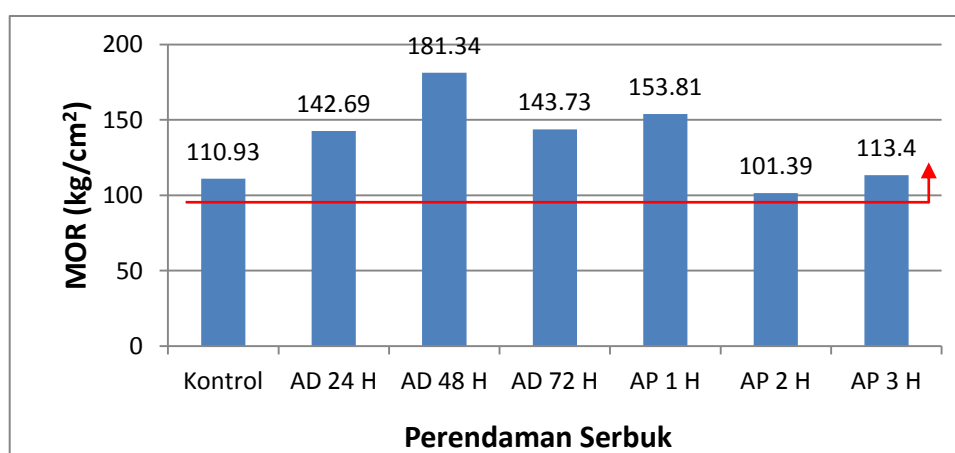
Tingginya nilai pengembangan tebal pada isosinat dikarenakan dalam pembuatan papan partikel tidak menggunakan parafin. Menurut Nemli *et al.* (2004), pengurangan pengembangan tebal dapat dilakukan melalui penambahan parafin/lilin atau material hidrofobik lainnya pada saat pembuatan papan. Sampel masih menyerap air ketika direndam dalam air, yang disebabkan karena keberadaan air bebas dan terikat. Air bebas terletak pada rongga sel, ruang interselular dan celah pada ikatan rekat perekat dengan kayu. Air terikat terdapat pada dinding sel dan mungkin juga terdapat pada jaringan kayu-perekat (Boonstra *et al.*, 2006).

Dalam JIS A 5908-2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*, nilai pengembangan tebal yang disyaratkan maksimal 12 %. Hal ini berarti papan partikel yang memenuhi standar adalah kontrol, perendaman air dingin 48 dan 72 jam, sedangkan yang lain tidak memenuhi standar JIS. Dengan rendahnya nilai pengembangan tebal, berarti stabilitas dimensinya baik, sehingga memungkinkan untuk penggunaan interior.

Sifat Mekanis Papan Partikel

Modulus of Rupture (MOR).

Modulus of Rupture (MOR) merupakan besaran dalam bidang teknik yang menunjukkan beban maksimum yang dapat ditahan oleh material (dalam hal ini papan partikel) per satuan luas sampai material itu patah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa MOR papan partikel yang dihasilkan dengan pretreatment perendaman air dingin dan air panas berkisar antara 101,39-181,34 kg/cm². Hasil rerataan nilai MOR disajikan pada Gambar 5.



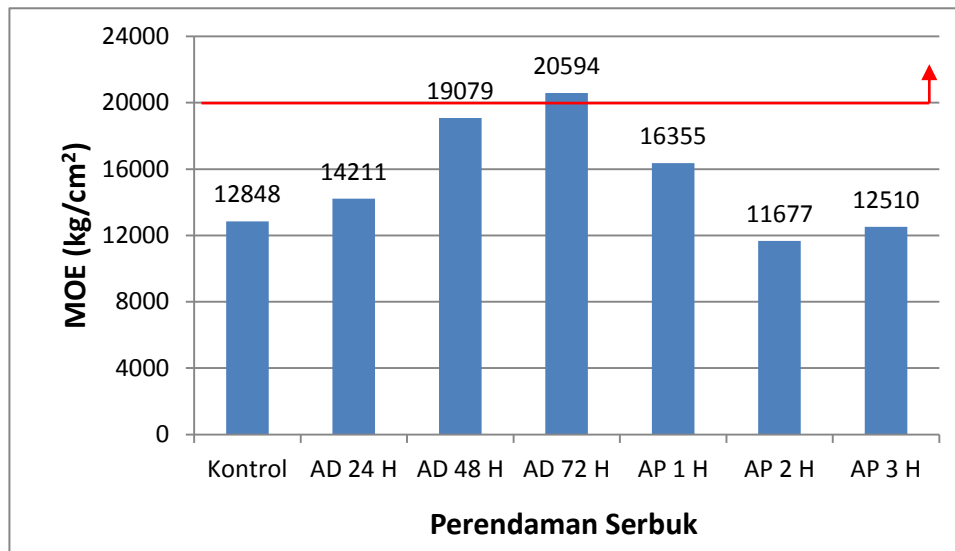
Gambar 5. Nilai MOR papan partikel dengan pretreatment perendaman air panas dan air dingin.

Terlihat bahwa nilai MOR kontrol lebih rendah dibandingkan dengan nilai MOR perlakuan awal berupa perendaman air dingin 24, 48 dan 72 jam, serta perendaman air panas selama 1 jam. Pemberian perlakuan awal berupa perendaman dalam air terhadap partikel pada dasarnya untuk mengeluarkan keberadaan zat ekstraktif. Menurut Anonim (1995) dalam Pari *et al.* (2006), perendaman dalam air dingin akan menurunkan kadar ekstraktif pada kayu (tanin, gum, gula dan pigmen) dimana kondisi tersebut akan meningkatkan kemampuan perekat untuk menembus dinding sel, akibatnya proses perekatan berlangsung dengan baik sehingga aksesibilitas uap air dapat berkurang. Pelarutan zat-zat ekstraktif dapat meningkatkan daya ikat antar partikel kayu dengan bahan pengikatnya.

Berdasarkan JIS A 5908-2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*, mensyaratkan nilai MOR sebesar minimal 80 kgf/cm². Dengan demikian papan partikel yang dihasilkan semuanya memenuhi standar yang ditetapkan karena nilai MOR memenuhi nilai minimum yang ditetapkan oleh JIS. Dengan demikian kualitas papan partikel yang dihasilkan berdasarkan MOR-nya sangat baik.

Modulus of Elasticity (MOE)

Modulus of Elasticity (MOE) merupakan besaran yang menunjukkan ukuran ketahanan material (dalam hal ini papan partikel) menahan beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Hasil penelitian menghasilkan nilai MOE berkisar antara 11677-20.594 kg/cm², seperti disajikan pada Gambar 6.



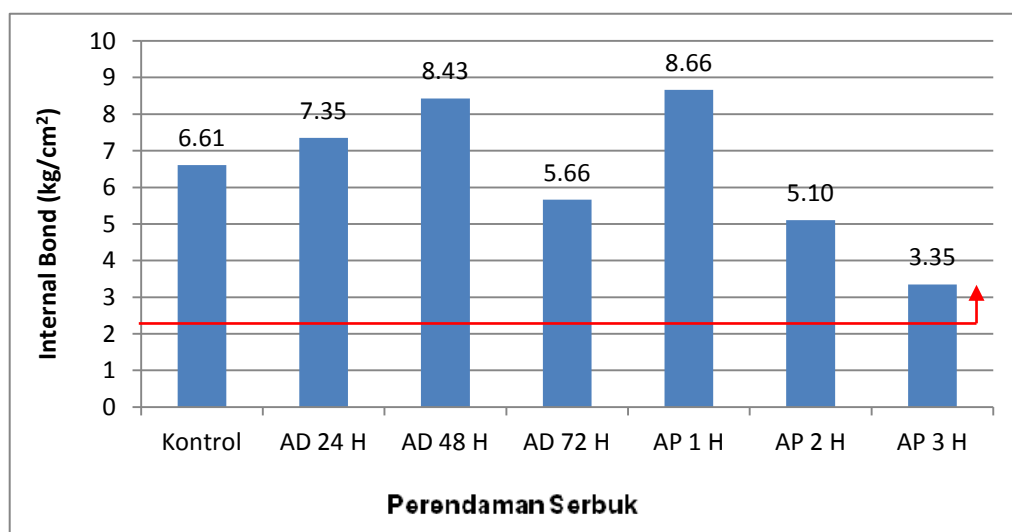
Gambar 6. Nilai MOE papan partikel dengan pretreatment perendaman air panas dan air dingin.

Sama halnya dengan nilai MOR, maka nilai MOE kontrol lebih rendah dibandingkan dengan nilai MOE perlakuan awal berupa perendaman air dingin 24, 48 dan 72 jam, serta perendaman air panas selama 1 jam. Perlakuan perendaman, khususnya perendaman air dingin mampu menurunkan kadar zat ekstraktif yang terdapat dalam serbuk batang kelapa sawit, sehingga daya rekat dari perekat mampu menembus dinding serat. Menurut Maloney (1993) bahwa nilai MOE dipengaruhi oleh kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan, daya ikat perekat dan panjang serat.

Hasil rerata nilai MOE papan partikel hanya ada 1 perlakuan yang masih memenuhi standar *Japanesse Industrial Standard (JIS) A 5908-2003, Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*, yang mensyaratkan nilai MOE sebesar minimal 20.000 kgf/cm² yaitu perlakuan dengan perendaman selama 72 jam. Sedangkan perlakuan lain tidak memenuhi standar yang JIS.

Internal Bond (IB)

Hasil penelitian menghasilkan nilai *internal bond* atau keteguhan rekat internal berkisar antara 3,35-8,66 kg/cm². Nilai IB terbesar dihasilkan dengan perlakuan perendaman air panas selama 1 jam dan diikuti dengan perendaman air dingin selama 48 jam, sedangkan yang terendah dihasilkan dengan perlakuan perendaman air panas selama 3 jam. Nilai rerataan IB yang dihasilkan disajikan pada Gambar 7.



Gambar 7. Nilai IB papan partikel dengan pretreatment perendaman air panas dan air dingin.

Pada Gambar 7 terlihat bahwa perlakuan perendaman air dingin sampai 48 jam cenderung meningkatkan nilai IB, kemudian nilai IB mengalami penurunan pada perendaman air dingin selama 72 jam, sedangkan perendaman air panas cenderung menurunkan nilai IB.

Nilai IB kontrol lebih rendah dibandingkan nilai IB dengan perlakuan perendaman serbuk dalam air dingin 24 dan 48 jam, serta perendaman serbuk dalam air panas 1 jam. Sedangkan dengan perlakuan lain, nilai kontrol lebih tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa perendaman serbuk dalam air dingin dan air panas 1 jam mampu menurunkan kadar zat ekstraktif yang dikandung dalam batang kelapa sawit.

Berdasarkan JIS A 5908-2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard, Type 8*, mensyaratkan nilai IB sebesar minimal 1,5 kgf/cm². Papan partikel yang dihasilkan semuanya memenuhi standar yang ditetapkan karena nilai IB memenuhi nilai minimum yang ditetapkan oleh JIS. Dengan demikian kualitas papan partikel yang dihasilkan berdasarkan IB-nya sangat baik.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Nilai kerapatan, kadar air, MOR dan IB seluruh perlakuan memenuhi standar JIS A 5908-2003, sedangkan pengembangan tebal hanya perlakuan perendaman air dingin selama 48 dan 72 jam, dan nilai MOE hanya perlakuan perendaman air dingin selama 72 jam.
2. Perendaman partikel telah mampu memperbaiki karakteristik papan partikel dari limbah batang kelapa sawit, terlihat dari meningkatkan sifat fisis dan mekanis papan partikel, khususnya perendaman air dingin (24, 48 dan 72 jam) dan air panas (1 jam).

Saran

Untuk memperbaiki sifat-sifat papan partikel dari batang kelapa sawit, khususnya pengembangan tebal dan daya serap air, maka dilakukan penelitian berupa pembuatan papan partikel dengan variasi ukuran partikel yang lebih beragam dan penambahan parafin

DAFTAR PUSTAKA

- Bakar, E.S. (2003). Kayu Sawit sebagai Substitusi Kayu dari Hutan Alam. Forum Komonikasi Teknologi dan Industri Kayu. Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IP. Bogor. Vol. 2: 1. 2003.
- Boonstra MJ, Pizzi A, Zomers F, Ohlmeyer M, Paul W. 2006. The Effects of a Two Stage Heat Treatment Process on the Properties of Particleboard. *J Holz als Roh-und Werkstoff* 64: 157-164
- Boquillon N, Elbez G, Schonfeld U, 2004. Properties of wheat straw particleboards boned with different types of resin. *J. Wood Sci.* 50, 230–235
- Bowyer, J.L. R. Shmulsky, J.G. Haygree. (2003). *Forest Product and Wood Science: An Introduction* 4th Ed. Iowa State Press. USA.
- Kementerian Pertanian. (2010). *Statistik Pertanian 2010*. Jakarta
- Erwinsyah. (2008). *Improvement of Oil Palm Wood Properties Using Bioresin*. Institut für Forstnutzung und Forsttechnik [Dissertation]. Dresden: Fakultät für Forst-, Geo- und Hydrowissenschaften. Technische Universität Dresden.
- Hadi YS. 1991. Pengaruh Perendaman Dingin Selumbar terhadap Sifat Fisis Papan Partikel Meranti Merah. *Teknolog 4* (1): 13-16.
- Hartono R, F. Febrianto, I. Wahyudi, W. Dwianto, T. Morooka. (2010). Pengaruh Waktu Impregnasi dan Konsentrasi Phenol Formaldeyde terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Batang Kelapa Sawit Terpadatkan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi hasil Hutan*. Vol. 3 No.2
- Hartono, R, I. Wahyudi, F. Febrianto, W. Dwianto. (2011). Distribusi Kerapatan dan Kurva Stress-Strain pada Kayu Kelapa Sawit. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. Voll 8. No.2
- Hartono, R. (2012). *Peningkatan Kualitas Batang Kelapa Sawit Bagian Dalam dengan Metode Close System Compression dan Kompregnasi Fenol Formaldehyda*. [Disertasi] Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Iswanto, A.H; T. Sucipto, I. Azhar, K. Effendi. (2009). Studi Kelayakan Teknis dan Ekonomis Penggunaan Batang Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Alternatif Pengganti Kayu Pada Industri Biokomposit. Laporan Penelitian Hibah Unggulan Strategis Nasional Batch I. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- [JIS] Japanese Standards Association. (2003). Japanese Standart Particle Board A 5908. Japan.
- Maloney TM. 1993. Mode rn particleboard and dry-process fiberboard manufacturing (updated edition). Miller Freeman, San Francisco
- Massijaya, M. Y., Y.S. Hadi, B. Tambunan, E.S. Bakar, I. Sunarni. (1999). Studi Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Kayu dan Plastik Polystirena. Jurnal Teknologi Hasil Hutan Vo. XII No. 299.
- Nemli G, Hiziroglu S, Usta M, Serin Z, Ozdemir T, Kalaycioglu H. 2004. Effect of residue type and tannin content on properties of particleboard manufacture from black locust. For. Prod. J. 54: 36–40.
- Pari G, Roliadi H, Setiawan D; Saepuloh. 2006. *Komponen Kimia Sepuluh Jenis Kayu Tanaman Dari Jawa Barat*. J Penelitian Hasil Hutan 24: 89-97
- Risnasari I, R. Hartono, F. Febrianto, dan P. Haryanto. (2009). Karakteristik Papan Komposit Dari Limbah Batang Sawit Dengan Matriks Polipropilen Daur Ulang. Proseding Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia ke XII. Bandung, 23-35 Juli.
- Ruhendi S., D.N. Koroh, F.A. Syamani, H. Yanti, Nurhaida, S. Saad dan T. Sucipto. (2007). Analisis Perekatan Kayu. Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Sauter S.L, 1996. Developing composites from wheat straw. In: Proceedings of the 30th International Symposium of Washington State University on Particleboard/Composite Materials, Pullman, Washington, pp. 197–214
- Tsoumis, G. (1991). Science and Technology Wood: Structur, Properties, Utilization. Van Vostrand Reinhold Inc. USA.

KARAKTERISTIK FILM KOMPOSIT POLI VINIL ALKOHOL DAN PULP AKASIA DIPUTIHKAN TERFIBRILASI

Firda Aulya Syamani, Wida Banar Kusumaningrum

UPT. Balai Litbang Biomaterial-LIPI; Jalan Raya Bogor KM. 46 Cibinong-Bogor 16911
email: firda.syamani@biomaterial.lipi.go.id

ABSTRAK

Pemanfaatan kayu *Acacia mangium* terutama untuk pembuatan pulp sebagai bahan baku kertas. Proses pemutihan pulp akasia memisahkan selulosa dari hemiselulosa dan lignin yang tersisa. Fibrilasi pulp akasia terputihkan akan menghasilkan mikrofibril selulosa yang memiliki kekuatan tarik yang lebih tinggi dari pulp akasia. Pada penelitian ini, pulp akasia terputihkan akan difibrilasi secara mekanis menggunakan disk refiner, ultraturax (UT) dan ultrasonikator, kemudian dimanfaatkan sebagai penguat dalam matriks polivinil alkohol (PVA). Slurry pulp akasia terputihkan dengan konsentrasi 0,4% diproses menggunakan *disk refiner* (DR) sebanyak 30 kali sirkulasi, kemudian dilanjutkan dengan perlakuan menggunakan ultraturax saja, ultrasonikator (US) saja dan kombinasi ultraturax-ultrasonikator dengan kombinasi waktu perlakuan UT dan US: 10 dan 10 menit; 20 dan 20 menit; 30 dan 30 menit. Pembuatan komposit PVA dengan kandungan 1% pulp berdasarkan berat kering PVA, menggunakan metode *film casting*. Karakteristik morfologi serat setelah proses fibrilasi diamati dengan *scanning electron microscope* (SEM), sedangkan karakteristik mekanis komposit yang diamati adalah *tensile strength*, *elongation* dan *modulus of elasticity*.

Kata kunci: pulp akasia, fibrilasi, ultraturax, ultrasonikator, *film casting*, sifat mekanis

I. PENDAHULUAN

Saat ini plastik masih menjadi salah satu bahan utama pembuatan berbagai produk di samping kayu dan logam. Plastik dinilai mempunyai beberapa kelebihan dibandingkan bahan lain, yaitu lebih ringan, praktis, tahan lama, dan tahan air sehingga menjadikannya banyak dipilih konsumen. Tingkat konsumsi produk plastik per kapita Indonesia sekitar 10 kg/kapita/tahun. Kebutuhan produk plastik nasional mencapai 4,6 juta ton per tahun dengan pertumbuhan rata-rata 5% per tahun dimana porsi terbesar (40%) adalah untuk plastik kemasan. Permintaan plastik kemasan terutama didorong oleh pertumbuhan industri makanan minuman (60%) dan *fast moving consumer good* (FMCG) lainnya. Konsumsi plastik kemasan di Indonesia tahun 2011 sekitar 1,8 juta ton. (Damayanti, 2012).

Bahan baku pembuatan plastik terutama adalah nafta yang diolah dari minyak bumi yang merupakan sumber daya alam tidak terbarukan. Nafta merupakan bahan baku pembuatan polipropilena (PP) atau polietilena (PE). Seiring dengan isu gerakan ramah lingkungan yang semakin gencar dilakukan, saat ini mulai dikembangkan bahan plastik yang lebih ramah lingkungan, baik dari sisi penggunaan bahan baku maupun bahan tambahannya.

Polivinil alkohol merupakan salah satu alternatif substitusi PP atau PE sebagai bahan baku plastik kemasan. Polivinil alkohol (PVA) adalah polimer yang bersifat larut dalam air, *biodegradable*, ringan dan tahan terhadap bahan kimia. Menurut Flieger *et al.* (2003), pemanfaatan polimer PVA berkembang untuk berbagai penggunaan, misalnya komponen otomotif, kemasan dan bidang medis. PVA bersifat non toxic terhadap tubuh manusia sehingga dapat dikembangkan untuk pembuatan selongsong obat, benang operasi, dan sistem pemberian obat terkendali. Sedangkan pemanfaatan PVA sebagai kemasan atau komponen otomotif memerlukan penambahan agen penguat atau modifikasi untuk memperbaiki sifat mekanis produk yang dihasilkan.

Penelitian mengenai komposit dengan matriks polivinil alkohol diperkuat fibril selulosa telah dilakukan oleh Zimmermann *et al.* pada tahun 2004. Fibril selulosa diperoleh dari pulp sulfat yang difibrilasi secara mekanis menggunakan ultraturax atau secara kimia menggunakan asam sulfat 10% selama 16 jam pada suhu 60°C. Sedlarik *et al.* (2006) menghasilkan komposit PVA dengan sifat kekakuan yang tinggi (*high strength* dan *modulus of elasticity*) dengan memanfaatkan serat dari pulp kraft, rutabaga, flax dan hemp yang diproses dengan ultrasonikator. Cheng *et al.* (2007) menerangkan bahwa PVA dengan penambahan *regenerated* selulosa (Lyocell) yang diisolasi dengan teknik ultrasonikasi, menunjukkan sifat mekanis yang

lebih baik. Penelitian Cheng *et al.* (2009) selanjutnya adalah memperkuat PVA dengan *microcrystalline cellulose*.

Di Indonesia, ketersediaan pulp banyak berasal dari tanaman *Acacia mangium*. Akasia (*Acacia mangium* Willd) telah dipilih sebagai salah satu jenis tanaman favorit yang ditanam di Areal HTI. Tanaman ini juga mempunyai sifat mudah beradaptasi dengan lingkungan, sehingga mendapat prioritas untuk dikembangkan dalam pembangunan Hutan Tanaman Industri. Luas areal hutan tanaman mangium di Indonesia dilaporkan mencapai 67% dari total luas areal hutan tanaman mangium di dunia (FAO 2002). Rimbawanto (2002) dan Barry *et al.* (2004) melaporkan bahwa sekitar 80% dari areal hutan tanaman di Indonesia yang dikelola oleh perusahaan negara dan swasta terdiri dari mangium. Sekitar 1,3 juta ha hutan tanaman mangium telah dibangun di Indonesia untuk tujuan produksi kayu pulp (Departemen Kehutanan 2003).

Berdasarkan uraian di atas, maka dilakukan penelitian untuk memanfaatkan pulp akasia diputihkan terfibrilasi untuk memperkuat komposit dengan matriks poli vinilalkohol (PVA). Proses fibrilasi dilakukan secara mekanis menggunakan ultraturax dan secara fisis menggunakan ultrasonikator. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui pengaruh metode proses fibrilasi dan metode fibrilasi pulp akasia diputihkan terhadap sifat mekanis komposit PVA-pulp akasia.

II. METODE PENELITIAN

Bahan penelitian menggunakan pulp kering *Acacia mangium* yang sudah diputihkan, untuk difibrilasi sebelum digunakan dalam pembuatan film komposit. Sedangkan matriks film komposit menggunakan poli vinilalkohol (PVA) teknis.

Pulp kering akasia direndam dalam air (0,4% b/v) selama 24 jam sebelum diproses menggunakan *disc refiner* sebanyak 30 kali sirkulasi. Proses fibrilasi menggunakan ultraturax dan ultrasonikator terhadap slurry pulp akasia dengan konsentrasi 0,04% (b/v). Perlakuan fibrilasi adalah dengan menggunakan ultraturax saja selama 20, 40 dan 60 menit, menggunakan ultrasonikator saja selama 20, 40 dan 60 menit, serta gabungan perlakuan menggunakan ultraturax dilanjutkan dengan ultrasonikator selama 10/10 menit, 20/20 menit dan 30/30 menit. Fibrilasi dengan ultraturax dilakukan pada kecepatan putar 8000 rpm. Sedangkan fibrilasi dengan ultrasonikator dilakukan pada tingkat energi (*power level*) 40% dengan jarak antara probe dan permukaan larutan sejauh 3 cm.

Pembuatan komposit PVA dengan kandungan 1% pulp berdasarkan berat kering PVA, menggunakan metode *film casting*. Pencampuran antara *slurry* pulp dan PVA dilakukan pada suhu 80°C, kecepatan putar 300-500 rpm selama 3 jam. Campuran PVA dan pulp akasia dituang pada cetakan berukuran 15 x 10 cm dan dikeringkan pada suhu ruang selama 24 jam untuk menghilangkan gas akibat pengadukan. Komposit PVA kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu 45°C selama 24 jam. Setelah kering, untuk mempersiapkan contoh uji, komposit PVA dipotong berukuran 10 x 2,54 cm. Karakterisasi sifat mekanis komposit dilakukan berdasarkan ASTM D882-75b (*Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*) pada kecepatan beban 50 mm/min.

Karakteristik morfologi serat setelah proses fibrilasi diamati dengan mikroskop, sedangkan karakteristik mekanis komposit yang diamati adalah *tensile strength*, *elongation* dan *modulus of elasticity*.

III. HASIL PEMBAHASAN

Karakteristik morfologi serat

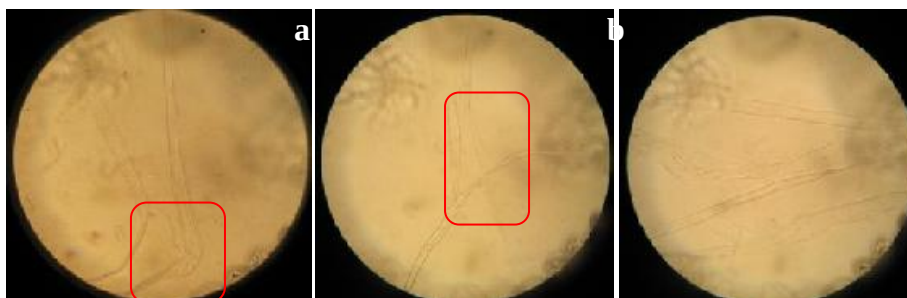
Kandungan lignin dan selulosa kayu teras Acacia adalah 28,62% dan 50,13%. Sedangkan panjang serat, diameter serat, lumen dan tebal dinding sel serat Acacia berturut turut adalah 0,98 mm, 15,08 µm, 12,49 µm dan 2,84 µm (Haroen dan Dimiyati, 2006). Pulp Acacia terputihkan difibrilasi secara mekanis menggunakan refiner untuk mengurai bundel makromolekul selulosa. Setelah proses refining sebanyak 10 sirkulasi, diameter fibril selulosa akasia berukuran sekitar 12,1 µm. Proses refining diteruskan sampai 30 sirkulasi dan dilanjutkan dengan perlakuan ultrasonikasi selama 10 menit menghasilkan fibril selulosa berdiameter 8,35 µm (Syamani *et al.*, 2010). Gambar 1 menunjukkan pulp akasia terputihkan yang telah direfiner sebanyak 30 sirkulasi.

Penggunaan disk refiner memaksa slurry pulp melewati celah antara piringan rotor dan stator. Permukaan piringan tersebut tersusun dengan *bars* dan *grooves* sehingga slurry pulp akan mengalami tekanan yang berulang. Perlakuan mekanis tersebut menyebabkan perubahan pada morfologi pulp, memperbanyak gugus reaktif akibat perubahan luas permukaan (Nagakaito dan Yano, 2004). Namun metode refining cenderung menyebabkan kerusakan pada struktur mikrofibril karena penurunan derajat kristalinitas atau kegagalan untuk menghasilkan disintegrasi pulp yang diinginkan (Henriksson *et al.*, 2007). Namun proses refining perlu dilakukan sebelum proses fibrilasi lebih lanjut karena proses refining menyebabkan fibrilasi pada permukaan luar serat pulp dengan pengupasan lapisan eksternal dinding sel secara bertahap (lapisan P dan S1) dan menyebabkan lapisan S2 tersingkap.



Gambar 1. Pulp akasia terputihkan setelah di refiner 30x

Disintegrasi serat dengan ultraturrax (Gambar 2a) terlihat mulai dari ujung serat, sedangkan disintegrasi serat dengan ultrasonik (Gambar 2b) terlihat pada permukaan serat. Kombinasi perlakuan ultraturrax dan ultrasonik menghasilkan disintegrasi serat yang lebih intens (Gambar 2c).



Gambar 2. Serat akasia terfibrilasi, pembesaran 400x: (a) ultraturrax 60 menit, (b) ultrasonik 60 menit, (c) ultraturrax-ultrasonik 30/30 menit

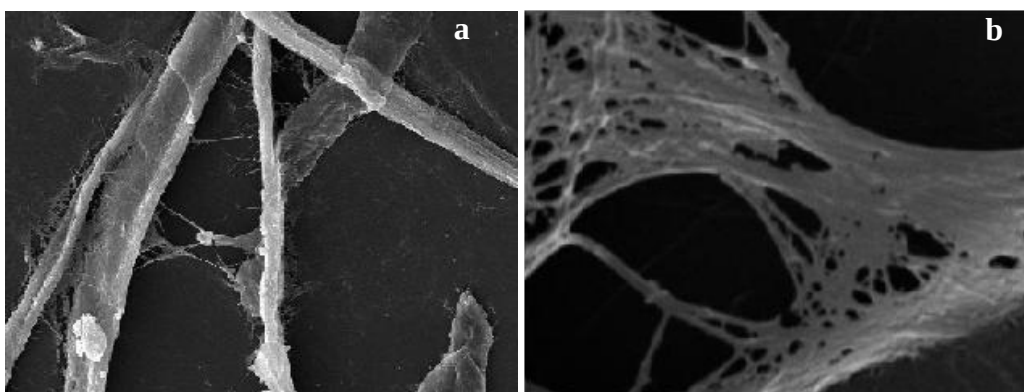
Ultrasonik merupakan metode untuk memperkecil ukuran partikel dalam dispersi dan emulsi yang telah terkembang. Peralatan ultrasonik digunakan untuk menghasilkan dispersi dan emulsi slurry berukuran nano karena berpotensi menyebabkan terjadinya de-agglomerasi. Ultrasonik dengan intensitas tinggi digunakan dalam pengolahan cairan seperti pencampuran, emulsifikasi, dispersi, de-agglomerasi atau penggilingan. Ketika cairan dikenakan gelombang ultrasonik dengan intensitas tinggi, gelombang suara yang menyebar ke dalam media cairan menyebabkan pemampatan (pada tekanan tinggi) dan peregangan (pada tekanan rendah) secara berulang, pada laju yang dipengaruhi oleh frekuensi (Hielscher, 2005).

Selama siklus tekanan rendah, gelombang ultrasonik intensitas tinggi menimbulkan gelembung-gelembung hampa udara berukuran kecil atau void dalam cairan. Ketika gelembung-gelembung tadi mencapai suatu volume di mana gelembung tidak dapat lagi menyerap energi, maka gelembung akan pecah dan menyebabkan peningkatan tekanan sehingga terjadi siklus tekanan tinggi. Fenomena tersebut dinamakan *cavitation*. Partikel berukuran besar akan menjadi kecil karena pembelahan melalui benturan antar partikel atau pecahnya gelembung di permukaan cairan (Hielscher, 2005).

Proses fibrilasi serat pulp dengan gelombang ultrasonik dapat dijelaskan dengan efek *acoustic cavitation* pada gelombang ultrasonik frekuensi tinggi dengan terbentuk dan pecahnya gelembung mikro dalam media cairan. Pecahnya gelembung mikro secara tiba-tiba menyebabkan terbentuknya gelombang

kejut dan mikrojet pada permukaan serat pulp, menyebabkan erosi di permukaan sehingga serat akan terurai pada arah aksial. Benturan gelombang ultrasonik dapat memecah ikatan antar serat yang umumnya merupakan ikatan yang cukup lemah seperti ikatan van der Waals. Dengan demikian, gelombang ultrasonik menyebabkan distegrasi serat pulp secara bertahap.

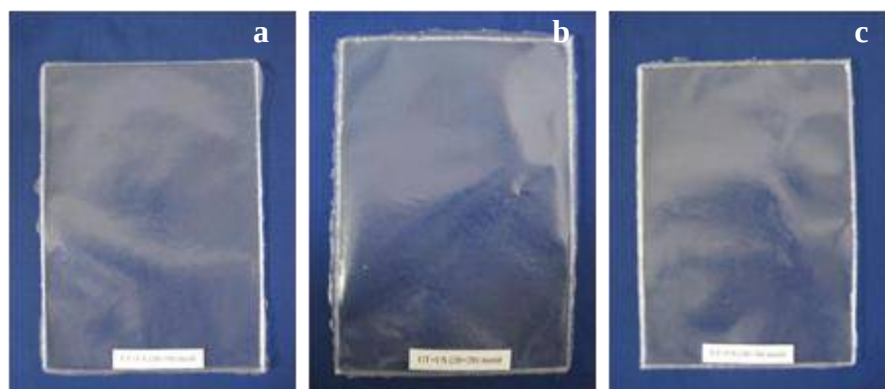
Proses fibrilasi menggunakan ultraturrax memberikan tekanan geser (*shear stress*) pada arah aksial serat yang menyebabkan disintegrasi serat pulp. Proses disintegrasi serat pulp oleh ultraturrax terjadi dengan mekanisme erosi, di mana agregat berukuran kecil akan terkikis dari permukaan agregat berukuran besar. Terlihat pada Gambar 3, bahwa setelah refiner 30x, ultraturrax 30 menit dan ultrasonik 30 menit, pulp akasia terputihkan terfibrilasi menjadi fibril dengan diameter yang lebih kecil.



Gambar 3. Fibrilasi pulp akasia terputihkan setelah refiner 30x, ultraturrax 30 menit dan ultrasonik 30 menit, (a) pembesaran 1.000x, (b) pembesaran 15.000x

Karakteristik fisis komposit

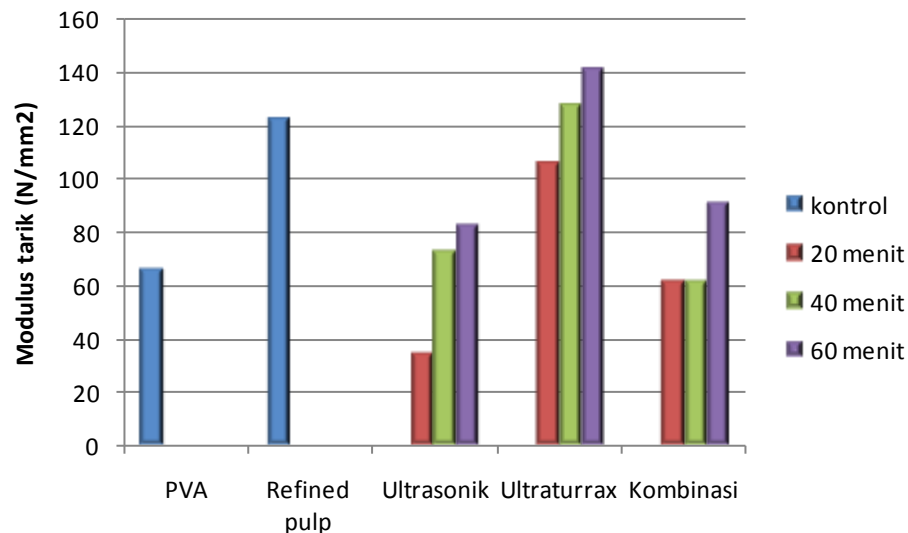
Komposit poli vinilalkohol dan pulp akasia diputihkan terfibrilasi membentuk film transparan, dengan ketebalan bervariasi antara 0,07 ~ 0,19 mm dan kerapatan bervariasi antara 1,1 ~ 1,3 g/cm³. Penampakan komposit PVA dan pulp akasia diputihkan dengan kombinasi perlakuan fibrilasi terlihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Film polivinil alkohol diperkuat pulp akasia terfibrilasi dengan metode kombinasi ultraturrax dan ultrasonik selama (a) 10/10 menit, (b) 20/20 menit, (c) 30/30 menit

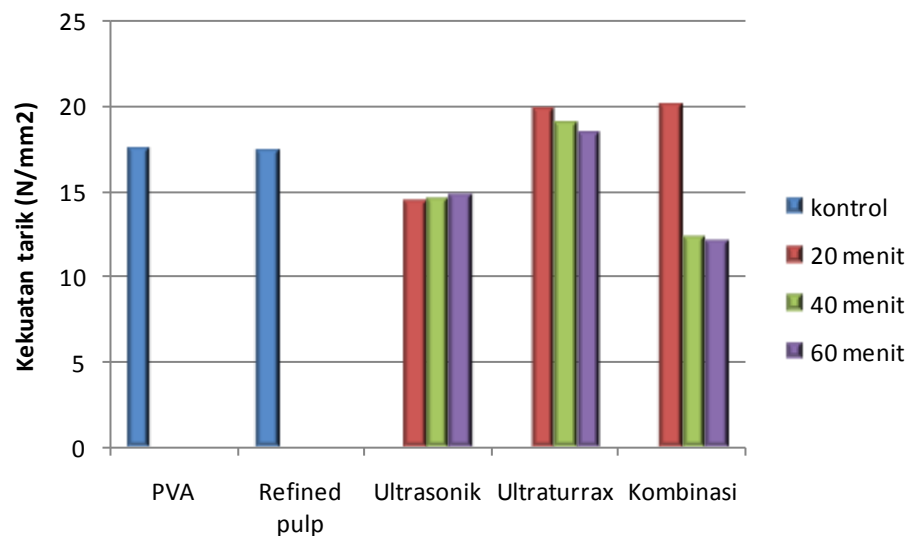
Sifat mekanis komposit

Modulus tarik dan kekuatan tarik dari komposit poli vinil alkohol (PVA) dan pulp akasia diputihkan disajikan pada Gambar 5 dan Gambar 6. Modulus tarik dari komposit PVA dan pulp akasia diputihkan setelah direfiner 30x sirkulasi (*refined pulp*), lebih tinggi (122,7 N/mm²) dibandingkan dengan lembaran PVA (66,4 N/mm²). Sedangkan kekuatan tarik antara lembaran PVA (17,5 N/mm²) dan komposit PVA-*refined pulp* (17,3 N/mm²) tidak menunjukkan perbedaan. Hal tersebut menunjukkan bahwa *refined pulp* belum dapat berfungsi sebagai penguat dalam komposit PVA, namun dapat meningkatkan kekakuan pada komposit yang dihasilkan.



Gambar 5. Modulus tarik lembaran PVA tanpa penambahan pulp, PVA dengan penambahan pulp kontrol, dan PVA dengan penambahan pulp akasia terfibrilasi dengan berbagai perlakuan mekanis

Komposit PVA dan *refined pulp* yang di-ultrasonikasi selama 20, 40 maupun 60 menit menunjukkan modulus tarik dan kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan komposit PVA-*refined pulp*. Perlakuan refiner sebanyak 30 sirkulasi cenderung menyebabkan pulp menjadi rapuh dan mudah rusak. Perlakuan lanjutan dengan ultrasonik intensitas tinggi mengakibatkan kerusakan pada serat pulp, di mana serat menjadi terpotong-potong sehingga aspek rasionya menjadi lebih kecil (Gambar 7).



Gambar 6. Kekuatan tarik lembaran PVA tanpa penambahan pulp, PVA dengan penambahan pulp kontrol, dan PVA dengan penambahan pulp akasia terfibrilasi dengan berbagai perlakuan mekanis

Komposit PVA dan *refined pulp* yang di-ultraturrax selama 40 dan 60 menit menunjukkan modulus tarik dan kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit PVA-*refined pulp*. Seperti telah dikemukakan sebelumnya, proses refining menyebabkan fibrilasi pada permukaan luar serat pulp dengan pengupasan lapisan eksternal dinding sel secara bertahap (lapisan P dan S1) dan menyebabkan lapisan S2 tersingkap. Perlakuan lanjutan dengan ultraturrax menyempurnakan pengupasan lapisan eksternal dinding sel dan menghasilkan fibril tanpa menyebabkan serat terpotong (Gambar 8).



Gambar 7. Pulp akasia diputihkan setelah refiner 30x sirkulasi dan ultrasonik 60 menit, pembesaran 400x



Gambar 8. Pulp akasia diputihkan setelah refiner 30x sirkulasi dan ultraturrax 60 menit, pembesaran 400x

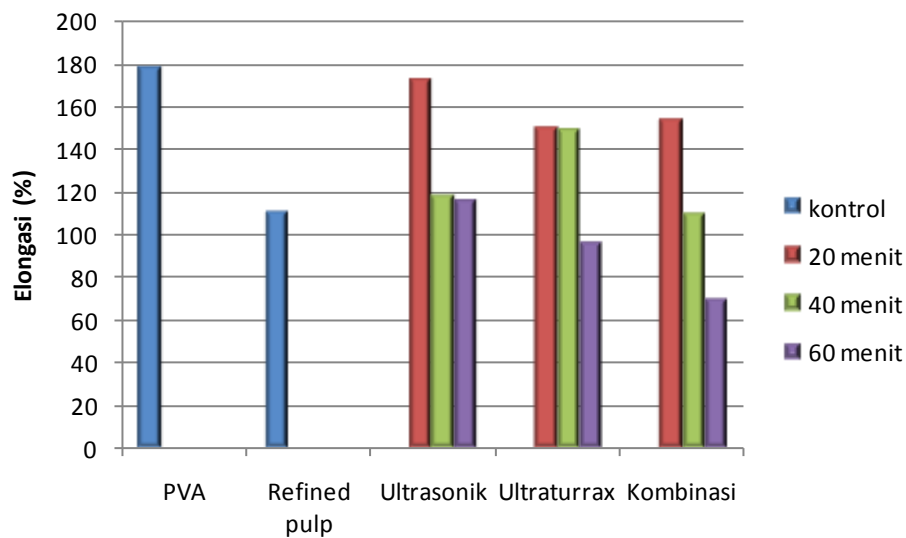
Secara umum komposit PVA dan refined pulp yang dilanjutkan dengan perlakuan ultraturrax dan ultrasonik menunjukkan modulus tarik dan kekuatan tarik yang lebih rendah dari komposit lain dalam penelitian ini. Perlakuan mekanis yang sangat intens menyebabkan kerusakan pada pulp, dimana serat menjadi terpotong dan menyebabkan aspek rasio menjadi kecil (Gambar 9). Serat dengan aspek rasio kecil tidak dapat berfungsi sebagai penguat dalam komposit.



Gambar 9. Pulp akasia diputihkan setelah refiner 30x sirkulasi, ultraturrax 30 menit dan ultrasonik 30 menit, pembesaran 400x

Komposit PVA-*refined pulp* menunjukkan nilai *elongatio break* yang lebih rendah dari lembaran film PVA. Hal tersebut menunjukkan bahwa komposit PVA-*refined pulp* bersifat lebih regas atau lebih mudah putus. *Refined pulp* merupakan pulp akasia diputihkan sehingga kandungan selulosanya relatif tinggi. Selulosa meningkatkan kekakuan pada komposit ketika ditambahkan pada matriks yang bersifat lunak seperti poli vinil alkohol karena memiliki struktur yang tersusun rapi membentuk kristalin.

Refined pulp yang dilanjutkan dengan perlakuan ultrasonik saja, atau ultraturrax saja, atau kombinasi perlakuan ultraturrax dan ultrasonik, ketika ditambahkan ke dalam matriks poli vinil alkohol akan menghasilkan komposit dengan *elongasi at break* yang semakin rendah dengan semakin lamanya perlakuan. Perlakuan mekanis yang semakin intens dapat menyebabkan fibrilasi serat, memperpendek panjang serat dan memecah ikata hidrogen pada struktur selulosa (Zhang *et al.* 2011), sehingga bagian amorf dari selulosa terkikis dan menyisakan bagian kristalin yang kaku.



Gambar 10. Elongasi lembaran PVA tanpa penambahan pulp, PVA dengan penambahan pulp kontrol, dan PVA dengan penambahan pulp akasia terfibrilasi dengan berbagai perlakuan mekanis

IV. KESIMPULAN

Proses refining perlu dilakukan sebelum proses fibrilasi lebih lanjut karena proses refining menyebabkan fibrilasi pada permukaan luar serat pulp dengan pengupasan lapisan eksternal dinding sel secara bertahap (lapisan P dan S1) dan menyebabkan lapisan S2 tersingkap. Fibrilasi dengan ultraturrax menyempurnakan pengupasan lapisan eksternal dinding sel dan menghasilkan fibril tanpa menyebabkan serat terpotong. Sedangkan fibrilasi dengan ultrasonik intensitas tinggi mengakibatkan kerusakan pada serat pulp, di mana serat menjadi terpotong-potong sehingga aspek rasionya menjadi lebih kecil. Komposit PVA dan refined pulp di-ultraturrax memiliki nilai modulus tarik dan kekuatan tarik yang lebih baik dibandingkan dengan komposit PVA dan refined pulp di-ultrasonik.

DAFTAR PUSTAKA

- Barry, K.M., Irianto, R.S.B., Santoso, E., Turjaman, M., Widyati, E., Sitepu, I. dan Mohammed, C.L. 2004. Incidence of heartrot in harvest-age *Acacia mangium* in Indonesia, using a rapid survey method. *Forest Ecology and Management* 190: 273–280.
- Cheng QZ., S Wang, TG Rials. 2009. Poly(vinyl alcohol) nanocomposites reinforced with cellulose fibrils isolated by high intensity ultrasonication. *Composites Part A* (40) 218-224.
- Cheng, QZ., S Wang, TG Rials, SH Lee. 2007. Physical and mechanical properties of polyvinyl alcohol and polypropylene composite materials reinforced with fibril aggregates isolated from regenerated cellulose fibers. *Cellulose* (14) 593-602.

- Damayanti, D. 2012. Industri Plastik. Buletin Industry Update Vol 12, Juni 2012. Tersedia online : <http://www.bankmandiri.co.id/indonesia/eriview-pdf/MGDJ49527909.pdf> (diakses 31 Oktober 2012).
- Flieger, M., M Kantovora, A Pretti, I Rezanka, J Rotruba. 2003. Biodegradable plastic from renewable resources. *Folio Microbial* (4891) 27-44.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) 2002 Tropical forest plantation areas 1995 data set by D. Pandey. Forest Plantations Working Paper 18. Forest Resources Development Service, Forest Resources Division. FAO, Roma, Italia.
- Haroen, WK. F. Dimiyati. 2006. Sifat kayu tarik, teras dan gubal Acacia mangium terhadap karakteristik pulp. *Berita Selulosa* Vol. 41(1): 1-7, Juni 2006.
- Henriksson M, Henriksson G, Berglund LA, Lindstrom T. 2007. An Environmentally Friendly Method for Enzyme-Assisted Preparation of Microfibrillated Cellulose (MFC) Nanofibers. *Eur Polym J* 43:3434-3441.
- Hielscher, T. 2005. Ultrasonic Production of Nano-Size Dispersions and Emulsions. ENS'05, Paris, France 14-16 December 2005.
- Kusumaningrum WB., Lilik Astari, Ismadi. 2011. Preparation and Characterization of Polyvinyl Alcohol (PVA) Composite Reinforced With Sisal (Agave sisalana .Perr) Bleached Fiber Treated by Mechanical Fibrillation. Presented in The 3rd International Symposium of IwoRS, Yogyakarta.
- Kusumaningrum WB., Lilik Astari, Sasa Sofyan Munawar, Ismadi, 2011, Mechanical Properties of Polyvinylalcohol Composites Reinforced Bleached and Unbleach Empty Fruit Bunches Fiber, Proceeding of The 1st International Sustainable Humanosphere Symposium, p 93-97.
- Lu, J., T Wang, LT Drzal. 2008. Preparation and properties of microfibrillated cellulose polyvinyl alcohol composite materials. *Composite part A* (39) : 738-746.
- Nagakaito AN, Yano H. 2004. The Effect of Morphological Changes From Pulp Fibers Towards Nano-scale Fibrillated Cellulose on The Mechanical Properties of High-Strength Plant Fiber Based Composites. *Appl Phys A-Mater Sci Process* 80:155-159.
- Rimbawanto, A. 2002 Plantation and tree improvement trends in Indonesia. Dalam: Barry, K. (ed.) Heartrots in plantation hardwoods in Indonesia and Australia, 3-7. ACIAR Technical Report 51e. Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra, Australia.
- Sedlarik, V., N Saha, L Kurika, PSaha. 2006. Characterization of polymeric biocomposite based on poly(vinyl alcohol) and poly(vinyl pyrrolidone). *Polym Compos* 27(2) 147-152.
- Syamani FA., Lilik Astari, Subyakto. 2011. Technology of Producing Cellulose Nanofibers from Acacia mangium Pulp. Proceeding of The 2nd International Symposium of IwoRS, p 31-38.
- Zhang, W., XL Yang, C Li, M Liang, C Lu, Y Deng. 2011. Mechanochemical activation of cellulose and its thermoplastic polyvinyl alcohol ecomposites with enhanced physicochemical properties. *Carbohydrate Polymers* (83): 257-263.
- Zimmermann, T., E Pohler, T Geiger. 2004. Cellulose Fibrils for Polymer Reinforcement. *Advanced Engineering Materials* 6 (9) : 754-761.

SUBSTITUSI POLIPROPILENA DENGAN KHITOSAN PADA KOMPOSIT TERMOPLASTIK POLIPROPILENA-MIKROFIBRIL TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT

Kurnia Wiji Prasetyo¹, Dede Hermawan², Muh. Yusram Massijaya² dan Subyakto¹

¹ UPT Balai Litbang Biomaterial LIPI; email: jundiazam@yahoo.com

² Dosen Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRAK

The physical and mechanical properties and morphology of chitosan substituted polypropylene (PP) on polypropylene-empty fruit bunch fiber of oil palm microfibril thermoplastic composites have been studied. The effect of the size and percentation of chitosan was also investigated. Results showed that the density of the composites increased with increasing chitosan content. In the chitosan-polymer mesh size of 20 to 40 was improved the homogeneity of the mixture and the physical bonding between composites material revealed by the light microscope images to chitosan size of 10 mesh and 3 mm to 4 mm. The tensile strength and elongation decreased but that the flexural modulus of the composites increased with increasing chitosan content. Substitution of PP polymer matrix with polymer chitosan on a percentage of 20%, 30% and 40% in all size variations chitosan was resulted thermoplastic composites with elastic flexural properties above the rated of the composites control, the Honda Engineering Standard (HES) for motor cycle automotive component and TOYOTA standards for automotive component.

Key words: chitosan, empty fruit bunch oil palm, microfibril, PP substitution, thermoplastic composites

I. PENDAHULUAN

Komposit termoplastik merupakan kombinasi antara mikrofibril selulosa atau bahan lignoselulosa (serat alam) sebagai penguat maupun pengisi dengan polimer sintesis sebagai matriks, yang menggabungkan sifat-sifat yang baik dari bahan lignoselulosa dan polimer sintesis. Polimer sintesis termoplastik yang banyak dipakai dalam produk komposit termoplastik dengan penguat atau pengisi mikrofibril serat alam adalah polipropilena (PP). Polimer PP banyak dipakai karena merupakan material dengan penampilan yang relatif bagus, kuat dan mudah diproses. Menurut Cheung *et al.* (2009), PP merupakan polimer kristalin isotaktik dengan kekuatan yang tinggi, ketahanan kimia yang baik, kekuatan moderat dan keteguhan patah yang lebih tinggi dari *high density polyethylene* (HDPE).

Dominasi PP dalam komposit termoplastik menjadi salah satu kekurangan dari produk komposit termoplastik dikaitkan dengan isu lingkungan hidup dan berkurangnya cadangan minyak bumi sebagai bahan utama pembuatan polimer sintesis PP yang tidak terbarukan. Hal ini memberikan dorongan untuk mencari bahan alternatif polimer lain dari sumber daya alam terbarukan untuk substitusi PP.

Khitosan adalah suatu polisakarida yang diperoleh melalui deasetilasi khitin yang umumnya banyak ditemukan pada kulit hewan dari marga *Crustacea* seperti kepiting, rajungan dan udang. khitosan memiliki bentuk yang spesifik, mengandung gugus amin dalam rantai karbonnya yang bermuatan positif yang berlawanan dengan polisakarida lainnya. Sifat-sifat khitosan antara lain: dalam keadaan cair sensitif terhadap kekuatan ion tinggi, daya repulsif antara fungsi amin menurun sesuai dengan fleksibilitas rantai khitosan. Penggabungan khitosan dalam ruang distabilkan oleh ikatan hidrogen di dalam dan di luar rantai, menghasilkan suatu molekul resisten yang tahan terhadap stres mekanik dan kemampuan mengembangkannya bertambah (Suptijah *et al.*, 1992).

Penggunaan khitosan sebagai pengisi dalam komposit dengan matriks PP yang diberi perlakuan kimia 3-Aminopropyltriethoxysilane (3-APE) untuk meningkatkan kompatibilitas ternyata mampu memperbaiki kuat tarik dan *Young's modulus* komposit PP-khitosan namun mengurangi elongasinya. Dari analisis FTIR dan SEM terlihat bahwa adanya 3-APE mampu meningkatkan ikatan antara khitosan dengan PP (Husseinsyah *et al.*, 2010). Melihat beberapa kelebihan dari polimer khitosan diatas maka polimer khitosan bisa sebagai alternatif substitusi polimer PP serta menjadi polimer alam alternatif selain PLA dan PGA.

Penelitian ini bertujuan untuk substitusi PP yang berbasis minyak bumi dan tidak terbarukan dengan khitosan yang terbarukan serta mengetahui pengaruh dari pemberian khitosan terhadap karakteristik

komposit termoplastik polipropilena-mikrofibril tandan kosong kelapa sawit (TKKS).

II. METODE PENELITIAN

Pembuatan komposit diawali dengan pembuatan pulp dari serat TKKS menggunakan proses soda dingin (*chemical-mechanical pulping*) yang mengacu pada penelitian Gopar *et al.* (2010) dimana serat TKKS dipotong-potong sekitar 2-3 cm menggunakan mesin *ring flaker*. Serat direndam dalam larutan NaOH 4% pada ratio (1 : 5) selama 24 jam. Dilanjutkan dengan pembuatan mikrofibril dari pulp TKKS menggunakan mesin *disc refiner*.

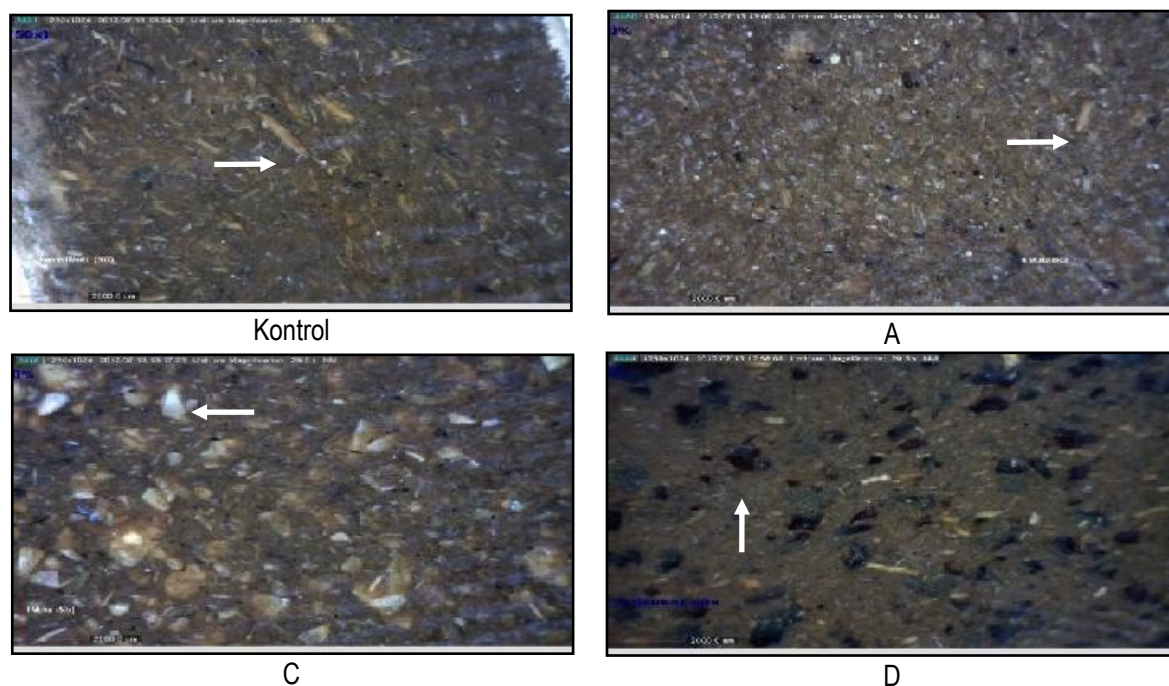
Proses pembuatan komposit termoplastik dengan matriks PP dilakukan dengan “metode kering” yang mengacu dari hasil penelitian Subyakto *et al.* (2010). Mikrofibril TKKS dibuat menjadi lembaran kertas cukup tipis dengan alat penyaring kain kasa ukuran 40 mesh dan dikeringkan yang kemudian disobek menjadi ukuran kecil. Mikrofibril TKKS kemudian dicampur dengan PP pada perbandingan 50 : 45 (%) yang ditambahkan MAPP 5% (merujuk pada hasil penelitian Gopar *et al.*, 2010) dari total berat komposit sebagai *coupling agent* dalam mesin *kneader/mixer (laboplastomill)*.

Substitusi PP dengan khitosan divariasikan pada komposisi khitosan : PP (%) = 0 : 100, 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70 dan 40 : 60 dari jumlah 45% keseluruhan PP dalam komposit termoplastik kemudian diproses dengan alat *kneader/mixer (laboplastomill)* pada suhu 180 °C, 60 rpm selama 20 menit. Contoh uji komposit dibuat lembaran ukuran panjang x lebar x tebal = 11 x 11 x 0,2 cm menggunakan mesin kempa panas (*hot press*) pada suhu 180 °C, tekanan 1 MPa selama 30 detik yang merujuk pada penelitian Subyakto *et al.* (2010) dengan target kerapatan 1 g/cm³. Sebagai pembandingan maka dibuat komposit tanpa memakai polimer khitosan (PP : MAPP : Mikrofibril TKKS (g) = 90 : 10 : 100). Data yang terkumpul untuk setiap parameter dirata-ratakan dan dibandingkan satu sama lain.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Fisik

Tampilan permukaan komposit PP-mikrofibril TKKS dengan khitosan untuk substitusi PP disajikan dalam Gambar 1. Pemotretan dilakukan dengan menggunakan mikroskop cahaya (*light microscope*) pembesaran 50 kali.

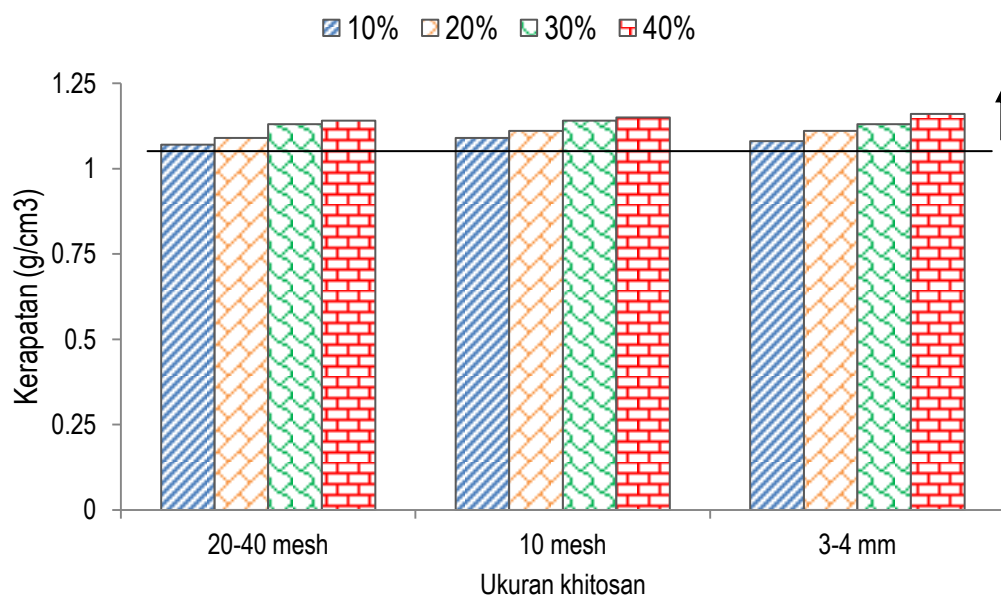


Gambar 1. Perbandingan permukaan komposit PP-mikrofibril TKKS kontrol, dengan khitosan 20 mesh sampai 40 mesh (A), khitosan 10 mesh (B), dan khitosan 3 mm sampai 4 mm (C).

Secara fisik semua material penyusun komposit termoplastik sudah tercampur pada saat proses *mixing* dalam *laboplastomill* namun hasil dari pencitraan dengan mikroskop cahaya pada komposit kontrol masih terlihat mikrofibril TKKS (lihat tanda →) yang belum tercampur sempurna. Komposit A relatif sudah tidak memperlihatkan bentuk kasar khitosan yang bisa dikatakan mudah tercampur karena dalam bentuk serbuk yang lebih halus namun masih menampakkan adanya mikrofibril TKKS seperti pada komposit kontrol. Untuk komposit C juga masih terlihat film khitosan yang tidak terdegradasi selama proses pencampuran dalam *laboplastomill* (lihat tanda ↑).. Adapun pada permukaan komposit B masih terlihat serpihan khitosan (lihat tanda ←) yang belum tercampur sempurna.

Masih terlihatnya mikrofibril TKKS pada permukaan komposit seperti pada Gambar 1 merupakan hal yang memungkinkan mengingat serat TKKS yang digunakan adalah serat pulp TKKS berukuran mikro dengan diameter berkisar 10 mikrometer sampai 20 mikrometer.

Kemudahan antar bahan penyusun komposit dengan matriks polimer untuk bercampur akan mempengaruhi tingkat homogenitas campuran. Homogenitas campuran akan berpengaruh terhadap tingkat kerapatan komposit. Komposit PP-mikrofibril TKKS dengan khitosan sebagai substitusi PP memiliki rata-rata kerapatan diatas kerapatan target 1 g/cm³ dan kerapatan komposit kontrol sebesar 1,06 g/cm³ seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Histogram kerapatan komposit termoplastik

Semua komposit dengan variasi ukuran khitosan yang digunakan ternyata memiliki kerapatan rata-rata yang semakin meningkat seiring dengan meningkatnya persentase khitosan terhadap PP dari 10% sampai 40% (Gambar 2).

Karakteristik Mekanik

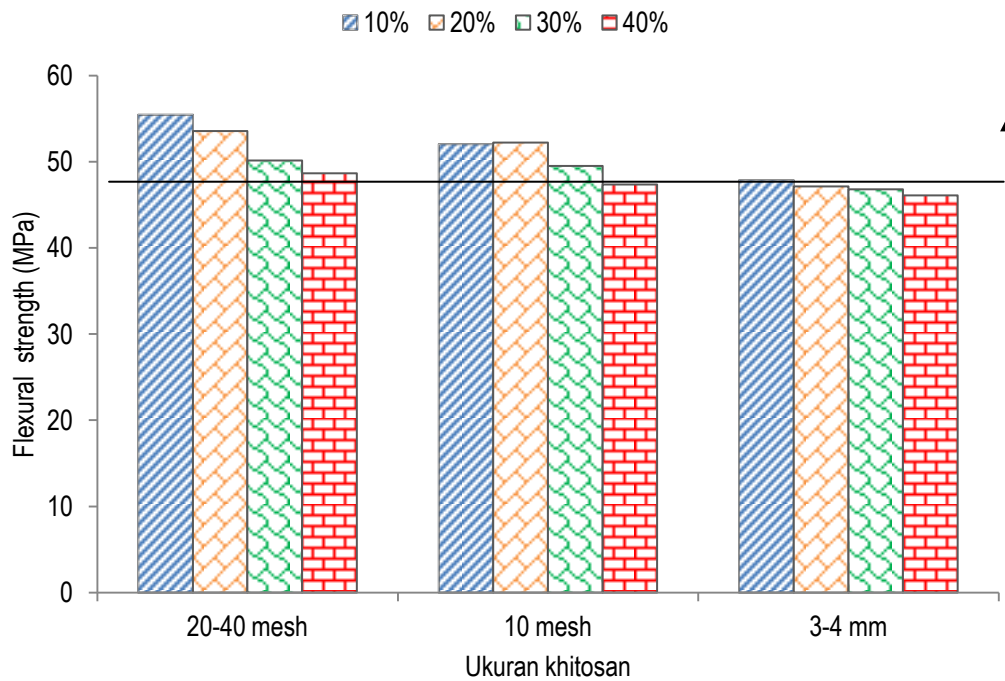
Kekuatan Lentur (Flexural Strength)

Kekuatan lentur (*FS*) merupakan indikator kekuatan komposit dalam menahan beban. Besaran *FS* akan memperlihatkan fleksibilitas (*flexibility*) dan kekakuan (*rigiditas*) dari komposit. Nilai *FS* dari masing-masing komposit disajikan dalam Gambar 3. Untuk komposit kontrol tanpa penambahan khitosan memiliki nilai *FS* rata-rata 47,64 MPa. Pada komposit dengan khitosan ukuran 20 mesh sampai 40 mesh memiliki *FS* rata-rata diatas kontrol sebesar 48,67 MPa sampai 55,48 MPa. Untuk komposit yang ditambahkan khitosan ukuran 10 mesh mempunyai besaran *FS* berkisar 47,37 MPa sampai 52,04 MPa. Adapun komposit dengan khitosan ukuran 3 mm sampai 4 mm memiliki kisaran *FS* 46,11 MPa sampai 47,84 MPa.

Komposit dengan khitosan ukuran 20 mesh sampai 40 mesh memiliki *FS* lebih tinggi dibandingkan khitosan ukuran 10 mesh dan yang terendah adalah pada komposit dengan khitosan 3 mm sampai 4 mm.

Sehingga bisa dikatakan bahwa semakin kecil ukuran khitosan mampu meningkatkan homogenitas campuran dan besaran *FS* komposit yang dihasilkan.

Penelitian dari Nikmatin (2012) menyebutkan bahwa penguat atau pengisi (*filler*) untuk bionanokomposit yang dikategorikan nanopartikel (20 nm) memiliki sifat mekanik yang lebih baik jika dibandingkan dengan pengisi berukuran 1 mm dan 150 mikron. Ukuran yang lebih kecil dari nanopartikel (20 nm) memberikan *surface area* yang lebih besar, densitas yang lebih kecil yang membawa dampak positif dibandingkan yang ukuran *bulk*.



Gambar 3. Histogram kekuatan lentur dari komposit termoplastik

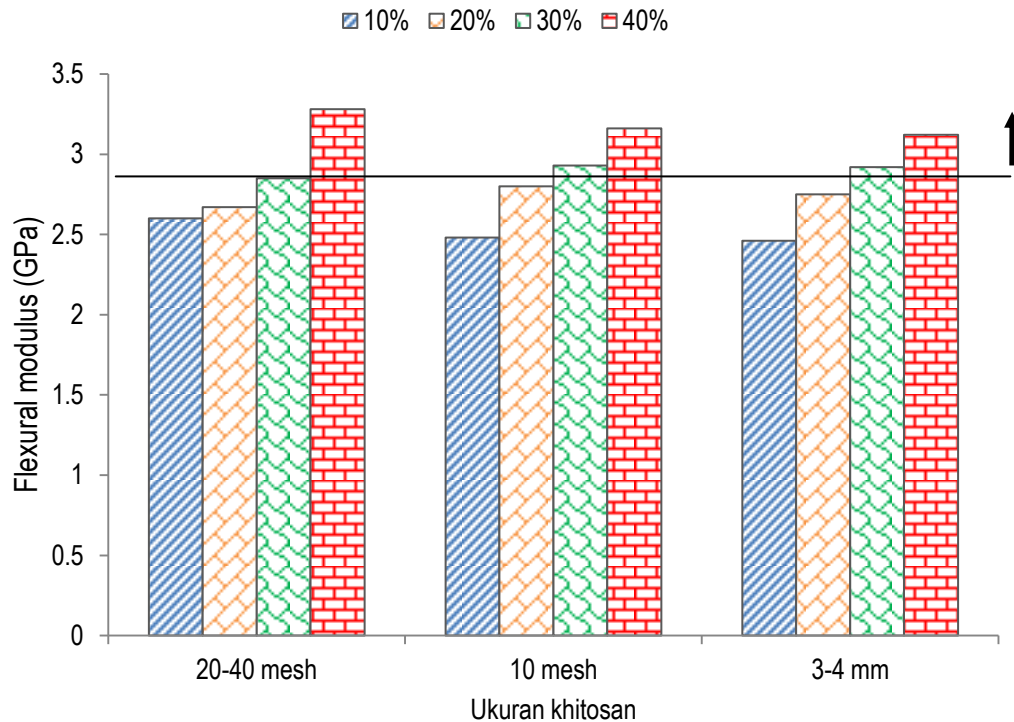
Hasil uji mekanis menunjukkan bahwa semakin banyak persentase khitosan terhadap PP ternyata mengurangi nilai *FS* komposit. Hal ini mungkin disebabkan ikatan antar muka (*interfacial bonding*) yang rendah antara khitosan sebagai pengisi dan matriks polimer pada kadar pengisi yang semakin banyak. Menurut Husseinyah *et al.* (2011) hal tersebut terjadi terkait dengan pengaruh sifat kekakuan dari khitosan dan penurunan deformabilitas dari rigiditas antarmuka antara khitosan dan matriks polimer seperti PP.

Kekuatan Elastisitas (*Flexural Modulus*)

Parameter kekuatan elastisitas (*FM*) menggambarkan sifat kekakuan dari bahan sehingga semakin tinggi nilai *FM* suatu bahan maka bisa dikatakan bahan tersebut semakin kaku. Hasil pengujian *FM* yang ditampilkan dalam Gambar 4 memperlihatkan untuk komposit dengan khitosan ukuran 20 mesh sampai 40 mesh memiliki nilai *FM* 2,60 GPa sampai 3,28 GPa. Pada komposit yang ditambahkan khitosan ukuran 10 mesh mempunyai besaran *FM* antara 2,48 GPa sampai 3,16 GPa. Untuk komposit dengan khitosan ukuran 3 mm sampai 4 mm memiliki kisaran *FM* 2,46 GPa sampai 3,12 GPa. Pada komposit kontrol tanpa penambahan khitosan terhadap persentase PP memiliki nilai rata-rata *FM* sebesar 2,72 GPa.

Pada beberapa variasi ukuran khitosan dan konsentrasi khitosan atas PP mampu menghasilkan komposit dengan nilai *FM* diatas nilai *FM* dari *Honda Engineering Standard* (HES) minimal sebesar 3,1 GPa dan standar TOYOTA minimal sebesar 1 GPa.

Bisa dikatakan semakin banyak khitosan yang ditambahkan dalam komposit terhadap persentase PP akan meningkatkan kekakuan sehingga mampu meningkatkan nilai *FM* dari komposit. Hal ini memperlihatkan bahwa kehadiran khitosan mampu meningkatkan kompatibilitas antara khitosan-PP dan mikrofibril TKKS.



Gambar 4. Histogram kekuatan elastisitas dari komposit termoplastik

Penggunaan khitosan sebagai *filler* yang semakin banyak (0% sampai 40%) akan meningkatkan kekakuan komposit secara signifikan yang berpengaruh pada meningkatnya besaran kekuatan elastisitas dari komposit dengan matriks PP (Husseinsyah *et al.*, 2010). Perbedaan besaran ukuran dan persentase bahan pengisi dari serbuk kayu yang ditambahkan dalam komposit dengan polimer alami mampu meningkatkan kekuatan elastisitas komposit seiring dengan semakin kecil diameter (350-500 mikron dan 150-200 mikron) dan meningkatnya persentase (0% sampai 60%) serbuk kayu yang digunakan (Morreale *et al.*, 2008).

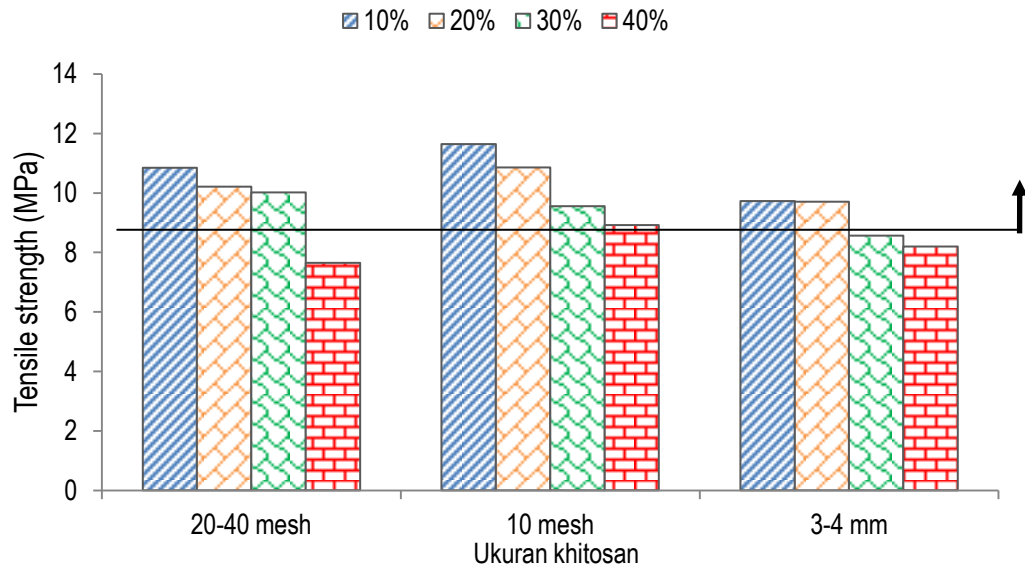
Kekuatan Tarik (Tensile Strength)

Pada Gambar 5 menunjukkan pengaruh besaran persentase khitosan terhadap kekuatan tarik (TS) komposit PP-mikrofibril TKKS. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa dengan semakin tingginya persentase khitosan terhadap PP yang ditambahkan maka nilai TS komposit semakin menurun.

Besaran nilai TS untuk komposit dengan khitosan 20 mesh sampai 40 mesh antara 7,65 MPa sampai 10,85 MPa. Pada komposit dengan khitosan 10 mesh berkisar 8,92 MPa sampai 11,64 MPa. Untuk komposit dengan khitosan 3 mm sampai 4 mm sebesar 8,20 MPa sampai 9,73 MPa. Rata-rata untuk semua variasi persentase khitosan yang ditambahkan yaitu 10%, 20% dan 30% memiliki nilai TS lebih tinggi dari nilai TS komposit kontrol sebesar 8,52 MPa. Hanya pada persentase khitosan 40% yang memiliki TS dibawah TS kontrol.

Fenomena penurunan nilai TS seiring kenaikan persentase khitosan terhadap PP pada komposit diduga karena adanya ikatan antarmuka (*interfacial bonding*) yang rendah antara khitosan dengan matriks polimer. Semakin besar ukuran khitosan juga menghasilkan komposit dengan nilai TS yang semakin kecil. Hal ini terkait dengan kemudahan proses pencampuran dan homogenitas bahan yang berpengaruh terhadap besaran TS dan kekakuan komposit yang dihasilkan

Dalam studi lain yang dilakukan oleh Li *et al.* (2003) dan Mantia *et al.* (2006) menyatakan bahwa penambahan bahan pengisi (*filler*) yang melebihi batas optimum tertentu akan mengurangi kekuatan tarik komposit. Hal serupa juga diungkapkan oleh Nikmatin (2012) bahwa semakin banyak konsentrasi *filler* yang diberikan pada komposit akan meningkatkan jumlah aglomerasi sehingga mengurangi kekuatan tarik dan kelenturan/regangan bionanokomposit

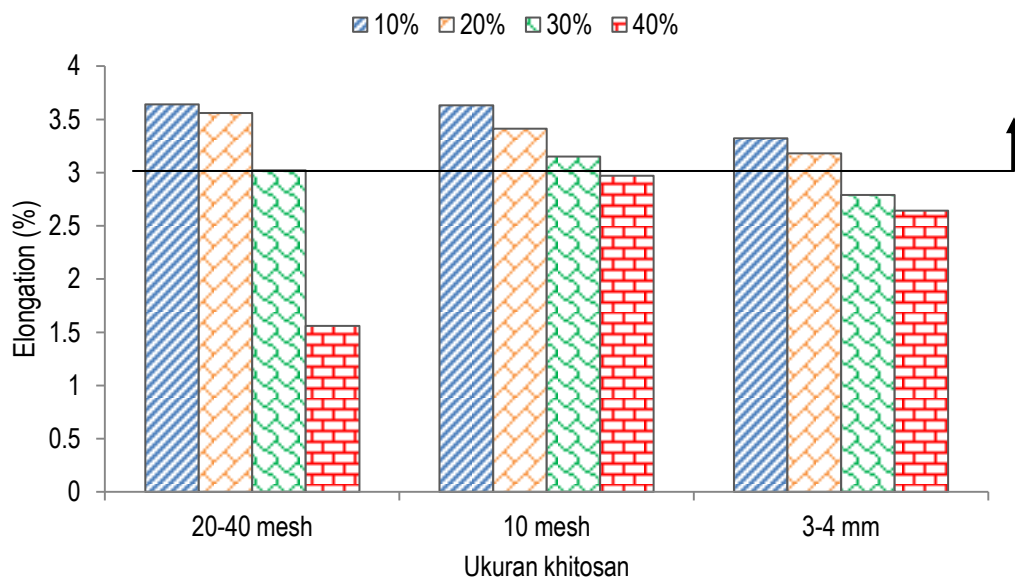


Gambar 5. Histogram kekuatan tarik komposit termoplastik

Regangan (Elongation)

Fenomena penurunan nilai *TS* pada komposit dengan beragam ukuran khitosan juga terjadi pada nilai *E* dimana semakin besar ukuran khitosan akan menghasilkan komposit dengan nilai *E* yang semakin kecil. Besaran nilai regangan (*E*) ditunjukkan dalam Gambar 6. Nilai *E* untuk komposit dengan khitosan ukuran 20 mesh sampai 40 mesh berkisar antara 1,56% sampai 3,64%. Pada komposit dengan khitosan 10 mesh sebesar 2,97% sampai 3,63%. Untuk komposit yang ditambahkan khitosan ukuran 3 mm sampai 4 mm memiliki nilai *E* sekitar 2,64% sampai 3,32%. Adapun untuk nilai rata-rata *E* pada komposit kontrol adalah 2,97%.

Semakin banyak persentase khitosan yang ditambahkan untuk mengurangi PP akan meningkatkan kekakuan dan mengurangi elastisitas serta kelenturan komposit yang berpengaruh pada duktilitas sehingga menurunkan nilai *E* komposit. Dalam penelitian ini bisa dikatakan diperoleh persentase maksimum dari khitosan untuk substitusi matriks PP pada konsentrasi 20% yang bisa menghasilkan nilai regangan diatas komposit kontrol.



Gambar 6. Histogram besaran regangan dari komposit termoplastik

Hasil penelitian Morreale *et al.* (2008) yang menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi serbuk kayu/bahan pengisi akan mengurangi besaran regangan dari komposit yang menggunakan polimer sintetis maupun polimer biodegradable. Duktilitas komposit akan berkurang secara signifikan seiring dengan penambahan serbuk kayu/pengisi lebih dari 30%. Menurut Husseinsyah *et al.* (2010) bahwa peningkatan konsentrasi khitosan sebagai *filler* akan menurunkan sifat regangan komposit terkait adanya efek kekakuan dan penurunan deformabilitas antarmuka dari khitosan dengan matriks PP.

IV. KESIMPULAN

1. Substitusi matriks polimer sintetis PP dengan polimer khitosan pada variasi komposisi persentase dan ukuran mampu memperbaiki karakteristik fisik seperti kerapatan, morfologi serta karakteristik mekanik (kekuatan lentur, kekuatan elastisitas, kekuatan tarik dan regangan) dari komposit termoplastik dengan mikrofibril TKKS.
2. Pada semua variasi komposisi ukuran dan persentase khitosan terhadap PP dapat meningkatkan kerapatan komposit termoplastik dengan mikrofibril TKKS sampai 10% dibandingkan dengan komposit kontrol.
3. Substitusi matriks polimer sintetis PP dengan polimer khitosan pada persentase 10%, 20%, 30% dan ukuran polimer khitosan 20 mesh sampai 40 mesh serta ukuran 10 mesh mampu meningkatkan kekuatan lentur komposit termoplastik diatas standar komponen otomotif TOYOTA dan kekuatan tarik maksimum 36% serta regangan maksimum 22% dibandingkan komposit kontrol.
4. Substitusi matriks polimer PP dengan polimer khitosan pada persentase 20%, 30% dan 40% dalam semua variasi ukuran khitosan menghasilkan komposit termoplastik dengan kekuatan elastisitas diatas nilai komposit kontrol dan memenuhi HES untuk komponen otomotif sepeda motor serta standar TOYOTA untuk komponen otomotif.

DAFTAR PUSTAKA

- Cheung, H., Ho, M., Lu., K., Cardona, F., and Hui, D. 2009. Natural fiber-reinforced composites for bioengineering and environmental engineering applications. *Composites: Part B* 40 (2009) 665-663, Journal homepage:www.elsevier.com
- Gopar, M., Subyakto, Prasetyo, K.W. dan Ismadi. 2010. Karakteristik Biokomposit Plastik dari Mikrofibril Tandan Kosong Kelapa Sawit. Prosiding SIMNAS MAPEKI XIII 10-11 November 2010, Sanur Bali.
- Husseinsyah, S., Amri, F., and Husin, K. 2010. Chemical modification of chitosan-filled polypropylene (PP) composites: The effect of 3-Aminopropyltriethoxysilane on mechanical and thermal properties. *International Journal of Polymeric Materials*, 60:429-440.
- Husseinsyah, S., Amri, F., Husin, K., and Ismail, H. 2011. Mechanical and thermal of chitosan-filled polypropylene composites: The effect of acrylic acid. *Journal of Vinyl and Additive Technology*.
- Li, XH, Meng YZ, Zhu Q, Tjong SC. 2003. Thermal decomposition characteristics of poly(propylene carbonate) using TG/IR and Py GC/MS techniques. *Polym Degrad Stab* 2003; 81:157-65.
- Mantia, F.P.L., Morreale, M. and Mohd Ishak, ZA. 2006. Processing and mechanical properties of organic filler-polypropylene composites. *Journal Appl Polymer Science*; 96: 1906-13.
- Morreale, M., Scaffaro, R., Maio, A. and Mantia, F.P.L. 2008. Effect of adding wood flour to the physical properties of a biodegradable polymer. *Composites: Part A* 39 (2008) 503-513.
- Nikmatin, S. 2012. Bionanokomposit Filler Nanopartikel Serat Kulit Rotan Sebagai Material Pengganti Komposit Sintetis Fiber Glass Pada Komponen Sepeda Motor. Desertasi: Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor.
- Subyakto, Subiyanto, B., Hermiati, E., Yanto, D.H.Y., Fitria, Budiman, I., Ismadi, Prasetyo, K.W., Masruchin, N. dan Adi, D.T.N. 2009. Final Report: Development of Injection Molding Material of Micro Size Natural Fibers-Thermoplastic (Polypropylene)
- Subyakto, Hermiati, E., Yanto, D.D.H., Masruchin, N., Fitria, Prasetyo, K.W. dan Ismadi. 2010. Biocomposites of PLA Reinforced wuth Sisal or Bamboo Micro Fibers. *Proceedings The First International Symposium of IWORS*, 2-3 Nov. 2009. pp. 106-110.

Suptijah, P., E. Salamah, H. Sumaryanto, S. Purwaningsih dan J. Santoso. 1992. Pengaruh Berbagai Metode Isolasi Khitin Kulit Udang Terhadap Mutunya. Jurusan Pengolahan Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan, Institut Pertanian Bogor.

PEMANFAATAN LIMBAH PELEPAH SAWIT DAN PLASTIK DAUR ULANG (RPP) SEBAGAI PAPAN KOMPOSIT PLASTIK

Utilization of Petiole Oil Palm Wastes and Recycled Polypropyleneas Raw Materials for Wood-Plastic Composites

Lusita Wardani¹, Muh. Yusram Massijaya², M. Faisal Machdie¹

¹ Staf Dosen Fak.Kehutanan, Univ.Lambung Mangkurat Banjarbaru; email: lusita41@yahoo.com

² Staf Dosen Dep. Hasil Hutan Fak.Kehutanan Institut Pertanian Bogor

ABSTRACT

This study examined the physical and mechanical properties of wood plastic composites made from recycled propypropylene (RPP) and oil palm biomass wastes under various particle sizes. Oil-palm biomass wastes ie., petiole oil palm (POP) were used as a filler. The POP was produced in 3 groups (i.e., passed from 20, 40 and 60 meshes filtered). The RPP and POP ratio were 7:3. Maleic anhydride (MAH) and benzoil peroxyde (BPO) were used as a modifier and an inisiator in amount of 5% based on RPP and MAH weight, respectively. The hand-mixtures of RPP and POP with or without MAH and BPO were subjected to hot-press at 190°C for 10 min at 15 kgf. cm⁻² pressure. The results indicated that particle sizes, MAH and BPO and pressure of temperature were influences of physical and mechanical properties of WPC from POP. Samples WPC with MAH and BPO have a highest value than samples without MAH and BPO. Testing was done according to standard JIS A 5908-2003. Preliminary research results shown that particle from oil palm trunk with aditive content shown the best physical and mechanical properties compared to the others.

Keywords: particle size, petiole oil palm, recycle polypropylene, maleic anhydride, benzoil peroxide

I. PENDAHULUAN

Potensi luas peremajaan kelapa sawit di Indonesia berkisar antara 20 hingga 50 ribu ha per tahun. Di dalam setiap hektar terdapat 140 batang sawit tua dan ditaksir menghasilkan biomassa dari batang sebanyak 167 m³ per ha. Sepertiga bagian batang (bagian terluar) berpotensi sebagai kayu gergajian (Hartono *et al.*, 2011; Susila, 2004; dan Febrianto 2004). Selain batang, biomassa lainnya yang dihasilkan dari peremajaan kelapa sawit adalah pelepah, tandan kosong dan cangkang. Pelepah sawit sebagai hasil limbah padat perkebunan sawit merupakan sumber bahan berlignoselulosa yang sangat potensial. Tersedia sekitar 10 ton/ha/tahun limbah pelepah kering hasil pemangkasan (Sahmadi, 2006).

Biomassa ini berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan pengisi untuk produk komposit kayu plastik. Keunggulan produk komposit kayu plastik antara lain adalah biaya produksi lebih murah, bahan bakunya melimpah, fleksibel dalam proses pembuatannya, kerapatannya rendah, lebih bersifat mudah terurai (dibandingkan dengan plastik), memiliki sifat-sifat yang lebih baik dibandingkan bahan baku asalnya, dapat diaplikasikan untuk berbagai keperluan, serta produknya dapat didaur ulang (*recycleable*) (Febrianto, 2005).

Penggunaan plastik yang semakin meningkat akhir-akhir ini juga meningkatkan jumlah limbahnya. Data dari Biro Pusat Statistik menunjukkan bahwa volume impor bahan-bahan plastik tahun 2009 adalah sebesar 1.038,5 ton (Depperin, 2009), dan kemungkinan meningkat setidaknya 10 % per tahun. Plastik sebagai limbah sangat sulit terdekomposisi di alam sekitar, sehingga kemungkinan terbaiknya adalah dengan mendaur ulang pemanfaatannya menjadi produk lain. Limbah plastik yang dapat didaur ulang potensial untuk digunakan sebagai matriks dalam pembuatan komposit kayu plastik. Plastik mempunyai sifat hidrofilik, sehingga komposit yang dihasilkan lebih tahan terhadap air dan kelembaban. Selain itu bahan plastik tidak disukai rayap, sehingga tanpa perlakuan pengawetan, papan komposit berbahan plastik tidak akan dimakan rayap, bebas emisi formaldehida dan ramah lingkungan (Hu *et al.*, 2005, Massiyaya *et al.*, 2009)

Kadar selulosa yang tinggi (Sreekala *et al.*, 2004) dariserat kelapa sawit membuatnya sesuai untuk aplikasi komposit. Namun keberadaan gugus hidroksil mengakibatkan serat bersifat hidrofilik, yang menyebabkan rendahnya *interfacial adhesion* dengan matriks polimer yang bersifat hidrofilik selama pembuatan komposit. Hal ini dapat menyebabkan penurunan sifat fisik dan mekanik komposit (Raju *et al.*, 2008). Perlakuan-perlakuan untuk meningkatkan adhesi/ikatan antara serat dengan matriks di dalam

komposit meliputi modifikasi kimia terhadap serat (menggunakan *anhydrides*, *epoxies*, *isocyanates*, dan lain-lain), pencangkakan polimer ke dalam lignoselulosa dan penggunaan *compatibilizers* serta *coupling agents* (Khalil *et al.*, 2001). Dalam proses pembuatan papan komposit ini digunakan Maleic Anhidrida sebagai *modifier* dan benzoil peroksida sebagai *inisiator*, karena kebanyakan polimer terutama termoplastik resin adalah bahan yang bersifat non-polar dan menolak air yang tidak kompatibel dengan kayu yang bersifat polar dan menyerap air.

Penelitian ini membandingkan penggunaan Maleic Anhydride (MAH) dan perbedaan suhu kempa dengan tujuan melihat efek modifikasi matriks *recycle polypropilene* (RPP) atau plastik daur ulang dengan partikel pelepah sawit untuk perbaikan sifat adhesi papan plastik (WPC) tersebut sehingga diperoleh papan plastik berkualitas tinggi.

II. METODE PENELITIAN

Bahan pengisi yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah sawit (PS) yang dikonversi menjadi partikel dengan menggunakan *hammer mill*. Partikel yang dihasilkan selanjutnya diayak dan dikelompokkan menjadi 3 kelompok, yaitu lolos saringan 20 mesh, 40 mesh dan 60 mesh. Setelah itu, partikel dikeringkan dengan oven sampai mencapai kadar air (KA) <10 %. RPP dengan ukuran 60 mesh digunakan sebagai matriks. Perbandingan matriks dan bahan pengisi adalah 7:3. *Maleic anhydride* (MAH) sebanyak 5% dari berat matriks digunakan sebagai *modifier* dan benzoil peroksida (BPO) sebanyak 5 % dari berat MAH dan digunakan sebagai *inisiator*.

Partikel PS, RPP, MAH dan BPO dicampur secara manual. Setelah itu dimasukkan ke dalam pencetak lembaran untuk membentuk lembaran contoh uji dengan ukuran 20 cm x 10 cm x 0,33 cm. Kerapatan sasaran papan plastik komposit yang dibuat adalah 0,8 g.cm⁻³. Selanjutnya dilakukan pengempaan panas dengan suhu 190°C selama 10 menit dengan tekanan 15 kgf. cm⁻². Setelah pengempaan panas, komposit kayu plastik yang dihasilkan dibiarkan di dalam cetakan hingga dingin dan keras. Untuk menyeragamkan KA lembaran papan komposit dan melepaskan tegangan sisa di dalam lembaran sebagai akibat pengempaan panas, maka dilakukan pengkondisian selama 1 minggu.

Pengujian sifat fisis dan mekanis papan plastik komposit pelepah sawit meliputi kerapatan, KA, daya serap air (DSA), pengembangan tebal (PT), modulus lentur (MOE) dan modulus patah (MOR). Pengujian dilakukan berdasarkan standar JIS A 5908-2003. Untuk mengetahui pengaruh antar perlakuan dilakukan analisis data menggunakan rancangan percobaan faktorial, pola rancangan acak lengkap, yakni ukuran partikel (3 taraf) dan penggunaan bahan aditif (2 taraf). Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali.

Analisa kemurnian RPP yang digunakan berdasarkan uji FTIR dan DSC. Sampel RPP adalah polypropilene yang mengandung filler polysilicate dan kalsium sulfat dengan nilai MFR sebesar 10,688 ± 0,30 g 10 min⁻¹. Berdasarkan uji TGA sampel mengandung polimer sebesar 98,8772 %, residu organik 0,5786 % dan residu inorganik (filler sebesar 0,5442 %).

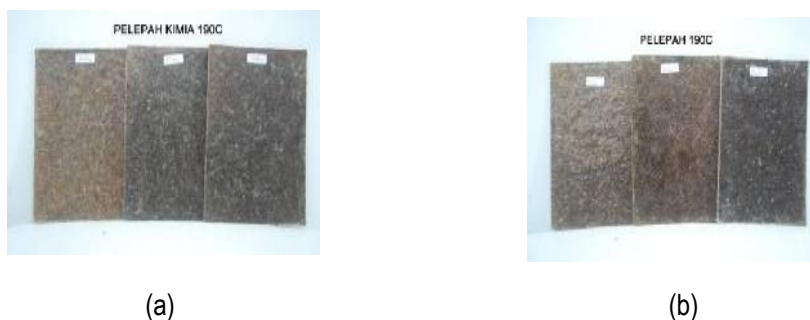
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Papan komposit yang dihasilkan berwarna coklat sampai kehitaman. Hal ini disebabkan pada proses pengempaan menggunakan panas dengan suhu 190°C, sehingga mengakibatkan perubahan warna pada papan plastik (WPC). Secara visual WPC yang dibuat dengan menggunakan bahan aditif, penampilannya relatif lebih halus daripada WPC yang tidak menggunakan bahan aditif (Gambar 1).

Kerapatan

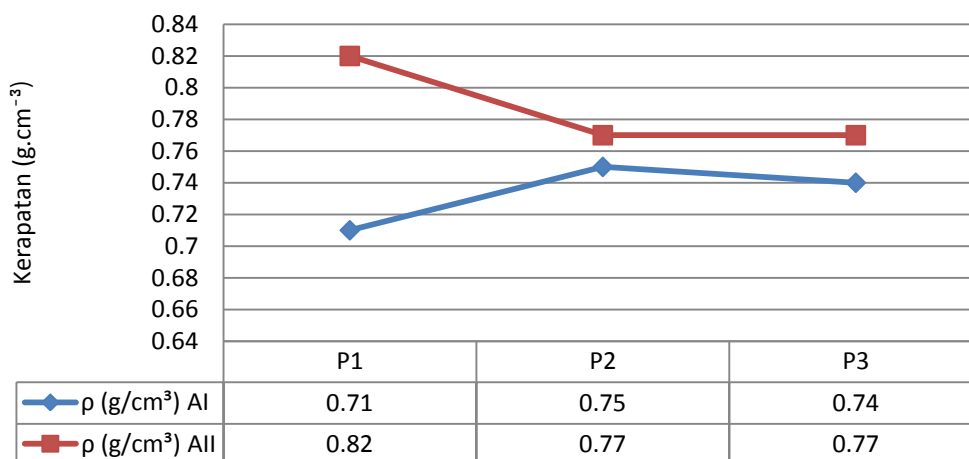
Kerapatan merupakan salah satu sifat fisis yang menunjukkan perbandingan antara massa benda terhadap volumenya (banyaknya massa zat per satuan volume) (Massijaya, 1999). Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai kerapatan komposit plastik dari partikel pelepah sawit yang dihasilkan berkisar antara 0,75–0,82 g.cm⁻³, termasuk dalam kategori komposit plastik dengan kerapatan sedang. Menurut klasifikasi Tsoumis (1991) termasuk kategori papan kerapatan sedang, dimana papan komposit plastik dibagi menjadi tiga kelompok kerapatan yaitu rendah (0,25–0,40 g.cm⁻³), sedang (0,40–0,80 g.cm⁻³), dan tinggi (0,80–1,20 g.cm⁻³). Sebagian kerapatan papan komposit plastik ada yang lebih rendah dari target kerapatan,

kemungkinan karena adanya kadar air partikel yang masih tersimpan dalam partikel pelepah sebelum adonan dikempa dan menghilang ketika adonan terkena suhu kempa yang tinggi.



Gambar 1. Penampakan fisik papan plastik komposit serbuk pelepah sawit pada temperatur 190 °C dengan MAH (a) dan tanpa MAH (b)

Terjadi peningkatan kerapatan papan komposit plastik dengan adanya penggunaan bahan MAH dan BPO. Menurut Han 1999, penggunaan MAH meningkatkan jumlah ikatan tak jenuh yang bertemu dengan permukaan filler kayu pada tingkat tertentu, sehingga memberikan peningkatan kerapatan, walaupun proses pengadonan dilakukan secara manual. Berdasarkan analisis keragaman interaksi penggunaan bahan MAH dan BPO dengan ukuran partikel tidak signifikan terhadap kerapatan papan komposit plastik pelepah sawit. Hasil rata-rata kerapatan pada penelitian disajikan pada Gambar 2. Berdasarkan Japanese industrial standard (JIS) A 5908-2003, *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard*, tipe 8, yang mensyaratkan nilai kerapatan papan partikel sebesar 0,40 – 0,80 g.cm⁻³, papan yang dibuat memenuhi standar.



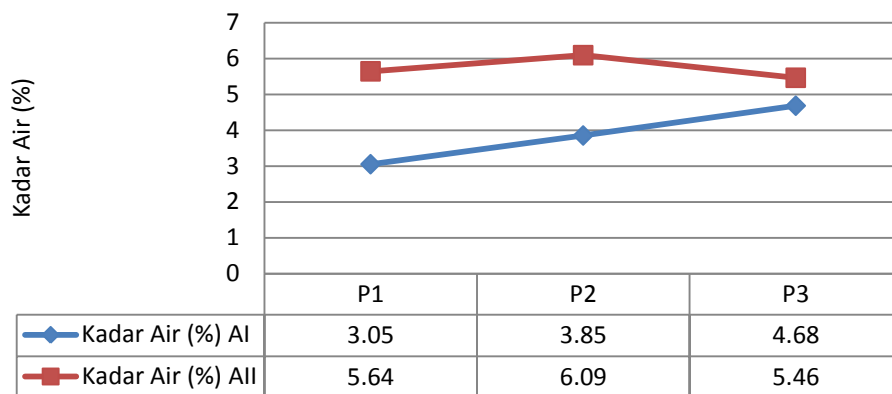
Gambar 2. Grafik nilai kerapatan papan plastik komposit pelepah sawit pada perlakuan tanpa MAH dan BPO (A1) dengan MAH dan BPO (A2)

Kadar Air

Kadar air menunjukkan besarnya kandungan air di dalam suatu benda yang dinyatakan dalam persen (Massijaya, *et al* 1999). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air papan komposit plastik pelepah sawit yang dihasilkan berkisar antara 3,05-6,09 %. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa kadar air papan komposit plastik ini relatif kecil. Hal ini sesuai dengan pernyataan Massijaya *et al.* (1999) bahwa pada umumnya kadar air papan plastik menjadi lebih rendah dari pada bahan bakunya, karena adanya perlakuan panas dan matriks plastik sebagai perekat yang digunakan dapat menurunkan kemampuan penyerapan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan MAH diperoleh kadar air papan komposit plastik yang

lebih tinggi tetapi secara statistik pengaruh interaksi MAH dengan ukuran partikel tidak signifikan. Hasil rata-rata nilai persen kadar air pada penelitian disajikan pada Gambar 4.

Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908-2003, mensyaratkan nilai kadar air papan partikel sebesar 5 – 13 %. Hasil penelitian menunjukkan semua persentase kadar air papan komposit yang dihasilkan masih ada pada kadar air minimal yang dipersyaratkan.

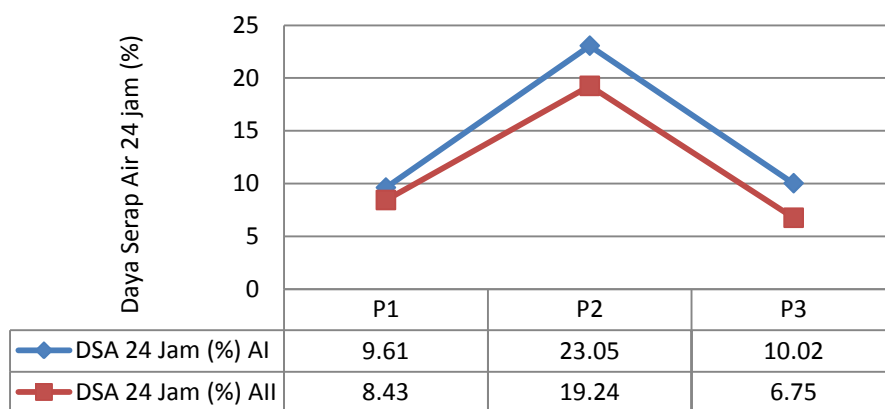


Gambar 3. Grafik nilai rata-rata kadar air papan plastik komposit pelepah sawit pada perlakuan tanpa MAH dan BPO (A1) dengan MAH dan BPO (A2)

Daya Serap Air

Daya serap air menyatakan banyaknya air yang diserap oleh air contoh uji dalam persen terhadap berat awalnya setelah contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 jam (Massijaya *et al.*, 1999). Gambar 5 menunjukkan bahwa nilai daya serap air pada perendaman 24 jam yang terendah ditemukan pada papan plastik pelepah berukuran 60 mesh pada suhu kempa 190°C dengan bahan MAH dan BOP (6,75 %) dan tertinggi diperoleh pada pelepah dengan dimensi yang sama 40 mesh pada tanpa MAH dan BOP (23,05 %). Massijaya *et al.* (1999) menyatakan bahwa air yang masuk kedalam papan komposit plastik dapat dibedakan atas dua macam yaitu air yang langsung dapat masuk kedalam komposit plastik yang mengisi rongga-rongga kosong pada papan dan air yang masuk kedalam partikel atau serat pembentuk komposit plastik.

Sifat bahan yang mengandung lignoselulosa yang higroskopik berlawanan dengan sifat plastik yang hidrofobik. Sifat daya serap air dari papan plastik ditentukan oleh komponen kayu atau bahan berlignoselulosa yang terdapat pada papan plastik. Kayu secara konstan menyerap dan mengeluarkan air sesuai dengan temperatur dan kelembaban lingkungan. Penggunaan MAH dan BPO terbukti membantu meningkatkan kemampuan papan komposit plastik terhadap sifat higroskopis *filler* (pelepah sawit).

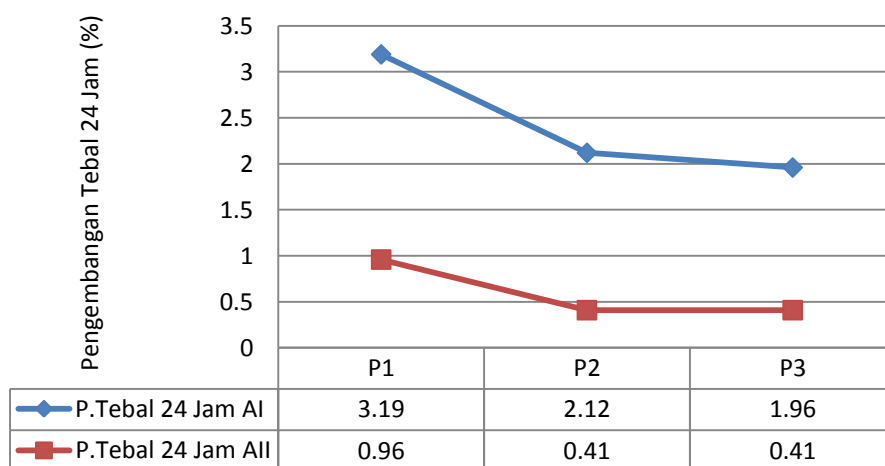


Gambar 4. Grafik nilai rata-rata daya serap air rendaman 24 jam papan plastik pelepah sawit pada perlakuan tanpa MAH dan BPO (A1) dengan MAH dan BPO (A2)

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal adalah besaran yang menyatakan pertambahan tebal contoh uji dalam persen terhadap tebal awalnya setelah contoh uji direndam dalam air pada suhu kamar selama 24 jam (Massijaya *et al.*, 1999). Pengembangan tebal terendah diperoleh pada papan komposit plastik pelepah sawit dengan penambahan MAH dan BPO. yang menunjukkan bahwa nilai pengembangan tebal dari papan plastik komposit pelepah sawit pada rendaman 24 jam pada suhu kempa 190°C berkisar antara 0,41-2,12 %. Penggunaan bahan MAH dan BPO terlihat sangat membantu mengurangi sifat pengembangan tebal dari papan komposit ini. Berdasarkan hasil pengujian yang menunjukkan nilai pengembangan tebal yang rendah maka papan plastik komposit pelepah sawit ini dapat digunakan untuk keperluan eksterior. Nilai rata-rata pengembangan tebal dengan perendaman selama 24 jam disajikan pada Gambar 6.

Japanesse industrial standard (JIS) A 5908-2003, untuk *Based Particleboard* dan *Decorative Particleboard*, type 8 mensyaratkan nilai pengembangan tebal maksimal 12%, sedangkan nilai pengembangan tebal dari komposit plastik yang dihasilkan tertinggi sebesar 2,12%. Dengan demikian semua komposit plastik yang dihasilkan memenuhi standar yang dipersyaratkan. Hal ini berarti stabilitas dimensinya baik sehingga memungkinkan untuk penggunaan interior dan eksterior. Tingginya stabilitas dimensi komposit plastik disebabkan karena sifat plastik yang hidrofobik sehingga lebih tahan terhadap air.

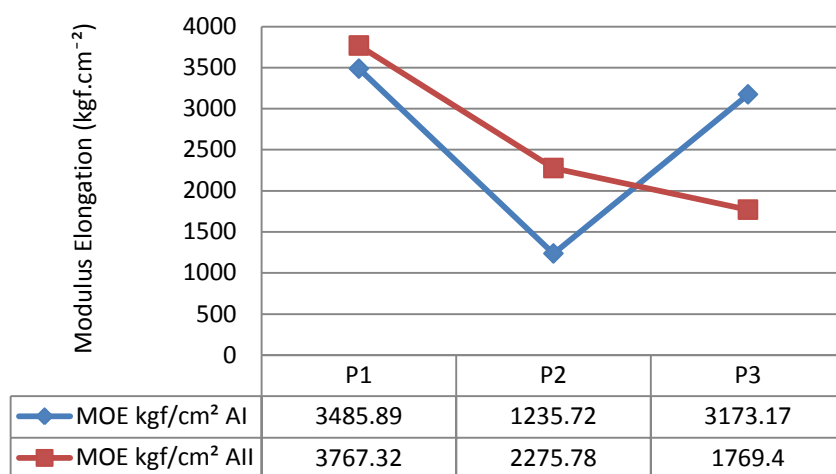


Gambar 5. Grafik Nilai Pengembangan Tebal rendaman 24 jam papan plastik pelepah sawit pada perlakuan tanpa MAH dan BPO (A1) dengan MAH dan BPO (A2)

Modulus Elastisitas (MOE)

Modulus elastisitas merupakan indikator kekakuan bahan. Sifat ini sangat penting jika papan digunakan sebagai bahan konstruksi. Nilai modulus elastisitas WPC pelepah sawit tanpa MAH adalah 1235,72–3485,89 kgf.cm⁻², sedangkan dengan MAH 1769,4-3767,32 kgf.cm⁻². Berdasarkan penggunaan bahan aditive terjadi peningkatan nilai rata-rata MOE tetapi berdasarkan perbedaan ukuran partikel terjadi penurunan MOE papan plastik komposit pelepah sawit, dimana pada ukuran partikel 40 mesh terjadi penurunan nilai rata-rata tetapi meningkat lagi pada ukuran partikel 60 mesh. Hasil analisis ragam menyatakan bahwa ukuran partikel tidak berpengaruh nyata, tetapi interaksi bahan MAH dan BPO terhadap ukuran partikel yang memberikan pengaruh pada menurunnya nilai MOE. Liu (2002), menyatakan retak pada papan komposit kayu plastik sangat dipengaruhi oleh tingkat kepadatan dan orientasi serat. Secara signifikan kekuatannya ditentukan oleh arah orientasi serat. Komponen kayu dalam papan plastik komposit biasanya dalam bentuk partikulat (tepung kayu) dengan serat yang sangat pendek. Penggunaan tepung kayu tersebut sebagai pengisi dapat meningkatkan kekakuan komposit akan tetapi menurunkan sifat kelenturannya sehingga mudah rapuh, karena itu sering digunakan *coupling agent* untuk mengatasinya. Hans (1999), menyatakan posisi MAH pada komposisi tertentu dalam matriks resin dapat merusak atau menjaga keseimbangan yang memadai pada perbandingan kuantitatif antara resin matriks, silang monomer dan sebagainya yang mengakibatkan menurunnya kekuatan komposit. Disini ada korelasi yang signifikan antara

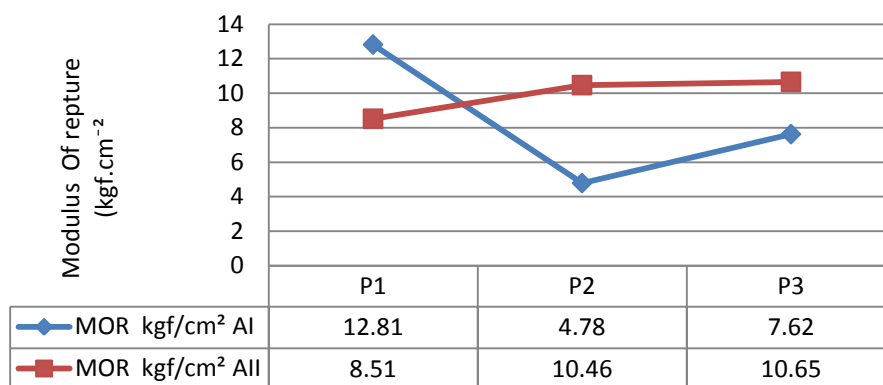
sifat kerapatan dengan keteguhan lentur papan, walaupun berdasarkan standar yang diacu sifat keteguhan lentur masih belum memenuhi standard tersebut. Perlakuan pendahuluan pada partikel seperti yang dilakukan oleh Risnasari *et al* (2009)., dengan metode pencucian alkali dan proses pengadonan bertingkat seperti Hans (1999), juga dapat dilakukan untuk memperbaiki dan meningkatkan sifat keteguhan lentur.



Gambar 6. Grafik Nilai modulus elastitas papan plastik pelepah sawit pada perlakuan tanpa MAH dan BPO (A1) dengan MAH dan BPO (A2)

Modulus Patah (MOR)

Modulus patah merupakan sifat mekanis kayu yang menunjukkan kekuatan kayu dalam menahan beban. Disini ditunjukan bahwa penggunaan bahan MAH dan BPO dapat meningkatkan nilai rata-rata keteguhan patah (MOR), sedangkan ukuran partikel tidak mempengaruhi sifat ini. Berdasarkan standar JIS A 5908-2003 yang mempersyaratkan nilai modulus patah minimal adalah 80 kgf.cm⁻², maka seluruh papan komposit yang dihasilkan dalam penelitian ini tidak memenuhi standar tersebut

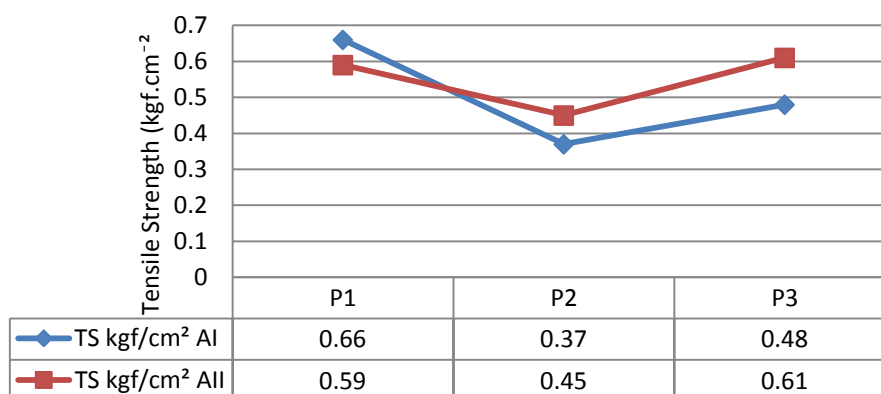


Gambar 7. Grafik Nilai modulus patah papan plastik pelepah sawit pada perlakuan tanpa MAH dan BPO (A1) dengan MAH dan BPO (A2)

Keteguhan tarik (TS)

Keteguhan tarik adalah sifat mekanis yang menunjukan keteguhan tarik pada papan komposit plastik pelepah sawit dari beban tarik yang diberikan dengan tujuan memisahkan partikel dengan perekat. Nilai rata-rata keteguhan tarik berkisar 0,37-0,66 kgf.cm⁻². Penggunaan MAH dan BPO mampu meningkatkan nilai rata-rata keteguhan tarik. Febrianto (1999), menggunakan kombinasi MAH dengan *Dichlorophenil* pada suhu kempa 190°C dengan pengadonan sekitar 30 menit menghasilkan nilai keteguhan tarik sekitar 80 Mpa,

elongasi 6 Mpa dan Modulus Young sekitar 2500 Mpa. Penggunaan insiator BPO sekitar 15 % dari MAH diperoleh keteguhan tarik 50 Mpa.

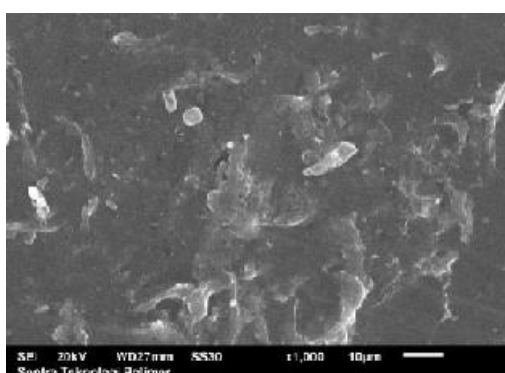


Gambar 8. Grafik Nilai Uji tarik (TS) papan plastik pelepah sawit pada perlakuan tanpa MAH dan BPO (A1) dengan MAH dan BPO (A2)

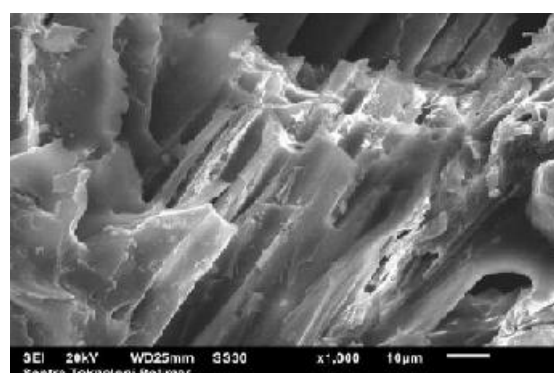
Morfologi Papan Komposit Pelepah Sawit

Pengamatan melalui *Scanning Electron Microscope* (SEM) dilakukan untuk melihat perubahan permukaan komposit atau membandingkan morfologi papan komposit tanpa MAH dengan papan komposit yang ditambahkan MAH 5%. Adanya perbedaan di dalam sifat polaritas antara partikel sawit dan matriks akibat pengaruh suhu dan bahan aditif menyebabkan partikel pelepah sawit cenderung untuk mengelompok/menggumpal, sehingga terjadi distribusi yang tidak sama rata di sepanjang matriks menyebabkan terbentuknya ruang (*spaces*) di sepanjang partikel, dan partikel menjadi terbuka. Hal ini menunjukkan rendahnya ikatan, kompatibilitas dan kontak antara partikel pelepah sawit dan matriks. Partikel pelepah sawit dan matriks pada komposit yang menggunakan MAH relatif lebih baik daripada komposit yang tidak menggunakan MAH.

Sejalan dengan penelitian Febrianto *et al.* (1999) bahwa penambahan bahan aditive, MAPP sebagai *compatibilizer* mencegah terbentuknya ikatan hidrogen di antara partikel/serat filler dan menyebabkan sifat permukaan partikel/serat filler dan matriks menjadi lebih homogen. Penambahan MAPP sebagai *compatibilizer* memudahkan kontak langsung antara partikel/serbuk filler dan matriks, serta meningkatkan penyebaran dalam fase matriks. Ketika keseluruhan partikel/serat telah tertutupi oleh lapisan bahan matriks, dapat disimpulkan bahwa kontak antara matriks dan partikel/serbuk filler dapat ditingkatkan oleh *compatibilizer*.



WPC dari partikel pelepah 60 mesh pada suhu kempa 190°C tanpa MAH



WPC dari partikel pelepah 60 mesh pada suhu kempa 190°C dengan MAH

Gambar 8. Perbandingan hasil uji SEM papan plastik dari partikel pelepah sawit ukuran 60 mesh pada suhu kempa 180°C da 190°C dengan dan tanpa penambahan bahan aditif MAH.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa ukuran partikel, MAH dan BPO dan suhu kempa berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis WPC dari pelepah sawit. Sampel WPC dengan MAH dan BPO memiliki nilai tertinggi dibandingkan dengan sampel tanpa MAH dan BPO.

UCAPAN TERIMA KASIH

Tim peneliti menyampaikan terima kasih kepada DP2M Dikti atas dukungan dana dari STRANAS DIKTI 2012.

DAFTAR PUSTAKA

- Lu G, M.S. 2002. Material Model Subject To Damage, Washington State University
- Sreekala, M.S., George, J., Kumaran, M.G., Thomas, S., 2001. Water-sorption kinetics in oil palm fibers. J. Polym. Sci., Part B: Polym. Phys. 39, 1215–1223.
- Raju, G., Ratnam, C.T., Ibrahim, N.A., Rahman, M.Z.A., Yunus, W.M.Z.W., 2008. Enhancement of PVC/ENR blend properties by poly(methyl acrylate) grafted oil palm empty fruit bunch fiber. J. Appl. Polym. Sci. 110, 368–375.
- Rowell, R.M. 1998. The state of art and future development of bio-composites science and technology toward the 21st century. Dalam: Proceedings of the fourth Pacific Rim bio-based composites symposium. Bogor
- Khalil, H.P.S.A., Azura, M.N., Issam, A.M., Said, M.R., Adawi, T.O.M., 2008. Oil palm empty fruit bunches (OPEFB) reinforced in new unsaturated polyester composites. J. Reinf. Plast. Compos. 27 (16–17), 1817–1826.
- Febrianto F., M. Yoshioka., Y. Nagai., M. Mihara and N. Shiraishi. 1999. Composites of Wood and Trans-1,4-isoprene Rubber: Mechanical, physical and Flow Behavior. Journal Wood Science 45 : 38-45
- Han 1990 Han GS. 1990. Preparation and Physical Properties of Moldable Wood-Plastic Composites. Doctoral Dissertation Graduate School of Agriculture, Kyoto University. Unpublished
- Han GS, Ichinose H, Takase S, and Shiraishi N, 1989. Composite of wood and polypropylene II. Mokuzaigakkaishi 35 (12):1100-1104
- Iwan Risnasari, Rudi Hartono, Fauzi Febrianto dan Paisal Haryanto., 2009. Karakteristik papan komposit dari limbah batang sawit dengan matriks polipropilen daur ulang. Prosiding SEMNAS MAPEKI XII Bandung, 23-25 Juli 2009
- Maloney, T. M. 1993. *Modern Particleboard and Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Inc. San Francisco.
- Massijaya, M.Y., B. Tambunan, Y.S. Hadi, E.S. Bakar, dan I. Sunarni. 1999. Studi Pembuatan Papan Partikel dari Limbah Kayu dan Plastik *Polystyrene*. Jurnal Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB. Bogor.
- Setyawati, D. 2003. Komposit Serbuk Kayu Plastik Daur Ulang : Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Kayu dan Plastik Makalah Falsafah Sains (PPS 702) Program Pasca Sarjana / S3 Institut Pertanian Bogor. http://tumoutou.net/702_07134/dina_setyawati.htm. Medan. [29 April 2008].
- Sahmadi, 2006. Pengaruh Intensitas pencahayaan terhadap arah pertumbuhan kelapa sawit. Departemen Pertanian Fakultas Pertanian USU, Medan

DETERMINASI CORAK ANYAMAN DAN JENIS BAMBU DALAM PEMBUATAN BAMBU LAPIS BERKUALITAS TINGGI

Sukma S. Kusumah¹, Jajang Suryana², Muh.Y. Massijaya², Yusuf S. Hadi², Ega P. Prayoga³

¹ UPT BPP Biomaterial LIPI; email: sukma.surya@biomaterial.lipi.go.id

² Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

³ Mahasiswa Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB

ABSTRACT

Bamboo as a potential raw material for furniture and building material, because it have a lot of supply and short time of harvesting. Bamboo was utilized as raw material for decorative ply-bamboo production as wood raw material substitution for furniture and building material. The objective of this research was to determine the influence of bamboo species (tali (*Gigantochloa apus* (J.A & J.H.Schultes) Kurz), andong (*Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro), and betung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) bamboo) and matting forms (Kajang, Bilik tindih 1, Bilik Tindih 2, and Miring matting form) on physical and mechanical properties of ply-bamboo. Isocyanate was used as adhesive in ply-bamboo production. Testing properties of ply-bamboo consist of moisture content, density, thickness swelling, modulus of elasticity (MOR), modulus of rupture (MOR), and shear strength refered to SNI 01-5008.2-2000 and SNI 01-5008.7-1999. Research result show that the best ply-bamboo can be used for furniture and building material.

Key words: Andong bamboo, Betung bamboo, matting form, ply-bamboo, Tali bamboo

I. PENDAHULUAN

Bambu merupakan salah satu tanaman ber lignoselulosa pengganti kayu yang berpotensi sebagai bahan baku industri terkait dengan ketersediaannya yang melimpah dan masa panen yang cepat. Pemanfaatan bambu diantaranya untuk keperluan alat-alat rumah tangga, sebagai penghara industri sumpit, barang kerajinan, bilik, dan tanaman hias. Bambu juga merupakan bahan bangunan siap pakai tergantung kebutuhan yang diinginkan (Yap 1997; Muin 2006), sedangkan rebungnya untuk jenis tertentu dapat dimanfaatkan sebagai sayuran. Salah satu penggunaan bambu yang sering dijumpai di masyarakat adalah anyaman bambu yang menjadi penghias dinding di rumah makan maupun cafe. Bentuknya yang unik dan memiliki sentuhan karya seni menjadikan produk anyaman bambu menarik digunakan sebagai penghias ruangan. Beberapa keunggulan bambu diantaranya kuat, keras, ringan, mudah didapat, cepat tumbuh, mudah dalam pengerjaan, dan mempunyai sifat mekanis yang lebih baik pada arah sejajar serat (Krisdianto 2000; Hadjib 1986; Lee 1994; Li 2007). Melihat keunggulan-keunggulan tersebut memungkinkan berkembangnya produk-produk panel bambu sebagai wujud upaya diversifikasi produk panel kayu (Li 2004; Noermalicha 2005; Sudijono 2002; Sumardi 2007).

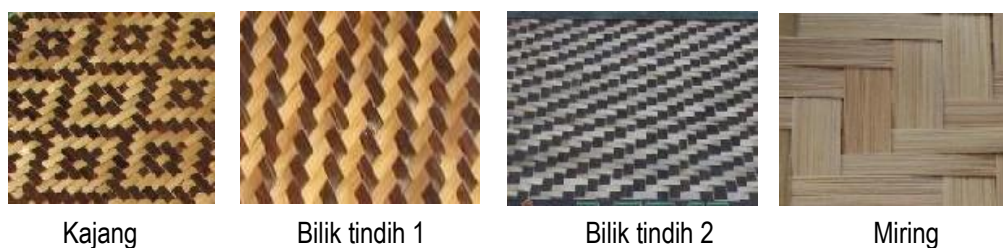
Bentuk-bentuk diversifikasi dari bambu menghasilkan papan tiruan yang beragam bentuk meliputi papan partikel, papan serat, papan laminasi bambu ataupun bambu lapis (*ply bamboo*). Penelitian yang memanfaatkan bambu sebagai bahan baku panel komposit telah banyak dilakukan, khususnya yang berkaitan dengan produk bambu lapis (Purwito 2005). Selama ini, pengembangan bambu lapis dibuat dari bilah-bilah bambu yang disusun satu-persatu dengan menggunakan alat bantu sehingga membutuhkan waktu yang cukup lama dalam penyusunannya. Selain daripada itu, penampilan bambu lapis yang telah dikembangkan selama ini pada umumnya kurang memiliki motif/nilai seni yang menjadi ciri khas dari anyaman bambu.

Penggunaan anyaman bambu dalam pembuatan bambu lapis diduga dapat meningkatkan efisiensi proses pembuatan dalam membuat lembaran bilah bambu serta meningkatkan penampilan dari bambu lapis dengan adanya corak anyaman pada bagian permukaan papan.

Berdasarkan hal tersebut di atas, penelitian ini mencoba untuk mengembangkan produk bambu lapis menggunakan anyaman bambu dengan empat tipe corak bambu dari tiga jenis bambu yang sering digunakan oleh masyarakat untuk melihat kualitas bambu lapis tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian berupa bambu masak tebang yang terdiri dari bambu tali (*Gigantochloa apus* (J.A. dan J.H. Schultes) Kurz)), bambu andong (*Gigantochloa verticillata* (Willd.) Munro), dan bambu betung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) yang didapat dari sekitar Kecamatan Leuwiliang, Bogor. Batang bambu dibuat menjadi bilah tanpa menyertakan buku dengan ukuran panjang dan lebar masing-masing 40 cm dan 2 cm dengan ketebalan yang berbeda, yaitu sebesar 1 mm, dan 2 mm. Ketebalan bilah bambu sebesar 2 mm digunakan sebagai lapisan inti (*core*) panel bambu, sedangkan ketebalan 1 mm digunakan sebagai lapisan muka dan belakang (*face-back*) panel bambu. Bilah bambu hasil serutan yang didapat kemudian direndam dalam air mengalir selama $\pm$ 2 minggu dengan tujuan untuk mengurangi kadar pati dalam bambu agar tidak mudah diserang oleh serangga perusak. Bambu kemudian dioven pada suhu 60-80 °C hingga mencapai kadar air 8-10%. Bilah bambu serutan yang telah dikeringkan dianyam dengan 4 corak anyaman yaitu corak anyaman kajang, miring, bilik tindih 1, dan bilik tindih 2 sehingga berukuran 40 cm x 40 cm. Gambaran corak anyaman bambu ditunjukkan pada Gambar 1. Perekat yang digunakan adalah *isocyanate* (IC) dengan berat labur 200 g/m².



Gambar 1. Corak anyaman bambu

Pembuatan Bambu Lapis

Lembaran anyaman bambu dilabur dengan perekat menggunakan teknik *double spread* agar penyebaran perekat benar-benar merata pada setiap sisi permukaan yang direkat. Banyaknya perekat yang dibutuhkan untuk luas 2 permukaan lembaran bambu yang direkat bersama sebesar 0.4 m x 0.4 m x 200 g/m², yaitu 32 gram, sehingga untuk setiap jenis bambu dan setiap jenis perekat masing-masing permukaan dilabur sebanyak 16 gram perekat. Lembaran anyaman bambu yang telah dilabur dengan perekat kemudian direkat satu dengan lainnya dengan arah saling tegak lurus arah seratnya. Panel bambu yang telah disatukan dan direkat kemudian dikempa panas dengan temperatur 140°C selama 5 menit dan tekanan spesifik sebesar 25 kgf/cm². Setelah proses pengempaan dilakukan, panel dibiarkan di tempat terbuka selama 2 minggu untuk menghilangkan tegangan yang terjadi pada saat pengempaan dan menyesuaikan dengan kadar air setempat. Bambu lapis yang dibuat berukuran 40 cm x 40 cm x 1,2 cm. Masing-masing bambu lapis dibuat dari 3 jenis bambu dan 4 corak anyaman, dan diulang sebanyak 3 kali sehingga total papan yang dibuat sebanyak 36 papan (3 x 4 x 3).

Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Bambu Lapis

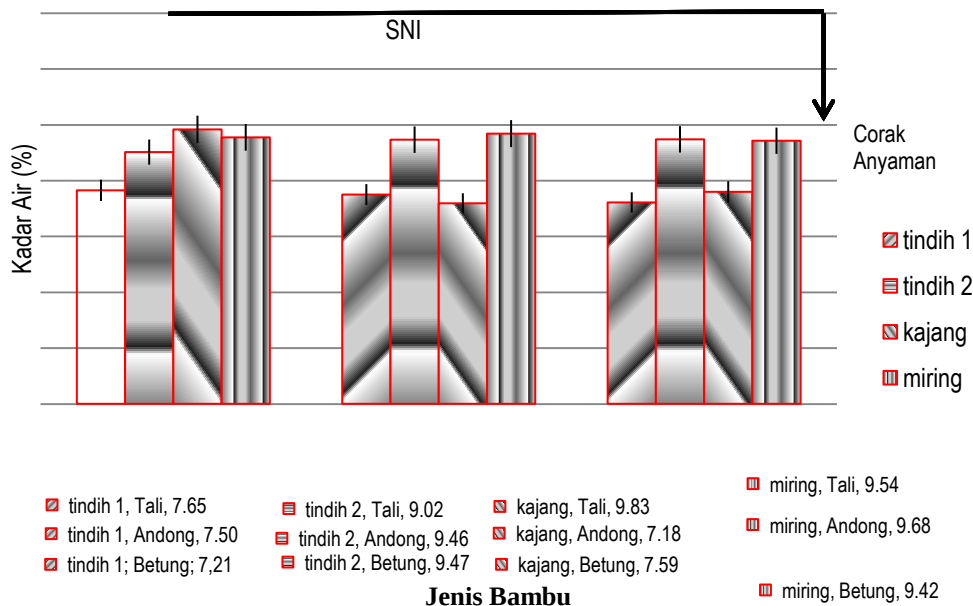
Setelah melewati masa *conditioning*, panel bambu diuji sifat-sifatnya diadaptasikan dengan penggunaan sebagai lantai parquet. Setiap panel kemudian dibuat contoh uji, masing-masing untuk melakukan pengujian kadar air, keteguhan rekat, keteguhan patah (MOR) dan keteguhan lentur (MOE). Pengujian bambu lapis mengacu kepada SNI 01-5008.2-2000 tentang kayu lapis penggunaan umum dan SNI 01-5008.7-1999 tentang kayu lapis struktural.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Kadar air bambu lapis hasil pengujian pada semua perlakuan memiliki nilai yang sesuai dengan standar, yaitu kurang dari 14% berkisar antara 7,21–9,83%. Pada Gambar 2 terlihat bahwa bambu lapis yang

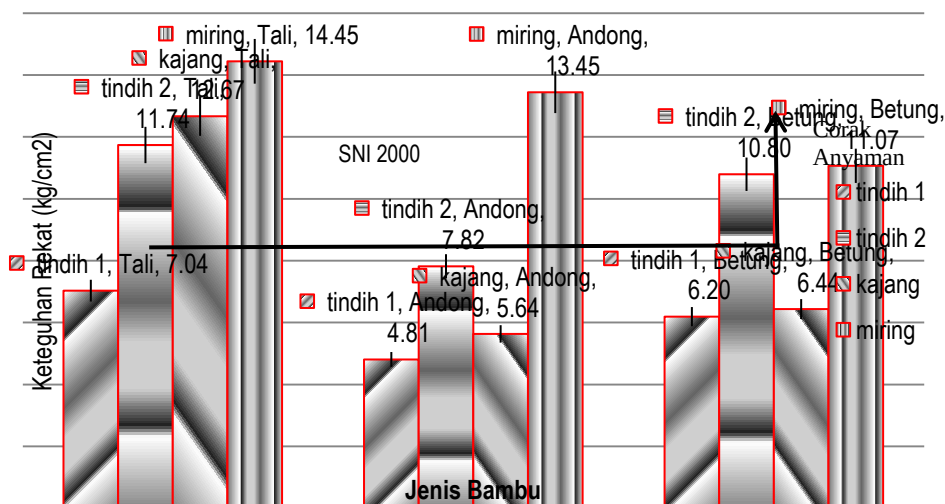
menggunakan anyaman tindih 1 memiliki kadar air rata-rata yang lebih rendah dibandingkan dengan yang lainnya. Hal ini disebabkan karena adanya bagian kulit yang belum terbangun pada bilah bambu penyusun anyaman lapisan permukaan, sehingga dapat mencegah air bebas pada bilah bambu dalam lapisan permukaan berikatan dengan uap air yang ada di lingkungan sekitar.



Gambar 2. Histogram kadar air bambu lapis pada tiga jenis bambu dan empat corak anyaman

Keteguhan Rekat

Berdasarkan hasil penelitian, bambu lapis yang menggunakan corak anyaman miring dan tindih 2 untuk semua jenis bambu yang digunakan memiliki nilai keteguhan rekat yang memenuhi standar SNI 01-5008.2-2000. Sedangkan bambu lapis yang menggunakan anyaman tindih 1 dan kajang hanya pada jenis bambu tali saja yang memenuhi standar. Hal ini menunjukkan bahwa bambu lapis dari bambu Tali dapat menggunakan keempat corak anyaman untuk memperindah penampilannya, karena dari keempat corak anyaman yang digunakan nilai keteguhan rekatnya memenuhi nilai yang dipersyaratkan ($> 7 \text{ kg/cm}^2$) dalam SNI 01-5008.2-2000.

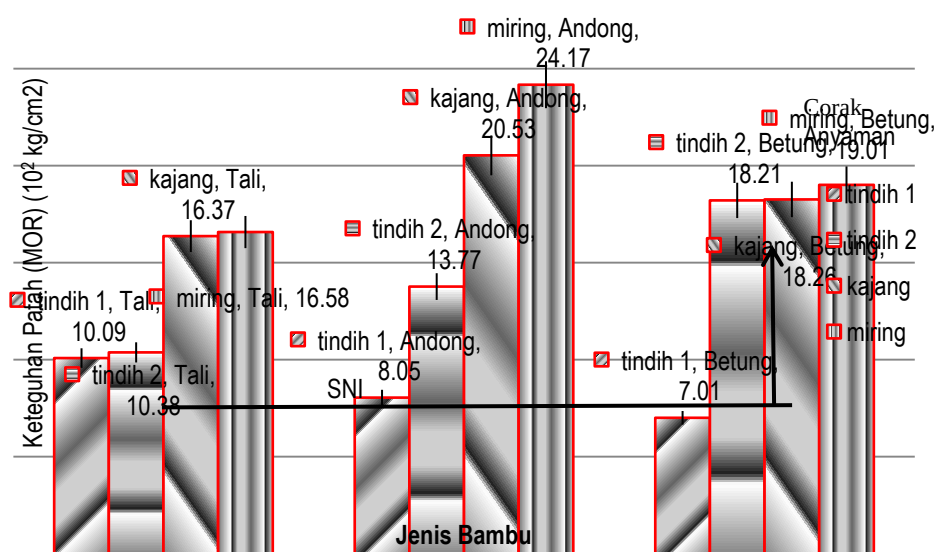


Gambar 3. Histogram keteguhan rekat bambu lapis pada tiga jenis bambu dan empat corak anyaman

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa keteguhan rekat bambu lapis yang menggunakan anyaman miring untuk semua jenis bambu lebih besar dibandingkan dengan corak anyaman lainnya. Hal ini disebabkan karena pembuatan anyaman miring memiliki bidang rekat yang tidak terlaburi oleh perekat pada bilah yang saling *overlap* lebih sedikit dibandingkan dengan corak anyaman lainnya, sehingga kontak antara perekat dengan bidang rekat pada bilah bambu lebih banyak yang mengakibatkan ikatan antar perekat dengan bambu lebih kuat.

Keteguhan Patah (MOR)

Semua corak anyaman yang digunakan pada tiga jenis bambu memiliki nilai keteguhan patah yang memenuhi standar SNI 01-5008.7-1999, yaitu lebih dari 320 kg/cm². Hal ini menunjukkan bahwa bambu lapis dari anyaman bambu memiliki kemampuan menahan beban sampai batas proporsi seperti kayu lapis pada umumnya, sehingga berpotensi untuk mensubstitusi *fancy plywood*, karena selain memiliki penampilan yang indah juga memiliki kekuatan yang memenuhi standar.



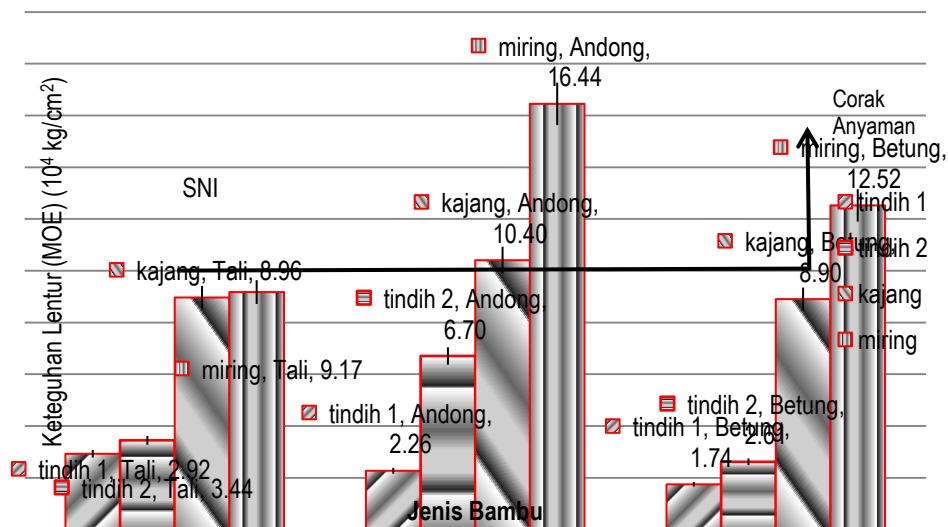
Gambar 3. Histogram keteguhan patah bambu lapis pada tiga jenis bambu dan empat corak anyaman

Pada Gambar 3 terlihat bahwa bambu lapis dengan corak anyaman miring memiliki nilai rata-rata keteguhan patah yang lebih tinggi dibandingkan dengan bambu lapis dengan corak anyaman lainnya. Hal ini disebabkan karena pola anyaman miring pada saat disusun menjadi tiga lapis hampir membentuk saling tegak lurus antar lapisannya, sehingga antar lapisan yang satu dengan yang lainnya saling menguatkan. Selain daripada itu, pada lapisan permukaan ikatan antar bilah lebih kuat (seperti yang dijelaskan pada sifat keteguhan rekat di atas) sehingga mampu menerima gaya tekan lebih besar dibandingkan dengan corak anyaman yang lain.

Keteguhan Lentur (MOE)

Bambu lapis dengan corak anyaman kajang dan miring pada tiga jenis bambu memiliki nilai keteguhan lentur yang memenuhi standar SNI 01-5008.7-1999, yaitu lebih dari 80.000 kg/cm². Oleh karena itu, bambu lapis yang menggunakan anyaman kajang atau miring dapat digunakan untuk produk mebel atau komponen bahan bangunan indah yang membutuhkan kekuatan seperti flapon rumah bermotif, meja bermotif, dan lain-lain.

Seperti halnya nilai keteguhan patah, bambu lapis yang menggunakan corak anyaman miring memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan bambu lapis yang menggunakan corak anyaman lainnya. Hal ini disebabkan karena pada lapisan belakang bambu lapis memiliki kemampuan menahan gaya tarik lebih besar dibandingkan dengan yang lainnya sebagai akibat dari kuatnya ikatan antara bilah bambu penyusun anyaman.



Gambar 4. Histogram keteguhan lentur bambu lapis pada tiga jenis bambu dan empat corak anyaman

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, penggunaan corak anyaman dalam pembuatan bambu lapis untuk memberikan kesan indah dan efisiensi proses pembuatan bambu lapis layak untuk dikembangkan untuk bahan baku mebel dan bahan bangunan, karena baik sifat fisik maupun mekanik bambu lapis tersebut memenuhi SNI 01-5008.2-2000 tentang kayu lapis penggunaan umum dan SNI 01-5008.7-1999 tentang kayu lapis struktural, terutama untuk bambu lapis yang menggunakan corak anyaman miring. Bambu andong memiliki nilai keteguhan rekat, MOR, dan MOE yang lebih tinggi dibandingkan dengan bambu lapis lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Yap, F. K. H. 1997. *Bambu Sebagai Bahan Bangunan*. Lembaga Masalah Bangunan. Bandung.
- Muin M, Suhasman, N P Oka, B Putranto, Baharuddin, S Millang, 2006. *Pengembangan Potensi dan Pemanfaatan Bambu sebagai Bahan Baku Konstruksi dan Industri di Sulawesi Selatan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Daerah. Makassar. 73p.
- Krisdianto, Ginuk S, Agus I. 2000. *Sari Hasil Penelitian Bambu*. Himpunan Sari Hasil Penelitian Rotan dan Bambu. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Bogor.
- Hadjib N dan S Karnasudirdja, 1986. *Sifat Fisik dan Mekanis Bambu Andong (*Gigantochloa verticillata* Mur.), Bitung (*Dendrocalamus asper* Back) dan ater (*Gigantochloa ater* Kurz)*. Laporan Intern Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Lee A W C, B Xuesong, N P Perry, 1994. *Selected physical and Mechancial Properties of Giant Timber Bamboo Grown in South Carolina*. *Forest Prodct Journal*. 44 (9) : 40 – 46.
- Li X B, T F Shupe, C Y Hse, 2007. *Specific Graffity and Bending Properties of Bamboo (*Phyllostachys pubescens*) Grown in Central Louisiana*. In Chubunsky, M (Ed). *The Fourth Regional Coordination Council of Wood Science (RCCWS) International Symposium. Wood Structure, Properties, and Quality*. St. Petersburg Forest Technical Academy. St. Petersburg. Pp 269-271.
- Li X B, 2004. *Physical, Chemical, and Mechanical Properties of Bamboo and its Utilization Potential for Fiberboard Manufacturing*. Master Thesis, Louisiana State University Loisiaana.
- Noermalicha. 2005. *Rancang Bangun Laminasi Lengkungan Bambu, sebuah Fenomena Desain Berbasis Teknologi*. Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Perbambuan di Indonesia, 17 Januari 2005. Pusat Studi Ilmu Teknik, UGM. Hal. I-93 – I-104.

- Sudijono, Subyakto, 2002. Bending and Shear Properties of Low Density Particleboard laminated with Zephyr of Tali Bamboo. Di dalam: Dwianto W, Yusuf S, Hermiati E, Suryanegara L, editor. Proceedings of The International Wood Science Symposium. JSPS-LIPI Core University Program; Serpong, 2-5 September 2002.
- Sumardi I, K Ono, dan S Suzuki. 2007. Effect of Board Density and Layer Structure on The Mechanical Properties Bamboo Oriented Strandboard. J. Wood Science 53:510-515.
- Purwito. 2005. Panel Bambu Multi Fungsi. Prosiding Seminar Nasional Perkembangan Perbambuan di Indonesia, 17 Januari 2005. Pusat Studi Ilmu Teknik, UGM. Hal. I-125 – I-140.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2000. Standar Nasional Indonesia: SNI 01-5008.2-2000 Kayu Lapis Penggunaan Umum. Indoensia. Badan Standar Nasional.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 1999. Standar Nasional Indonesia: SNI 01-5008.7-1999 Kayu Lapis Penggunaan Struktural. Indoensia. Badan Standar Nasional.

PENGARUH PROPORSI LAPISAN DAN BAHAN BAKU TERHADAP SIFAT PAPAN PARTIKEL LAPIS TANPA PEREKAT

Muhammad Navis Rofii dan Ragil Widyorini

Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta,
Email: navis_r@ugm.ac.id

ABSTRAK

Partikel yang diperoleh dari sisa pengolahan kayu nangka dan sengon dibuat menjadi papan partikel lapis tanpa menggunakan perekat (*binderless particleboard*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan komposisi lapisan dan bahan baku terhadap sifat-sifat papan partikel lapis tanpa perekat. Papan partikel tiga lapis dibuat dengan lapisan tengah (*core*) dan lapisan permukaan (*face*) yang berbeda. Ukuran papan yang dibuat adalah 25 x 25 cm² dengan ketebalan 1 cm dan target kerapatan 0,72 g/cm³. Pengaruh ketebalan lapisan *face* dengan jenis bahan baku penyusun yang berbeda dikombinasikan untuk memperoleh kualitas papan partikel yang optimal. Percobaan disusun secara faktorial 1 x 8 dengan 3 ulangan untuk masing-masing kombinasi. Hasil penelitian dianalisis keragaman dan apabila menunjukkan perbedaan nyata diuji lanjut dengan uji Tukey. Parameter yang diuji berupa sifat-sifat fisik dan mekanik papan antara lain kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, penyerapan air, keteguhan lengkung statik dan *internal bonding*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi ketebalan lapisan *face* dengan jenis penyusun yang berbeda berpengaruh nyata terhadap semua parameter penelitian. Hasil terbaik diperoleh dari papan partikel satu lapis kayu nangka. Papan partikel tiga lapis terbaik diperoleh dari papan partikel dengan lapisan *face* kayu sengon dan lapisan *core* kayu nangka (Sf25Nc75) dengan nilai kerapatan 0,64 g/cm³, kadar air 6,17%, pengembangan tebal 212%, penyerapan air 212%, MOE 15.996 kg/cm², MOR 57,84 kg/cm², dan IB 0,38 kg/cm², diikuti oleh papan partikel dengan lapisan *face* kayu Nangka dan lapisan *core* kayu sengon (Nf75Sc25). Kayu nangka memberikan sifat fisik dan mekanik yang lebih baik daripada kayu Sengon, baik sebagai lapisan *face* maupun *core*. Semakin tebal lapisan *face* menggunakan partikel kayu Sengon, menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang semakin rendah. Semakin tebal lapisan *face* menggunakan kayu Nangka menghasilkan sifat fisik dan mekanik yang semakin tinggi. Papan partikel yang dihasilkan belum memenuhi standar JIS A 5908, kecuali papan partikel nangka.

Kata kunci: papan partikel lapis tanpa perekat, komposisi lapisan, bahan baku, sifat fisik dan mekanik

I. PENDAHULUAN

Pembuatan papan tiruan pada prinsipnya bertujuan untuk memanfaatkan bahan kayu bernilai rendah atau bahan lignoselulosa lainnya yang dapat diperoleh dari limbah industri pengolahan kayu bahkan limbah pertanian dan perkebunan. Papan komposit merupakan salah satu produk papan tiruan yang terbuat dari bahan-bahan berlignoselulosa yang saling berikatan membentuk ikatan anyaman yang kuat (Kollmann, dkk., 1975). Perekat sintetis yang banyak digunakan saat ini berasal dari bahan minyak bumi (sumber daya alam tak terbarukan). Dengan pertimbangan lingkungan dan ekonomi, pencarian perekat alternatif telah menarik minat para peneliti di seluruh dunia. Banyak riset telah dilakukan untuk mengembangkan perekat dari bahan yang terbarukan seperti dari bahan lignoselulosa (lignin, karbohidrat, tannin, dll). Bahkan teknologi perekatan tanpa perekat juga sudah dieksplorasi sejak pertengahan tahun 1980-an. Komposit tanpa perekat ini diprediksikan menjadi produk yang berpotensi, terutama di negara-negara yang mempunyai bahan kayu terbatas dan kekurangan industri kimia tetapi banyak menghasilkan limbah pertanian (Widyorini, 2008).

Papan partikel yang umumnya diproduksi mempunyai tiga lapisan, yaitu dua lapisan permukaan (*face*) dan satu lapisan tengah (*core*). Struktur kedua lapisan tersebut sangat berbeda. Lapisan permukaan umumnya terdiri dari partikel yang lebih halus daripada lapisan tengah (Berglund dan Rowell, 2005). Sifat-sifat lapisan *face* akan menentukan kualitas papan terkait kekuatan lengkungnya. Hal ini ditentukan pula oleh ketebalan lapisan permukaannya. Oleh karena itu, ketebalan lapisan *face* ini sangat penting dalam pembuatan papan partikel. Kenaikan rasio ketebalan lapisan *face* terhadap ketebalan papan akan meningkatkan sifat fisik dan mekanik papan yang dibuat (Akbulut, 1995 dalam Nemli, 2003). Bahan baku partikel terkait jenis kayu juga menentukan kualitas papan partikel. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat alami kayu tersebut terutama berat jenis kayu. Sifat-sifat lain kayu yang mempengaruhi kualitas papan partikel adalah ekstraktif kayu, pH dan kapasitas penyangga.

Limbah penggergajian kayu nangka dan sengon cukup tersedia, khususnya di daerah Yogyakarta dan sekitarnya. Keduanya merupakan tanaman yang banyak ditanam di hutan rakyat. Potensi limbah keduanya meskipun belum ada angka yang pasti namun menunjukkan ketersediaan yang cukup mengingat banyaknya industri yang mengolah kedua jenis kayu tersebut. Kedua kayu mempunyai perbedaan-perbedaan yang mana dalam pembuatan papan partikel perbedaan jenis akan menentukan sifat-sifat papan partikel yang dihasilkan. Kayu nangka mempunyai berat jenis 0,61 (Oey Djoen Seng, 1964 dalam Bintari, 2002) sedangkan sengon mempunyai berat jenis 0,33 (Martawijaya, dkk., 1989). Kayu nangka mempunyai kandungan ekstraktif berupa bahan warna kuning yang disebut *morine* (Heyne, 1987 dalam Bintari, 2002). Secara teori, papan partikel kayu sengon akan memberikan kekuatan yang lebih baik daripada kayu nangka, namun dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat hal ini perlu dikaji lebih dalam, termasuk apabila dibuat papan partikel lapis. Kombinasi lapisan *face* dan *core* dengan kedua jenis kayu yang berbeda tersebut diharapkan dapat memperbaiki sifat-sifat papan partikel yang dihasilkan.

Beberapa faktor yang berpengaruh pada pembuatan papan partikel tanpa perekat perlu dicari dalam kaitannya dengan kualitas produk yang dihasilkan. Pada penelitian ini pengaruh komposisi lapisan akan dikombinasikan dengan bahan baku partikel dari jenis kayu yang berbeda. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh kombinasi perlakuan berupa ketebalan lapisan *face* dengan jenis partikel penyusun yang berbeda terhadap kualitas papan partikel lapis yang dibuat tanpa menggunakan bahan perekat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi tambahan informasi dan referensi tentang pembuatan papan komposit tanpa perekat dari limbah pengolahan kayu, beserta faktor-faktor yang mempengaruhi kualitasnya.

II. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah kayu berupa partikel yang diperoleh dari industri pengolahan kayu nangka dan sengon di Yogyakarta. Partikel tersebut disaring dengan ayakan 0,5 cm² dan tertahan 0,2 cm² kemudian dikeringkan dengan cara dijemur sampai kadar airnya konstan. Kadar air partikel setelah dikeringkan berkisar antara 9–10%. Partikel yang diperoleh kemudian ditimbang untuk masing-masing perlakuan. Kebutuhan partikel untuk masing-masing ulangan disesuaikan dengan ukuran papan yang akan dibuat dan kerapatan papan yang dituju, serta menyesuaikan dengan proporsi masing-masing lapisan. Ukuran papan yang dibuat adalah 25 x 25 x 1 cm³ dengan kerapatan yang dituju 0,72 g/cm³. Mat atau kasuran dibuat terlebih dahulu untuk membuat cetakan papan partikel dan menempatkan partikel sebelum dikempa panas untuk dilakukan *prepressing*.

Setelah partikel siap kemudian dimasukkan dalam mat/kasuran yang diberi alas berupa plat baja, diratakan permukaannya kemudian ditekan selama 3–5 menit. Mat kemudian diangkat/dilepas dan partikel dimasukkan dalam mesin kempa panas. Pada pinggir plat kempa diletakkan *thickness bar* untuk mengatur ketebalan papan yang dibuat yaitu 1 cm. Pengempaan dilakukan pada suhu 200^o C selama 15 menit dengan tekanan manometer 40 MPa.

Papan partikel yang telah dibuat kemudian dikondisikan pada suhu kamar selama sekitar 7 hari. Papan partikel yang telah mencapai kondisi kering udara kemudian dibuat contoh uji menurut standar JIS A 5908 (1994). Contoh uji yang dibuat yaitu contoh uji kadar air dan kerapatan, pengembangan tebal, penyerapan air, keteguhan lengkung statik dan *internal bonding*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian terhadap sifat-sifat papan partikel lapis tanpa perekat dari kedua jenis kayu Sengon dan Nangka dengan kombinasi ketebalan lapisan *face* dan *core* disajikan pada Tabel 1. Hasil analisis keragaman (Anova) disajikan dalam Tabel 2.

Kerapatan dan Kadar Air

Kerapatan yang dituju pada penelitian ini adalah 0,72 g/cm³. Nilai rata-rata kerapatan papan partikel tiga lapis yang dihasilkan berada di bawah nilai kerapatan yang dituju dan berkisar antara 0,61–0,69 g/cm³ seperti ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan tersebut masih dalam kisaran standar JIS A5908 (JIS, 1994). Papan partikel satu lapis dari partikel nangka mempunyai nilai kerapatan mendekati kerapatan yang dituju yaitu 0,73 g/cm³, sedangkan papan partikel sengon mempunyai

kerapatan 0,65 g/cm³. Pada papan partikel tiga lapis baik dengan lapisan *face* berupa partikel sengon maupun angka dapat dilihat adanya kecenderungan bahwa semakin besar proporsi *face* maka kerapatan yang dihasilkan semakin naik.

Tabel 1. Data hasil penelitian sifat fisika dan mekanika papan partikel

Kode	ρ (g/cm ³)	KA (%)	TS (%)	WA (%)	MOE (kg/cm ²)	MOR (kg/cm ²)	IB (kg/cm ²)
Sf75Nc25	0,61 a	6,93 d	306,20 de	306,26 d	4.832 a	26,40 a	0,10 a
Sf50Nc50	0,65ab	6,44bc	284,12cde	273,07 c	14.474ab	36,79ab	0,19 a
Sf25Nc75	0,64 a	6,17 b	212,63 bc	212,01 b	15.996 b	57,84 c	0,38 a
Sf0Nc100	0,73 b	5,61 a	66,93 a	130,29 a	28.085 c	110,41 d	1,55 b
Nf75Sc25	0,66ab	6,05ab	180,79 b	227,87 b	15.113 b	55,61 c	0,17 a
Nf50Sc50	0,66ab	6,30bc	236,32bcd	265,07 c	14.460 b	48,35bc	0,14 a
Nf25Sc75	0,69ab	6,73cd	352,84 e	312,95 d	9.453ab	31,93ab	0,20 a
Nf0Sc100	0,65ab	7,09 d	342,86 e	340,52 e	6.466 a	27,13 a	0,11 a
JIS A5908 Type-8	0,4 – 0,9	5 - 13	Maks 12	-	Min 20.400	Min 82	Min 1,5

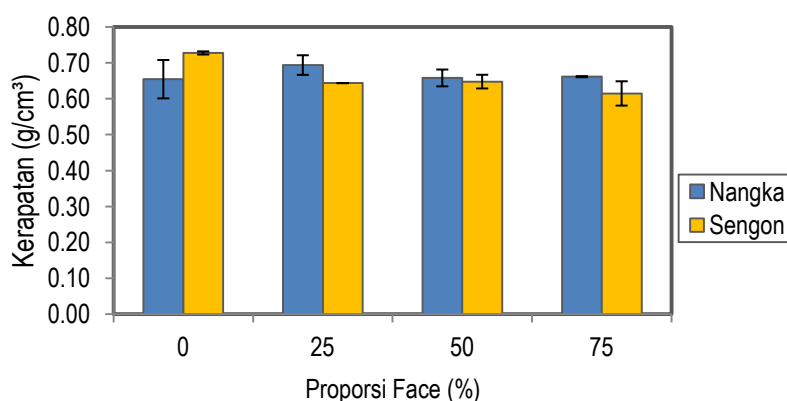
Catatan: S: Sengon, N: Angka, f: face, c: core, ρ : kerapatan, KA: kadar air, TS: pengembangan tebal, WA: penyerapan air, MOE: modulus elastisitas, MOR: modulus patah, IB: keteguhan rekat internal; Huruf yang sama di belakang nilai parameter uji menunjukkan tidak ada beda nyata.

Tabel 2. Hasil analisis keragaman (nilai F hitung)

Parameter Uji	Faktor Perlakuan
Kerapatan	4,342**
Kadar Air	27,795**
Pengembangan Tebal	39,178**
Penyerapan Air	254,303**
Modulus elastisitas	23,884**
Modulus patah	70,500**
Keteguhan rekat	28,367**

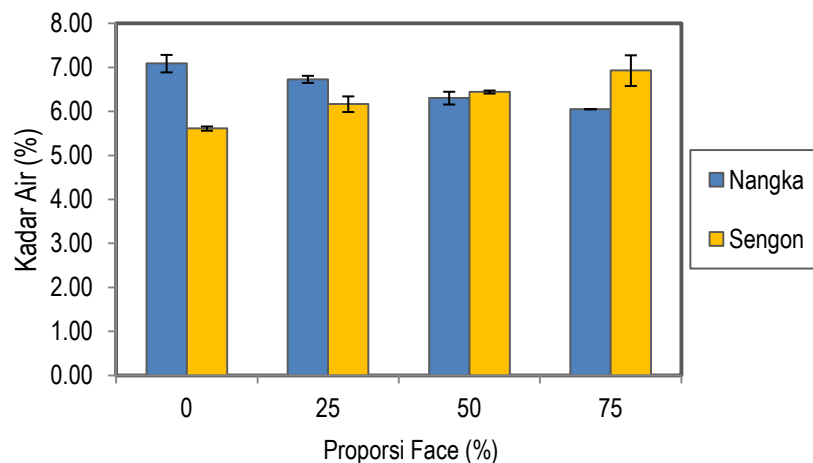
Catatan: **: signifikan pada taraf 99%, *: signifikan pada taraf 95%, ns: tidak signifikan

Berdasarkan hasil analisis keragaman seperti ditunjukkan pada Tabel 2, bahwa faktor perlakuan berupa ketebalan lapisan *face* dengan jenis penyusun yang berbeda memberikan pengaruh sangat nyata terhadap nilai kerapatan yang dihasilkan. Partikel angka sebagai bahan *face* ternyata menghasilkan kerapatan papan yang lebih tinggi daripada penggunaan sengon sebagai *face*, meskipun hasilnya tidak berbeda secara nyata. Dari hasil ini dapat dinyatakan pendapat awal bahwa papan partikel tiga lapis dengan lapisan *face* dari partikel angka dan lapisan *core* dari partikel sengon kemungkinan mempunyai sifat lebih baik daripada papan partikel tiga lapis dengan lapisan *face* dari partikel sengon dan lapisan *core* dari partikel angka. Gambar 2 memberikan penjelasan secara grafis pengaruh perlakuan terhadap nilai kerapatan papan partikel.



Gambar 2. Histogram nilai kerapatan papan partikel

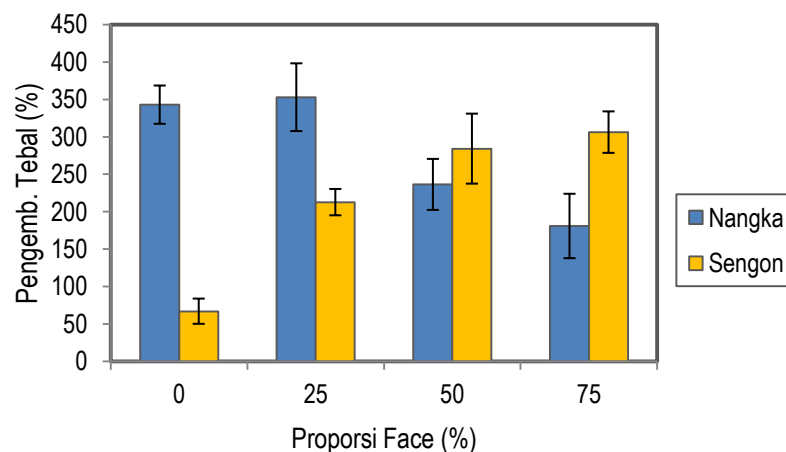
Dalam kaitannya dengan kadar air papan yang dihasilkan, nilai kadar air sangat dipengaruhi oleh jenis bahan baku partikelnya., seperti ditunjukkan oleh hasil analisis keragaman pada Tabel 2. Semakin besar proporsi partikel angka yang digunakan baik sebagai *face* maupun *core* menghasilkan nilai kadar air papan partikel yang makin menurun. Nilai kadar air papan partikel seperti ditunjukkan pada Tabel 1 berkisar antara 5,61–7,09 % masih berada pada kisaran sesuai JIS A 5908 (JIS, 1994). Hasil ini juga dapat digunakan sebagai dugaan bahwa kemampuan mengandung air partikel partikel kayu sengon lebih besar daripada partikel kayu angka. Pada pengujian sifat fisik selanjutnya yaitu penyerapan air dan pengembangan tebal dimungkinkan nilai yang besar pada papan partikel yang mempunyai proporsi partikel kayu sengon yang lebih banyak. Nilai kadar air papan partikel dengan berbagai perlakuan secara grafis disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Histogram nilai kadar air papan partikel

Pengembangan Tebal dan Penyerapan Air

Pengembangan tebal dan penyerapan air merupakan sifat fisik papan partikel yang berkaitan dengan tanggapan papan partikel tersebut terhadap kondisi perendaman. Papan partikel tanpa perekat pada umumnya mempunyai nilai pengembangan tebal dan penyerapan air yang relatif lebih besar daripada papan partikel dengan perekat. Hal ini terjadi karena tidak adanya perekat yang menghambat air untuk masuk ke dalam partikel dan ruang antar partikel, sehingga partikel lebih mudah menyerap air dan ikatan antar partikel juga lebih mudah terlepas yang menyebabkan mengembangnya papan. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menghasilkan nilai pengembangan tebal yang bervariasi. Pada pembuatan papan partikel tanpa perekat dari kenaf inti menunjukkan nilai pengembangan tebal 20% untuk partikel berupa tepung (Okuda dan Sato, 2004) dan 150% untuk partikel berupa serbuk (Xu, dkk., 2003). Angles, *et al.* (1999) membuat papan partikel tanpa perekat dari campuran kayu spruce dan pinus yang sudah dikenai perlakuan penguapan menghasilkan nilai pengembangan tebal 17%.

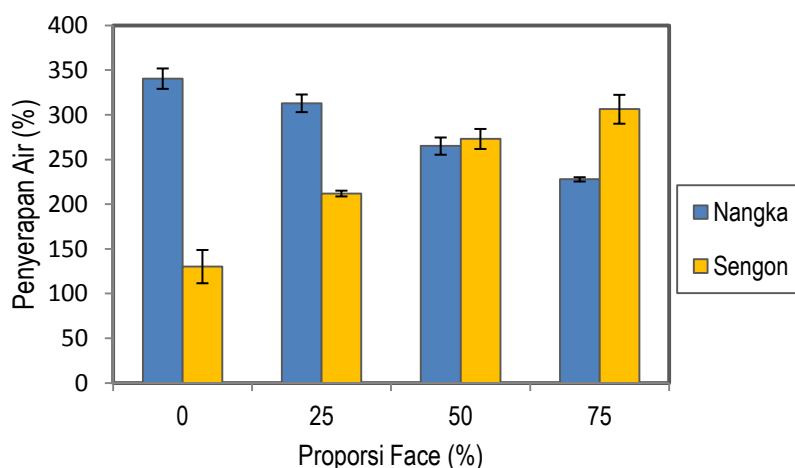


Gambar 4. Histogram nilai pengembangan tebal papan partikel

Pada penelitian ini nilai pengembangan tebal berkisar antara 67–353%. Nilai tersebut jauh di atas persyaratan standar JIS A 5908 sebesar maksimal 12% (JIS, 1994). Hasil analisis keragaman seperti ditunjukkan pada Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai pengembangan tebal sangat dipengaruhi oleh kombinasi perlakuan yang berbeda. Partikel kayu nangka menghasilkan nilai pengembangan tebal yang lebih kecil daripada partikel kayu sengon. Semakin besar proporsi partikel kayu nangka baik sebagai *face* maupun *core* maka pengembangan tebal juga semakin menurun. Gambar 4 menunjukkan histogram nilai pengembangan tebal papan partikel.

Papan partikel dari kayu nangka mempunyai nilai pengembangan tebal yang jauh lebih rendah daripada papan partikel dari kayu sengon. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya perbedaan komponen kimia dari jenis kayu tersebut, misalnya kandungan ekstraktif ataupun kadar silika. Oleh karena itu, karakteristik kimia bahan baku merupakan hal yang sangat penting, terutama pada papan tanpa perekat yang kekuatan rekatnya sangat dipengaruhi oleh komponen kimia yang terkandung didalamnya.

Nilai rata-rata penyerapan air papan partikel yang dibuat juga relatif tinggi, yaitu berkisar antara 130–340%. Nilai tersebut masih lebih tinggi daripada nilai penyerapan air pada papan partikel tanpa perekat dari kenaf yakni sebesar 40–262% (Okuda dan Sato, 2004). Hasil analisis keragaman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa sifat penyerapan air sangat dipengaruhi oleh faktor dalam penelitian. Semakin besar proporsi partikel sengon baik sebagai lapisan *face* atau *core*, semakin besar nilai penyerapan air. Sedangkan semakin besar proporsi partikel nangka, semakin kecil nilai penyerapan air. Pengaruh tersebut secara jelas dapat dilihat pada Gambar 5 yang menyajikan histogram nilai penyerapan air papan partikel yang dibuat.

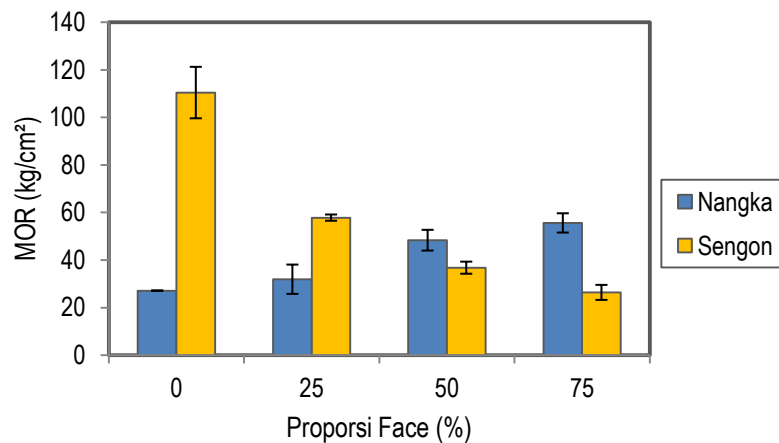


Gambar 5. Histogram nilai penyerapan air papan partikel

Keteguhan Lengkung Statik

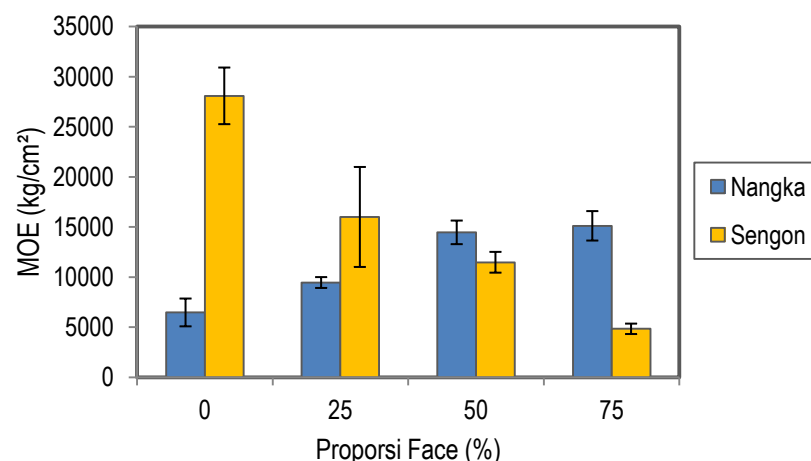
Penilaian keteguhan lengkung statik meliputi nilai modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE). Modulus patah merupakan kemampuan papan partikel untuk menahan beban dengan arah tegak lurus permukaan yang berusaha mematahkannya. Nilai MOR papan partikel tanpa perekat yang dibuat berkisar antara 26–110 kg/cm² (Tabel 1). Nilai tertinggi dihasilkan oleh papan partikel satu lapis dari kayu Nangka yang melebihi nilai standar JIS A 5908 untuk papan partikel tipe-8, yaitu sebesar 82 kg/cm² (JIS, 1994). Meskipun demikian, hasil penelitian ini cukup jauh bila dibandingkan dengan keteguhan patah papan tanpa perekat yang terbuat dari kenaf inti sebesar 15 kg/cm² pada kerapatan 0,8 g/cm³ pada kondisi pengempaan 180 °C (Okuda dan Sato, 2004).

Menurut hasil analisis keragaman yang disajikan pada Tabel 2, nilai MOR sangat dipengaruhi oleh faktor dalam penelitian. Semakin besar proporsi partikel Nangka baik sebagai *face* maupun *core*, semakin tinggi nilai MOR papan partikel yang dihasilkan. Sebaliknya, semakin besar proporsi partikel Sengon maka nilai MOR semakin menurun. Nilai MOR papan partikel dalam bentuk histogram disajikan pada Gambar 6.



Gambar 6. Histogram nilai modulus patah papan partikel

Nilai MOE papan partikel berkisar antara 4.832–28.085 kg/cm² (Tabel 1). Hanya papan partikel dari kayu Nangka yang memenuhi persyaratan minimal untuk papan partikel tipe-8 sesuai standar JIS A-5908. Menurut hasil analisis keragaman (Tabel 2), faktor perlakuan dalam penelitian sangat berpengaruh terhadap nilai MOE. Semakin besar proporsi partikel Nangka baik sebagai *face* maupun *core*, semakin tinggi nilai MOE. Sebaliknya semakin besar proporsi partikel Sengon, nilai MOE semakin berkurang. Papan partikel tiga lapis dengan proporsi partikel Nangka 75% baik sebagai *face* maupun *core* mempunyai nilai MOE yang hampir sama. Gambar 7 menyajikan histogram nilai MOE papan partikel tanpa perekat yang dihasilkan.



Gambar 7. Histogram nilai modulus elastisitas papan partikel

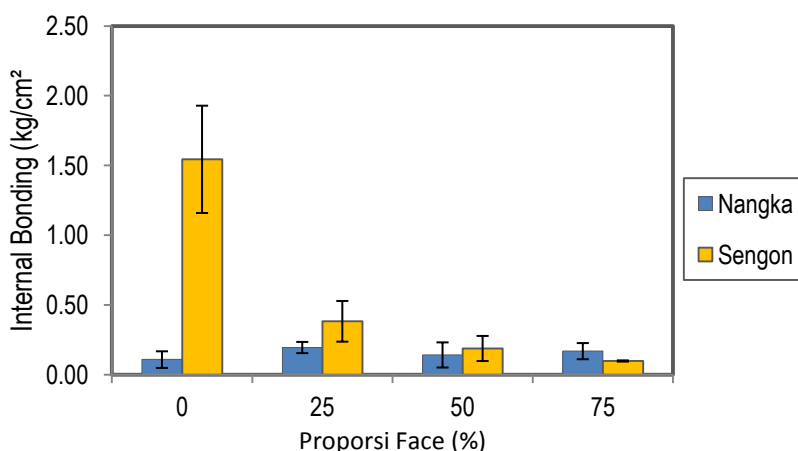
Modulus elastisitas merupakan sifat mekanis yang penting terkait dengan beban pelengkungan yang diterima oleh papan partikel tegak lurus dengan permukaannya. Dalam kaitannya dengan kekuatan lengkung tersebut, sifat-sifat lapisan *face* akan menentukan kualitas papan. Hal ini ditentukan pula oleh ketebalan lapisan permukaannya. Oleh karena itu, ketebalan lapisan *face* ini sangat penting dalam pembuatan papan partikel. Kenaikan rasio ketebalan lapisan *face* terhadap ketebalan papan akan meningkatkan sifat fisik dan mekanis papan yang dibuat (Akbulut, 1995 dalam Nemli, 2003). Meskipun begitu, jenis bahan baku, bentuk dan ukuran partikel pada lapisan ini juga menentukan sifat papan. Pada penelitian ini, partikel kayu Nangka meskipun mempunyai berat jenis yang lebih tinggi daripada partikel kayu Sengon, ternyata apabila digunakan sebagai lapisan *face* menghasilkan sifat lengkung yang lebih baik daripada partikel Sengon.

Keteguhan Rekat Internal (Internal Bonding)

Keteguhan rekat internal merupakan sifat mekanis papan partikel yang menunjukkan kekuatan ikatan antar partikel penyusunnya. Nilai rata-rata keteguhan rekat internal berkisar antara 0,10–1,55 kg/cm² seperti

disajikan dalam Tabel 1. Nilai keteguhan rekat internal tersebut sangat rendah apabila dibandingkan dengan persyaratan minimal standar JIS A 5908 sebesar $1,5 \text{ kg/cm}^2$ (JIS, 1994), kecuali pada papan partikel dari kayu Nangka. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa adanya partikel kayu Sengon pada papan partikel tiga lapis menyebabkan penurunan keteguhan rekat internal yang cukup signifikan. Berdasarkan analisis keragaman yang disajikan pada Tabel 2 diketahui bahwa keteguhan rekat internal papan partikel sangat dipengaruhi oleh perbedaan kombinasi perlakuan. Gambar 8 menyajikan histogram nilai keteguhan rekat internal papan partikel tanpa perekat dari perlakuan yang berbeda.

Rendahnya nilai keteguhan rekat internal ini dimungkinkan karena ukuran partikel yang digunakan masih relatif besar sehingga menyebabkan terjalinnnya ikatan antar partikel kurang kuat. Oleh karena tidak ada bantuan bahan perekat, partikel-partikel penyusunnya lebih mudah mengembang dan terlepas oleh adanya beban tarikan karena kurangnya terjadi ikatan yang saling menjalin antar permukaan partikel. Hal ini terutama terjadi pada papan partikel kayu sengon yang besar kemungkinan ada faktor lain yang juga berpengaruh seperti keberadaan ekstraktif yang pada saat pengempaan panas berada pada permukaan partikel yang menghambat terbentuknya ikatan antar permukaan.



Gambar 8. Histogram nilai keteguhan rekat internal

Pada dasarnya, langkah penting dalam pembentukan perekatan pada komposit tanpa perekat adalah adanya degradasi hemiselulosa selama proses perlakuan panas atau uap. Ellis dan Pasner (1994) dalam Widyorini (2008) melaporkan bahwa kekuatan rekat secara langsung berhubungan dengan kadar pentosan dalam bahan material yang digunakan. Widyorini dkk (2005a, 2005b) dalam penelitiannya memperlihatkan adanya kaitan antara perubahan komponen kimia dan kadar S/G (Syringil/Guaiasil) dengan kekuatan rekat dari papan partikel tanpa perekat. Disimpulkan bahwa kekuatan rekat tidak hanya dipengaruhi oleh degradasi hemiselulosa saja, tetapi juga lignin dan selulosa turut berperan dalam membentuk ikatan rekat (Widyorini, 2005b).

Pada penelitian ini, aktivasi komponen kimia pada pembuatan papan partikel ditentukan oleh adanya pengempaan panas dengan suhu tinggi (200°C). Ada banyak kemungkinan reaksi kimia yang berlangsung saat proses pengempaan panas. Widyorini (2005) menyebutkan reaksi-reaksi kimia tersebut antara lain: degradasi dari hemiselulosa dan bagian dari selulosa yang membentuk gula sederhana dan dekomposisi lainnya, pembentukan ikatan antara polimer karbohidrat dan lignin, dan peningkatan kristalisasi selulosa. Karena tidak adanya resin perekat, maka kekuatan rekat diperoleh dari ikatan komponen-komponen kimia yang terkandung di dalam kayu tersebut. Pada proses pengempaan panas, uap air yang berasal dari dalam kayu tersebut berperan penting dalam pembentukan asam asetat dan pemutusan secara hidrolisis ikatan glikosidik pada ikatan polisakarida. Ikatan antara lignin dan turunan dari hemiselulosa dan selulosa ini yang membentuk ikatan rekat pada papan partikel tanpa perekat.

Kedua jenis partikel yang digunakan yaitu Sengon dan Nangka mempunyai tanggapan yang berbeda pada saat dikenai pengempaan panas. Papan partikel dari kayu nangka pada saat setelah pengempaan terlihat ada perubahan warna yaitu menjadi lebih gelap, sedangkan pada partikel kayu sengon tidak demikian. Hal ini kemungkinan besar disebabkan oleh sifat bahan baku yang berbeda terkait komponen kimianya yang menyebabkan perbedaan kecepatan rambat panas sehingga aktivasi komponen kimianya juga berbeda.

Aktivasi komponen kimia pada partikel kayu nangka berjalan lebih cepat dan lebih mudah daripada partikel kayu sengon.

Frihart dalam Rowell (2005) menyatakan bahwa komponen yang paling banyak berperan dalam perekatan tanpa perekat (*self-adhesion*) adalah lignin. Baik lignin maupun hemiselulosa akan melunak pada suhu dan kadar air yang tinggi. Hemiselulosa akan membentuk ikatan antar serat, sedangkan lignin akan melanjutkannya dengan ikatan kimia. Pada penelitian ini, bahan baku partikel mempunyai kadar air yang relatif rendah yaitu berkisar antara 9–10%. Hal ini mungkin menyebabkan tidak optimalnya proses pelunakan lignin dan hemiselulosa untuk membentuk ikatan antar serat yang kuat dan ikatan kimia yang menyebabkan kekuatan papan partikel tanpa perekat ini bernilai relatif rendah, terutama pada papan partikel dari partikel kayu sengon. Oleh karena itu diduga bahwa kadar ekstraktif sangat berperan dalam mekanisme ini. Kandungan ekstraktif kayu sengon dan nangka yang berbeda menyebabkan perbedaan tanggapan pada aktivasi komponen kimia partikel saat pengempaan panas. Kayu sengon mengandung ekstraktif berupa saponin, sedangkan kayu nangka mengandung ekstraktif berupa *morine*.

Dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat, bentuk dan ukuran partikel merupakan faktor yang sangat menentukan. Bentuk dan ukuran partikel yang kecil lebih berperan dalam membentuk ikatan antar partikel daripada bentuk dan ukuran partikel yang besar. Dalam penelitian ini digunakan bentuk partikel berupa serutan dengan ukuran partikel yang relatif besar (lolos 0,5 cm² tertahan 0,2 cm²), sehingga aktivasi komponen kimianya tidak berjalan optimal. Hal ini menyebabkan papan partikel tanpa perekat yang dibuat yang masih jauh dari persyaratan standar.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan kombinasi ketebalan lapisan *face* dengan jenis penyusun yang berbeda berpengaruh nyata terhadap semua parameter penelitian. Hasil terbaik diperoleh dari papan partikel satu lapis kayu nangka. Papan partikel tiga lapis terbaik diperoleh dari papan partikel dengan lapisan *face* kayu sengon dan lapisan *core* kayu nangka (Sf25Nc75) dengan nilai kerapatan 0,64 g/cm³, kadar air 6,17%, pengembangan tebal 212%, penyerapan air 212%, MOE 15.996 kg/cm², MOR 57,84 kg/cm², dan IB 0,38 kg/cm², diikuti oleh papan partikel dengan lapisan *face* kayu Nangka dan lapisan *core* kayu sengon (Nf75Sc25).
2. Bahan baku papan partikel memberikan nilai yang berbeda pada semua parameter penelitian. Kayu nangka memberikan sifat fisik dan mekanis yang lebih baik daripada kayu sengon, baik sebagai lapisan *face* maupun *core*. Semakin tebal lapisan *face* menggunakan partikel kayu sengon, menghasilkan sifat fisik dan mekanis yang semakin rendah. Semakin tebal lapisan *face* menggunakan kayu nangka menghasilkan sifat fisika dan mekanika yang semakin tinggi.
3. Papan partikel tiga lapis tanpa perekat yang dibuat belum memenuhi kualitas minimal sesuai standar JIS A5908.

Saran

Dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat, bentuk dan ukuran partikel merupakan faktor yang sangat menentukan. Bentuk dan ukuran partikel yang kecil lebih berperan dalam membentuk ikatan antar partikel daripada bentuk dan ukuran partikel yang besar. Dalam penelitian ini digunakan bentuk partikel berupa serutan dengan ukuran partikel yang relatif besar, sehingga menghasilkan papan partikel yang masih jauh dari persyaratan standar. Oleh karena itu penelitian papan partikel lapis tanpa perekat dengan jenis kayu berbeda perlu dikaji lagi dengan penggunaan partikel yang mempunyai bentuk dan ukuran yang lebih kecil.

DAFTAR PUSTAKA

Angles, M.N, J. Reguant, D. Montane, F. Ferrando and J. Salvado, 1999. *Binderless Composites from Pretreated Residual Softwood*, Journal of Applied Polymer Science 73:2485-2491.

- Berglund, L. and R.M. Rowell, 2005. *Wood Composites, in Handbook of Wood Chemistry and Wood Composite*, CRC Press.
- Bintari, A.N., 2002. Pengaruh Jenis Kayu dan Arah Radial Terhadap Proporsi Sel, Wettabilitas dan Keteguhan rekat Tiga Jenis Kayu, Skripsi, Fakultas Kehutanan UGM, Tidak dipublikasikan.
- Bowyer, J.L., R. Shmulsky and J.G. Haygreen, 2003. *Forest Products and Wood Science: An Introduction*, 4th edition, Iowa State Press.
- Japanese Industrial Standard, 1994. Particleboards, JIS A 5908, Japanese Standards Association, Tokyo.
- Kollmann, F.F.P., E.W. Kuenzi and A.J. Stamm. 1975. *Principles of Wood Science and Technology Vol. II. Wood Based Materials*. Springer Verlag Berlin Heidelberg. New York. 703 halaman.
- Maloney, T.M. 1977. *Modern Particleboard and Dry Process of Fiberboard*. Manufacturing Miller Freeman Publication Inc. Ca. California. 672 halaman.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira dan K. Kadir, 1989. Atlas Kayu Indonesia Jilid II, Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Nemli, Gokay, 2003. Effects of Some Manufacturing Factors on The Properties of Particleboard Manufacturing from Alder (*Alnus glutinosa* subsp. *Barbata*), Turk J. Agric. For 27: 99-104.
- Okuda, N., and M. Sato, 2004. Manufacture and Mechanical Properties of Binderless Boards from Kenaf Core, J. Wood Sci 50:53-61.
- Rowell, Roger M., 2005. *Handbook of Wood Chemistry and Wood Composites*, Taylor & Francis Group, Boca Raton New York Singapore.
- Stark, N.M, Z. Cai and C. Carll, 2010. Wood-Based Composite Materials, in *Wood Handbook: Wood as an Engineering Material*, Forest Product Laboratory.
- Widyorini, R., J.Y. Xu, T. Watanabe, and S. Kawai, 2005a. Chemical Changes in Steam-pressed Kenaf Core Binderless Particleboard, J Wood Sci 51(1): 26-32
- _____, T. Higashihara, J.Y. Xu, T. Watanabe, and S. Kawai, 2005b. Self-bonding Characteristics of Binderless Kenaf Core Composites, Wood Sci Technol 39(8): 651-662
- _____, 2008. *Pembuatan dan Sifat-sifat Binderlessboard dari Bahan Baku Non Kayu (Pengaruh Ekstraktif terhadap Sifat Fisis Mekanis Binderlessboard)*. Seminar Mapeki XI, Palangkaraya.
- Xu, J., G. Han, E.D. Wong and S. Kawai, 2003. Development of Binderless Particleboard

DETERMINASI KONDISI PROSES OPTIMAL DALAM PEMBUATAN PAPAN PARTIKEL KAYU KEMIRI (*Aleurites moluccana*)

Suhasman

Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar
email: suhasman@yahoo.com

ABSTRAK

Suhu dan waktu kempa adalah dua parameter kondisi proses yang sangat penting dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat. Untuk membentuk ikatan kimia yang kuat, dibutuhkan suhu yang relatif tinggi serta jangka waktu pengempaan tertentu. Akan tetapi, suhu yang tinggi serta waktu kempa yang lama berimplikasi pada tingginya biaya produksi. Penelitian ini didesain untuk menginvestigasi suhu dan waktu kempa optimal dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat berbahan baku kayu kemiri (*Aleurites moluccana*). Papan partikel dibuat dengan terlebih dahulu mengoksidasi partikel dengan hidrogen peroksida dan ferro sulfat. Partikel teroksidasi kemudian dikempa panas pada suhu dan waktu kempa yang bervariasi. Suhu kempa yang digunakan terdiri atas empat taraf yaitu 160°C, 170°C, 180°C, dan 190°C, sementara waktu kempa terdiri atas tiga taraf yaitu 9 menit, 12 menit, dan 15 menit. Hasil-hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan suhu kempa berpengaruh positif terhadap stabilitas dimensi papan partikel, namun cenderung berpengaruh negatif terhadap sifat mekanisnya. Peningkatan waktu kempa memiliki pengaruh yang bervariasi terhadap sifat fisik dan mekanis papan pada setiap kelompok suhu yang dicobakan. Dengan mempertimbangkan karakteristik papan partikel secara keseluruhan serta efisiensi penggunaan energi dalam proses pembuatan papan partikel, maka kondisi proses optimal dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat adalah suhu kempa 170°C selama 9 menit. Sifat fisik dan mekanis papan yang dihasilkannya telah memenuhi Standar Nasional Indonesia dan Standar Jepang untuk papan partikel tipe 8.

Kata kunci: papan partikel tanpa perekat, kemiri, hidrogen peroksida, oksidasi

I. PENDAHULUAN

Untuk membuat papan partikel berkualitas tinggi, dibutuhkan proses pengempaan untuk menghasilkan papan dengan kerapatan yang lebih tinggi dari kerapatan bahan bakunya. Maloney (1993) menyatakan bahwa rasio kerapatan ideal antara papan partikel dengan bahan bakunya adalah 1,3. Rasio yang terlalu rendah akan menyebabkan jarak antar partikel terlalu renggang, sebaliknya rasio yang terlalu tinggi akan menyebabkan sebagian besar sel-sel kayu mengalami *collapse* akibat partikel dipaksa mencapai kerapatan jauh di atas kerapatan alaminya. Akibatnya stabilitas dimensi papan akan menurun. Untuk mencapai rasio kerapatan ideal tersebut maka dibutuhkan penentuan suhu dan waktu kempa yang tepat.

Permasalahan penentuan suhu dan waktu kempa yang optimal penting dilakukan karena selain memengaruhi karakteristik papan partikel yang dihasilkannya, juga berhubungan erat dengan masalah biaya. Untuk mencapai suhu tertentu dibutuhkan suplai energi untuk menghasilkan panas. Semakin tinggi suhu yang diperlukan, maka semakin besar energi yang digunakan. Demikian halnya, semakin lama proses pengempaan, maka semakin banyak pula energi yang digunakan. Kondisi optimal dicapai pada saat suhu yang digunakan relatif rendah, waktu yang dipakai relatif singkat, namun karakteristik papan partikel yang dihasilkan tidak berbeda secara signifikan dengan papan partikel yang dibuat melalui proses pengempaan yang lebih lama dengan suhu yang lebih tinggi.

Dalam proses pembuatan papan partikel konvensional (menggunakan perekat), suhu dan waktu kempa disesuaikan dengan karakteristik perekat yang digunakan. Hal ini disebabkan suhu dan waktu kempa tersebut harus mampu menjamin proses polimerisasi perekat yang digunakan. Oleh karena itu, suhu dan waktu kempa yang digunakan pada perekat urea formaldehida berbeda dengan suhu yang digunakan pada perekat fenol formaldehida karena perbedaan respon masing-masing perekat terhadap panas. Hal ini berbeda dengan pembuatan papan partikel tanpa perekat. Dalam pembuatan papan tersebut, suhu harus dihubungkan dengan sifat alami unsur-unsur penyusun kayu. Oleh karena yang paling diharapkan menjadi perekat dalam pembuatan papan partikel tanpa perekat adalah lignin, maka suhu kempa harus mendekati titik transisi glass lignin. Diharapkan, pada saat melewati titik transisi glass proses repolimerisasi lebih mudah terjadi, khususnya pada gugus-gugus radikal. Hill (2006) menyatakan bahwa titik transisi glass lignin berada

pada suhu sekitar 140 °C. Meskipun demikian, suhu transisi glass lignin ini memiliki variasi yang luas yang juga dipengaruhi oleh kadar air (Fengel dan Wegener, 1995; Hill, 2006). Berdasarkan kenyataan tersebut, maka penelitian ini ditujukan untuk menginvestigasi suhu dan waktu kempa optimal dalam proses pembuatan papan partikel tanpa perekat. Oleh karena struktur lignin bervariasi antara jenis kayu, maka ada kemungkinan setiap jenis bahan baku memiliki respon yang berbeda terhadap kondisi pengempaan. Penelitian difokuskan pada pembuatan papan partikel berbahan baku kayu kemiri.

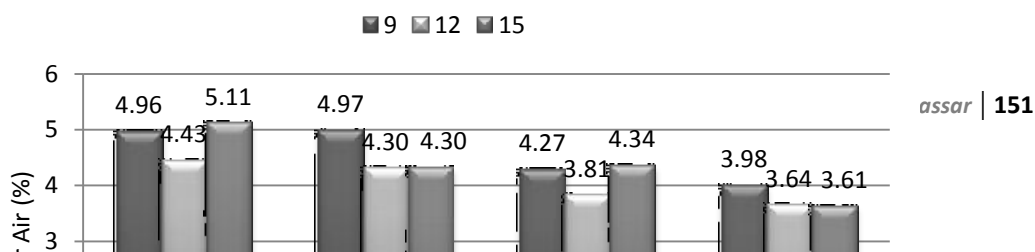
II. METODE PENELITIAN

Kayu kemiri yang telah ditebang dibuat menjadi papan tebal berukuran sekitar 3 cm, lebar 20 cm serta panjang 1,5 m. Papan tebal tersebut dibawa ke laboratorium kemudian diserut dan dikeringudarkan. Serutan kering udara ini dikonversi menjadi partikel lebih halus dengan ukuran lolos 10 mesh menggunakan *wood mill refiner*. Partikel dalam kondisi kering udara tersebut merupakan bahan baku untuk pembuatan papan partikel tanpa perekat. Proses pembuatan papan partikel merujuk pada metode suhasman *et al* (2011). Pembuatan papan partikel dimulai dengan mengoksidasi partikel menggunakan hidrogen peroksida sebesar 20 % berdasarkan berat kering partikel dan 7,5 % fero sulfat berdasarkan berat hidrogen peroksida. Partikel teroksidasi kemudian dikempa panas pada suhu dan waktu yang bervariasi yaitu suhu 160 °C, 170 °C, 180 °C, dan 190 °C, sementara waktu kempa terdiri atas tiga taraf yaitu 9 menit, 12 menit, dan 15 menit. Tekanan yang digunakan dalam proses pengempaan adalah 25 kgf cm⁻². Adapun dimensi dan kerapatan sasaran papan masing-masing adalah 30 x 30 x 0,7 cm dan 0,75 g cm⁻³. Ulangan yang digunakan untuk masing-masing jenis papan adalah 4 kali sehingga secara keseluruhan terdapat 48 lembar papan yang dibuat. Papan partikel selanjutnya dikondisikan pada suhu ruang selama dua minggu sebelum dipotong menjadi contoh uji. Pengujian dilakukan dengan merujuk pada *Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908 2003*. Adapun parameter yang diuji meliputi daya serap air dan pengembangan tebal, keteguhan patah, modulus elastisitas, serta keteguhan rekat.

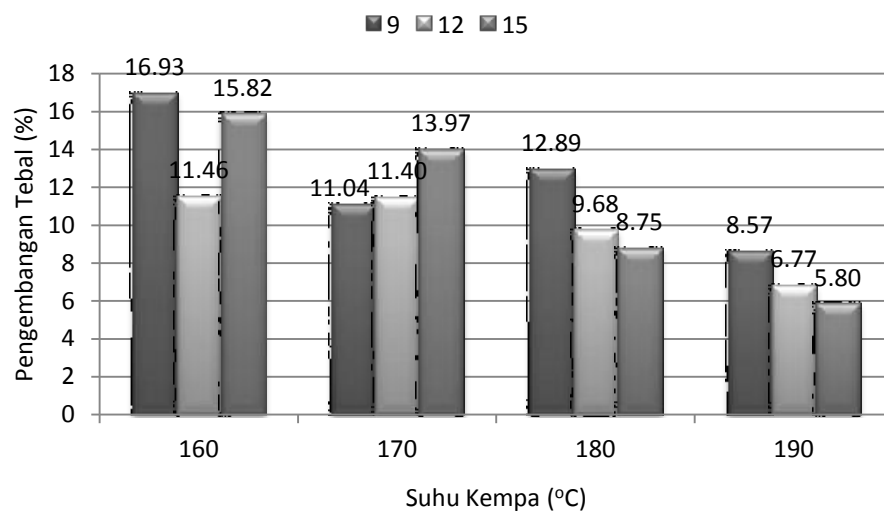
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian ini suhu dan waktu kempa optimal diinvestigasi. Untuk kepentingan aplikasi, diinginkan suhu kempa yang serendah mungkin dan waktu kempa yang sesingkat mungkin. Namun demikian suhu kempa yang terlalu rendah dan waktu kempa yang terlalu singkat kemungkinan dapat menurunkan sifat fisik dan mekanis papan partikel. Oleh karena itu perlu ditentukan kondisi pengempaan optimal dengan mempertimbangkan sifat fisik dan mekanis papan partikel serta proses pembuatan yang paling efisien.

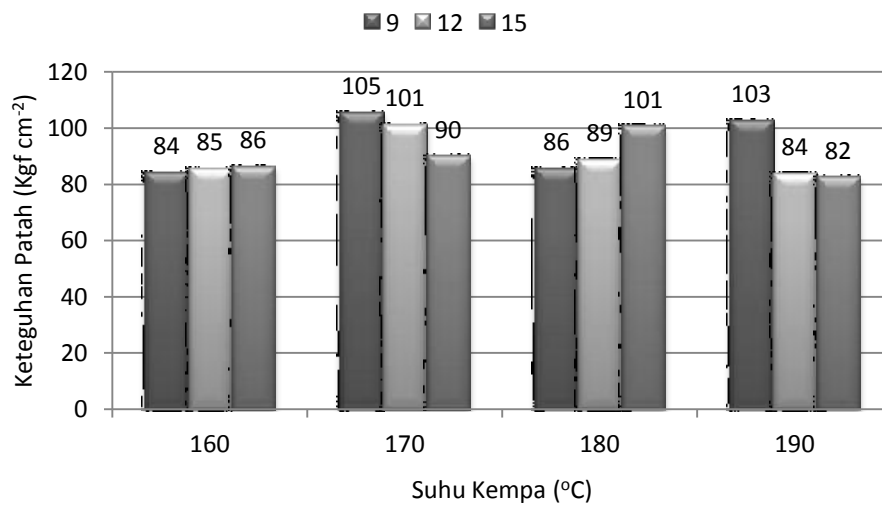
Meskipun telah diketahui bahwa umumnya titik transisi glass lignin berada pada suhu 140°C (Hill, 2006) sehingga diduga suhu di atas titik tersebut akan menghasilkan papan dengan kualitas yang lebih baik, akan tetapi karena suhu transisi glass juga dipengaruhi oleh struktur lignin yang berhubungan dengan jenis kayu, serta kadar air kayu, maka suhu tersebut tidak serta merta dapat dijadikan patokan. Oleh karena suhu dan waktu kempa ini berkaitan erat dengan masalah biaya, maka pertimbangan konsumsi energi dalam proses pengempaan ini sangat diperhatikan. Dengan kata lain, sepanjang karakteristik produk yang dihasilkan tidak berbeda jauh dengan papan yang dikempa dengan suhu yang lebih tinggi dan waktu yang lebih lama, maka terdapat kecenderungan untuk memilih suhu rendah dan waktu kempa yang lebih singkat. Hasil-hasil penelitian tersebut disajikan pada Gambar 1-5.



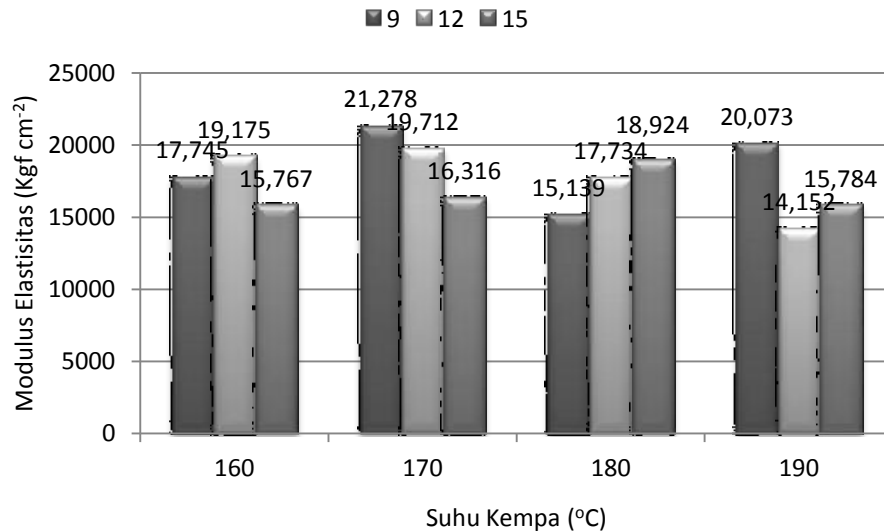
Gambar 1. Kadar air papan partikel pada berbagai suhu kempa (%)



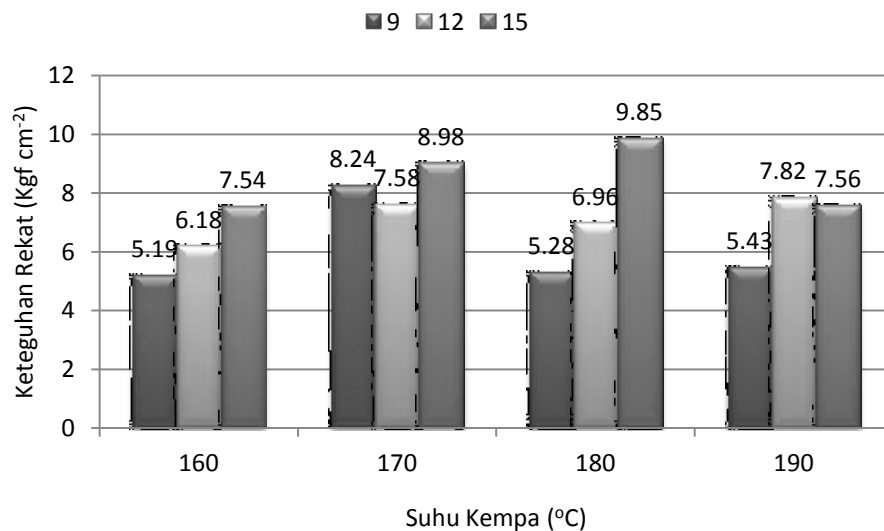
Gambar 2. Pengembangan tebal papan partikel pada berbagai suhu kempa (%)



Gambar 3. Keteguhan patah papan partikel (kgf cm⁻²)



Gambar 4. Modulus elastisitas papan partikel (kgf cm⁻²)



Gambar 5. Keteguhan rekat papan partikel (kgf cm⁻²)

Data pada Gambar 1-5 menunjukkan kecenderungan perbaikan karakteristik papan partikel seiring dengan peningkatan suhu dan waktu kempa. Pada parameter kadar air, terjadi penurunan kadar air keseimbangan seiring dengan meningkatnya suhu kempa. Hal yang sama juga terlihat pada waktu kempa, meskipun penurunannya tidak signifikan pada suhu kempa. Meskipun demikian, secara keseluruhan nilai-nilai kadar air yang dicapai pada semua papan masih di bawah standar JIS A 5908 2003 yaitu 15 %. Suhu kempa yang lebih tinggi serta waktu kempa yang lebih lama tampaknya menyebabkan uap air yang dilepaskan lebih banyak selama proses pengempaan. Pada saat pengkondisian, ternyata masing-masing jenis papan tersebut mencapai kadar air keseimbangan yang berbeda-beda. Tampaknya hal ini diakibatkan oleh proses *hysteresis* dalam partikel kayu, dimana jumlah air yang dilepaskan pada saat kempa panas akan lebih besar dibandingkan jumlah air yang mampu diserap pada saat pengkondisian selama 2 minggu. Hal inilah yang menyebabkan kadar air keseimbangan papan yang dikempa lebih lama dan suhu yang lebih tinggi memiliki nilai yang lebih rendah.

Dalam hal stabilitas dimensi juga tampak bahwa secara umum peningkatan suhu dan lama waktu kempa menghasilkan papan partikel dengan stabilitas dimensi yang semakin baik. Hal ini dapat dilihat dari nilai-nilai pengembangan tebal papan partikel yang semakin menurun. Hal tersebut mengindikasikan bahwa suhu yang tinggi serta waktu kempa yang lebih lama menghasilkan deformasi pada partikel kayu yang lebih permanen. Hal ini terutama tampak pada suhu 170°C atau yang lebih tinggi.

Dalam hal sifat mekanis, yang terdiri atas MOR, MOE, dan *internal bond*, korelasinya dengan suhu dan waktu kempa tampak variatif. Pada suhu 170 °C MOR dan MOE cenderung menurun dengan semakin meningkatnya waktu kempa, akan tetapi di sisi lain, pada suhu 180 °C nilai-nilainya secara umum justru meningkat dengan semakin lamanya waktu kempa. Dilihat dari pengaruh suhu, maka tampak bahwa pada rentang suhu 160-190 °C sifat-sifat mekanis papan partikel tidak terlalu berbeda satu sama lain. Namun demikian, apabila diperhatikan nilai-nilai mutlak yang dicapai, maka titik optimal untuk berbagai parameter sifat fisik dan mekanis tampak dicapai pada suhu 170 °C dengan waktu kempa 9 menit.

Dengan memperhatikan fenomena yang ditemukan dalam penelitian ini, maka dapat disimpulkan bahwa usaha efisiensi energy lebih baik dilakukan dengan mengurangi suhu kempa sampai 170 °C atau bahkan 160 °C, sementara waktu kempa 9 menit cukup memadai untuk menghasilkan papan partikel berkualitas tinggi. Hasil-hasil pengujian sebagaimana disajikan pada histogram tersebut menunjukkan bahwa pada suhu 170 °C, dengan waktu kempa 9 menit, secara umum parameter sifat fisik seperti pengembangan tebal (maksimal 12 %), MOR (minimal 80 kgf cm⁻²), MOE (minimal 20.000 kgf cm⁻²) serta *internal bond* (minimal 1,5 kgf cm⁻²) yang ditetapkan dalam JIS A 5908 2003 dapat dicapai.

Fenomena karakteristik papan partikel yang mampu memenuhi parameter yang ditetapkan dalam standar mengindikasikan bahwa teknologi yang dikembangkan ini memiliki prospek pengembangan lebih lanjut. Dengan penggunaan kemiri sebagai bahan baku, maka teknologi ini semakin menjanjikan karena selain memiliki karakteristik yang baik yang ditandai dengan terpenuhinya persyaratan yang ditetapkan dalam standar, juga karena bahan baku yang digunakan merupakan kayu rakyat yang selama ini jarang digunakan sebagai bahan baku papan partikel. Padahal dalam teknologi papan partikel tanpa perekat ini, jenis bahan baku dapat mempengaruhi kualitas papan partikel yang dihasilkan. Hal ini dapat terjadi karena setiap jenis kayu memiliki struktur lignin yang bervariasi secara mikro. Padahal secara teoritis, lignin inilah yang sangat diharapkan berperan dalam membentuk ikatan antar partikel.

IV. KESIMPULAN

Suhu dan waktu pengempaan memiliki pengaruh yang bervariasi terhadap sifat fisik dan mekanis papan partikel. Ada kecenderungan bahwa efek waktu kempa relatif lebih dominan dibandingkan suhu pengempaan pada rentang suhu 160-190 °C. Meskipun demikian apabila dilihat dari nilai-nilai mutlak yang diperoleh serta pertimbangan efisiensi energy, maka kondisi pengempaan yang optimal adalah suhu 170 °C dan waktu kempa 12 menit. Pada kondisi ini produk papan partikel yang dihasilkan telah mampu memenuhi JIS A 5908 2003.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penelitian ini didanai oleh DIPA Universitas Hasanuddin dalam skema Hibah Bersaing No. 19/H4-LK.26/SP3-UH/2011 tanggal 28 Maret 2011. Tim peneliti menyampaikan terima kasih atas dukungan dana yang diberikan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fengel D, G Wegener, 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Penerjemah: Sastrohamidjojo H. Gadjah Mada University Press.
- Hill C A S, 2006. Wood Modification, Chemical, Thermal and Other Processes. John Wiley & Sons, Ltd.
- Maloney T M, 1993. Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing. Edisi Revisi. USA : Miller Freeman Inc San Francisco.
- Suhasman, M., Y. Massijaya, Y. S. Hadi, and A. Santoso. 2011. Particle oxidation time for the manufacture of binderless particleboard. *Wood Res. J.* 2(1):9–18.

DISTRIBUSI KERAPATAN DAN KEKUATAN DALAM KAYU KOMPRESI SKALA PEMAKAIAAN

Ika Wahyuni¹, Yusup Amin¹, Teguh Darmawan¹, Danang S. Adi¹,
Sukma S. Kusumah¹, Wahyu Dwianto¹

¹UPT BPP Biomaterial, LIPI, Cibinong Science Centre; Jl. Raya Bogor KM 46, Cibinong 16911, Indonesia
email: ika@biomaterial.lipi.go.id.

ABSTRACT

The full scale densification process of two kinds of wood into 33 % and 50 % of their initial thickness has successfully been done by utilizing the full scale compression machine. However, the profile of wood density, strength properties, and fixation of the compressed wood has not studied yet. Therefore, the aim of this study is to determine the effect of compression target on previous mentioned properties. Specimens used for the experiment was Sengon (*Paraserianthes falcataria*) and Durian (*Durio zibetinus*) wood block with dimension 4 m (L) × 12 cm (R) × 12 cm (T). The dry process was done in a radial direction at 180°C for 2 hours. The result showed that this process could enhanced the density and strength properties of Durian and Sengon woods. Durian compression wood with 50 % densification target showed higher density and MOE/MOR values, as well as lower recovery of set (RS) value. The density distribution through the thickness of compression wood were giving a V pattern, with higher density value at the surface position.

Keywords: Sengon, Durian, densification, density, MOR, MOE, recovery of set.

I. PENDAHULUAN

Kayu merupakan sumber daya alam yang banyak dimanfaatkan dalam kehidupan manusia karena sifatnya yang berkelanjutan (*sustainable*), dapat diperbaharui (*renewable*), ekonomis, dan membutuhkan energi yang lebih rendah untuk mengolahnya daripada jenis bahan lain. Akibatnya, permintaan kayu saat ini mengalami peningkatan seiring dengan pertambahan jumlah penduduk. Akan tetapi, ketersediaan kayu yang berasal dari hutan alam terus mengalami penurunan, bahkan semakin sulit diperoleh akibat terjadinya deforestasi dan degradasi hutan yang terus meningkat. Oleh karena itu, terdapat peluang bagi kayu hutan tanaman baik yang berasal dari hutan rakyat maupun Hutan Tanaman Industri (HTI) untuk berperan lebih besar dalam penyediaan bahan baku kayu.

Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) merupakan jenis kayu yang banyak terdapat di hutan rakyat maupun HTI yang memiliki sifat cepat tumbuh dengan kerapatan dan kekuatan yang relatif rendah dibanding kayu dari hutan alam. Sedangkan kayu Durian (*Durio zibetinus*) merupakan salah satu jenis kayu dari hutan rakyat dengan sifat fisik-mekanik yang lebih rendah dari pada kayu komersial. Kedua jenis kayu tersebut masih sedikit mendapat perhatian untuk dimanfaatkan menjadi produk yang bernilai tinggi, seperti halnya bahan konstruksi atau lantai kayu. Oleh karena itu, untuk mengoptimalkan penggunaannya, kualitas jenis-jenis kayu rakyat ini perlu ditingkatkan terlebih dahulu dengan suatu teknologi yang tepat.

Salah satu teknologi yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas kayu adalah dengan proses densifikasi. Teknologi ini merupakan teknik pengempaan/pengepresan kayu utuh (*solid*) yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas kayu (kekerasan dan kekuatan). Teknik ini dapat diterapkan pada jenis-jenis kayu cepat tumbuh yang pada umumnya berkualitas rendah (Amin *et al.* 2007), seperti Sengon dan Durian.

Penelitian-penelitian dasar mengenai sifat *viscoelastic* kayu telah berhasil menemukan suatu teknologi pengepresan kayu utuh yang dapat membuat kayu dari kerapatan rendah menjadi kayu dengan kerapatan tinggi. Namun, perkembangan teknologi densifikasi kayu khususnya di Indonesia masih sebatas kajian teori dan skala laboratorium. Oleh karena itu, hasil-hasil penelitian dasar pada skala laboratorium tersebut perlu untuk dikembangkan menjadi skala yang lebih besar agar dapat menghasilkan produk yang lebih bermanfaat dan bernilai ekonomi (bisnis).

Tahun 2009, telah dilakukan rancang bangun mesin kempa skala pemakaian (*full-scale compression machine*) di UPT Balitbang Biomaterial LIPI dan telah dilakukan uji proses pembuatan dan karakterisasi kayu kompresi skala pemakaian terhadap kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan Randu (*Ceiba pentandra*) berukuran 400 cm (P) × 12 cm (L) × 12 cm (T) dengan perlakuan suhu 180 °C dan waktu kempa 60 menit.

Hasil uji coba dan karakterisasi pembuatan kayu kompresi skala pemakaian menunjukkan bahwa pembuatan produk kayu kompresi berbahan baku kayu Sengon dengan target kompresi 50% memberikan hasil yang terbaik (Amin 2011). Akan tetapi masih perlu dilakukan penelitian lanjut untuk mendapatkan metode dan formulasi perlakuan yang tepat agar dapat meningkatkan produktifitas mesin dan meningkatkan kualitas produk kayu kompresi skala pemakaian. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan uji coba densifikasi kayu Durian dan Sengon skala pemakaian dengan perlakuan suhu 180 °C dan waktu kempa selama 120 menit. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perlakuan suhu, waktu kempa, dan target kompresi terhadap sifat fisik-mekanik, pola distribusi kerapatan, dan nilai pemulihan tebal dari kayu kompresi, sehingga diperoleh kombinasi perlakuan yang optimal untuk densifikasi kayu Durian dan Sengon.

II. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan dua jenis kayu yaitu kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan Durian (*Durio zibetinus*). Pemotongan kayu dilakukan sedemikian sehingga diperoleh potongan berbentuk balok tangensial berukuran panjang 400 cm; lebar 12 cm; dan tebal 12 cm. Kemudian balok-balok tersebut dikering-udarkan sampai kadar airnya berkisar 14 – 18 %. Sebelum dilakukan densifikasi, contoh uji diukur kadar air dan kerapatannya.

Proses densifikasi kayu dilakukan dengan menggunakan Alat Kompresi Kayu dengan Metode *Close System Compression* Skala Pemakaian, dengan ukuran 415 cm x 70 cm x 10 cm (Gambar 1).

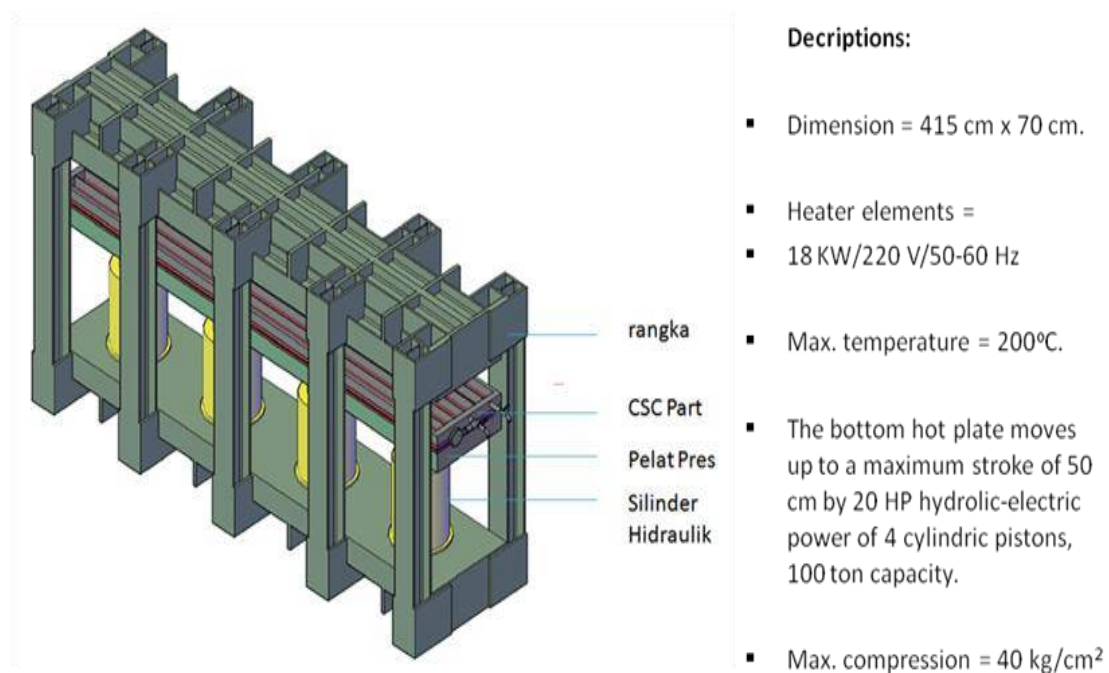


Figure 1. Full-Scale Wood Compression Machine

Proses Densifikasi

Sebelum proses densifikasi dilakukan pengkondisian mesin, yaitu dengan mengatur suhu plat pada 180 °C. Kayu dimasukkan dan diletakkan di tengah cetakan CSC di antara plat *hot press*, kemudian ditutup dengan lembaran logam *stainless*. Plat bagian bawah bergerak ke atas dengan bantuan tenaga hidrolik dari keempat piston berbentuk silinder (Gambar 2).



Figure 2. Machine conditioning

Proses densifikasi kayu diawali dengan pelunakan kayu (*softening*) yang dilakukan dengan cara pemberian perlakuan panas (*heat treatment*) pada suhu 180 °C selama 1 jam terhadap balok kayu yang akan dipadatkan.

Densifikasi kayu (*forming*) pada penelitian ini dilakukan dengan metode kering. Kayu Durian dipres pada arah radial (R) dengan target densifikasi 33% (tebal 8 cm) dan 50% (tebal 6 cm) dari ketebalan semula pada suhu 180 °C dan waktu pengempaan 120 menit. Sedangkan kayu Sengon hanya dipres dengan target densifikasi 50 % dari ketebalan semula. Masing-masing perlakuan dibuat dua kali ulangan.

Pengujian

Balok kayu hasil densifikasi kemudian dibagi menjadi dua bagian yaitu ujung dan tengah. Pada kedua bagian tersebut dibuat contoh uji fisik (kadar air dan kerapatan kayu) dan mekanik (MOE dan MOR) berdasarkan posisi seperti ditunjukkan pada Gambar 3. Pada gambar, huruf A menunjukkan posisi permukaan atas, B adalah posisi inti/tengah, dan C adalah posisi permukaan bawah. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui pengaruh target densifikasi terhadap distribusi kerapatan dan MOE/MOR dalam kayu kompresi Sengon dan Durian.

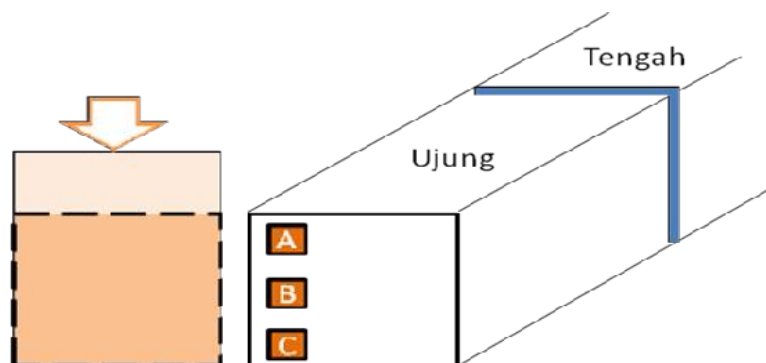


Figure 3. Sample preparation

Pengujian sifat fisik meliputi pengukuran kadar air dan kerapatan kayu berdasarkan ASTM (D143-94) *Reapproved* tahun 2000 (*Methods of Testing Small Clear Specimen of Timber*). Ukuran contoh uji adalah 2 cm (R) × 2 cm (T) × 2 cm (L). Volume dan berat awal seluruh contoh uji diukur dan kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C selama 24 jam dan diukur kembali volume dan beratnya. Kadar air (KA) dan kerapatan kayu dihitung dengan rumus:

$$KA = \frac{BA - BKO}{BKO} \times 100\%$$

$$Kerapatan = \frac{BKO (g)}{VKO (cm^3)}$$

dengan,

BA : Berat Awal
BKO : Berat Kering Oven
VKO : Volume Kering Oven

Pengujian sifat mekanik meliputi MOE dan MOR, dilakukan dengan alat UTM (*Universal Testing Machine*) dan berdasarkan ASTM D143-94. Contoh uji yang digunakan berukuran 30 cm (L) × 2 cm (T) × 2 cm (R). Nilai MOE dan MOR dihitung dengan rumus berikut:

$$MOE = \frac{P^* L^3}{4Ybh^3} \quad MOR = \frac{3PL}{2bh^2}$$

dengan,

P* : beban pada batas elastis
L : jarak antara titik tumpu
P : beban maksimum
B : lebar contoh uji
H : tebal contoh uji
Y : defleksi

Selain itu pada penelitian ini dilakukan pula uji pemulihan tebal (*recovery of set*) dari kayu yang telah didensifikasi. Kayu kompresi selanjutnya dikeringkan dalam oven dan diukur tebalnya (Tc). Kemudian dilakukan pengujian pemulihan tebal dengan cara merendam di dalam air pada suhu ruang selama 24 jam. Kayu yang telah direndam dikeringkan lagi di dalam oven kemudian diukur kembali tebal setelah *recovery* (Tr). Besarnya pemulihan tebal diukur dengan rumus:

$$RS = \frac{(T_r - T_c)}{(T_0 - T_c)} \times 100\%$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisik dan Distribusi Kerapatan dalam Kayu Kompresi Skala Pemakaian

Hasil rata-rata pengujian sifat fisik terhadap produk kayu Sengon dan Durian kompresi skala pemakaian ditunjukkan pada Tabel 1. Nilai kadar air (KA) kayu kompresi Sengon dan Durian berkisar antara 4,95 – 6,55 %. Angka ini menunjukkan penurunan jika dibandingkan dengan masing-masing kayu kontrol. Selama proses densifikasi, dinding sel kayu akan mengalami deformasi sampai mencapai target ketebalan yang ditentukan akibat adanya tekanan dari alat kempa (Amin dan Dwianto 2006). Semakin tinggi target kompresi, maka dinding sel kayu akan semakin padat akibat bertambahnya tekanan dari alat. Hal ini menyebabkan rongga sel semakin menyempit, sehingga semakin banyak air bebas di dalam rongga yang

akan terdesak keluar. Oleh karena itu, nilai KA kayu Durian kompresi dengan target kompresi 50 % lebih kecil daripada kayu Durian yang dipress 33 % dari ketebalan semula.

Table 1. Physical and mechanical properties of Sengon and Durian compressed wood

Treatment	Moisture content (%)	Density (g/cm ³)
KS	13,58	0,27
S50	6,52	0,45
KD	14,64	0,51
D33	6,55	0,69
D50	4,95	0,84

Remark: KS = Control Sengon
S50 = Sengon, densification target 50 %
KD = Control Durian
D33 = Durian, densification target 33 %
D50 = Durian, densification target 50

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa nilai kerapatan kayu kompresi meningkat dari 0,27 dan 0,51 g/cm³ untuk kayu Sengon dan dari 0,45 menjadi 0,69 serta 0,84 g/cm³ untuk kayu Durian. Peningkatan nilai kerapatan ini disebabkan memipihnya pori atau rongga sel pada kayu akibat tekanan dari alat pres sehingga dinding sel semakin berhimpit dan lebih padat. Amin *et al.* (2004) menyatakan bahwa peningkatan kerapatan berbanding lurus dengan besarnya target pemadatan yang diterapkan. Semakin tinggi tingkat densifikasi maka nilai kerapatan kayu semakin besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian pada Tabel 1 bahwa kayu kompresi Durian yang dikempa sampai 50 % dari ketebalan semula memiliki nilai kerapatan lebih tinggi daripada kayu Durian yang dikempa dengan tingkat densifikasi 33 %.

Gambar 4a dan 4b menunjukkan distribusi kerapatan pada arah tebal (A-B-C) dari kayu Durian kompresi dengan variasi tingkat densifikasi masing-masing 33 dan 50 %. Nilai kerapatan di bagian tengah kayu kompresi skala pemakaian relatif sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan bagian ujung pada kedua tingkat densifikasi. Sedangkan pada arah tebal, nilai kerapatan membentuk pola huruf V. Nilai kerapatan kayu Durian kompresi skala pemakaian dengan tingkat densifikasi 33 % pada posisi permukaan (A dan C) lebih tinggi (0,76 ~ 0,82 g/cm³) dari pada posisi inti (B) yang berkisar pada 0,47 ~ 0,48 g/cm³ (Gambar 4a). Begitu pula pada tingkat densifikasi 50 %, kisaran nilai kerapatan kayu pada posisi permukaan adalah 0,80 ~ 0,99 g/cm³ dan pada posisi inti berkisar antara 0,61 ~ 0,63 g/cm³ (Gambar 4b).

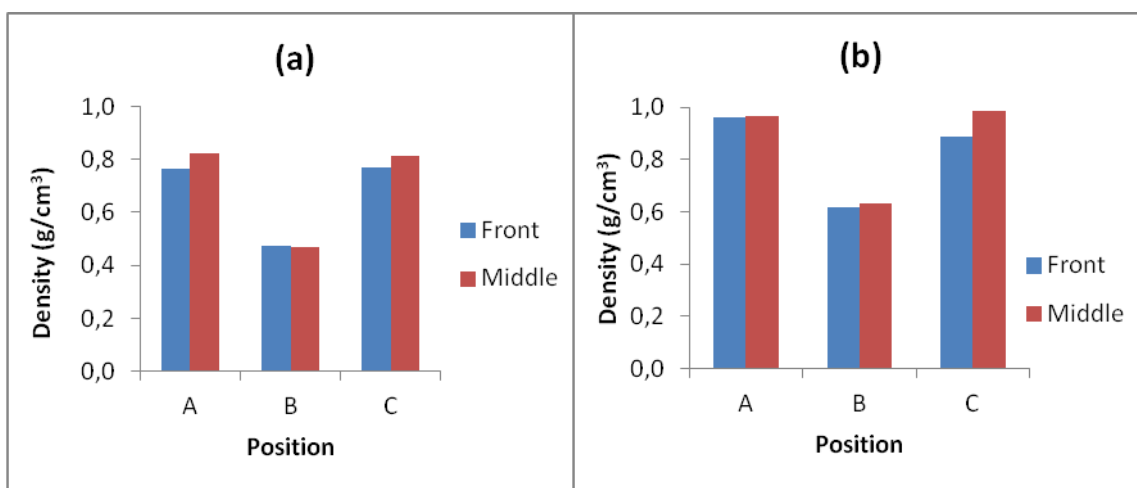


Figure 4. Density profile of durian compressed wood at: (a) 33 % (8 cm thickness); and (b) 50 % (6 cm thickness) densification target.

Proses densifikasi kayu skala pemakaian dengan metode kering ini dapat dianalogikan seperti pembuatan panel kayu komposit menggunakan *hot press*. Selama proses kempa panas, tegangan akibat tekanan dari alat kempa pada arah tebal papan partikel kayu akan seragam. Akan tetapi, adanya perpindahan massa dan panas menghasilkan perbedaan suhu transien, tekanan gas, dan kandungan air dalam papan

partikel, sehingga menyebabkan variasi modulus kompresi sepanjang arah ketebalan papan (Kutnar *et al.* 2009). Akibatnya ada bagian yang akan lebih terkompresi daripada bagian lain dan terbentuk pola distribusi kerapatan seperti pada Gambar 4. Cai *et al.* (2006), menyatakan bahwa umumnya kerapatan permukaan akan lebih tinggi daripada kerapatan inti.

Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan uji coba pembuatan kayu Sengon kompresi skala pemakaian ($400\text{ cm} \times 12\text{ cm} \times 12\text{ cm}$) dengan perlakuan suhu $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ dan waktu kempa 60 menit. Proses yang diterapkan adalah proses kering, dengan target pengepresan 33 dan 50 %. Hasil karakterisasi menunjukkan bahwa peningkatan sifat fisik-mekanik tertinggi terjadi pada kayu Sengon kompresi dengan tingkat densifikasi 50 %. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan pula densifikasi kayu Sengon dengan target 50 % dari ketebalan semula dan perlakuan suhu $180\text{ }^{\circ}\text{C}$ serta waktu kempa selama 120 menit. Gambar 5 menunjukkan distribusi kerapatan pada arah tebal (A-B-C) dari kayu Sengon kompresi.

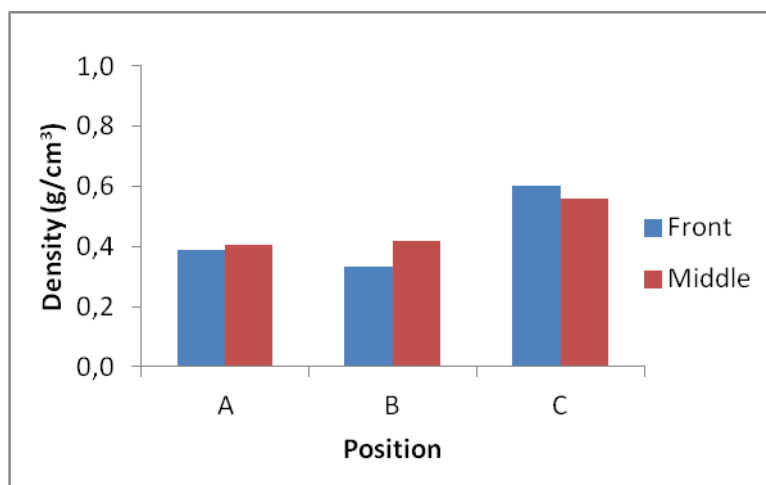


Figure 5. Density profile of Sengon compressed wood at 50 % densification target (6 cm thickness).

Kayu Sengon yang didensifikasi dengan target 50 % dari ketebalan semula memiliki nilai kerapatan kayu relatif seragam pada bagian ujung dan tengah kayu (Gambar 5). Densifikasi kayu selama 120 menit terbukti mampu meningkatkan kerapatan balok kayu Sengon 66,67 %. Pada arah tebal, nilai kerapatan kayu Sengon kompresi skala pemakaian dengan tingkat densifikasi 50 % tidak lagi membentuk pola V yang nyata. Pada posisi permukaan bawah (C) nilai kerapatannya paling tinggi yaitu $0,56 \sim 0,60\text{ g/cm}^3$.

Sifat Mekanik dan Distribusi MOE/MOR dalam Kayu Kompresi Skala Pemakaian

Peningkatan sifat mekanik merupakan tujuan utama dari perlakuan densifikasi terhadap kayu solid agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku konstruksi. Hasil pengujian nilai MOE dan MOR pada penelitian ini serta distribusinya dalam kayu kompresi skala pemakaian ditunjukkan dalam Tabel 2.

Nilai modulus elastisitas adalah besaran gaya maksimal yang diberikan pada saat kayu mencapai elastisitas maksimal. Pada penelitian ini nilai MOE kayu Durian yang tidak didensifikasi adalah sebesar $69.737,88\text{ kgf/cm}^2$, sedangkan setelah didensifikasi dengan target 33 % dari ketebalan semula maka terjadi peningkatan nilai MOE di bagian permukaan kayu kompresi yaitu $77.059,10 \sim 87.273,12\text{ kgf/cm}^2$. Peningkatan nilai MOE yang lebih signifikan terjadi ketika kayu Durian didensifikasi dengan target 50 % dari ketebalan semula yaitu berkisar antara $107.043,50 \sim 175.717,00\text{ kgf/cm}^2$. Pada contoh uji kayu Sengon kompresi juga terjadi kenaikan nilai MOE, terutama pada posisi permukaan bagian tengah balok kayu ($68.080,75 \sim 72.311,25\text{ kgf/cm}^2$), jika dibandingkan dengan kayu kontrol ($57.488,52\text{ kgf/cm}^2$).

Menurut Kollmann dan Cote (1968), modulus patah atau MOR (*Modulus of Rupture*) merupakan sifat mekanis kayu yang berhubungan dengan kemampuan kayu untuk menahan beban atau gaya luar yang bekerja padanya dan cenderung merubah bentuk ukuran kayu tersebut. Nilai ini dihitung dari beban pada saat patah (maksimum) dalam uji keteguhan lentur dengan menggunakan pengujian yang sama untuk MOE (Haygreen *et al.* 2003). Akibat perlakuan densifikasi juga terjadi kenaikan nilai MOR pada kayu Durian dan

Sengon kompresi jika dibandingkan dengan kayu yang tidak didensifikasi (Tabel 2). Pada kayu Durian, semakin tinggi tingkat densifikasi maka nilai MOR-nya semakin tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa kayu Durian yang didensifikasi 50 % dari ketebalan semula lebih kuat menahan beban dibandingkan dengan kayu Durian yang didensifikasi dengan target 33 %. Hal ini sesuai dengan pernyataan Amin *et al.* (2004) bahwa kayu yang lebih padat dari sebelumnya, maka sifat kuatnya akan cenderung meningkat. Oleh karena itu, peningkatan nilai MOE/MOR pada kayu Durian dan Sengon kompresi sangat dipengaruhi oleh sifat kerapatan masing-masing kayu.

Tabel 2. Mechanical properties of Durian and Sengon wood compression.

Mechanical Properties			MOR (kgf/cm ²)	MOE (kgf/cm ²)
Control (Durian)			541,61	69.737,88
D8	Front	A	848,97	82.286,05
		B	582,31	40.829,00
		C	822,44	87.273,12
	Middle	A	1.071,20	77.059,10
		B	751,58	45.471,65
		C	1.131,30	80.696,49
D6	Front	A	1.699,54	175.717,00
		B	1.014,13	108.932,00
		C	1.722,68	152.720,00
	Middle	A	1.674,77	167.550,50
		B	912,33	107.043,50
		C	1.585,67	160.966,50
Control (Sengon)			429,77	57.488,52
S6	Front	A	449,48	57.180,10
		B	402,98	45.904,70
		C	411,87	44.196,20
	Middle	A	540,95	68.080,75
		B	445,40	43.965,80
		C	564,91	72.311,25

Haygreen dan Bowyer (1996), menyatakan bahwa kerapatan kayu adalah faktor penentu utama untuk kekuatan; dan hubungan kekuatan/kerapatan adalah langsung. Oleh karena itu, peningkatan kekuatan kayu akan berbanding lurus dengan peningkatan kerapatannya. Hal ini ditunjukkan pula pada Tabel 2 bahwa distribusi nilai MOE dan MOR di dalam kayu Durian dan Sengon kompresi juga memiliki pola variasi yang sama dengan kerapatannya.

Pada arah tebal, nilai MOE/MOR kayu Durian dan Sengon kompresi skala pemakaian juga membentuk pola huruf V, dengan nilai MOE/MOR yang lebih tinggi pada posisi permukaan daripada posisi inti kayu, sehingga untuk pemanfaatan kayu kompresi sebagai bahan konstruksi maupun lantai kayu perlu mempertimbangkan hal ini.

Pemulihan Tebal

Selain uji sifat fisik dan mekanik, pada penelitian ini juga dilakukan uji pemulihan tebal atau *recovery of set* (RS). Tabel 3 menunjukkan nilai rata-rata RS kayu Durian dan Sengon kompresi pada bagian ujung dan tengah balok kayu.

Table 3. Recovery of set (RS) values of Durian and Sengon compressed wood.

Densification Target	Part	RS (%)
Sengon 50 % (6 cm)	Edge	51,32
	Middle	47,14
Durian 33 % (8 cm)	Edge	53,80
	Middle	52,59

Pada penelitian ini proses densifikasi dilakukan dengan perlakuan suhu 180 °C dan waktu kempa 120 menit. Hasil uji pemulihan tebal menunjukkan bahwa baik kayu Sengon maupun Durian kompresi belum mencapai fiksasi permanen, ditunjukkan dengan nilai RS yang tinggi ($RS > 20\%$). Menurut Dwianto *et al.* (1997), fiksasi yang permanen pada pemadatan kayu dengan metode *heat treatment (hot press)*, dapat dicapai dengan kombinasi perlakuan suhu 180°C dan waktu pengempaan sekitar 20 jam. Hal ini menunjukkan bahwa degradasi komponen hemiselulosa dan lignin di dalam dinding sel akibat perlakuan suhu dan waktu kempa pada penelitian ini belum cukup optimal untuk menyebabkan tegangan yang tersimpan dalam mikrofibril mengalami relaksasi. Pada kondisi mikrofibril mengalami relaksasi maka deformasi yang terjadi pada dinding sel kayu tidak kembali ke bentuk semula atau mengalami fiksasi (Dwianto *et al.* 1998).

Nilai RS terbaik dicapai oleh kayu Durian kompresi dengan tingkat densifikasi 50 % dari ketebalan semula ($RS = 20,20 \sim 23,97\%$). Dalam satu balok kayu kompresi skala pemakaian nilai RS baik di bagian ujung maupun tengah tidak berbeda nyata. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan suhu, waktu kempa, dan target densifikasi 50 % ternyata cukup untuk menyebabkan terjadinya kerusakan pada ikatan hidrogen (–H) antar molekul-molekul di dalam matriks hemiselulosa-lignin. Menurut Amin dan Dwianto (2006), terdegradasinya hemiselulosa sebagai komponen utama yang berperan dalam pengikatan molekul air dapat mengurangi sifat higroskopis dinding sel pada kayu kompresi.

IV. KESIMPULAN

Secara umum, proses densifikasi kayu kompresi skala pemakaian, dengan bahan baku kayu Sengon dan Durian, terbukti mampu meningkatkan kerapatan dan kekuatan kedua kayu tersebut. Proses densifikasi kayu Durian dengan perlakuan suhu 180 °C, waktu kempa 120 menit dan target kompresi 50 % memberikan hasil optimal berdasarkan nilai kerapatan, MOE/MOR, dan pemulihan tebal (RS). Profil nilai kerapatan dan MOE/MOR bervariasi. Nilai kerapatan dan MOE/MOR pada posisi permukaan lebih tinggi daripada posisi inti dalam kayu kompresi. Oleh karena itu, untuk pemanfaatan kayu kompresi sebagai bahan konstruksi maupun lantai kayu perlu mempertimbangkan hal ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [ASTM] American Society for Testing Material. 2000. Annual Book of ASTM Standards, Section Four: Construction. Volume 04.10: Wood. Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Designation D 143-94 (Reapproved 2000). Philadelphia: ASTM International.
- Amin, Y., Dwianto W., Prianto A.H. 2004. Sifat mekanik kayu kompresi. Prosiding Seminar Nasional VII MAPEKI, Makassar.
- Amin Y. dan Dwianto W. 2006. Pengaruh suhu dan tekanan uap air terhadap fiksasi kayu kompresi dengan menggunakan close system compression. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 4 (2): 55 – 60. Bogor.
- Amin, Y., Darmawan, T., Wahyuni, I., Dwianto, W. 2007. Pengaruh Perendaman dalam NaOH terhadap Fiksasi Kayu Kompresi dengan Menggunakan *Close System Compression*. 2007. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia X, Pontianak.
- Amin, Y. 2011. Uji Proses Pembuatan dan Karakterisasi Kayu Kompresi Skala Pemakaian. Laporan Akhir Program Insentif Peneliti dan Perekayasa LIPI.
- Cai, Z., Muehl, J.H., Winandy, J.E. 2006. Effects of Pressing Schedule on Formation of Vertical Density Profile for MDF Panels. Proceedings of 40th International Wood Composites Symposium. Seattle.
- Dwianto, W., Inoue, M., Norimoto, M. 1997. Fixation of Compressive Deformation of Wood by Heat Treatment. Mokuzai Gakkaishi 43 (4): 303-309.
- Dwianto, W., Morooka, T., Norimoto, M. 1998. The Compressive Stress Relaxation of Wood during Heat Treatment. Mokuzai Gakkaishi 44 (6): 403-409.
- Haygreen, J.G. dan Browyer, J.L. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu (terj. Sutjipto, A. H.) Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Haygreen, J.G., Bowyer, J.L., Shmulsky, R. 2003. Forest Product and Wood Science, An Introduction Fourth Edition. United state of America: Iowa State Press.
- Kollmann, F.F.P. and W.A. Cote. 1968. *Principles of Wood Science and Technology*. Vol. I. Solid Wood. Springer Verlag. Berlin.
- Kutnar, A., Kamke, F.A., Sernek, M. 2009. Density Profile and Morphology of Viscoelastic Thermal Compressed Wood. *Wood Sci Technology* 43: 57-68.

KETAHANAN BAMBU LAMINASI TERHADAP SERANGAN JAMUR

Sahriyanti Saad, Astuti Arif, dan Nathalia Rampao

Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar

ABSTRACT

This study aims to determine the resistance of laminated bamboo preserved using boron from fungal attack. Samples of laminated bamboo were the atter bamboo that preserved in various concentration of boron namely; 5.0%, 7.5% and 10%. The test sample was then separated base on bamboo position are bottom, middle and top. The laminated bamboo produced using Water Based Adhesive Isocyanate with size 2 cm x 2 cm x 30 cm. Durability testing of laminated bamboo from fungus attacks using sample size 2 cm x 2 cm x 2 cm were fed to the white rot fungus (*Trametes versicolor*) and brown rot fungi (*Fomitopsis palustris*) using JIS K 1571-2004. The results showed that treatment of preservation, increasing concentrations of preservation, and treatment lamination can improve the durability of bamboo laminated from white rot dan brown rot fungi attack, nevertheless boron concentration has not been effectively used to protect bamboo laminated because they do not meet the JIS standards is maximum 3 %. Based on the position of the bamboo that bottom has a higher resistance than the middle and the top of bamboo.

Keywords: Laminated bamboo, white rot, brown rot, Boron, presevation

I. PENDAHULUAN

Bambu memiliki keterbatasan dalam pemanfaatannya karena bentuk dan dimensinya yang bervariasi. Untuk penggunaan sebagai bahan bangunan atau komponen rumah, bambu laminasi menjadi pilihan yang dapat mengatasi hal tersebut, karena keuntungan yang diperoleh dari teknologi laminasi yaitu secara tidak langsung dapat mengatasi masalah retak, pecah ataupun cacat akibat pengeringan serta produk lamina yang berlapis lapis memungkinkan untuk memanfaatkan lamina berkualitas rendah untuk disisipkan diantara lapisan luar dan lapisan belakang seperti halnya produk kayu lapis. Teknologi laminasi memungkinkan pembuatan struktur bangunan berukuran besar yang lebih stabil karena seluruh komponen (lembaran) yang digunakan telah dikeringkan sebelum dirakit menjadi produk laminasi. Arah serat lamina dapat dipasang saling bersilangan, sehingga susunan ini akan menjadikan kembang-susut produk tidak besar (Morisco, 2006). Seperti halnya dengan kayu, bahan bambu juga mudah terserang organisme perusak seperti jamur, kumbang bubuk, dan rayap. Dalam penggunaannya, sering dijumpai bambu diserang oleh jamur terutama dalam keadaan basah. Untuk mempertahankan bambu agar tidak mudah terserang oleh jamur maka perlu dilakukan pengawetan agar ketahanannya dapat meningkat.

Bambu yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bambu atter (*Gigantochloa atter*) karena populasi jenis bambu ini terbesar dan tersebar hampir di seluruh wilayah Provinsi SulSelBar sehingga mudah didapat. Bahan baku bambu diawetkan dengan menggunakan larutan bahan pengawet boron untuk meningkatkan keawetannya. Pengawet boron dipilih karena mengandung racun yang mematikan bagi perusak bambu, bersifat permanen, mudah meresap, tidak membahayakan manusia dan hewan, tidak merusak bambu serta tersedia dalam jumlah yang banyak. Pengawetan bahan baku bambu saat ini telah banyak dilakukan namun tingkat keawetan bambu laminasi yang bahan bakunya terlebih dahulu diawetkan belum banyak dilaporkan terutama terhadap serangan jamur

II. BAHAN DAN METODE

Penyiapan bahan

Sampel bambu untuk penelitian ini adalah bambu atter yang telah diawetkan dengan menggunakan bahan pengawet boron 5,0%, 7,5%, dan 10% dipisahkan berdasarkan posisi dalam batang bambu yaitu bagian pangkal, tengah dan ujungnya (Yunita, 2011). Bagian terpilih kemudian diserut lalu dijadikan bilah-bilah dengan ukuran tebal 2 mm, panjang 30 cm dan lebar 3 cm. Bilah-bilah tersebut selanjutnya dikeringudarkan hingga mencapai kadar air $\pm 12\%$.

Bahan perekat yang digunakan adalah jenis perekat *Water Based Isocyanate* (WBI) yang terdiri atas dua komponen yaitu Polivinil Alkohol (PVA) sebagai base binder dan isocyanate sebagai *crosslinker* dengan sistem pelaburan *double spread*.

Pembuatan sampel laminasi

Bilah-bilah bambu yang telah diserut kemudian disusun dalam cetakan sementara sekitar 10 bilah untuk setiap laminasi yang berukuran 2 cm x 3 cm x 30 cm. Pelaburan perekat dengan cara dikuas pada sisi lebarnya. Setiap bilah bambu yang telah dilaburi perekat dimasukkan ke dalam cetakan/klem kemudian mur-baut dikencangkan. Proses pengempaan dingin dilakukan pada tekanan kempa 2,0-2,5 Mpa selama 5 menit, setelah itu tekanan dilepaskan. Pengerinan dilakukan selama ± 2 jam (ketentuan dalam penggunaan perekat polymer) setelah itu mur-baut dilepas dan lembaran dikeluarkan dari cetakan. Lembaran selanjutnya diratakan pada semua sisinya dengan mesin ketam dan dihaluskan dengan mesin serut untuk mendapatkan bambu laminasi dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 30 cm.

Pengujian daya tahan terhadap jamur

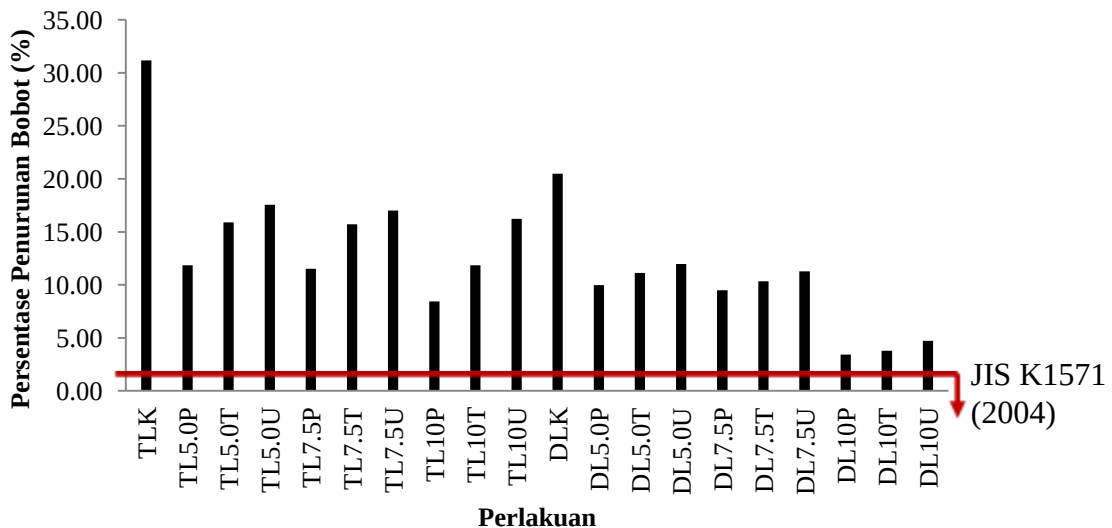
Sampel uji bambu laminasi dibuat dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm berdasarkan Japanese Industrial Standards (JIS). Sampel uji bambu dikeringkan dalam oven selama 2 hari dengan suhu 60°C, kemudian ditimbang untuk mengetahui berat awalnya. Selanjutnya dibuat media tumbuh Potato Dextrose Agar (PDA), setelah tumbuh, sampel uji dimasukkan ke dalam cawan Petrie yang telah berisi jamur dan diinkubasikan selama 3 bulan. Sampel uji jamur yang telah diinkubasi dan dibersihkan kemudian dikeringkan dalam oven selama 2 hari dengan suhu 60°C dan kemudian ditimbang berat akhirnya untuk mengetahui persentase kehilangan berat contoh uji.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

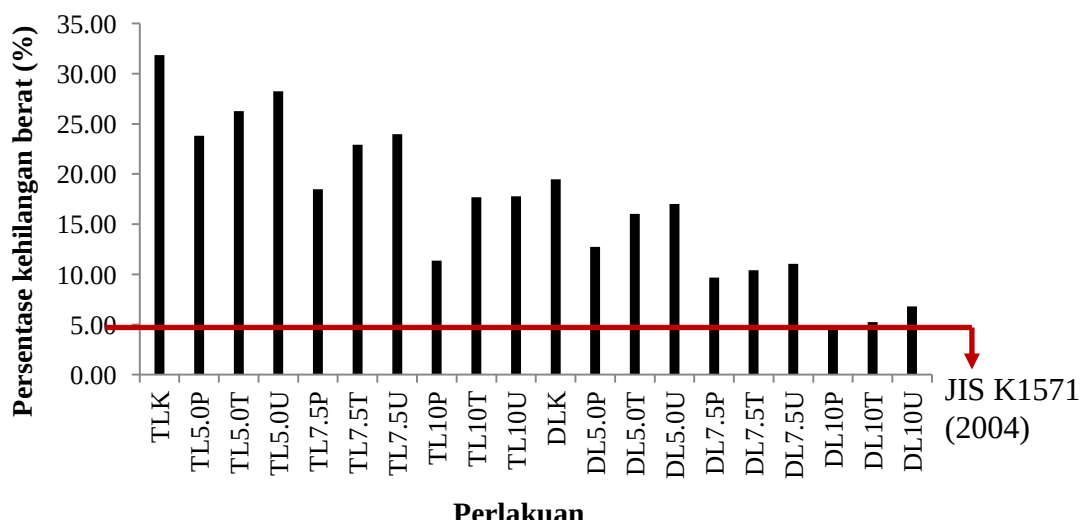
Hasil uji ketahanan bilah bambu dan bambu laminasi terhadap jamur pelapuk putih (*Tremetes versicolor*) dan jamur pelapuk cokelat (*Fomitopsis palustris*) yang sebelumnya telah diawetkan dengan larutan pengawet boron dengan konsentrasi 0,0%, 5,0%, 7,5% dan 10% ditunjukkan pada Gambar 1 dan 2, dimana garis merah merupakan standar maksimum kehilangan berat sampel uji bambu yang diperbolehkan berdasarkan standar JIS yaitu 3%. Diagram pada Gambar 1 dan 2 menunjukkan bahwa ada kecenderungan pertambahan persentase kehilangan berat dari pangkal ke ujung. Tetapi dengan pertambahan konsentrasi serta perlakuan laminasi rata-rata persentase kehilangan berat cenderung mengalami penurunan. Pada kontrol juga terlihat bahwa bambu tanpa laminasi mengalami kehilangan berat lebih besar dari pada bambu yang dilaminasi.

Persentase kehilangan berat sampel uji setelah diumpankan jamur pelapuk putih (*Tremetes versicolor*) dan jamur pelapuk cokelat (*Fomitopsis palustris*) pada perlakuan tanpa pengawetan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan pengawetan. Bambu merupakan bahan berlignoselulosa sehingga secara alami rentan terhadap serangan jamur. Secara umum, kandungan kimia bambu sebagaimana dikemukakan oleh Dransfield dan Widjaja (1995) tersusun atas 61-71% kadar holoselulosa, 16-21% kadar pentosan, 20-30% kadar lignin dan kadar ekstraktif yang umumnya dinyatakan dengan kadar kelarutan dalam air dingin (1,6-4,6%), air panas (3,1-7,0%) dan alkohol

benzene (0,3-5,3%). Kandungan zat ekstraktif pada bambu lebih rendah dibandingkan kandungan kimia lainnya sehingga senyawa yang kemungkinan bersifat menghambat atau beracun bagi pertumbuhan jamur lebih sedikit. Hal inilah yang menyebabkan bambu yang tanpa pengawetan lebih banyak terserang oleh jamur pelapuk. Perlakuan pengawetan dengan menggunakan larutan pengawet boron akan meningkatkan ketahanan bambu karena adanya kandungan aktif boron yang bersifat racun terhadap jamur pelapuk, bersifat permanen dan mudah meresap sehingga senyawa yang dibutuhkan jamur untuk berkembang terhalang oleh kandungan boron yang ada di dalam bambu. Hal ini didukung oleh pernyataan Ahmed (2000) bahwa boron mengandung bahan aktif yang bersifat racun bagi organisme perusak kayu.



Gambar 1. Rata-rata persentase kehilangan berat sampel uji bambu pada setiap kombinasi perlakuan setelah diumpankan dengan jamur pelapuk putih (JPP) selama 3 bulan.



Gambar 2. Rata-rata persentase kehilangan berat sampel uji bambu pada setiap kombinasi perlakuan setelah diumpankan dengan jamur pelapuk cokelat (JPC) selama 3 bulan.

Keterangan:

TL	= Tanpa Laminasi
TL5,0P	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 5,0% pada bagian pangkal
TL5,0T	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 5,0% pada bagian tengah.
TL5,0U	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 5,0% pada bagian ujung.
TL7,5P	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 7,5% pada bagian pangkal.
TL7,5T	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 7,5% pada bagian tengah.
TL7,5U	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 7,5% pada bagian ujung.
TL10P	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 10% pada bagian pangkal.
TL10T	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 10% pada bagian tengah.
TL10U	= Perlakuan bambu tanpa laminasi dengan konsentrasi pengawet 10% pada bagian ujung.
DL	= Dengan Laminasi
DL5,0P	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 5,0% pada bagian pangkal
DL5,0T	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 5,0% pada bagian tengah.
DL5,0U	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 5,0% pada bagian ujung.
DL7,5P	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 7,5% pada bagian pangkal.
DL7,5T	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 7,5% pada bagian tengah.
DL7,5U	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 7,5% pada bagian ujung.
DL10P	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 10% pada bagian pangkal
DL10T	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 10% pada bagian tengah
DL10U	= Perlakuan bambu dengan laminasi dengan konsentrasi pengawet 10% pada bagian ujung.

Selain proses pengawetan, pemberian perekat pada proses laminasi juga dapat meningkatkan ketahanan bambu terhadap jamur pelapuk. Hal ini ditandai dengan rata-rata persentase kehilangan berat sampel uji dengan laminasi lebih rendah dibandingkan dengan tanpa laminasi. Kandungan polivinil alkohol dan isocyanate dalam perekat berperan sebagai perintang fisik terhadap serangan jamur pelapuk. Garis rekat yang dihasilkan pada proses laminasi memiliki ikatan yang kuat sehingga menghambat laju pertumbuhan jamur. Hal ini sesuai dengan pernyataan Eaton and Hale (1993) bahwa proses perekatan dapat meningkatkan ketahanan bahan terhadap serangan jamur. Garis rekat pada papan laminasi merupakan perintang fisik terhadap beberapa organisme perusak kayu. Dengan demikian perlakuan laminasi tidak hanya memperbesar dimensi bambu tetapi juga dapat meningkatkan ketahanan bambu dari serangan jamur pelapuk.

Hasil uji ketahanan bambu laminasi terhadap jamur pelapuk yang sebelumnya telah diawetkan dengan larutan bahan pengawet boron dengan konsentrasi 5%, 7,5% dan 10% menunjukkan bahwa rata-rata persentase kehilangan berat pada kedua jenis jamur tidak memenuhi standar yang dipersyaratkan oleh JIS yaitu sebesar 3%. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kandungan larutan pengawet boron aktif yang digunakan dan tidak terdistribusinya bahan pengawet secara sempurna dari pangkal ke ujung karena proses pengawetannya terlalu cepat. Proses pengawetan tersebut mengakibatkan retensi yang diperoleh terlalu rendah sehingga larutan pengawet boron tersebut belum dapat melindungi bambu dari serangan jamur yang ditandai dengan kehilangan berat melebihi ambang batas. Hasil penelitian Yunita (2011) menunjukkan bahwa hasil uji bahan aktif boron murni pada bahan pengawet yang digunakan untuk mengawetkan sampel bambu yang sama menunjukkan kandungan aktif boron larutan pengawet tersebut berdasarkan AAS (*Atomic Absorption Spectroscopy*) yaitu sebesar 0,2285% (b/b) begitupun dengan nilai retensi bahan pengawet yang masuk ke dalam bambu sekitar 0,0024 – 0,0178% (b/b). Retensi bahan pengawet merupakan faktor penting sebagai indikator keberhasilan pengawetan sebagaimana dikemukakan oleh Hunt and Garrat (1986), dimana besarnya retensi mempengaruhi keefektifan sistem pengawetan dalam memperpanjang umur penggunaan kayu yang diawetkan. Besarnya retensi dapat ditingkatkan dengan menambah atau memperbesar konsentrasi bahan pengawet dengan kata lain hubungan retensi dan konsentrasi bahan pengawet adalah linier. Meskipun semua sampel uji belum memenuhi standar yang ada, namun secara umum semakin tinggi larutan pengawet boron yang digunakan maka tingkat serangan jamur semakin rendah baik pada jamur pelapuk putih maupun Jamur Pelapuk coklat..

Ditinjau dari posisi bagian batang bambu, persentase kehilangan berat bambu laminasi cenderung meningkat dari pangkal ke ujung. Hal ini disebabkan karena pengawet yang masuk ke dalam bagian bambu cenderung mengalami penurunan sehingga menyebabkan bagian ujung mempunyai kandungan larutan boron aktif yang lebih rendah dibandingkan dengan bagian tengah dan pangkalnya. Hasil penelitian Yunita (2011) menunjukkan distribusi bahan pengawet boron yang masuk ke dalam bambu *atter* (*Gigantochloa atter*) tidak terdistribusi secara sempurna dari pangkal ke ujung karena penghentian proses pengawetannya terlalu cepat. Dengan demikian bagian ujung lebih rentan terhadap serangan jamur. Distribusi bahan pengawet ini kemungkinan dipengaruhi oleh karakteristik anatomi bambu dari pangkal ke ujung yang berbeda kemungkinan juga mempengaruhi kemampuan hifa jamur melakukan penetrasi ke dalam sampel uji. Secara umum bambu memiliki jumlah total berkas pengangkut makin sedikit ke arah ujung batang dan satu sama lainnya semakin rapat sebagaimana dikatakan oleh Esau (1965) dalam Sutikno (1986).

Pada sampel uji bambu yang diawetkan, pemberian perlakuan laminasi mampu menahan serangan jamur pelapuk dimana ditandai dengan nilai kehilangan berat yang lebih rendah dibandingkan dengan tanpa laminasi. Nilai tersebut ternyata juga lebih rendah dengan kontrol untuk perlakuan laminasi. Hal ini disebabkan sampel uji bambu yang diawetkan dan dilaminasi mendapatkan perlindungan ganda, yaitu adanya pengawet boron yang bersifat racun dan keberadaan garis rekat dari Polivinil Alkohol dan isocyanate yang bersifat perintang fisik dari serangan jamur.

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pengawetan, dan perlakuan laminasi mampu meningkatkan ketahanan bambu dari serangan jamur pelapuk meskipun demikian konsentrasi larutan boron yang digunakan belum efektif untuk melindungi bambu laminasi dari serangan jamur pelapuk. Berdasarkan posisi bagian batang bambu bagian pangkal yang memiliki ketahanan yang lebih tinggi dibandingkan bagian tengah dan ujung.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, B.M. 2000 The effects of boron-treated timbers against *Coptotermes* species in Australia. Thesis. School of Forestry. Institut of Land and Food Resource, The University of Melbourne. Melbourne. Australia.
- Dransfield, S. and E.A Widjaja. Plant Resources of South-East Asia. Bogor.
- Eaton, R.A. and M.D.C. Hale. 1993. Wood decay, pests and protection. Chapman and Hall, London.
- Hunt, G.M. and G.A. Garrant. 1986. Pengawetan Kayu. Ahli Bahasa: M. Yusuf. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Japan Industrial Standard (JIS standard)*. 2004. K 1571-2004. The methods for determining the effectiveness of wood preservatives and their performance requirements. Japan.
- Morisco. 2006. Teknologi bambu. Bahan Kuliah Magister Teknologi Bahan Bangunan, Program Studi Teknik Sipil Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Sutikno. 1986. Struktur anatomi empat jenis bambu secara tradisional untuk mencegah serangan bubuk. Disertasi Doktor Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Yunita, S. 2011. Ketahanan bambu *atter (Gigantochloa atter)* terhadap serangan jamur setelah diawetkan dengan boron menggunakan metode boucherie. Skripsi. Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar (Tidak Dipublikasikan).

PENERAPAN FORMULASI SKEDUL SUHU DAN KELEMBABAN MENURUT TERAZAWA PADA PENGERINGAN KAYU MERANTI MERAH BERSORTIMEN RAAMHOUT

Implementation of Terazawa's Drying Schedule Formulation on Drying Process of Raamhout Sortiment Red Meranti Wood

Yustinus Suranto¹ dan Eko Teguh Prasetyo²

¹⁾ Dosen Bagian Teknologi Hasil Hutan; email: surantoyustinus@yahoo.com

²⁾ Alumnus Bagian Teknologi Hasil Hutan

Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta

ABSTRACT

Red meranti (*Shorea spp*) is one wood used as a raw material for building construction industry in the purpose for international markets. Processing of wood, especially in drying process, it has been done in modern dry kiln, but not yet accommodate the specific character of the timber and its specific dimension. This study aimed to compare the effect of the application of two kind of drying schedules, namely a drying schedule formulated according to Terazawa method and the drying schedule owned by wood industry, to the drying characteristic of Raamhout sortiment of red meranti wood. Red meranti logs comes from Buru island as many as 150 m³ was sawn tangentially to get Raamhout sortiment measuring 48 mm cm thick, 140 mm cm width and 4000 mm cm length. These sortiment were divided randomly and equally into two groups. The first group was dried in conventional dryers with the implementation of drying schedule owned by wood industry located in Makassar. The second group was dried in same dryers with the implementation drying schedule formulated according to the Terazawa method. Study on physical properties of wood, namely moisture content and specific gravity of wood were performed according to British Standards. Drying schedule formulation was done according to the Terazawa method. Both of these studies were done in the Wood Drying and Preservation Laboratory, Faculty of Forestry GMU. Study on drying process was carried out on 21 samples from each group. Observation parameters are drying speed, final moisture content, shrinkage and the defect intensities. The study on drying process was done in wood industry located at Makassar. The data were analyzed by One Way Test. The results showed that the initial moisture content was 51.71% and wood density was 0.61. Schedule drying owned by wood industry has temperature of 48.90 up to 82.2 °C and relative humidity of 80 up to 26%, while the drying schedule formulated by terazawa method has temperature of 47 up to 80°C and relative humidity of 90 up to 39% and coded as T4D2. The parameters determining the character of drying elaborated based on industrial drying schedule and Terazawa's drying schedule subsequently were: the drying rate of 12.06 and 13.88% hour⁻¹, the thick's shrinkage of 4.34 and 4.24%, the width's shrinkage of 3.54 and 3.25%, and the amount of tip crack of 1.81 and 1.00. Compared to industry's drying schedule, Terazawa's drying schedule produces drying process with a higher rate of drying, shorter duration of drying, smaller on thick and width shrinkages as well as the amount of tip crack. Clearly, that the Terazawa's drying process was better than the industry's drying process.

Key words: Terazawa, drying schedule, red meranti, Raamhout sawn timber.

I. PENDAHULUAN

Kayu meranti merah merupakan satu kayu kelompok kelas *Dipterocarpaceae* dari 260 jenis kayu unggulan digunakan sebagai bahan baku industri perkayuan penghasil bahan bangunan untuk perdagangan internasional (Anonimus, 2011). Kayu jenis ini dihasilkan dari hutan tropika Indonesia (Whitmore, 1975), khususnya dari Sumatera, Kalimantan dan Maluku (Soerianegara dan Indrawan, 2005). Kayu meranti merah dihasilkan dari 22 spesies pohon, antara lain *Shorea acuminata* dan *S. uliginosa*. Berdasarkan berat jenisnya, kayu meranti merah dikelompokkan menjadi dua, yaitu meranti merah ringan yang berat jenisnya kurang dari 0,60 dan meranti merah berat yang berat jenisnya minimum 0,60. Sampai dengan kadar air 12%, penyusutan radial berkisar 2,0–3,5% dan tangensial 6,0-7,0% (Martawijaya dkk., 1981).

Hutan hujan tropika di Indonesia, khususnya di P. Sumatra, P. Kalimantan dan P. Sulawesi mengalami degradasi yang serius (Anonim, 2011a). Degradasi kondisi hutan di tiga pulau itu mengakibatkan pengurangan kemampuannya untuk menyediakan kayu meranti merah bagi industri perkayuan nasional, sehingga sebuah unit industri perkayuan yang berlokasi di Makassar juga mengalami kesulitan pengadaan

bahan baku. Ketika industri kayu ini diminta untuk menyediakan kayu meranti merah dengan spesifikasi sortimen *raamhout* yang memiliki dimensi tebal 48 mm, lebar 140 mm dan panjang 4000 mm dalam kondisi kering oven, industri tersebut membeli kayu meranti merah berupa balak yang berasal dari hutan di P. Buru.

Dalam rangka menyediakan kayu meranti merah, industri kayu menggergaji balak kayu secara blambangan menjadi sortimen *raamhout*. Kayu ini dikeringkan di dalam tanur pengeringan konvensional yang dimilikinya sampai kadar air maksimal 12%. Di dalam proses pengeringannya, industri ini menerapkan skedul suhu dan kelembaban yang dimilikinya. Pengamatan terhadap proses pengeringannya menghasilkan dua realitas mengenai karakter pengeringan kayu. Pertama, pengeringan berlangsung sangat lama dan kadar air akhir tidak seragam. Kedua, kayu kering banyak mengalami cacat pengeringan. Pengeringan demikian merupakan karakter yang tidak berkualitas. Pengeringan kayu dinyatakan berkualitas bila (1) pengeringan berlangsung dengan durasi pendek, (2) kadar air akhir adalah seragam (3) penyusutan kayu relatif rendah, (4) kayu kering terbebas dari berbagai cacat pengeringan kayu (Gorisek and Straze, 2007). Mengingat bahwa pengeringan kayu dilaksanakan di dalam tanur pengering konvensional yang baru dan standar, maka karakter pengeringan kayu pada industri ini patut diduga disebabkan oleh penerapan skedul suhu dan kelembaban yang tidak tepat, yakni skedul suhu dan kelembaban itu tidak bersesuaian dengan karakter kayu yang dikeringkan. Dugaan ini didasarkan pada teori yang menyatakan bahwa skedul suhu dan kelembaban merupakan salah satu faktor utama penentu kualitas proses pengeringan kayu (Rasmussen, 1961)

Penelitian ini dilakukan untuk mencapai dua tujuan. Pertama, menyusun skedul suhu dan kelembaban berdasarkan metode Terazawa bagi pengeringan kayu meranti merah bersortimen *raamhout* yang berasal dari P. Buru. Kedua, memperbandingkan kualitas proses pengeringan kayu antara pengeringan yang dilakukan berdasarkan skedul suhu dan kelembaban yang milik oleh industri dan pengeringan yang dilakukan berdasarkan skedul suhu dan kelembaban yang disusun menurut metode Terazawa.

II. METODE PENELITIAN

Bahan penelitian berupa kayu gelondong (balak) meranti merah yang didatangkan dari P. Buru dengan jumlah total 150 m³ oleh industri kayu di Makassar. Balak tersebut digergaji secara blambangan dengan menggunakan gergaji pita, sehingga diperoleh dua macam kayu gergajian, satu diantaranya adalah sortimen *raamhout* yang memiliki dimensi tebal 48 mm, lebar 140 mm dan panjang 4000 mm.

Tiga buah sortimen *raamhout* yang sepenuhnya terdiri atas kayu teras dipilih secara random. Tiga sortimen ini difungsikan sebagai sampel untuk merumuskan skedul suhu dan kelembaban berdasarkan metode Terazawa. Sortimen-sortimen *raamhout* yang lain dipilah menjadi dua kelompok yang bervolume sama. Kelompok pertama dikeringkan di dalam tanur pengering konvensional yang dioperasikan berdasarkan skedul suhu dan kelembaban milik industri. Kelompok kedua dikeringkan di dalam tanur pengering yang sama yang dioperasikan menurut skedul suhu dan kelembaban yang dirumuskan berdasarkan metode Terazawa.

Masing-masing sortimen *raamhout* terpilih secara random itu kemudian digergaji secara longitudinal pada setiap panjang 500 mm, sehingga diperoleh 8 potongan masing-masing berukuran panjang 500 mm, lebar 140 mm dan tebal 48 mm. Dua potongan yang berasal dari kedua ujung balak, yakni potongan pada bagian pangkal dan bagian ujung, dibuang untuk menghindari pengaruh perbedaan kadar air yang disebabkan oleh penguapan air melalui bagian ujung. Dengan demikian, diperoleh enam potongan sortimen dari masing-masing sample. Ke-6 potongan sortimen yang terakhir ini dibungkus plastik secara rapat. Aktivitas yang sama juga diterapkan kepada sampel kedua dan ketiga. Dengan demikian, terdapat tiga bungkusan kayu dan diangkut dari Makassar menuju ke Laboratorium Pengeringan dan Pengawetan Kayu, Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada di Yogyakarta.

Di dalam Laboratorium ini, bungkusan sampel pertama itu dibuka. Satu potong kayu dipilih secara random di antara 6 potongan yang ada, dan satu potongan terpilih inilah yang akan dijadikan obyek penelitian. Aktivitas yang dilakukan terhadap bungkusan sampel pertama juga diberlakukan terhadap bungkusan sampel kedua dan ketiga. Penelitian dilakukan terhadap sifat fisis dan sifat pengeringannya.

Peralatan yang digunakan dalam penelitian meliputi gergaji lingkar dan mesin pengetam. Selain itu, digunakan kaliper, oven bermerk Memmert, desikator, Timbangan digital analitis bermerk O'Haus serta tanur pengering konvensional berkapasitas 75 m³ buatan Aluna Engineering.

Untuk mendapatkan contoh uji bagi masing-masing aspek pada pengujian sifat fisika dan penentuan skedul suhu dan kelembaban, maka sebuah potongan terpilih sepanjang 500 mm kemudian dipotong-potong lagi menjadi tujuh potongan. Masing-masing potongan secara berurutan memiliki panjang (1) 110 mm, (2) 20 mm, (3) 20 mm, (4) 200 mm, (5) 20 mm, (6) 20 mm dan (7) 110 mm. Dua potongan masing-masing sepanjang 110 mm pada kedua bagian ujung ini, yakni potongan (1) dan (7), dibuang untuk menghindarkan pengaruh perbedaan kadar air yang disebabkan oleh penguapan air melalui bagian ujung. Dua buah potongan masing-masing sepanjang 20 mm, yakni potongan (2) dan (6), merupakan bagian yang digunakan untuk membuat contoh uji bagi pengukuran kadar air awal. Dua buah potongan berikutnya yang masing-masing sepanjang 20 mm, yakni potongan (3) dan (5), merupakan bagian yang digunakan untuk membuat contoh uji bagi pengukuran berat jenis. Sebuah potongan berukuran panjang 200 mm, yakni potongan ke-4, difungsikan sebagai bahan untuk membuat contoh uji pada pengujian pengeringan secara cepat dalam rangka merumuskan skedul pengeringan menurut Terazawa. Potongan ke-4 ini diserut pada kedua permukaannya, digergaji secara longitudinal, sehingga mendapatkan contoh uji berukuran tebal 48 mm, lebar 140 mm dan panjang 200 mm. Setelah dipotong dan menjadi contoh uji, setiap contoh uji itu segera ditimbang.

Pengujian Sifat Fisika Kayu

Penentuan sifat fisika berupa kadar air, berat jenis dan penyusutan pada sampel-sampel itu dilakukan dari kondisinya yang basah menuju ke kondisi kering tanur. Penentuan sifat-sifat fisika kayu ini dilakukan berdasarkan metoda British Standard (BS) nomor 373 tahun 1957 dengan sedikit modifikasi.

Pengujian Pengeringan secara Cepat dan Penyusunan Skedul Suhu dan Kelambaban

Pengujian pengeringan secara cepat merupakan metoda empiris yang digunakan untuk menentukan skedul suhu dan kelembaban. Metode ini digunakan sebagai titik awal bagi penyusunan skedul suhu dan kelembaban dasar yang aktual dan tepat bagi kayu gergajian yang berasal dari spesies yang manapun (Terazawa, 1965). Prosedur bagi penerapan metoda Terazawa untuk menetapkan skedul suhu dan kelembaban terdiri atas beberapa langkah sebagai berikut:

1. Sampel berukuran tebal 48 mm, lebar 140 mm dan panjang 200 mm yang berasal dari potongan nomor 4, diletakkan di dalam oven bertenaga listrik yang diatur pada kondisi suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$.
2. Sampel ditimbang dan pemunculan serta perkembangan retak permukaan dan retak ujung diamati secara periodis setiap 2 jam selama proses pengeringannya sampai sampel itu mencapai kadar air yang konstan pada tingkat 1 persen.
3. Pada akhir proses pengeringan, sampel itu dihitung dan diukur jumlah retak permukaan dan retak ujung (sebagai Cacat 1), juga cacat deformasi (sebagai Cacat 2). Sampel ini kemudian dipotong tepat pada bagian tengah dalam arah longitudinalnya untuk mengetahui dan mengukur retak-dalam atau *honey-comb* (sebagai Cacat 3). Penetapan tingkat kerusakan bagi masing-masing jenis cacat ini didasarkan pada jumlah dan ukuran cacat yang terjadi pada permukaan kayu dalam kondisi kering mutlak.
4. Tingkat cacat kemudian ditentukan dan diperingkat berdasarkan skala nilai yang berkisar antara 1 sampai dengan 8 bagi cacat retak permukaan dan ujung (cacat 1) dan juga bagi cacat deformasi (cacat 2), dan antara 1 sampai dengan 6 bagi cacat retak-dalam (cacat 3). Penentuan itu didasarkan pada tabel yang ditetapkan oleh Terguson pada tahun 1951 (Terazawa, 1965). Nilai pada pemeringkatan ini diartikan bahwa semakin rendah nilainya, maka semakin rendah (sedikit) pula cacat yang terjadi, atau sebaliknya, semakin tinggi nilai pada peringkat ini, maka semakin tinggi (banyak) pula cacat yang terjadi.
5. Berdasarkan pada dua hal, yaitu hasil pemeringkatan di atas dan tabel termometer suhu bola kering (TSBK) dan tabel depresi suhu bola basah (DSBB) sebagaimana disajikan pada manual *Forest Product Laboratory* (Rasmussen, 1961), ditentukanlah suhu minimum dan maksimum termometer suhu bola kering serta depresi suhu bola basah bagi kayu-gergajian dari spesies tertentu. Kedua hal itu, yaitu suhu minimum dan suhu maksimum serta depresi suhu bola basah, pada gilirannya dijadikan dasar yang berguna untuk menyusun skedul suhu dan kelembaban yang sesuai bagi kayu meranti merah.

Komparasi Karakteristik Pengeringan Kayu di dalam Tanur

Komparasi karakteristik pengeringan kayu dimaksudkan untuk membandingkan antara karakter kayu yang dihasilkan dari proses pengeringan di dalam tanur pengering yang dilaksanakan berdasarkan skedul

suhu dan kelembaban Terazawa dan yang dilaksanakan berdasarkan skedul suhu dan kelembaban milik Industri. Karakter pengeringan dilihat dari beberapa parameter, yaitu (1) laju pengeringan, (2) kadar air akhir, (3) penyusutan, (4) cacat deformasi, (5) cacat retak-permukaan, (6) cacat retak-dalam. Skedul suhu dan kelembaban Terazawa merupakan skedul yang dihasilkan dari penelitian ini, sedangkan skedul suhu dan kelembaban industri diperoleh dari industri. .

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisika Kayu

Sifat fisika sampel kayu meranti merah disajikan di dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Sifat fisika kayu meranti merah

Sampel	Kadar air (%)	Berat Jenis
1	53,10	0,61
2	49,53	0,61
3	52,49	0,60
Rata-rata	51,71	0,61

Tabel 1 memperlihatkan hasil sebagai berikut. Nilai kadar air rata-rata adalah 51,71 %. Nilai berat jenis rata-rata adalah 0,61. Berdasarkan nilai kadar airnya, kayu ini dapat dinyatakan masih dalam kondisi basah, tetapi bukan dalam kondisi segar. Berdasarkan berat jenisnya, kayu ini tergolong dalam kayu meranti merah berat, karena berat jenisnya lebih dari 0,60.

Pengujian Pengeringan secara Cepat

Hasil penelitian mengenai pengeringan secara cepat disajikan sebagai berikut:

Status dan klasifikasi cacat

Jenis dan peringkat cacat pada sampel pengujian pengeringan, baik berupa retak - pecah - terbelah ujung, deformasi dan retak-dalam disajikan pada Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Intensitas cacat pengeringan dan peringkatnya

Sampel	Retak awal (retak-pecah-terbelah ujung-permukaan)		Deformasi		Retak-dalam	
	Jumlah	Peringkat	Dimensi (mm)	Peringkat	Jumlah	Peringkat
1	Terbelah 1	7	0,76	4	utama 2	3
	Pecah 4					
2	Retak >10	7	0,85	5	utama 1,	4
	Pecah 3				minor 5	
3	Retak 8	7	0,73	4	minor 8	4
	Pecah 6					
Rata-rata		7	0,78	4,33		3,67

Berdasarkan keberadaan cacat tersebut, maka sampel pengujian pengeringan diklasifikasikan sebagai peringkat 7 dalam hal retak awal, peringkat 4,33 (5) dalam hal deformasi dan peringkat 3,67 (4) dalam hal retak-dalam.

Penetapan suhu awal, depresi suhu bola basah dan suhu akhir

Berdasarkan hasil pengklasifikasian di atas, dapat ditentukan suhu minimum, suhu maksimum dan depresi suhu bola basah pada awal dan akhir proses pengeringan. Penentuan dilakukan mengikuti acuan dibuat Terazawa (1965) sebagaimana tersaji pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Hubungan antara jenis cacat dan suhu awal, depresi dan suhu akhir

Variasi cacat	Kondisi pengeringan (°C)	Tingkat cacat							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Retak awal	Suhu awal	70	65	60	55	53	50	47	45
	Depresi suhu bola basah	6,5	5,5	4,3	3,6	3,0	2,3	2,0	1,8
	Suhu akhir	95	90	85	83	82	81	80	79
Deformasi	Suhu awal	70	66	58	54	50	49	48	47
	Depresi suhu bola basah	6,5	6,0	4,7	4,0	3,6	3,3	2,8	2,5
	Suhu akhir	93	88	83	80	77	75	73	70
Retak-dalam	Suhu awal	70	55	50	49	48	45	-	-
	Depresi suhu bola basah	6,5	4,5	3,8	3,3	3,0	2,5	-	-
	Suhu akhir	95	83	77	73	71	70	-	-

Berdasarkan Tabel 3 di atas, dengan retak awal yang tergolong kelas 7, maka suhu awal dan depresi suhu bola basah serta suhu akhir secara berurutan adalah 47°C dan 2,0°C serta 80°C. Berdasarkan deformasi yang tergolong kelas 5, maka suhu awal dan depresi suhu bola basah serta suhu akhir secara berurutan adalah 50 °C dan 3,6°C serta 77°C. Berdasarkan retak-dalam yang tergolong kelas 4, maka suhu awal dan depresi suhu bola basah serta suhu akhir secara berurutan adalah 49°C dan 3,3°C serta 73°C.

Dengan memperbandingkan kelompok angka pada masing-masing peringkat itu, maka aspek cacat retak-awal merupakan angka yang paling aman karena kondisi pengeringan yang paling ringan. Dengan alasan itu, aspek cacat retak-awal dipilih sebagai penentu. Oleh karena itu, maka suhu awal 47°C dan depresi suhu bola basah 2,0°C serta suhu akhir 80°C dipilih sebagai kondisi proses pengeringan.

Penentuan kadar air pada setiap langkah proses pengeringan.

Nilai kadar air awal rata-rata sampel adalah 51,71%. Berdasarkan klasifikasi kadar air pada Tabel 4 (Terazawa, 1965), kadar air awal 51,71% berkonsekuensi terpilihnya kolom B sebagai penyusun skedul suhu dan kelembaban, dengan langkah penurunan adalah: 50-35; 35-32; 32-29; 29-26; 26-23; 23-20; 20-18; 18-16; 16-14; 14-12; dan < 12%.

Tabel 4. Klasifikasi kadar air dan langkah perubahannya

Langkah	Klasifikasi kadar air berdasarkan kadar air awal (%)								
	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1	40-30	50-35	60-40	80-50	100-60	120-68	140-75	170-90	220-110
2	30-28	35-32	40-35	50-43	60-47	68-55	75-60	90-70	110-80
3	28-26	32-29	35-31	43-36	47-40	55-45	60-45	70-55	80-65
4	26-24	29-26	31-27	36-30	40-34	45-38	45-38	55-45	65-50
5	24-22	26-23	27-24	30-25	34-29	38-32	38-32	45-35	50-40
6	22-20	23-20	24-21	25-21	29-24	32-27	32-27	35-27	40-32
7	20-18	20-18	21-18	21-18	24-20	27-22	27-22	27-22	32-25
8	18-16	18-16	18-16	18-16	20-16	22-18	22-18	22-18	25-20
9	16-14	16-14	16-14	16-14	16-14	18-14	18-14	18-14	20-15
10	14-12	14-12	14-12	14-12	14-12	14-12	14-12	14-12	15-12
11	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12	< 12

Penentuan depresi suhu bola basah

Berdasarkan tebalnya sebesar 4,8 cm, maka kayu tergolong papan tebal, sehingga dipilih Bagan D diantara bagan A, B dan C. Bagan A diperuntukkan bagi kayu daun berkerapatan sedang yang berupa papan tipis, Bagan B bagi kayu daun berkerapatan tinggi berupa papan tipis, dan Bagan C diperuntukkan bagi kayu jarum, sedangkan Bagan D bagi kayu daun berupa papan tebal (Terazawa, 1965). Menurut Terazawa (1965), Bagan D sebagai acuan memilih depresi suhu bola basah disajikan pada Tabel 5 berikut.

Tabel 5. Klasifikasi depresi suhu bola basah dan langkah perubahannya

Langkah	Klasifikasi depresi duhu bola basah (°C)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
1	1,5	2	2,5	3	3,5	4	5	7
2	2	2,5	3	3,5	4,5	5,5	6,5	9
3	2,5	3	3,5	4,5	6	7	8,5	11
4	3	3,5	4,5	6	8	9	11	13
5	3,5	4,5	6	8	10	11	13	16
6	4,5	6	8	10	12	13	16	20
7	6	8	10	12	14	16	20	25
8	8	10	13	15	17	20	25	25
9	10	12	18	20	20	20-25	25-30	25-30
10	12	15	20	20	20-25	20-25	25-30	25-30
11	15	20	20-25	20-25	20-25	25-30	25-30	25-30

Depresi suhu bola basah pada tahap awal adalah 2,0 °C, sehingga Bagan D pada kolom 2 terpilih sebagai jalur perubahan depresi. Penampilan langkah-langkah perubahan depresi suhu bola basah pada kolom 2 sebagai berikut: 2, 2,5; 3, 3,5, 4,5, 6, 8; 10; 12, 15, 20; masing-masing dalam satuan °C.

Penentuan perubahan suhu selama proses pengeringan.

Berdasarkan sampel pengeringan, diperoleh suhu awal pada termometer bola kering adalah 47 °C dan suhu akhir adalah 80 °C. Untuk menentukan perubahan suhu selama proses pengeringan, diperlukan klasifikasi suhu awal dan perubahannya selama pengeringan yang dibuat oleh Terazawa (1965) sebagaimana disajikan pada Tabel 6 berikut.

Tabel 6. Klasifikasi suhu awal dan langkah perubahannya.

Perubahan kadar air (%)	Klasifikasi suhu awal (°C) dan perubahannya selama pengeringan									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Segar-40	35	40	45	50	55	60	65	70	80	85
40-35	35	40	45	50	55	60	65	70	85	90
35-30	35	40	45	50	58	65	70	75	90	100
30-25	35	43	48	55	63	70	75	80	95	110
25-20	38	48	53	60	68	75	80	85	100	120
20-15	40	53	58	65	70	80	85	95	110	120
15-12	45	60	65	70-80	70-80	80-90	85-90	105	120	120
≤ 12	55	60	65	70-80	70-80	80-90	85-90	105	120	120

Berdasarkan klasifikasi suhu pada Tabel 6 di atas, maka wilayah suhu antara suhu awal 47 °C dan akhir 80°C ini berkonsekuensi pada pemilihan kolom suhu T4 untuk mengekspresikan perubahan suhu selama proses pengeringan. Dengan sedikit modifikasi, Langkah-langkah perubahan suhu ini sebagai berikut: 47, 50, 50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 80.

Perumusan skedul suhu dan kelembaban.

Berdasarkan beberapa kriteria sebagaimana disajikan di atas, skedul suhu dan kelembaban dasar bagi kayu meranti merah yang berdimensi tebal 4,8 cm dan lebar 14 cm dapat dirumuskan dengan kode T4D2. Dibantu dengan tabel kelembaban relatif yang disajikan oleh Bollmann (1977), penampilan skedul suhu dan kelembaban T4D2 ini disajikan pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Skedul suhu dan kelembaban berkode T4D2

Langkah	Kadar air (%)	Suhu termometer bola kering (°C)	Depresi suhu termometer bola basah (°C)	Suhu termometer bola basah (°C)	Kelemban relatif (%)
1	80-50	47	2	45	90
2	50-43	47	2,5	44	87
3	43-36	47	3	44	84
4	36-30	47	3,5	43	81
5	30-25	50	4,5	46	76
6	25-21	58	6	52	73
7	21-18	64	8	56	66
8	18-16	66	10	56	61
9	16-14	71	12	59	55
10	14-12	76	15	61	48
11	≤ 12	80	20	60	39

Pembandingan Karakteristik Pengeringan Kayu dan Analisis Hasil

Pembandingan karakter pengeringan kayu dilakukan dengan mengkomparasikan hasil pengeringan skedul suhu dan kelembaban menurut Terazawa tersaji pada Tabel 7 dan skedul suhu dan kelembaban industri yang tersaji pada Tabel 8. Ada 23 parameter untuk mengamati Karakter pengeringan. Hasil pengamatana dianalisis dengan menggunakan Uji Eka Arah. Hasilnya disajikan pada Tabel 9 di bawah ini.

Tabel 8. Skedul suhu dan kelembaban milik industri kayu

Langkah	Kadar air (%)	Suhu termometer bola kering (°C)	Depresi suhu termometer bola basah (°C)	Suhu termometer bola basah (°C)	Kelemban relatif (%)
1	> 50	48,9	3,9	45	80
2	50 – 40	48,9	5,6	43,3	72
3	40 – 35	48,9	8,3	40,6	61
4	35 – 30	48,9	13,9	35	41
5	30 – 25	54,4	22,2	32,2	22
6	25 – 20	60	27,8	32,2	15
7	20 – 15	65,6	27,8	37,8	19
8	< 15	82,2	27,8	54,4	26

Dari Tabel 9 terlihat empat fakta karakteristik peneringan sebagai berikut. Pertama, laju pengeringan pada skedul terazawa (13,88 %/jam) lebih tinggi secara sangat signifikan daripada pada skedul industri (12,06 %/jam), sehingga pengeringan dengan skedul Terazawa berlangsung lebih cepat dibandingkan dengan skedul industri. Dengan demikian, pengeringan berbasis terazawa sudah tentu lebih hemat dalam hal durasi waktu pengeringan, energi dan biaya pengeringan. Kedua, kadar air akhir pengeringan pada skedul terazawa (8,03%) lebih rendah secara signifikan daripada pada skedul industri (8,30%). Meskipun demikian, keduanya masih memenuhi kriteria baku mutu karena nilainya kurang dari ketentuan 12%. Ketiga, parameter penyusutan tebal lebih rendah secara sangat signifikan dan penyusutan arah lebar kayu lebih rendah secara signifikan pada pengeringan skedul terazawa dibandingkan pada skedul industri, sedangkan penyusutan arah panjang tidak berbeda secara nyata. Dengan demikian, volume kayu kering pengeringan skedul terazawa lebih tinggi daripada skedul industri. Keempat, semua parameter tentang tingkat kerusakan kayu akibat proses pengeringan dengan skedul Terazawa lebih rendah daripada skedul industri, baik kerusakan dalam bentuk deformasi, retak, pecah maupun terbelah. Dengan demikian, kualitas kayu kering hasil pengeringan skedul terazawa lebih tinggi daripada skedul industri.

Berdasarkan keempat fakta di atas maka dapat disimpulkan bahwa pengeringan dengan skedul Terazawa menghasilkan pengeringan dengan: durasi waktu yang lebih pendek, lebih hemat energi dan biaya pengeringan, penyusutan yang lebih rendah, dan intensitas cacat kayu kering yang lebih rendah pula dibandingkan dengan pengeringan dengan skedul industri. Dengan demikian, karakteristik pengeringan kayu meranti merah yang dilakukan dengan penerapan skedul Terazawa lebih baik dibandingkan dengan penerapan skedul industri.

Tabel 9. Karakteristik proses pengeringan dan hasil analisis

No.	Parameter	Skedul suhu dan kelembaban		Hasil analisis
		Industri	Terazawa	
1	Laju pengeringan (%/jam)	12,06	13,88	SS
2	Kadar air akhir (%)	8,30	8,03	S
3	Penyusutan tebal (%)	4,343	4,243	SS
4	Penyusutan lebar (%)	3,536	3,245	S
5	Penyusutan panjang (%)	0,302	0,324	NS
6	Jumlah cacat membusur	13	10	NS
7	Besar pembusuran	0,0071	0,0041	S
8	Jumlah cacat memangkok	15	16	NS
9	Besar pemangkakan	0,0111	0,00119	S
10	Jumlah cacat melekok	11	9	NS
11	Besar pelekukan	0,0013	0,0009	NS
12	Jumlah cacat mengintan (°)	11	10	NS
13	Besar cacat mengintan	0,86	0,67	NS
14	Jumlah retak ujung	1,81	1,00	SS
15	Rata-rata panjang retak ujung (mm)	26,4	13,17	SS
16	Retak terpanjang retak ujung (mm)	30,30	14,76	SS
17	Total panjang retak ujung (mm)	56,64	23,47	SS
18	Jumlah retak permukaan	1,19	0,81	S
19	Rata-rata panjang retak permukaan (mm)	13,31	10,48	S
20	Retak terpanjang retak permukaan (mm)	15,73	14,13	NS
21	Total panjang retak permukaan (mm)	26,59	23,92	S
22	Jumlah retak dalam	1,86	1,14	S
23	Rata-rata panjang retak dalam (mm)	16,82	11,14	S

IV. KESIMPULAN

Beberapa butir kesimpulan disajikan sebagai berikut. Pertama, kayu meranti merah berkadar air awal 51,71 % dan berat jenis 0,61. Kedua, skedul suhu dan kelembaban berbasis Terazawa dirumuskan dengan kode T4D2, dengan wilayah suhu 47- 80°C, dan kelembaban 90 – 39%. Ketiga, laju pengeringan pada skedul terazawa (13,88 %/jam) lebih tinggi secara signifikan daripada pada skedul industri (12,06 %/jam). Keempat, penyusutan tebal (4,243%) dan lebar (3,245%) pada pengeringan skedul terazawa lebih rendah daripada skedul industri, yakni penyusutan tebal 4,343% dan lebar 3,536%. Kelima, kualitas kayu kering pengeringan Terazawa lebih tinggi daripada kualitas pengeringan skedul industri. Keenam, karakteristik pengeringan dengan skedul terazawa lebih baik daripada pengeringan dengan skedul industri.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimus. 1957. British Standard (BS) nomor 373 Methods of Testing Small Clear Specimen of Timber, London.
- Anonimus, 2011. http://id.wikipedia.org/wiki/Daftar_kayu_di_Indonesia. Diunduh pada 15 September 2011.
- Anonimus, 2011a. Degradasi Hutan Tropis di Indonesia. http://pdf.wri.org/indoforest_chap3_id.pdf. Diunduh pada 15 September 2011.
- Bollmann, 1977. Manual for Technical Drying of Timber. Ludwig Bolmann Kg. Maschinenfabrik. Rielasingen. West Germany.
- Gorisek, Z. dan Straze A., 2007. Influence of wood Drying Technique and Process Condition on Drying Quality of Beech Wood (*Fagus silvatica* L). Conference on Quality Control For Competitiveness of Wood Industries. Warsaw, 15 – 17 Oktober 2010. Diunduh pada 13 Agustus 2012 dari <http://www.coste53.net/downloads/Warsaw/Warsaw-presentation/COSTE53-ConferenceWarsaw-Presentation-Gorisek.pdf>.

- Martawijaya, S., Kartasujana, I., Kadir, K., Suwanda A.P., 1981. Atlas Kayu Indonesia. Jilid I. Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Direktur Jenderal Kehutanan. Bogor.
- Rasmussen EF. 1961. *Dry Kiln, Operator's Manual*. U.S. Department of Agriculture Handbook, 188.
- Soerianegara I dan A. Indrawan. 2005. *Ekosistem Hutan Indonesia*. Laboratorium Ekologi Hutan, Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Terazawa S. 1965. *An Easy Method for the Determination of Wood Drying Schedule*. Wood Industry Japan.
- Whitmore, T.C. 1975. *Tropical Rain Forest of Far- East*. Oxford Univ. Press. New York.

KONFIGURASI PASAK DAN SUDUT ARAH SERAT KUAT TUMPU PADA DESAIN SAMBUNGAN LAMINATED VENEER LUMBER (LVL) KAYU SENGON

Achmad Basuki¹, Stefanus Adi Kristiawan², Hermawan Kris Priyantono³

¹ Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta, achmadbasuki@yahoo.com

² Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta, stefanus88@yahoo.co.uk

³ PT. Sumber Graha Sejahtera, Tangerang, hermawankp@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu alternatifantisipasi berkurangnya kayu keras sebagai material elemen struktur adalah pemanfaatan kayu sengon menjadi *laminated veneer lumber* (LVL). Pemanfaatan LVL tersebut tentunya membutuhkan kajian dari segala aspek termasuk kekuatan sambungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konfigurasi pasak bambu laminasi dan sudut arah serat kuat tumpu LVL, serta kekuatan sambungannya. Metode yang digunakan adalah eksperimental laboratorium dan analisis, dengan membuat model sambungan dari LVL 18x80x200 mm dan variasi sudut serat 0°, 30°, 45°, 60° dan 90°. Diameter pasak bambu laminasi yang digunakan 8, 10 dan 15 mm. Dari hasil pengujian dan analisis menunjukkan bahwa peningkatan jumlah konfigurasi pasak mempunyai pola yang tidak linear terhadap jumlah tahanan lateral, dan tahanan lateral berdasarkan sudut arah serat mempunyai nilai berkebalikan dari hitungan teoritis. Kuat tumpu menunjukkan kecenderungan yang menurun dari sejajar serat sampai tegak lurus serat LVL.

Kata kunci: Konfigurasi pasak, LVL kayu sengon, kuat tumpu.

1. PENDAHULUAN

Salah satu produk yang dapat menjadi alternative sebagai kayu berkekuatan tinggi sebagai struktur suatu konstruksi adalah *Laminated Veneer Lumber* (LVL). LVL dapat diproduksi dari kayu cepat tumbuh dengan diameter kecil serta kualitas yang rendah, tetapi dapat menghasilkan produk dengan kekuatan mekanis yang setara dengan kayu utuh.

LVL sebagai produk olahan mempunyai keunggulan dan kelemahan dibandingkan dengan kayu utuh. Pada kayu utuh pengaruh cacat-cacat alami kayu sangat mempengaruhi keteguhan kayu, tetapi pada produk LVL cacat-cacat alami kayu tersebut dapat disebar secara merata di antara lapisan vinir sehingga dapat meminimumkan pengaruh cacat-cacat tersebut terhadap kekuatan LVL. Hasilnya adalah produk serupa kayu gergajian dengan kekuatan yang lebih tinggi dan lebih seragam dibandingkan kayu utuh dengan kandungan cacat yang sama (Youngquist dan Bryant 1979).

LVL pada produksinya dikhususkan untuk bahan baku konstruksi yang menerima beban struktur dengan pola penyusunan di antara vinir adalah serat sejajar. Menurut Bakar (1996) dibandingkan kayu utuh atau kayu lapis, papan LVL mempunyai nilai lebih, meliputi ukuran panjang "*end-less*", dapat dilengkungkan, keteguhan lebih tinggi, persyaratan kualitas bahan baku rendah, pengawetan rendah dan efisiensi bahan baku tinggi.

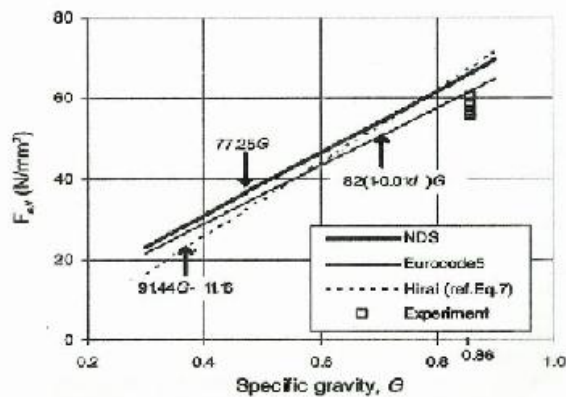
Sambungan merupakan suatu yang tidak bisa terelakkan pada saat kita membangun suatu konstruksi, baik konstruksi yang terbuat dari kayu, beton, baja maupun material bangunan yang lain. Sambungan bisa di definisikan adalah proses penyatuan dua atau lebih unsur atau material dalam rangka menambah suatu panjang atau bidang. Perkuatan utama suatu konstruksi terletak dari kekuatan sambungan pada simpul strukturnya selain dari bahan penyusun struktur tersebut. Desain sambungan didasarkan pada nilai kekuatan pada sebuah alat penyambung yang telah dimodifikasi dengan geometri sambungan dan kondisi penggunaannya (Solitis et al. 1985).

Soltis et al (1987) menuliskan bahwa kekuatan lateral pada suatu sambungan berhubungan erat dengan berat jenis, diameter pasak dan arah pembebanan yang terjadi. Kayu keras dengan mutu tinggi keberadaannya semakin menurun dikarenakan banyak hal, sehingga dimungkinkan dicari alternatif bahan hayati yang dapat menggantikan kayu tersebut sebagai bahan pasak. Material pasak menurut PKKI (1961) harus menggunakan bahan kayu yang keras, besi atau baja. Besi dan baja merupakan hasil tambang yang tidak terbarukan, untuk itu pasak berbahan kayu maupun sejenisnya yang merupakan produk hayati yang terbarukan, pengembangan sampai saat ini masih terus diteliti

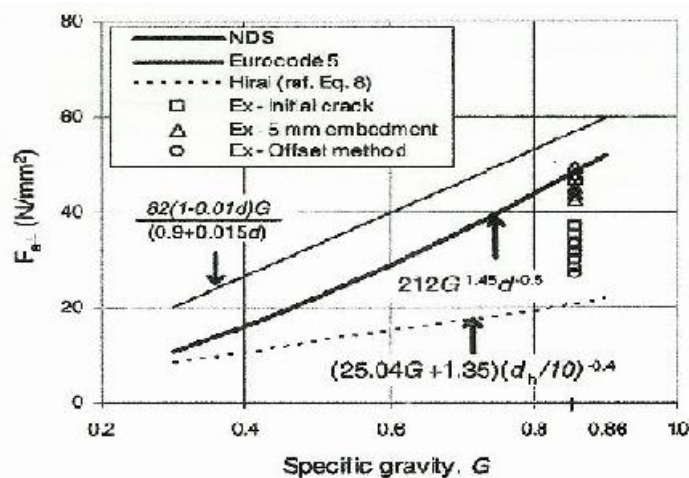
Kekuatan pada struktur bangunan merupakan hal yang tidak bisa diabaikan dalam perancangan suatu konstruksi. Simpul atau sambungan dalam struktur merupakan titik kritis yang mempengaruhi kekuatan. Sambungan pada umumnya menggunakan alat pengencang paku atau baut, yang tentunya mempunyai kelebihan serta kekurangan. Demikian halnya dengan sambungan menggunakan alat pengencang pasak.

Laminated Veneer Lumber memiliki nilai kuat tumpu yang lebih tinggi daripada kayu alami dengan berat jenis yang sama. Gambar 1 menunjukkan bahwa nilai kuat tumpu searah serat pada LVL lebih tinggi dibandingkan estimasi yang diberikan oleh NDS, Eurocode 5, Hirai, dan pengujian Ali Awaluddin. Nilai kuat tumpu yang dihasilkan mendekati estimasi kuat tumpu dari NDS. NDS memberikan rumus kuat tumpu untuk pembebanan sejajar arah serat dengan persamaan (1).

$$F_{e\parallel} = 77,25G \text{ N/mm}^2 \quad (1)$$



Gambar 1. Grafik perbandingan pengujian dan estimasi kuat tumpu untuk pembebanan sejajar arah serat (sumber: J. Wood Science, 2007)

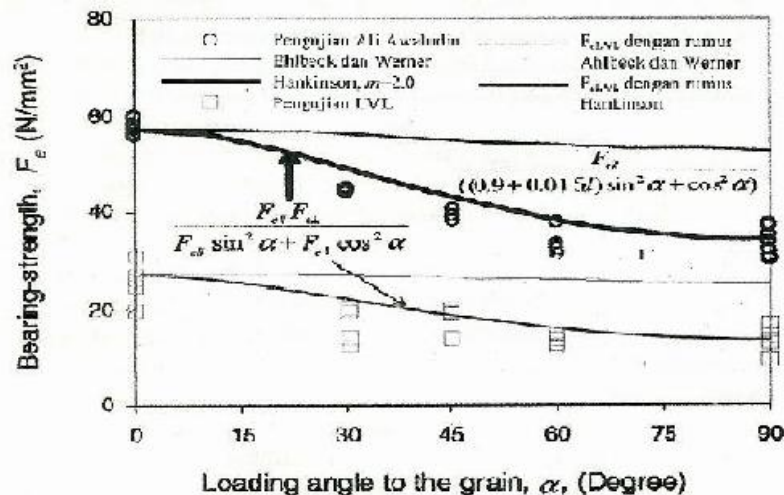


Gambar 2. Grafik perbandingan pengujian dan estimasi kuat tumpu untuk pembebanan tegak lurus arah serat (sumber: J. Wood Science, 2007)

Gambar 2 menunjukkan bahwa nilai kuat tumpu tegak lurus arah serat pada sampe LVL lebih tinggi dibandingkan estimasi yang diberikan oleh NDS, Hirai, dan pengujian Ali Awaluddin, namun nilai-niai kuat tumpu tersebut lebih rendah daripada nilai yang diberikan oleh Eurocode. Kuat tumpu yang dihasilkan dari sampel pengujian penelitian ini berada di antara kuat tumpu yang diestimasi oleh Eurocode dan NDS, Persamaan (2) dan (3) adalah yang disarankan oleh Eurocode dan NDS.

$$F_{e\perp} = \frac{82(1-0,01d)G}{(0,9+0,015d)} \text{ N/mm}^2 \quad (2)$$

$$F_{e\perp} = 212G^{1,45}d^{-0,5} \text{ N/mm}^2 \quad (3)$$



Gambar 3. Efek sudut pembebanan terhadap serat pada kuat tumpu (Sumber: J Wood Science, 2007)

Nilai kuat tumpu sejajar serat ($F_{e\parallel}$) dan tegak lurus serat ($F_{e\perp}$) yang diperoleh pada pengujian Ali Awaluddin masing-masing 57,30 N/mm² dan 34,37 N/mm². Grafik 3. menunjukkan bahwa kuat tumpu yang dihasilkan LVL lebih kecil dibandingkan dengan nilai kuat tumpu kayu *Shorea Obtusa* dalam pengujian Ali Awaluddin. Hal ini disebabkan karena berat jenis LVL yaitu 0,337 gr/cm³ lebih kecil daripada berat jenis kayu *Shorea Obtusa* yaitu 0,86 gr/cm³. Titik-titik kuat tumpu yang dihasilkan LVL menyerupai bentuk garis Persamaan (4) oleh Hankinson.

$$F_{e\alpha} = \frac{F_{e\parallel}F_{e\perp}}{F_{e\parallel}\sin^2\alpha + F_{e\perp}\cos^2\alpha} \text{ N/mm}^2 \quad (4)$$

Sekalipun garis persamaan (4) mendekati titik-titik kuat tumpu LVL, namun tingkat akurasi dari persamaan tersebut masih belum cukup. Oleh karena itu perlu adanya modifikasi dalam Persamaan Hankinson dengan penambahan konstanta untuk mendapatkan hasil yang lebih akurat.

Pemanfaatan bambu dapat dilihat dalam aspek ekologi maupun tujuan desain penggunaan pada umumnya. Sebagai material desain ekologi bambu adalah bahan baku yang dapat diperbaharui, dapat melindungi habitat alam, dapat didaur ulang dan mudah dibuang, mempunyai emisi rendah dan memerlukan energi yang sedikit dalam pemrosesan serta bersahabat dan aman bagi lingkungan. Sedangkan ditinjau dari desain yang berkaitan dengan karakteristiknya, bambu mempunyai sifat antara lain *equitability*, yaitu dapat mudah diperoleh seseorang tanpa melihat status sosial (murah), mempunyai sifat lentur yang cocok dengan ketentuan syarat pasak yang baik. Bambu juga mempunyai sifat sederhana dan intuitif, yaitu material sederhana dimana keindahan ditampakkan dari tekstur serta karakteristik alam dari setiap bambu.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan untuk menemukan konfigurasi desain sambungan yang optimal pada sambungan struktur *Laminated Veneer Lumber* (LVL) dengan pasak bambu sebagai konektor.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen laboratorium dan analisis. Sebuah percobaan untuk mendapatkan suatu hasil yang menegaskan hubungan antara variabel-variabel yang diselidiki dilakukan dalam metode eksperimental.

Bahan utama penelitian ini adalah *Laminated Veneer Lumber* (LVL) dengan dimensi 80 mm × 18 mm × 200 mm yang telah dipilih permukaan halus, tidak mempunyai cacat fisik, dan tidak mempunyai mata kayu dengan ukuran yang diisyaratkan.

Setiap pasak bambu dengan ukuran diameter yang berbeda diuji kuat lentur dan kuat gesernya. Tujuan dari tahapan ini adalah untuk mengetahui tahanan masing-masing pasak bambu. Dari tahanan masing-masing bambu, kuat lentur dan kuat geser pasak bambu dapat dihitung sesuai dengan metode Eurocode EN 408 (2003).

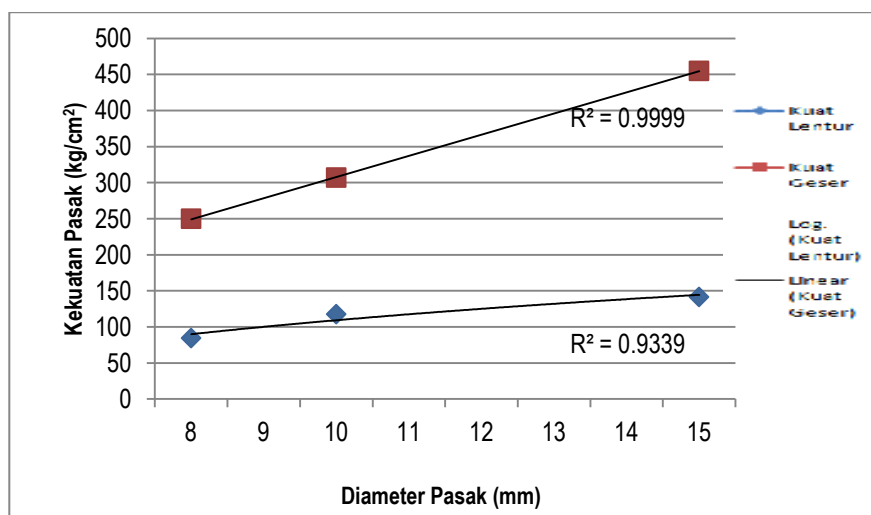
Penelitian ini akan menyelidiki suatu percobaan berupa pengujian desain sambungan LVL dengan pasak bambu sebagai konektor dengan variasi sudut 0°, 30°, 45°, 60°, dan 90°.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Benda uji yang digunakan pada pengujian kuat lentur dan kuat geser pasak adalah pasak bambu laminasi dengan diameter 15 mm, 10 mm, dan 8 mm masing-masing sebanyak 3 buah. Sesuai Metode Eurocode EN 408 (2003), didapat hasil kuat lentur dan kuat geser pasak bambu laminasi pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil uji kuat lentur dan kuat geser pasak bambu laminasi

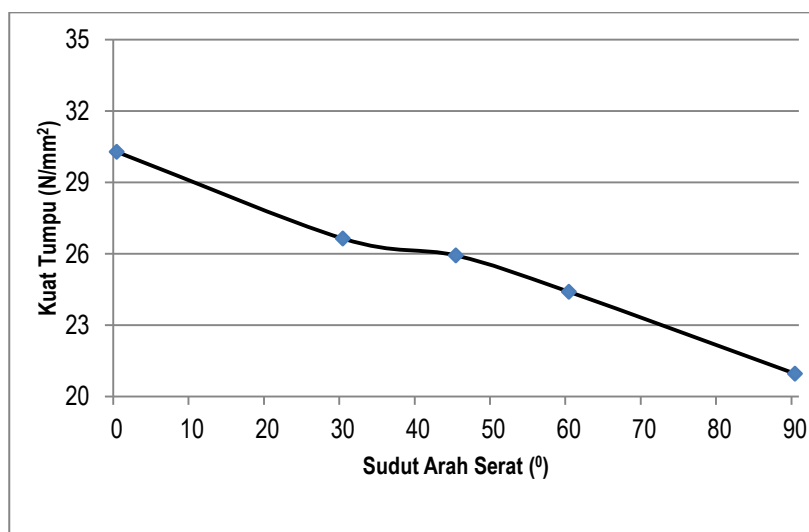
Diameter (mm)	Kuat lentur (kg/cm ²)	Kuat geser (kg/cm ²)
8	84,49	249,972
10	117,67	307,048
15	141,51	454,907



Gambar 4. Hubungan kuat lentur pasak dengan diameter pasak

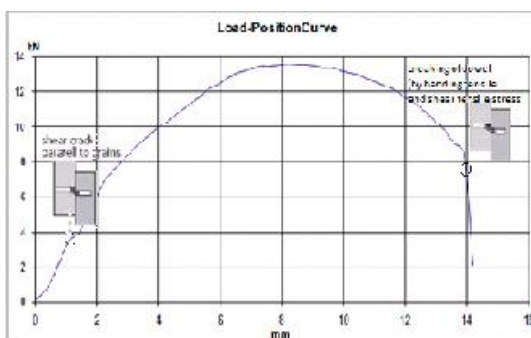
Pada Gambar 4. dapat dilihat bahwa hubungan kuat lentur pasak dengan diameter pasak membentuk grafik logaritmik dengan besar $R^2=0,9333$. Maka grafik logaritmik kuat lentur mampu menggambarkan pola hubungan kuat lentur pasak dengan diameter pasak. Hubungan kuat geser pasak dengan diameter pasak membentuk grafik linier dengan besar $R^2=0,999$. Maka grafik linier kuat geser mampu menggambarkan pola hubungan kuat geser pasak dengan diameter pasak.

Gambar 5 menunjukkan grafik hubungan sudut arah serat dengan kuat tumpu LVL.



Gambar 5. Hubungan Kuat Tumpu dengan Sudut Arah Serat

Berdasarkan perencanaan jumlah serta formasi pasak dalam sambungan, maka dibuat sambungan dengan cara ketiga balok LVL yang akan disambung dibor tegak lurus serat dengan diameter lubang sebesar 90% diameter pasak. Pasak dimasukkan dalam lubang sesuai dengan jumlah dan ukuran lubang yang dibuat. Pengujian dilakukan dengan alat UTM dengan kecepatan 500N/detik. Pengamatan dilakukan pada tiga titik pembebanan yakni daerah elastis, zona plastis, dan saat beban maksimum. Ilustrasi dari kondisi sambungan pada saat pembebanan dapat dilihat pada grafik hubungan penurunan dan beban maksimum yang menggambarkan hasil pengujian kapasitas sambungan benda uji ke-1 (KS 8-A) pada Laboratorium Bahan Teknik Mesin Universitas Sebelas Maret Gambar 6.



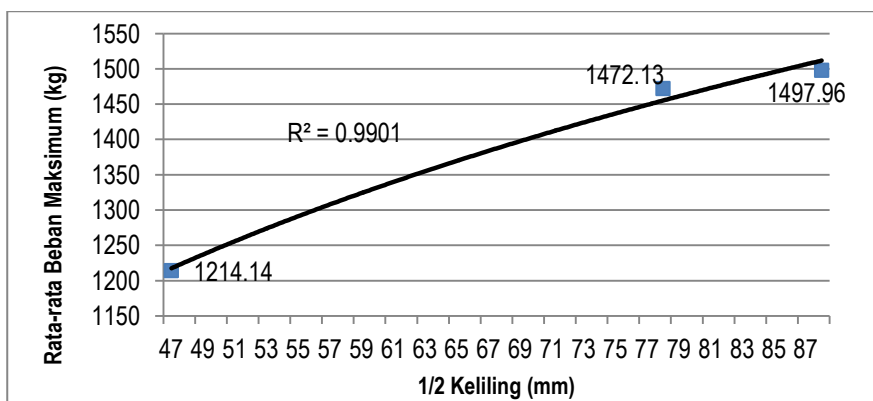
Gambar 6. Grafik klasifikasi pola hasil pengujian tekan sambungan.

Dari Gambar 6. didapat pembebanan maksimum yang terjadi sebesar 13,56 kN. Hasil kuat tekan berdasarkan kapasitas luasan sambungan dua irisan benda uji ditabulasikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil uji kapasitas luasan sambungan dua irisan

ϕ (mm)	$\frac{1}{2}$ Keliling	Luas Pasak (mm ²)	Benda Uji	P Maksimum (kg)	Rerata P Maks (kg)
8	88	352,00	A	1382,74	1497,96
			B	1588,72	
			C	1522,44	
10	78,57	392,86	D	1518,36	1472,13
			E	1400,07	
			F	1497,96	
15	47,14	353,57	G	1358,26	1214,14
			H	925,90	
			I	1358,26	

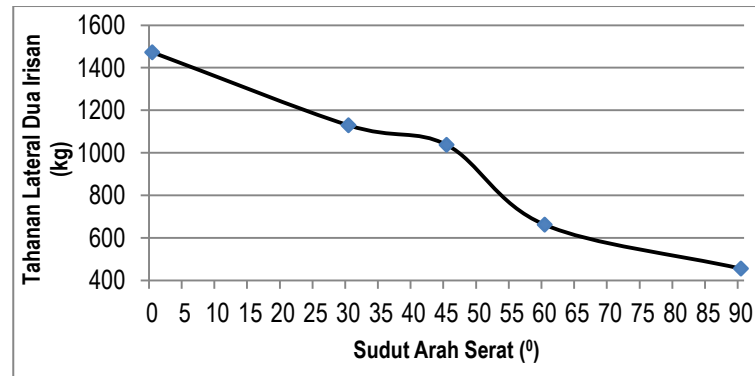
Berdasarkan data pada Tabel 2. dapat dihasilkan grafik hubungan beban maksimum dengan total $\frac{1}{2}$ keliling pasak bambu laminasi seperti pada Gambar 7.



Grafik 7. Hubungan antara beban maksimum dengan $\frac{1}{2}$ keliling

Dari Gambar 7. terlihat bahwa hubungan beban maksimum dengan $\frac{1}{2}$ keliling membentuk garis logaritmik dengan $R^2=0,99$ terhadap data uji. Dengan begitu grafik logaritmik cukup menggambarkan pola hubungan beban maksimum dengan total $\frac{1}{2}$ keliling pasak yang digunakan.

Hasil pengujian sambungan pasak bambu laminasi dimensi terpilih diameter 10 mm pada LVL dengan variasi sudut 0° , 30° , 45° , 60° , dan 90° terhadap serat kayu, menunjukkan bahwa hubungan tahanan lateral dua irisan dengan sudut arah serat membentuk garis linier dengan $R^2=0,966$ terhadap data uji. Dengan begitu grafik linier cukup menggambarkan pola hubungan tahanan lateral dua irisan dengan sudut arah serat, seperti tampak pada Gambar 8.

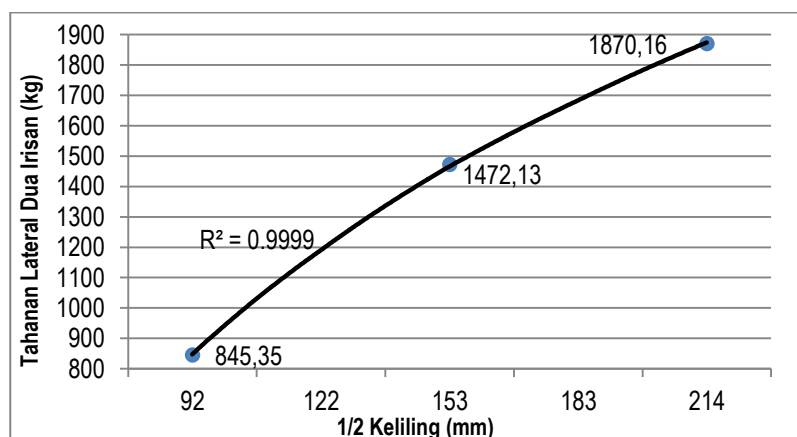


Gambar 8. Hubungan tahanan lateral dua irisan dengan sudut arah serat

Sedangkan, hasil pengujian sambungan dengan berbagai konfigurasi ditunjukkan dalam Tabel 3 dan secara grafis ditunjukkan oleh Gambar 9.

Tabel 3. Hasil uji sambungan berbagai konfigurasi

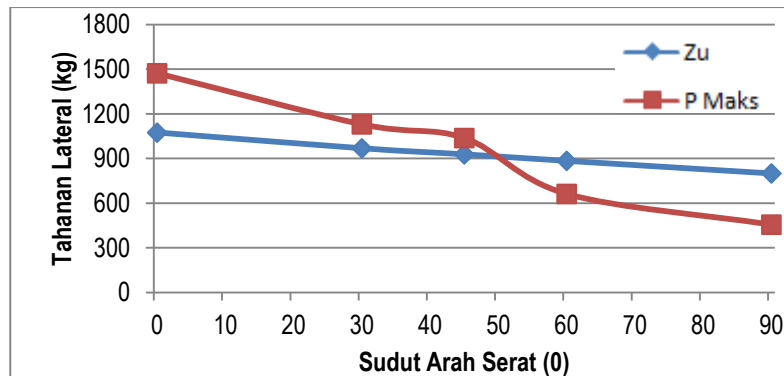
Diameter (mm)	Jumlah pasak (buah)	$\frac{1}{2}$ keliling (mm)	Beban maksimum (kg)	Rata-rata beban maksimum (kg)
10	3	94,29	818,83	845,34
			876,96	
			840,25	
	5	157,14	1518,36	1472,13
			1400,07	
			1497,96	
	7	220,00	1877,30	1870,16
			1857,92	
			1875,26	



Gambar 9. Hubungan sambungan berbagai konfigurasi antara tahanan lateral dua irisan dengan $\frac{1}{2}$ keliling

Dari Grafik 9 terlihat bahwa hubungan tahanan lateral dua irisan dengan $\frac{1}{2}$ keliling membentuk garis logaritmik dengan $R^2=0,999$ terhadap data uji. Dengan begitu grafik logaritmik mampu menggambarkan pola hubungan tahanan lateral dua irisan dengan $\frac{1}{2}$ keliling pasak yang dipakai.

Hubungan tahanan lateral hasil perhitungan estimasi dengan pengujian untuk sambungan menggunakan 5 pasak diameter 10 menunjukkan bahwa terjadi penurunan prediksi nilai tahanan lateral untuk sambungan dengan arah serat lebih dari 45° , seperti tampak pada Gambar 10.



Gambar 10. Hubungan estimasi tahanan lateral dan tahanan lateral hasil uji dengan sudut arah serat

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dari hasil penelitian yang telah dilakukan adalah sebagai berikut: Karakteristik sifat mekanik LVL pada pengujian dengan variasi sudut 0° , 30° , 45° , 60° , dan 90° terhadap arah serat kayu adalah sebagai berikut:

- Pola keretakan yang terjadi pada saat kayu mengalami desakan mengikuti arah seratnya.
- Berdasarkan hasil pengujian sambungan berdasarkan sudut terhadap arah serat kayu bahwa nilai tahanan semakin menurun dengan perubahan sudut dari sejajar ke tegak lurus sehingga nilai tahanan pada sudut arah serat 0° memiliki nilai tahanan tertinggi dibandingkan dengan sudut arah serat lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- American Society of Civil Engineer (ASCE). 1996. *Mechanical Connection in Wood Structures*. ASCE Manuals and Report on Engineering Practice No. 84, New York.
- ANSI/ASTM D 790-71 : 1978 *Standard Test Methods for Flexural Properties of and Electrical Insulating Materials*. Philadelphia, Pa.
- ASTM D 5652 : 2000 *Standard Test Methods for Bolted Connection in Wood and Wood-Based Products*. Philadelphia, Pa.
- Awaludin, Ali. 2005. *Konstruksi Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Awaludin, Ali. 2005. *Perencanaan Sambungan Kayu*. Biro Penerbit KMTS Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). 2002. *Tata Cara Perencanaan Konstruksi Kayu Indonesia*. SNI-5. Jakarta.
- Bakar, E.S. 1996. *Kayu Laminasi Vinir Sejajar*. Buletin Teknologi Hasil Hutan, Vol. I. Hal 24-30. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Breyer, D.E. Fridley, K.J. Cobeen, K.E. and Pollock, D.G. 2007. *Design of Wood Structures ASD/LRFD*. McGraw-Hill. United States of America.
- Rosalita, Yetvi. 2009. *Kajian Optimasi Sambungan Pasak Bambu Laminasi Pada Struktur Laminated Veneer Lumber (LVL)*. Thesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Soltis, Lawrence S. Karnasudirdja, S. Little, James K. 1987. *Angle to Grain Strength of Dowel-Type Fasteners*. *Wood and Fiber Science Journal*, Vol 19 (1).

- Wilkinson, T.L., 1991. *Dowel Bearing Strength*. Res. Pap. FPL-RP-505. Madison, WI: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Forest Product Laboratory.
- Yap, F. 1964. *Konstruksi Kayu*. Bina Cipta. Bandung.
- Youngquist, J.A dan B.S. Bryant. 1979. *Production and Marketing Feasibility of Parallel Laminated Veneer Product*. *Forest Products Journal* 29 (8) : 45

ANALISA LAYER SYSTEM PADA BILAH BAMBU DAN BAMBU LAMINASI DENGAN MENGGUNAKAN RASIO IKATAN PEMBULUH SEBAGAI SUBSTITUSI RASIO MODULUS ELASTISITAS

Effendi Tri Bahtiar, Naresworo Nugroho, Surjono Surjokusumo, Lina Karlinasari, Atmawi Darwis

ABSTRAK

Anatomi bambu disusun oleh sel-sel yang heterogen. Komponen anatomi bambu yang memberikan sumbangan terbesar pada sifat mekanisnya adalah ikatan pembuluh, sehingga kerapatan ikatan pembuluh dapat digunakan sebagai variabel dasar untuk menganalisa sifat mekanis bambu. Kerapatan ikatan pembuluh berdegrasi dari tepi hingga ke dalam bambu sehingga dapat diturunkan suatu fungsi linier ataupun non linier sebagai pendekatannya. Rasio modulus elastisitas (E) yang lazim digunakan pada metode *transformed cross section*, pada penelitian ini dicoba diganti dengan rasio ikatan pembuluh dengan asumsi bahwa keduanya adalah ekuivalen. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa terdapat nilai korelasi Pearson yang tinggi antara hasil teoritis dan hasil empiris, sedangkan hasil uji *t-student* data berpasangan menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara keduanya. Dengan demikian model transformasi yang diturunkan dapat digunakan untuk melakukan analisa *layer system* pada bilah bambu maupun bambu laminasi dengan hasil yang dapat dipertanggungjawabkan. Dari ketiga model transformasi terpilih (linier, logaritmik, dan *power*) model *power* adalah model yang terbaik karena menghasilkan nilai yang paling mendekati data empiriknya.

Kata kunci: bambu, ikatan pembuluh, model, *transformed cross section*, sifat mekanis,

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Bambu merupakan tumbuhan monokotil yang tumbuh sangat cepat. Hal ini menjadikan bambu sebagai material yang sangat menjanjikan sebagai substitusi kayu untuk sumber selulosa maupun bahan konstruksi. Bambu berbentuk silinder berongga berupa ruas-ruas yang disambung oleh buku. Seperti halnya material alami yang berasal dari organisme biologis, struktur anatomi bambu tersusun atas sel-sel yang sangat heterogen. Namun sebagian besar aplikasi konsep dasar *continuum* mekanik memerlukan asumsi bahwa material haruslah diidealisasi sebagai material sempurna yang homogen. Konsep tersebut telah dipergunakan secara luas karena menyederhanakan kerumitan permasalahan yang timbul akibat heterogenitas struktur anatomi material.

Sifat mekanis bambu sangat dipengaruhi oleh struktur anatominya. Dibandingkan komponen anatomi lainnya, ikatan pembuluh (*vascular bundles*) merupakan komponen anatomi yang berfungsi memberikan kekuatan pada batang bambu. (Li, 2011). Kekuatan dan kekakuan bambu sangat dipengaruhi oleh jumlah dan luas ikatan pembuluh per satuan luas penampang. Semakin rapat ikatan pembuluh, maka kekuatan dan kekakuannya meningkat pula. Pengamatan mikroskopis menunjukkan bahwa bagian tepi (dekat kulit) memiliki vaskular bundle yang sangat rapat, selanjutnya ke arah dalam semakin jarang. (Mustafa, *et al* 2011, Andre 1998). Lebih lanjut kondisi ini mengakibatkan kekuatan dan kekakuan bambu yang cenderung semakin rendah dari tepi ke dalam. (Ray, 2005). Analisa mekanika dengan mempertimbangkan variasi kekuatan dan kekakuan ini pada berbagai bagian bambu, lebih mendekati kondisi aktual daripada mengasumsikan bambu sebagai material yang homogen.

Pada bidang aksial, kekuatan dan kekakuan bambu bergradasi menurun dari tepi ke luar. Sebuah fungsi tertentu (linier atau non linier) dapat dipergunakan untuk menduga pola degradasi tersebut. Selanjutnya karena hubungan yang erat antara kerapatan ikatan pembuluh (jumlah ikatan pembuluh per satuan luas) dengan sifat mekanis bilah bambunya, maka pola gradasi ini dapat diturunkan lebih lanjut sebagai fungsi kerapatan ikatan pembuluh. Bilah bambu dapat diasumsikan sebuah *layer system* yang kekuatan dan kekakuan tiap *layer*-nya merupakan fungsi dari kerapatan ikatan pembuluh. Berkaitan dengan hal tersebut, metode *transformed cross section* dapat dipergunakan sebagai salah satu alat analisis yang cukup memadai untuk menduga kekuatan dan kekakuan bilah bambu maupun bambu laminasi.

Tujuan

Penelitian ini mengamati sebaran kerapatan *vascular bundles* pada penampang melintang bambu, menyusun fungsi ideal jarak terhadap kerapatan *vascular bundles*, dan selanjutnya melakukan analisa mekanika pengaruh vaskular bundle terhadap sifat penampang dan Modulus Elastisitas (MOE) bambu laminasi dua lapis. Dari tiga konfigurasi bambu laminasi yang disusun yaitu luar-dalam (LD), luar-luar (LL), dan dalam-dalam (DD) dihitung efisiensi kekakuan yang dihasilkan.

Manfaat

Manfaat penelitian ini antara lain dapat diperoleh metode analisa mekanika bahan yang lebih mendekati kondisi aktual bambu laminasi daripada metode *continuum* mekanik yang mengasumsikan homogenitas material. Selain itu dapat pula dipilih konfigurasi bambu laminasi yang memiliki efisiensi yang terbaik.

II. METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan yang dipergunakan pada penelitian ini antara lain bilah bambu tali, betung, dan andong berukuran 6 meter yang diperoleh dari pangkalan bambu di Bogor. Peralatan yang dipergunakan antara lain Mikroskop, *Universal Testing Machine* (UTM) Instron Type 3369, parang, dan alat-alat *wood working*.

Metode

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

1. Persiapan bahan
Buluh bambu sepanjang 6 m dikeringudarkan, lalu dipotong menjadi 3 bagian yaitu pangkal, tengah dan ujung. Setiap bagian dipotong ruasnya sepanjang 1.5 – 2 cm untuk pengamatan anatomi, sedangkan sisanya dipergunakan untuk contoh uji tarik sejajar serat dan bahan baku bambu laminasi dua lapis.
2. Pengamatan anatomi
Ruas bambu yang telah dipotong, disayat bagian penampang lintangnya kemudian diletakkan di atas preparat. Sampel diamati dengan mikroskop dengan perbesaran 10×, kemudian difoto dengan *software Motic Images Plus 2.0 ML*. Setiap foto dipotong secara digital menjadi lima bagian dari arah tepi ke dalam selanjutnya kerapatan ikatan pembuluh dinyatakan sebagai jumlah ikatan pembuluh per luas area yang dihitung pada setiap potongan foto. Median jarak dari tepi pada setiap potongan foto dipergunakan sebagai titik pusat pengamatan. Kerapatan ikatan pembuluh diplotkan pada diagram Cartesius dengan jarak dari tepi sebagai ordinatnya. Kerapatan ikatan pembuluh selanjutnya dinyatakan dalam fungsi jarak dari tepi yang diperoleh dari regresi linier maupun non linier (logaritmik dan *power*).
3. Analisa sifat penampang bilah bambu
Dengan batasan bahwa kekakuan dan kekuatan bambu terutama disumbangkan oleh kerapatan ikatan vaskular, maka rasio modulus elastisitas pada setiap posisi adalah ekuivalen dengan rasio kerapatan ikatan vaskular (Persamaan 1), maka lebar penampang tertransformasi dalam metode *transformed cross section* dapat dimodifikasi dengan rasio kerapatan ikatan vaskular sebagai substitusi dari rasio modulus elastisitas (Persamaan 2).

$$\frac{E_i}{E_j} \approx \frac{v_i}{v_j} \dots \dots \dots (1)$$

$$b_i = \frac{E_i}{E_j} b_j \approx \frac{v_i}{v_j} b_j \dots \dots \dots (2)$$

Karena kerapatan ikatan pembuluh merupakan fungsi dari jarak, maka persamaan 2 dapat diubah menjadi:

$$b_i \approx \frac{f(y_i)}{f(y_j)} b_j \dots \dots \dots (3)$$

Apabila bilah bambu bagian pusat (yaitu sejauh 7.5 mm dari tepi) dipilih sebagai referensi, dan bilah bambu dibuat berukuran lebar (b) 20 mm, maka:

$$b_i \approx \frac{f(y_i)}{f(7.5)} 20 \dots\dots\dots (4)$$

Apabila bilah bambu setebal 10 mm dibuat dengan menghilangkan kulit luar setebal 2 mm dan matrik bagian dalam, maka sifat-sifat penampang tertransformasi secara umum diperoleh berdasarkan rumusan:

a. Luas penampang:

$$A_{tcs} = \int_2^{12} \left(20 \frac{f(y_i)}{f(7.5)} \right) dy \dots\dots\dots (5)$$

b. Momen pertama penampang:

$$Q_{(tcs)} = \int_2^{12} y \left(20 \frac{f(y_i)}{f(7.5)} \right) dy \dots\dots\dots (6)$$

c. Centroid:

$$c_{(tcs)} = \frac{Q_{(tcs)}}{A_{(tcs)}} - 2 \dots\dots\dots (7)$$

d. Momen Inersia penampang pada sumbu x:

$$I_{(xc)tcs} = \int_2^{12} y^2 \left(20 \frac{f(y_i)}{f(7.5)} \right) dy \dots\dots\dots (8)$$

e. Momen Inersia penampang pada centroid:

$$I_{(xc)tcs} = I_{(x)tcs} - c_{(tcs)}^2 A_{(tcs)} \dots\dots\dots (9)$$

Khusus untuk model linier, penampang tertransformasi berbentuk trapesium, sehingga sifat sifat penampang dapat diselesaikan secara lebih sederhana dengan cara membaginya menjadi lima bagian yaitu empat bagian segitiga siku-siku dan satu bagian persegi empat. Dengan demikian rumusan sifat-sifat penampang berikut dapat dipergunakan:

a. Luas penampang:

$$A_{\Delta} = \frac{bh}{2} \dots\dots\dots (10)$$

$$A_{\blacksquare} = bh \dots\dots\dots (11)$$

$$A = \sum_{i=1}^5 A_i \dots\dots\dots (12)$$

b. Centroid:

$$c_{\Delta} = \frac{h}{3} \dots\dots\dots (13)$$

$$c_{\blacksquare} = \frac{h}{2} \dots\dots\dots (14)$$

$$c_{(tcs)} = \frac{\sum_{i=1}^5 c_i A_i}{\sum_{i=1}^5 A_i} \dots\dots\dots (15)$$

c. Momen Inersia penampang pada centroid masing-masing bidang:

$$I_{\Delta} = \frac{bh^3}{36} \dots\dots\dots (16)$$

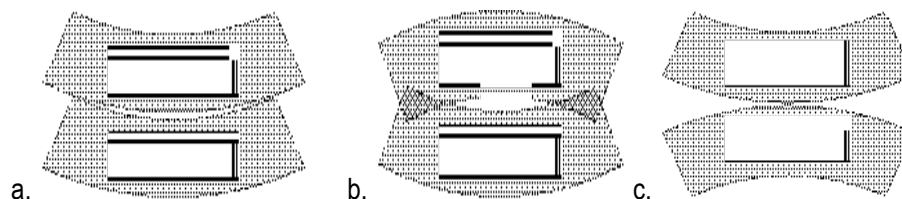
$$I_{\blacksquare} = \frac{bh^3}{12} \dots\dots\dots (17)$$

d. Momen Inersia penampang pada centroid:

$$I_{(xc)tcs} = \sum_{i=1}^5 \left(I_i + (c_i - c_{(tcs)})^2 A_i \right) \dots\dots\dots (18)$$

4. Analisa sifat penampang bambu laminasi dua lapis

Bambu laminasi dua lapis dibuat dengan tiga konfigurasi yaitu luar-dalam (LD), luar-luar (LL) dan dalam-dalam (DD), sebagaimana disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Konfigurasi bambu laminasi dua lapis: (a) luar-dalam (LD), (b) luar-luar (LL), (c) dalam-dalam (DD)

Lebar setiap penampang kemudian ditransformasikan sesuai dengan persamaan 4, sehingga diperoleh bentuk geometri penampang tertransformasi. Selanjutnya sifat-sifat penampang dihitung sebagai:

a. Luas penampang

$$A = \sum_{i=1}^2 A_{i(tcs)} \dots\dots\dots (19)$$

b. Centroid

$$c = \frac{\sum_{i=1}^2 c_{i(tcs)} A_{i(tcs)}}{\sum_{i=1}^2 A_{i(tcs)}} \dots\dots\dots (20)$$

c. Momen Inersia penampang pada centroid

$$I_{eff} = \sum_{i=1}^2 (I_{i(xc)tcs} + (c_{i(tcs)} - c)^2 A_{i(tcs)}) \dots\dots\dots (21)$$

d. Momen Inersia penampang aktual

$$I_{(act)} = \frac{bh^3}{12} = \frac{20 \times 20^3}{12} = 13333.33 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (22)$$

Rasio modulus elastisitas bambu laminasi dua lapis ($E_{efektif}$) dibandingkan bilah bambu bagian pusat (E_p)

$$R = \frac{E_{eff}}{E_p} = \frac{I_{eff}}{I_{(act)}} \times 100\% \dots\dots\dots (23)$$

Selanjutnya efisiensi bambu laminasi dua lapis (S) dinyatakan dengan:

$$S = \frac{E_{eff} - E_p}{E_p} \times 100\% = \left(\frac{E_{eff}}{E_p} - 1 \right) \times 100\% = (R - 1) \times 100\% \dots\dots\dots (24)$$

5. Pembuatan dan pengujian bambu laminasi

Ketiga konfigurasi bambu laminasi dua lapis (LD, LL, dan DD) dibuat dari tiga jenis bambu yaitu tali, betung, dan andong; masing-masing dari bagian pangkal, tengah, dan ujung. Masing-masing bagian (pangkal, tengah, dan ujung) bertindak sebagai ulangan, dan setiap ulangan dibuat dua contoh uji sebagai sub-ulangan. Dengan demikian terdapat $(3 \times 3 \times 3 \times 2) = 54$ contoh uji yang dibuat. Selanjutnya contoh uji diuji lentur dengan konfigurasi *center point loading*, mengacu pada ASTM D143-94(2000)e1.

Analisa Data

Untuk melakukan verifikasi efisiensi teoritis dengan data empiris, analisa data dilakukan secara bertahap, yaitu:

- Sebagai data acuan adalah modulus elastisitas bambu laminasi dua lapis dengan konfigurasi luar-dalam (LD) (E_{LD})
- Selanjutnya modulus elastisitas bambu laminasi dua lapis dengan konfigurasi luar-luar (E_{LL}) dan dalam-dalam (E_{DD}) dikurangi dengan E_{LD} sehingga diperoleh rasio ΔE terhadap E_{LD} (Persamaan 25 dan 26):

$$R_{E(LL)} = \frac{E_{LL} - E_{LD}}{E_{LD}} \times 100\% \dots\dots\dots (25)$$

$$R_{E(DD)} = \frac{E_{DD} - E_{LD}}{E_{LD}} \times 100\% \dots\dots\dots (26)$$

- Rasio hasil teoritis diperoleh dengan rumusan:

$$R_{R(LL)} = \frac{S_{LL} - S_{LD}}{S_{LD} + 100} \times 100\% \dots\dots\dots (27)$$

$$R_{R(DD)} = \frac{S_{DD} - S_{LD}}{S_{LD} + 100} \times 100\% \dots\dots\dots (28)$$

- Untuk menguji validitas rasio hasil empiris dibanding rasio hasil teoritis dilakukan uji t-student dengan hipotesa:

$$H_0 : R_E - R_R \neq 0$$

$$H_1 : R_E - R_R = 0$$

Apabila H_0 ditolak dan H_1 diterima, maka dapat dinyatakan bahwa rasio hasil empiris tidak berbeda dengan rasio hasil teoritis. Kondisi tersebut memiliki konsekuensi hasil teoritis adalah cukup memadai untuk menduga hasil empiris, sehingga rasio kerapatan ikatan vaskular bambu dapat dipergunakan untuk menggantikan rasio modulus elastisitas pada metode *transformed cross section*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

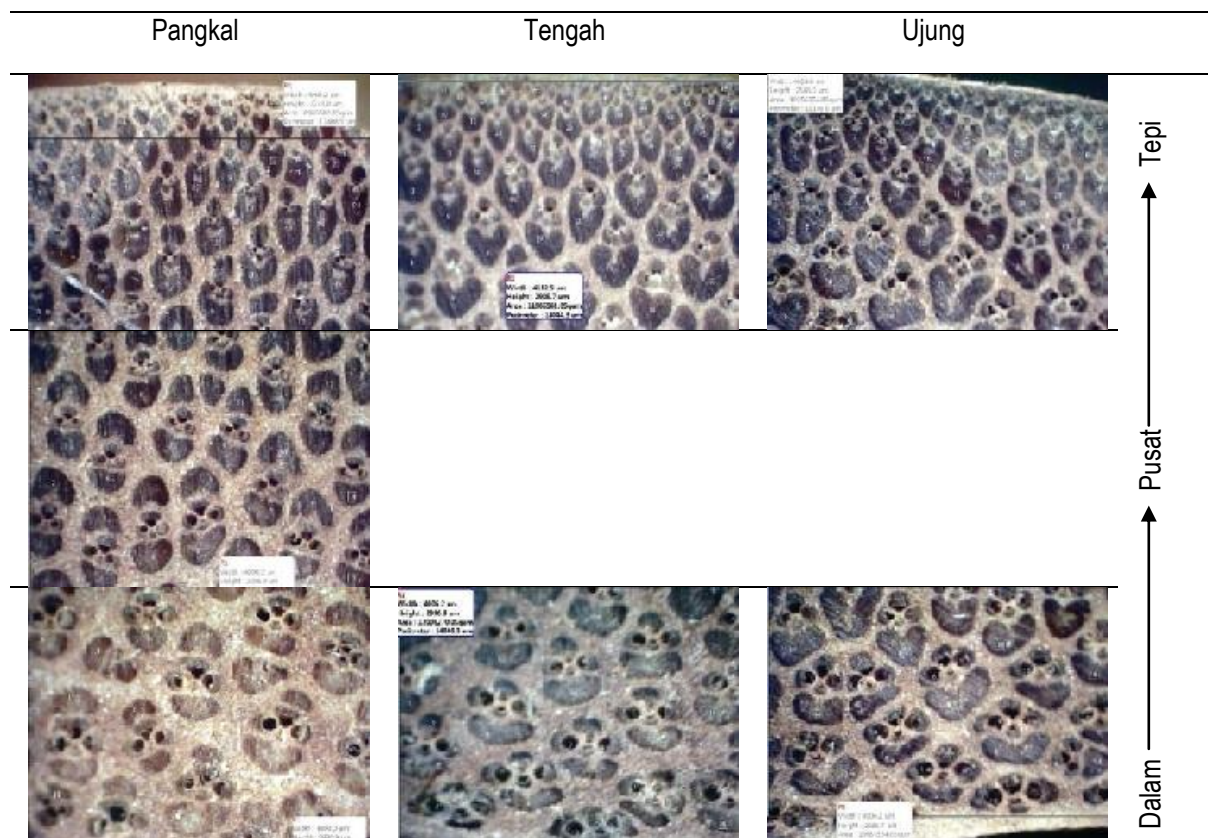
Distribusi *Vascular Bundles*

Secara umum terlihat bahwa jumlah ikatan pembuluh per satuan luas (selanjutnya disebut kerapatan ikatan pembuluh) pada ketiga jenis bambu menurun dari tepi ke dalam, namun ukuran luas masing-masing ikatan pembuluh semakin kecil. (Gambar 2, 3, dan 4). Ikatan pembuluh terdiri atas sel sklerenkim, metaxylem, protoxylem, dan phloem. Dibanding ketiga jenis sel lainnya, sel sklerenkim yang dominan menyumbangkan kekuatan bilah bambu. Oleh karena sel sklerenkim terdapat pada ikatan pembuluh, maka jumlah sel sklerenkim pada setiap penampang bambu adalah sebanding dengan jumlah ikatan pembuluhnya. Selain ikatan pembuluh, bambu tersusun atas sel-sel parenkim yang bertindak sebagai jaringan dasarnya. Proporsi parenkim akan berbanding terbalik dengan kerapatan ikatan vaskular. Sel parenkim berfungsi untuk menyimpan cadangan makanan berupa pati dan gula. Keberadaan pati dan gula cenderung menarik organisme perusak untuk bahan pakannya. Berkaitan dengan hal tersebut, kerapatan ikatan pembuluh yang lebih tinggi cenderung membuat bambu lebih kuat dan awet.

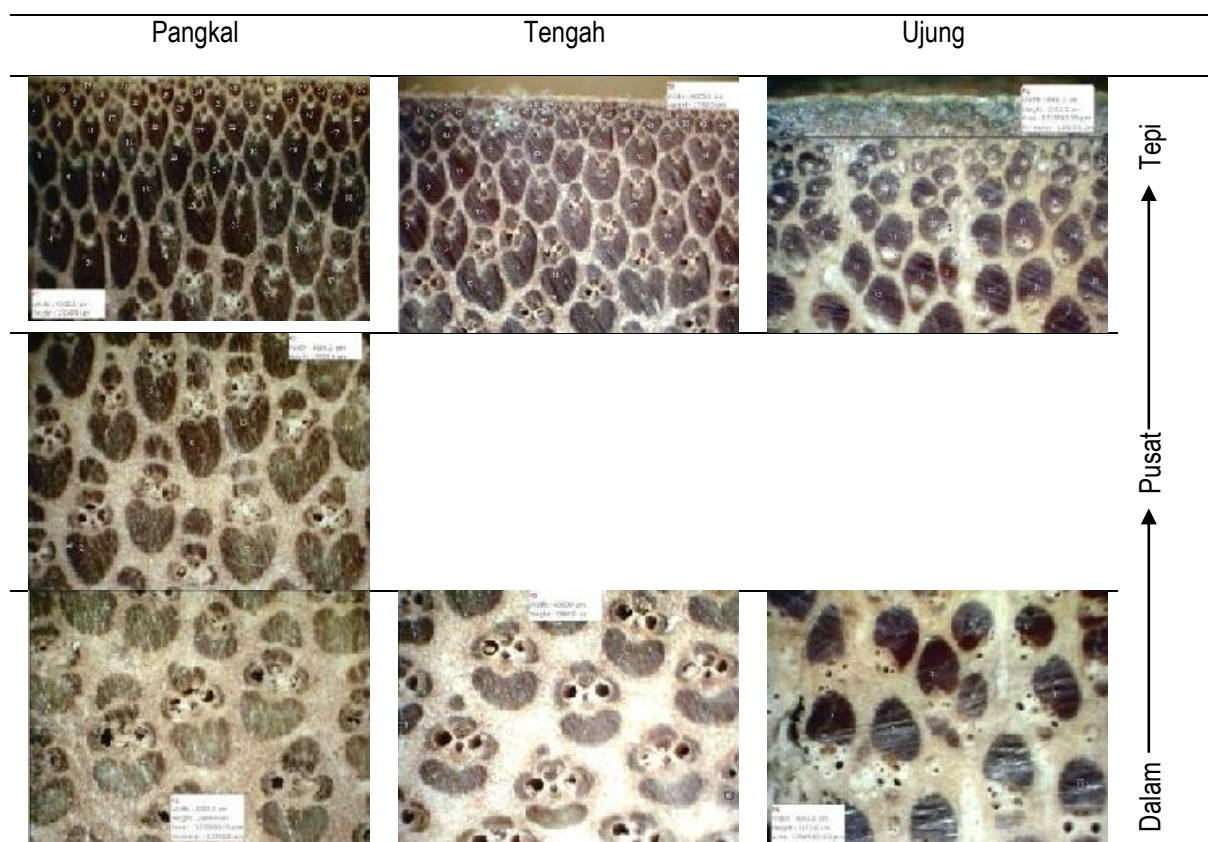
Kerapatan ikatan pembuluh (buah/mm^2) dihitung dengan cara membagi setiap foto mikroskop menjadi 5 bagian, lalu setiap bagian dihitung jumlahnya. Hasil pengamatan disajikan pada Gambar 5(a,b, c, dan d). Tiga buah fungsi regresi yaitu linier, logaritmik, dan power dicoba untuk mengepas titik-titik data pada diagram kartesius (Tabel 1). Secara umum fungsi non linier lebih baik dalam mengepas kerapatan ikatan vaskular pada berbagai jarak dari tepi bambu. Namun karena analisis mekanika menjadi lebih sederhana pada fungsi linier daripada fungsi nonlinier, maka regresi linier tetap dipertahankan. Khusus bambu andong (Gambar 5c dan 5d) tampak bahwa kerapatan ikatan vaskular bagian ujung jauh lebih rendah daripada pangkal dan tengah pada kedalaman yang sama. Oleh karena itu perlu dipisahkan bagian ujung dari dua bagian yang lain. Gambar 5d menunjukkan plot dan garis regresi bambu andong yang telah dipisahkan bagian ujungnya, sedangkan garis regresi pada Gambar 5c menggunakan seluruh data.

Tabel 1. Fungsi regresi linier, logaritmik, dan *power* untuk mengepas kerapatan ikatan vaskular pada berbagai kedalaman

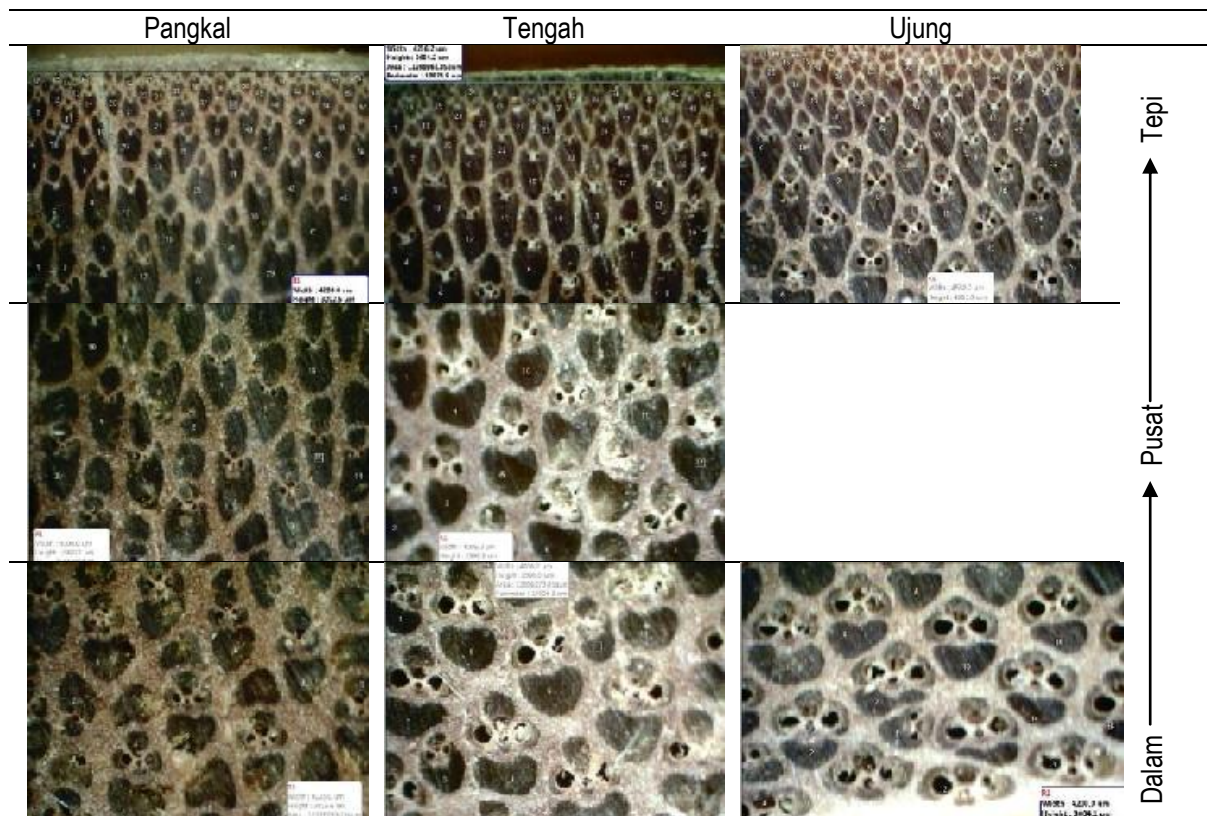
Jenis bambu	Linier	Non-linier (logaritmik)	Non-linier (power)
Tali (semua)	$y = -0.516x + 6.221; R^2 = 0.446$	$y = -2.57\ln(x) + 6.679; R^2 = 0.848$	$y = 5.522x^{-0.59}; R^2 = 0.923$
Betung (semua)	$y = -0.647x + 7.255; R^2 = 0.561$	$y = -3.28\ln(x) + 8.068; R^2 = 0.927$	$y = 7.070x^{-0.85}; R^2 = 0.864$
Andong (semua)	$y = -0.393x + 4.751; R^2 = 0.265$	$y = -2.11\ln(x) + 5.383; R^2 = 0.59$	$y = 3.273x^{-0.53}; R^2 = 0.316$
Andong (pangkal+tengah)	$y = -0.52x + 6.394; R^2 = 0.495$	$y = -2.60\ln(x) + 6.891; R^2 = 0.907$	$y = 5.792x^{-0.61}; R^2 = 0.913$
Andong (ujung)	$y = -0.158x + 1.147; R^2 = 0.650$	$y = -0.46\ln(x) + 1.050; R^2 = 0.927$	$y = 0.919x^{-0.65}; R^2 = 0.993$



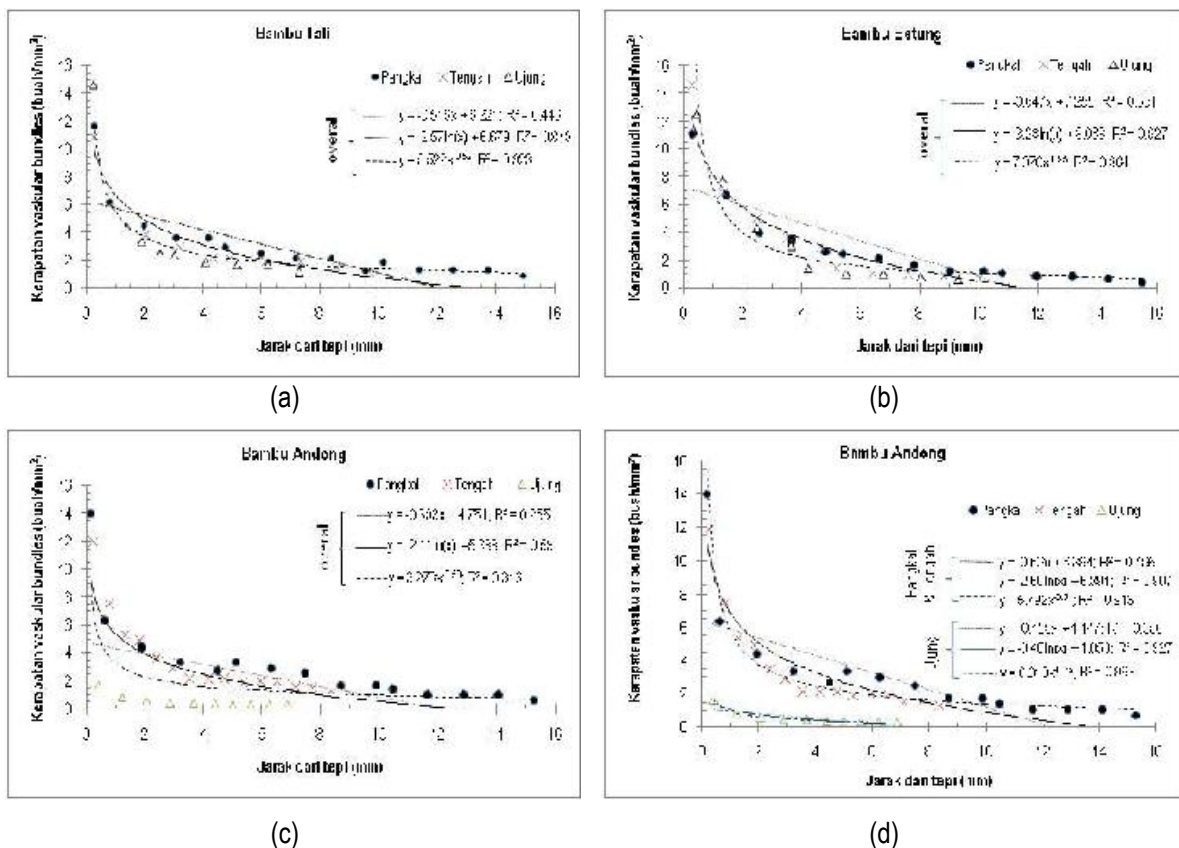
Gambar 2. Penampakan mikroskopis penampang melintang ruas bambu tali



Gambar 3. Penampakan mikroskopis penampang melintang ruas bambu betung



Gambar 4 Penampakan Mikroskopis Penampang Melintang Ruas Bambu Andong



Gambar 5. Plot dan garis regresi kepadatan ikatan pembuluh pada berbagai kedalaman pada: (a) bambu tali, (b) bambu betung, (c) bambu andong, (d) bambu andong terpisah ujungnya.

Analisa Sifat Penampang Bilah Bambu

Metode transformed cross section telah lazim digunakan secara luas untuk analisa material yang berlapis-lapis (*layered system*). Metode ini mentransformasi lebar penampang suatu material sesuai dengan rasio modulus elastisitas (E)-nya. Material yang ber-E tinggi akan diperlebar, sedangkan yang ber-E rendah akan dipersempit sehingga akan terbangun bentuk geometri imajiner yang baru dan sama sekali berbeda dengan bentuk geometri aktualnya. Bentuk geometri imajiner ini sering pula disebut dengan penampang tertransformasi (*transformed cross section*). Dengan asumsi bahwa rasio E adalah ekuivalen dengan rasio kerapatan ikatan pembuluh, maka bentuk penampang tertransformasi tersebut dapat juga dibangun dari fungsi kerapatan ikatan pembuluh. Dengan demikian, ketiga model regresi (linier, logaritmik, dan power) dari kerapatan ikatan pembuluh pada berbagai kedalaman dapat digunakan untuk membangun bentuk penampang tertransformasi dan melakukan analisa sifat penampangnya.

Model linier

Bambu setebal 15 mm dengan lebar 20 mm, bagian tepi dan dalamnya masing-masing disayat 2 mm dan 3 mm sehingga menghasilkan bilah bambu tanpa kulit dan tanpa matriks setebal 10 mm (Gambar 6a dan 6b). Selanjutnya, apabila bagian pusat dipergunakan sebagai nilai standar, maka bagian dalam akan tertransformasi menjadi lebih sempit karena Modulus Elastisitas (E)-nya lebih kecil daripada bagian pusat, sebaliknya bagian tepi menjadi lebih lebar. Perubahan lebar ini sebanding dengan besarnya rasio Modulus Elastisitas suatu bagian dibandingkan bagian standar terpilih (dalam kasus ini dipilih pusat bambu sebagai standar). Oleh karena rasio E diasumsikan ekuivalen dengan rasio kerapatan *vascular bundle* maka penampang tertransformasi dapat dibangun dari persamaan berikut:

a. Bambu Tali:

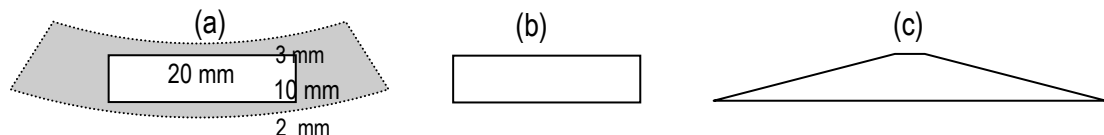
$$b_{tcs} = 20 \frac{f(y)}{f(7.5)} = 20 \frac{-0.516y+6.221}{2.351} = -4.39y + 52.92; \text{ untuk } 2 < y < 12 \dots\dots\dots (29)$$

b. Bambu Betung

$$b_{tcs} = 20 \frac{f(y)}{f(7.5)} = 20 \frac{-0.647y+7.255}{2.403} = -5.386y + 60.395; \text{ untuk } 2 < y < 12 \dots\dots\dots (30)$$

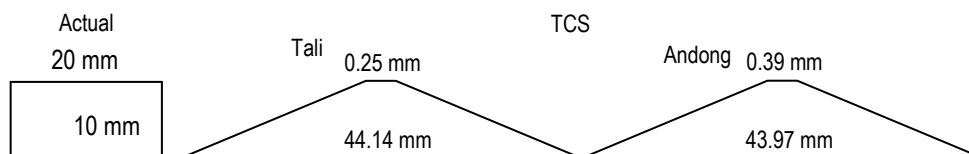
c. Bambu Andong

$$b_{tcs} = 20 \frac{f(y)}{f(7.5)} = 20 \frac{-0.393y+4.751}{1.804} = -4.36y + 52.69; \text{ untuk } 2 < y < 12 \dots\dots\dots (31)$$



Gambar 6. (a) Asal bilah bambu, (b) penampang aktual, (c) penampang tertransformasi

Sesuai dengan Persamaan 29 - 31 maka penampang tertransformasi berbentuk trapesium dengan tinggi 20 mm, dan panjang sisi atas dan bawah seperti tersaji pada Gambar 7. Khusus untuk bambu betung pemilihan bilah standar yaitu sejauh 7.5 mm dari tepi mengakibatkan panjang sisi atas bernilai negatif sehingga model linier tidak tepat diterapkan pada kasus bambu betung ini.



Gambar 7. Dimensi penampang aktual dan penampang tertransformasi model linier pada bambu tali dan andong

Untuk mendapatkan sifat-sifat penampang tertransformasi, bidang trapesium tersebut dibagi menjadi 3 bagian, yaitu dua bidang segitiga siku-siku dan satu bidang persegi empat. Posisi centroid masing-masing bidang dapat dilihat pada Gambar 8.

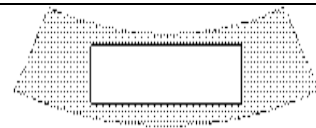


Gambar 8. Posisi centroid penampang untuk bagian-bagian bidang penampang tertransformasi (segitiga dan persegi empat)

Selanjutnya, dengan menggunakan Persamaan 20 diperoleh centroid penampang tertransformasi untuk bilah bambu tali dan bambu andong, berturut-turut adalah 3.35 mm dan 3.36 mm untuk bambu tali dan andong. Sedangkan momen inersia pada centroidnya dihitung melalui Persamaan 16 dan 17 yang dilanjutkan dengan persamaan 18. Hasil sifat-sifat penampang tertransformasi pada model linier disajikan pada Tabel 2

Tabel 2. Sifat-sifat penampang bambu tali dan andong dengan model transformasi linier

	Tali	Andong
Luas penampang (A)	221.95 mm ²	221.8 mm ²
Centroid ($\bar{y}$)	3.3521 mm	3.3626 mm
Momen Inersia pada Centroid	1246.87 mm ⁴	1253.643 mm ⁴



Model nonlinier (logaritmik)

Pada model logaritmik, lebar penampang tertransformasi pada setiap lapisan dapat dinyatakan dengan:

$$b(y) = 20 \frac{f(y)}{f(7.5)}; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (32)$$

Sehingga untuk masing-masing bambu dapat dinyatakan dengan:

a. Bambu Tali:

$$b(y) = 20 \frac{-2.57 \ln(y) + 6.679}{-2.57 \ln(7.5) + 6.679} = -34.251 \ln(y) + 89.012; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (33)$$

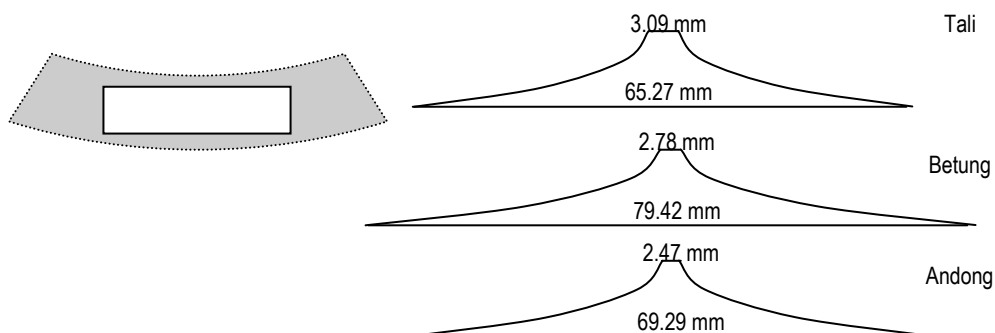
b. Bambu Betung

$$b(y) = 20 \frac{-3.28 \ln(y) + 8.068}{-3.28 \ln(7.5) + 8.068} = -44.959 \ln(y) + 110.587; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (34)$$

c. Bambu Andong

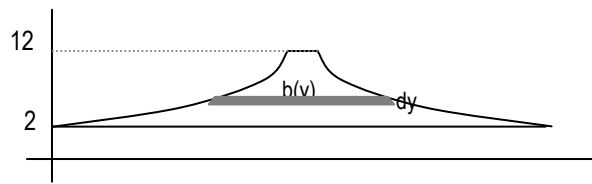
$$b(y) = 20 \frac{-2.11 \ln(y) + 5.383}{-2.11 \ln(7.5) + 5.383} = -37.294 \ln(y) + 95.143; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (35)$$

Berdasarkan Persamaan 33, 34, dan 35, dimensi dan bentuk penampang tertransformasi bilah bambu disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Bentuk dan dimensi penampang tertransformasi logaritmik bambu tali, betung, dan andong

Untuk melakukan analisa penampang, diperlukan model differensial seperti Gambar 10.



Gambar 10. Sketsa pemodelan logaritmik untuk analisa sifat penampang

Seperti terlihat pada Gambar 10 di atas, daerah yang diarsir diasumsikan berbentuk persegi empat karena dy sangatlah kecil. Dengan demikian luas penampang tertransformasi dapat dinyatakan dengan:

$$A_{tcs} = \int_2^{12} b(y) dy \dots\dots\dots (36)$$

Sehingga untuk masing-masing bambu, luas area tertransformasinya adalah:

a. Bambu Tali

$$A_{tcs} = \int_2^{12} -34.251 \ln(y) + 89.012 dy \dots\dots\dots (37)$$

Yang dapat diselesaikan menjadi:

$$A_{tcs} = [-34.251 y \ln(y) + 123.236 y]_2^{12} = 258.786 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (38)$$

b. Bambu Betung

$$A_{tcs} = \int_2^{12} -44.959 \ln(y) + 110.587 dy \dots\dots\dots (39)$$

$$A_{tcs} = [-44.959 y \ln(y) + 155.546 y]_2^{12} = 277.159 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (40)$$

c. Bambu Andong

$$A_{tcs} = \int_2^{12} -37.294 \ln(y) + 95.143 dy \dots\dots\dots (41)$$

$$A_{tcs} = [-37.294 y \ln(y) + 132.437 y]_2^{12} = 264.005 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (42)$$

Selanjutnya momen pertama penampang dapat dinyatakan dengan:

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} y b(y) dy \dots\dots\dots (43)$$

Sehingga masing-masing bambu mempunyai momen pertama penampang sebagai berikut:

a. Bambu Tali

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} (-34.251 \ln(y) + 89.012) y dy \dots\dots\dots (44)$$

$$Q_{tcs} = [-17.1255 y^2 \ln(y) + 53.06875 y^2]_2^{12} = 1349.148257 \text{ mm}^3 \dots\dots\dots (45)$$

b. Bambu Betung

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} (-44.959 \ln(y) + 110.587) y dy \dots\dots\dots (46)$$

$$Q_{tcs} = [-22.4795 y^2 \ln(y) + 66.53325 y^2]_2^{12} = 1333.219307 \text{ mm}^3 \dots\dots\dots (47)$$

c. Bambu Andong

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} (-37.294 \ln(y) + 95.143) y dy \dots\dots\dots (48)$$

$$Q_{tcs} = [-18.647 y^2 \ln(y) + 56.895 y^2]_2^{12} = 1344.608643 \text{ mm}^3 \dots\dots\dots (49)$$

Sehingga centroid ditinjau dari sumbu x adalah:

a. Bambu Tali

$$\bar{y} = \frac{Q_{tcs}}{A_{tcs}} = \frac{1349.148257}{258.786} = 5.213 \text{ mm} \dots\dots\dots (50)$$

b. Bambu Betung

$$\bar{y} = \frac{Q_{tcs}}{A_{tcs}} = \frac{1333.219307}{277.159} = 4.810 \text{ mm} \dots\dots\dots (51)$$

c. Bambu Andong

$$\bar{y} = \frac{Q_{tcs}}{A_{tcs}} = \frac{1344.608643}{264.005} = 5.093 \text{ mm} \dots\dots\dots (52)$$

Dan bila ditinjau dari alas penampang tertransformasi maka centroid ($\bar{y}$) berjarak sejauh 3.21 mm, 2.81 mm, dan 3.09 mm berturut-turut untuk bambu Tali, Betung, dan Andong.

Selanjutnya, momen inersia pada sumbu x dapat dihitung dengan rumus:

$$I_x = \int y^2 b(y) dy \dots\dots\dots (53)$$

Sehingga untuk masing-masing bambu dapat diperoleh:

a. Bambu Tali

$$I_x = \int_2^{12} y^2 (-34.251 \ln(y) + 89.012) dy \dots\dots\dots (54)$$

$$I_x = [-11.417 y^3 \ln(y) + 33.4763 y^3]_2^{12} = 8618.933 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (55)$$

b. Bambu Betung

$$I_x = \int_2^{12} y^2 (-44.959 \ln(y) + 110.587) dy \dots\dots\dots (56)$$

$$I_x = [-14.9863 y^3 \ln(y) + 41.858 y^3]_2^{12} = 7728.382848 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (57)$$

c. Bambu Andong

$$I_x = \int_2^{12} y^2 (-37.294 \ln(y) + 95.143) dy \dots\dots\dots (58)$$

$$I_x = [-12.4313 y^3 \ln(y) + 35.858 y^3]_2^{12} = 8365.750508 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (59)$$

Selanjutnya momen inersia pada centroid dapat diperoleh dari teorema sumbu sejajar:

a. Bambu Tali

$$I_{xc} = 8618.932931 - 5.213^2 \times 258.786 = 1586.33 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (60)$$

b. Bambu Betung

$$I_{xc} = 7728.382848 - 4.810^2 \times 277.159 = 1316.01 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (61)$$

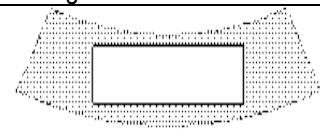
c. Bambu Andong

$$I_{xc} = 8365.750508 - 5.093^2 \times 264.005 = 1517.82 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (62)$$

Dengan demikian sifat-sifat penampang tertransformasi logaritmik dari masing-masing bilah bambu dapat diringkas dalam Tabel 3 berikut:

Tabel 3. Sifat-sifat penampang bambu tali dan andong dengan model transformasi logaritmik

	Tali	Betung	Andong
Luas Penampang (A)	258.79 mm ²	277.16 mm ²	264.01 mm ²
Centroid ($\bar{y}$)	3.21 mm	2.81 mm	3.09 mm
Momen Inersia pada Centroid	1586.33 mm ⁴	1316.01 mm ⁴	1517.82 mm ⁴



Model nonlinier (power)

Pada model power, lebar penampang tertransformasi pada setiap bagian dapat dinyatakan dengan:

$$b(y) = 20 \frac{f(y)}{f(7.5)}; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (63)$$

Sehingga untuk masing-masing bambu dapat dinyatakan dengan:

a. Bambu Tali:

$$b(y) = 20 \frac{5.522y^{-0.59}}{5.522(7.5)^{-0.59}} = 65.6623y^{-0.59}; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (64)$$

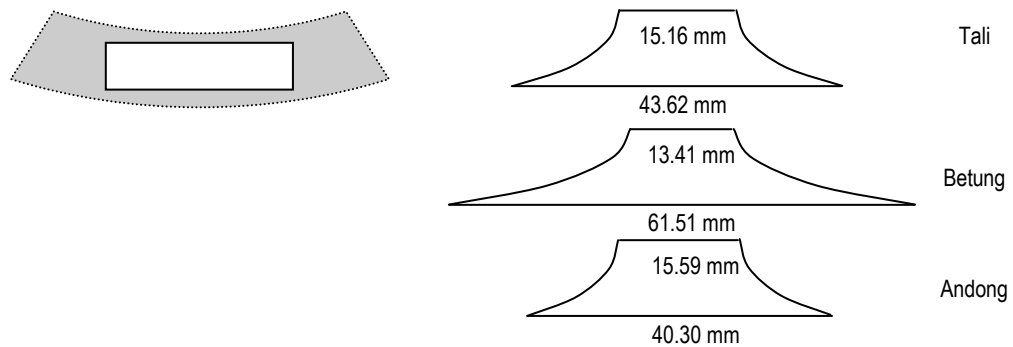
b. Bambu Betung

$$b(y) = \frac{7.070y^{-0.85}}{7.070(7.5)^{-0.85}} = 110.8746y^{-0.85}; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (65)$$

c. Bambu Andong

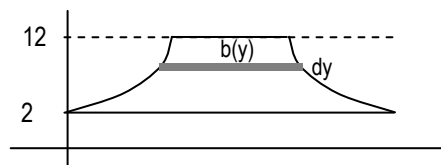
$$b(y) = \frac{3.273y^{-0.53}}{3.273(7.5)^{-0.53}} = 58.18519y^{-0.53}; \text{ untuk } 2 \leq y \leq 12 \dots\dots\dots (66)$$

Berdasarkan Persamaan 64, 65, dan 66, dapat dibangun bentuk penampang tertransformasi seperti pada Gambar 11:



Gambar 11. Bentuk dan dimensi penampang tertransformasi power bambu tali, betung, dan andong

Selanjutnya model sketsa gambar model diferensialnya disajikan pada Gambar 12.



Gambar 12 Sketsa pemodelan power untuk analisa sifat penampang bambu

Seperti terlihat pada Gambar 12 di atas, luas penampang tertransformasi dapat dinyatakan dengan:

$$A_{tcs} = \int_2^{12} b(y) dy \dots\dots\dots (67)$$

Sehingga untuk masing-masing bambu, luas area tertransformasinya adalah:

a. Bambu Tali

$$A_{tcs} = \int_2^{12} 65.6623y^{-0.59} dy \dots\dots\dots (68)$$

Yang dapat diselesaikan menjadi:

$$A_{tcs} = [160.152y^{0.41}]_2^{12} = 230.813 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (69)$$

b. Bambu Betung

$$A_{tcs} = \int_2^{12} 110.8746y^{-0.85} dy \dots\dots\dots (70)$$

$$A_{tcs} = [739.164y^{0.15}]_2^{12} = 252.891 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (71)$$

c. Bambu Andong

$$A_{tcs} = \int_2^{12} 58.18519y^{-0.53} dy \dots\dots\dots (72)$$

$$A_{tcs} = [123.798y^{0.47}]_2^{12} = 226.569 \text{ mm}^2 \dots\dots\dots (73)$$

Selanjutnya momen pertama penampang dapat dinyatakan dengan:

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} y b(y) dy \dots\dots\dots (74)$$

Sehingga masing-masing bambu mempunyai momen pertama penampang sebagai:

a. Bambu Tali

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} (65.6623 y^{-0.59}) y dy \dots\dots\dots (75)$$

$$Q_{tcs} = [46.569 y^{1.41}]_2^{12} = 1424.1475 \text{ mm}^3 \dots\dots\dots (76)$$

b. Bambu Betung

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} (110.8746 y^{-0.85}) y dy \dots\dots\dots (77)$$

$$Q_{tcs} = [96.412 y^{1.15}]_2^{12} = 1465.596 \text{ mm}^3 \dots\dots\dots (78)$$

c. Bambu Andong

$$Q_{tcs} = \int_2^{12} (58.18519 y^{-0.53}) y dy \dots\dots\dots (79)$$

$$Q_{tcs} = [39.582 y^{1.47}]_2^{12} = 1417.534516 \text{ mm}^3 \dots\dots\dots (80)$$

Sehingga centroid ditinjau dari sumbu x adalah:

- a. Bambu Tali

$$\bar{y} = \frac{Q_{tcs}}{A_{tcs}} = \frac{1424.1475}{230.813} = 6.17 \text{ mm} \dots\dots\dots (81)$$
- b. Bambu Betung

$$\bar{y} = \frac{Q_{tcs}}{A_{tcs}} = \frac{1465.596}{252.891} = 5.795 \text{ mm} \dots\dots\dots (82)$$
- c. Bambu Andong

$$\bar{y} = \frac{Q_{tcs}}{A_{tcs}} = \frac{1417.534516}{226.569} = 5,605 \text{ mm} \dots\dots\dots (83)$$

Sehingga centroid ditinjau dari alas penampang adalah 4.17 mm, 3.80 mm, dan 3.61 mm masing-masing untuk bambu tali, bentung, dan andong.

Momen inersia pada sumbu x untuk masing-masing bambu dapat diperoleh:

- a. Bambu Tali

$$I_x = \int_2^{12} y^2 (65.6623 y^{-0.59}) dy \dots\dots\dots (84)$$

$$I_x = [27.246 y^{2.41}]_2^{12} = 10722.601 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (85)$$
- b. Bambu Betung

$$I_x = \int_2^{12} y^2 (110.8746 y^{-0.85}) dy \dots\dots\dots (86)$$

$$I_x = [51.570 y^{2.15}]_2^{12} = 10551.48039 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (87)$$
- c. Bambu Andong

$$I_x = \int_2^{12} y^2 (58.18519 y^{-0.53}) dy \dots\dots\dots (88)$$

$$I_x = [23.557 y^{2.47}]_2^{12} = 10776.18057 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (89)$$

Dan momen inersia pada centroidnya adalah:

- a. Bambu Tali

$$I_{xc} = 10722.601 - 6.17^2 \times 230.813 = 1935.80 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (90)$$
- b. Bambu Betung

$$I_{xc} = 10551.48039 - 5.795^2 \times 252.891 = 2058.89 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (91)$$
- c. Bambu Andong

$$I_{xc} = 10776.18057 - 5,605^2 \times 226.569 = 3658.283 \text{ mm}^4 \dots\dots\dots (92)$$

Dengan demikian sifat-sifat penampang tertransformasi power dari masing-masing bilah bambu dapat diringkas dalam Tabel 4 berikut:

Tabel 3. Sifat-sifat penampang bambu tali dan andong dengan model transformasi power

	Tali	Betung	Andong
Luas Penampang (A)	230.813 mm ²	252.891 mm ²	226.569 mm ²
Centroid ($\bar{y}$)	4.17 mm	3.795 mm	3.605 mm
Momen Inersia pada Centroid	1935.804 mm ⁴	2058.889 mm ⁴	3658.283 mm ⁴

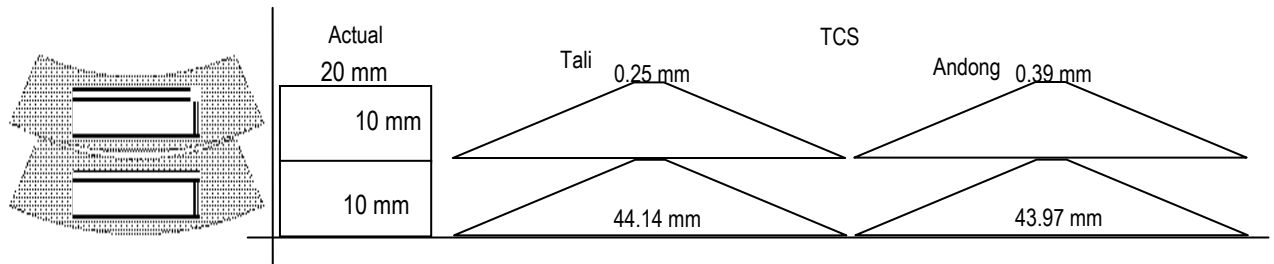


Analisa Sifat Penampang Bambu Laminasi Dua Lapis

Model linier

a. Konfigurasi luar-dalam (LD)

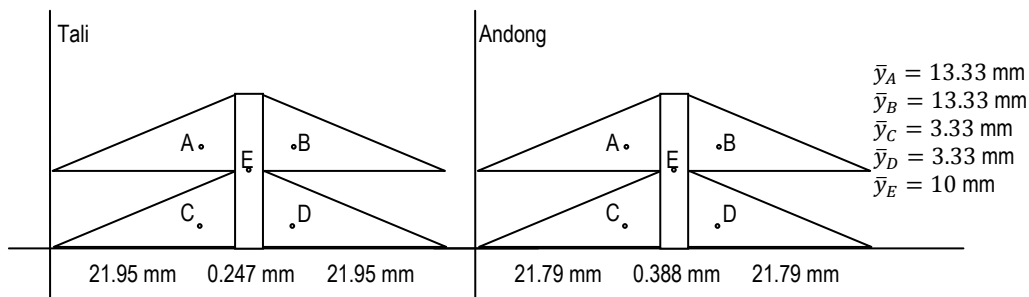
Pada model linier, bambu laminasi dua lapis dapat diilustrasikan seperti pada Gambar 13.



Gambar 13. Ilustrasi penampang tertransformasi model linier dari bambu laminasi dua lapis konfigurasi luar-dalam

Untuk menentukan centroid penampang tertransformasi, maka penampang tersebut dibagi menjadi 5 bagian yaitu: A, B, C, D, dan E (Gambar 14) sehingga centroid masing-masing bagian dapat ditentukan dengan:

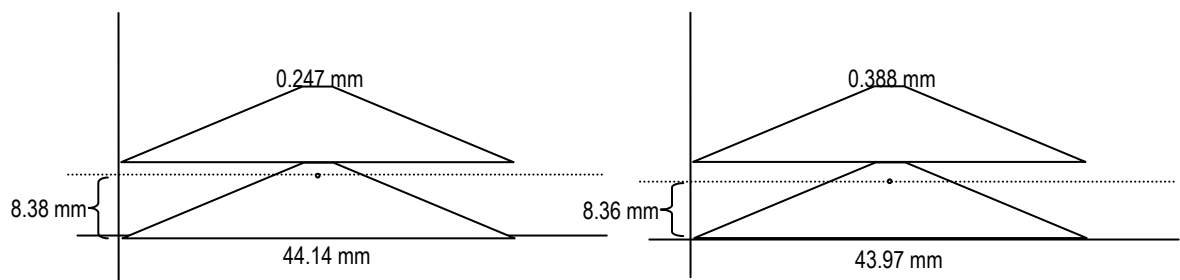
1. Bidang A, B, C, dan D berbentuk segitiga sehingga centroidnya adalah $\frac{1}{3}$ tingginya;
 2. Bidang E adalah persegi panjang sehingga centroidnya adalah $\frac{1}{2}$ tingginya.
- Oleh karena itu centroid masing-masing bidang bila ditinjau dari sumbu x pada diagram cartesius adalah seperti tersaji pada Gambar 14:



Gambar 14. Ilustrasi posisi centroid masing-masing bagian penampang tertransformasi konfigurasi luar-dalam

Dengan demikian centroid penampang tertransformasi ditinjau dari sumbu x dapat dihitung dengan Persamaan 18, dan menghasilkan nilai masing-masing 8.38 mm dan 8.36 mm untuk bambu Tali dan Andong. Oleh karena sumbu x berimpit dengan alas bidang tertransformasi, maka nilai centroid tersebut adalah identik dengan centroid yang ditinjau dari alasnya (Gambar 15). Gambar 15 selanjutnya dapat dipergunakan untuk menghitung momen inersia penampang tertransformasi yaitu:

- 1) Untuk penampang segitiga, momen inersia pada sumbu yang berimpit dengan alasnya (I_x) adalah $I_x = \frac{bh^3}{12}$; sehingga pada centroidnya adalah : $I_{xc} = \frac{bh^3}{12} - y^2 A = \frac{bh^3}{36}$
- 2) Untuk penampang persegi panjang, momen inersia pada sumbu yang berimpit dengan alasnya (I_x) adalah $I_x = \frac{bh^3}{3}$; sehingga pada centroidnya adalah : $I_{xc} = \frac{bh^3}{3} - y^2 A = \frac{bh^3}{12}$



Gambar 15. Ilustrasi posisi centroid penampang tertransformasi linier konfigurasi luar-dalam

Selanjutnya, dengan menggunakan teorema sumbu sejajar, maka momen inersia penampang tertransformasi dapat dihitung dengan Persamaan 18, sehingga diperoleh nilai sebesar 13591.02 mm⁴ dan 13596.64 mm⁴. Modulus Elastisitas efektif dapat dihitung sebagai:

$$E_{ef} = \frac{E_{tcs} I_{tcs}}{I_{ac}} \dots \dots \dots (93)$$

yaitu:

E_{ef} : Modulus Elastisitas Efektif

I_{ac} : Momen inersia efektif (yaitu penampang aktual)

E_{tcs} : Modulus Elastisitas TCS (yaitu pada laminae terpilih sebagai standar)

I_{tcs} : Momen inersia TCS (yaitu penampang tertransformasi)

Sehingga masing-masing bambu memiliki rasio E efektif dibanding E standar (yaitu nilai E pada pusat bambu) yang dapat dihitung sebagai berikut:

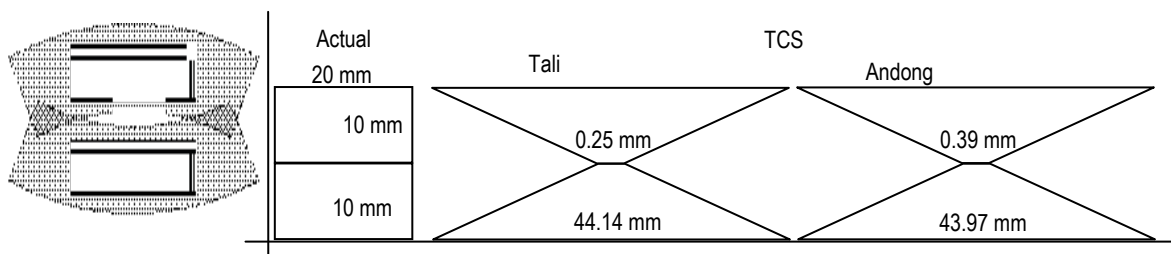
1) Tali : $\frac{E_{ef}}{E_{tcs}} = \frac{13591.02}{13333.33} \times 100\% = 101.932\% \dots \dots \dots (94)$

2) Andong : $\frac{E_{ef}}{E_{tcs}} = \frac{13596.64}{13333.33} \times 100\% = 101.975\% \dots \dots \dots (95)$

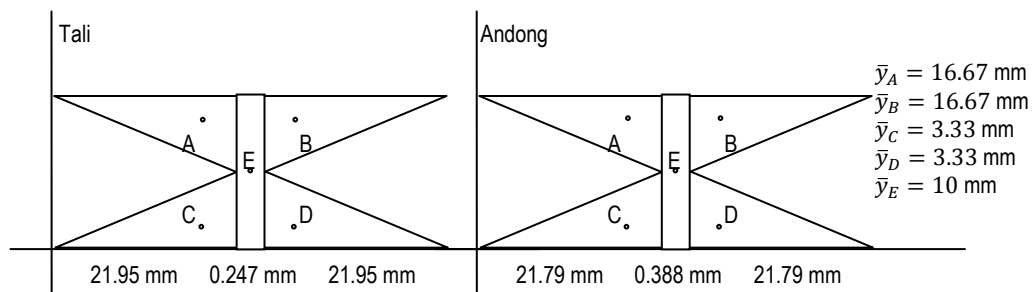
Berdasarkan persamaan tersebut dapat diperoleh bahwa modulus elastisitas bambu laminasi dua lapis dengan konfigurasi luar-dalam akan diperoleh nilai MOE efektif yang $\pm 1.9\%$ lebih tinggi daripada MOE bambu bagian pusat.

b. Konfigurasi luar-luar (LL)

Analisa transformed cross section (TCS) dengan model linier untuk bambu laminasi dua lapis konfigurasi luar-luar (LL) diilustrasikan seperti pada Gambar 16, sedangkan centroid masing-masing bagian disajikan pada Gambar 17.



Gambar 16. Ilustrasi penampang tertransformasi model linier dari bambu laminasi dua lapis konfigurasi luar-luar



Gambar 17. Ilustrasi posisi centroid masing-masing bagian penampang tertransformasi konfigurasi luar-luar

Karena penampang tertransformasi berbentuk simetris, maka centroid terletak tepat di tengah, yaitu sejauh 10 mm dari sumbu x, sehingga momen inersianya adalah 22112.5 mm⁴ dan 22049.72 masing-masing untuk bambu tali dan andong. Selanjutnya rasio E efektif terhadap E standar adalah:

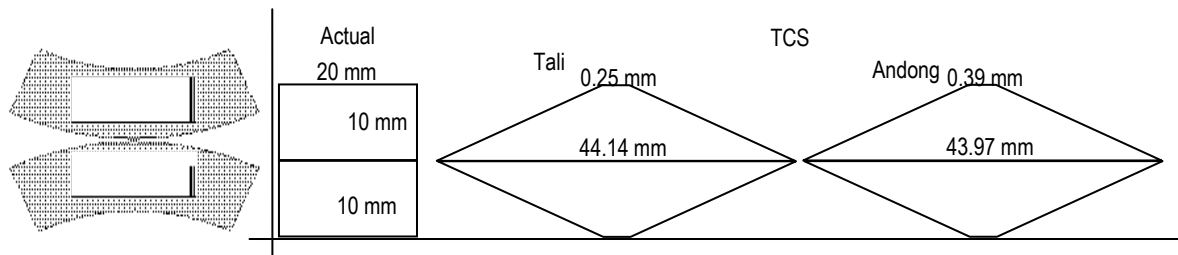
$$1) \text{ Tali} : \frac{E_{ef}}{E_{tcs}} = \frac{22112.58}{13333.33} \times 100\% = 165.84\% \dots (96)$$

$$2) \text{ Andong} : \frac{E_{ef}}{E_{tcs}} = \frac{22049.72}{13333.33} \times 100\% = 165.37\% \dots (97)$$

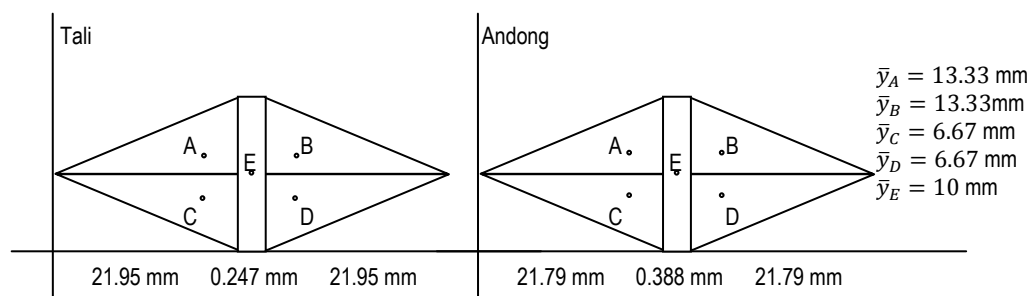
Sehingga apabila konfigurasi luar-luar yang digunakan untuk membuat bambu laminasi dua lapis, maka bambu laminasinya akan memiliki MOE $\pm 65\%$ lebih tinggi daripada bilah bambu bagian pusat.

c. Konfigurasi dalam-dalam (DD)

Analisa transformed cross section (TCS) dengan model linier untuk bambu laminasi dua lapis konfigurasi dalam-dalam (DD) diilustrasikan seperti pada Gambar 18, sedangkan centroid masing-masing bagian disajikan pada Gambar 19.



Gambar 18. Ilustrasi penampang tertransformasi model linier dari bambu laminasi dua lapis konfigurasi dalam-dalam



Gambar 19. Ilustrasi posisi centroid masing-masing bagian penampang tertransformasi konfigurasi dalam-dalam

Serupa dengan konfigurasi luar-luar (LL), konfigurasi dalam-dalam (DD) berbentuk simetris sehingga centroidnya juga terletak di tengah (10 cm dari sumbu x). Momen inersia penampang pada Gambar 19 adalah 7480.50 mm⁴ dan 7522.41 mm⁴ untuk bambu tali dan andong, dan efisiensinya dapat dihitung:

$$1) \text{ Tali} : \frac{E_{ef}}{E_{tcs}} = \frac{7480.50}{13333.33} \times 100\% = 56.42\% \dots (98)$$

$$2) \text{ Andong} : \frac{E_{ef}}{E_{tcs}} = \frac{7522.41}{13333.33} \times 100\% = 56.10\% \dots (99)$$

Sehingga apabila konfigurasi dalam-dalam yang digunakan untuk membuat bambu laminasi dua lapis, maka bambu laminasinya akan memiliki MOE $\pm 43\%$ lebih rendah daripada MOE bilah bambu bagian pusat. Secara ringkas, sifat-sifat penampang tertransformasi linier dan efisiensinya, dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Ringkasan sifat-sifat penampang tertransformasi linier bambu dan efisiensinya

Jenis Bambu	Model Transformasi Linier		
Tali	$y = -0.516x + 6.221; R^2 = 0.446$		
Betung	$y = -0.647x + 7.255; R^2 = 0.561$		
Andong	$y = -0.393x + 4.751; R^2 = 0.265$		
Bambu Laminasi Dua Lapis	LD	LL	DD
Centroid			
Tali	8.38	10	10
Betung	-	-	-
Andong	8.36	10	10
Momen Inersia			
Tali	13591	22113	7480
Betung	-	-	-
Andong	13597	13597	7522
Rasio (E_{eff}/E_{ics}) (%)			
Tali	101.93	165.84	56.42
Betung	-	-	-
Andong	101.98	165.37	56.10
Efisiensi (%)			
Tali	1.93	65.84	-43.58
Betung	-	-	-
Andong	1.98	65.37	-43.9

Model Nonlinier (Logaritmik dan Power)

Berdasarkan sifat-sifat penampang pada model logaritmik dapat diturunkan sifat mekanis bambu laminasi dua lapis dengan susunan luar-dalam, luar-luar, dan dalam-dalam yang diilustrasikan pada Gambar 20 a, b, dan c, sedangkan untuk model power diilustrasikan pada Gambar 21 a, b, dan c. Sifat-sifat setiap bidang pada Gambar 20 dan 21 dapat dihitung dengan Persamaan 19 sampai 22, dan menghasilkan nilai-nilai sebagaimana tersaji pada Tabel 5.

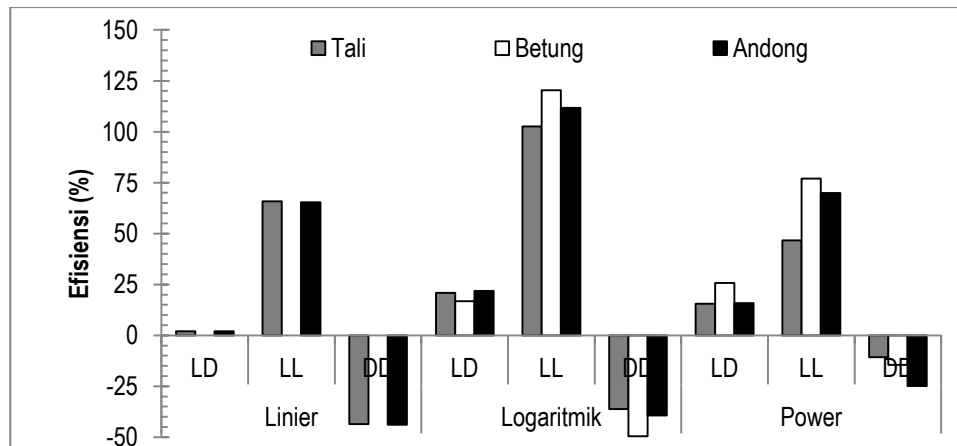
Tabel 5. Ringkasan sifat-sifat penampang tertransformasi nonlinier bambu dan efisiensinya

Jenis Bambu	Model Transformasi Logaritmik			Model Transformasi Power		
Tali	$y = -2.57\ln(x) + 6.679; R^2 = 0.848$			$y = 5.522x^{0.59}; R^2 = 0.923$		
Betung	$y = -3.28\ln(x) + 8.068; R^2 = 0.927$			$y = 7.070x^{0.85}; R^2 = 0.864$		
Andong	$y = -2.11\ln(x) + 5.383; R^2 = 0.59$			$y = 3.273x^{0.53}; R^2 = 0.316$		
Konfigurasi Bambu Laminasi	LD	LL	DD	LD	LL	DD
Centroid						
Tali	8.21	10	10	9.17	10	10
Betung	7.81	10	10	8.80	10	10
Andong	8.09	10	10	8.61	10	10
Momen Inersia						
Tali	16112	27014	8516	15412	19562	11898
Betung	15571	29388	6719	16767	23598	11404
Andong	16236	28225	8087	15446	22649	10006
Rasio (E_{eff}/E_{ics}) (%)						
Tali	120.84	202.60	63.87	115.59	146.71	89.24
Betung	116.79	220.41	50.39	125.75	176.99	85.54
Andong	121.77	211.69	60.65	115.85	169.87	75.05
Efisiensi (%)						
Tali	20.84	102.6	-36.13	15.59	46.71	-10.76
Betung	16.79	120.41	-49.61	25.75	76.99	-14.47
Andong	21.77	111.69	-39.35	15.85	69.87	-24.95

a. Efisiensi Teoritis Bambu Laminasi Dua Lapis

Sesuai dengan Tabel 4 dan 5, tiga macam konfigurasi bambu laminasi dua lapis memiliki efisiensi yang berbeda-beda (Gambar 20). Konfigurasi luar-luar (LL) merupakan pilihan yang paling efisien

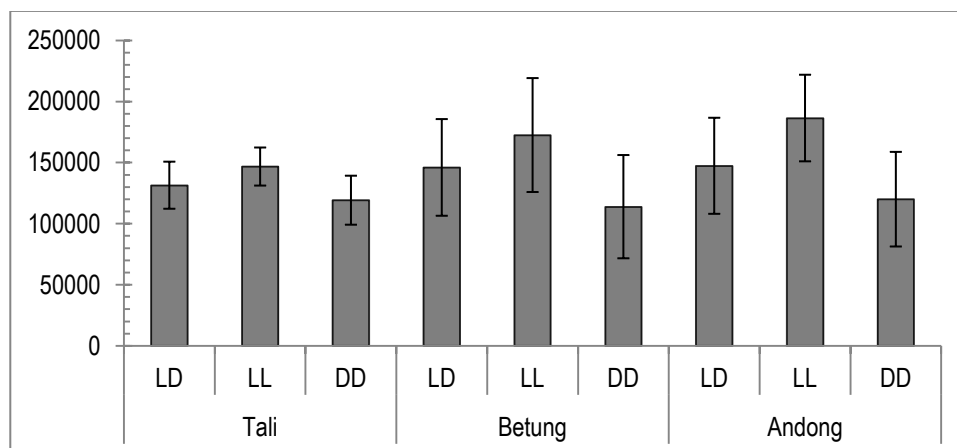
sedangkan konfigurasi dalam-dalam (DD) adalah yang paling tidak efisien. Pada konfigurasi LL, lapisan bambu yang paling kaku terletak jauh dari garis netral sehingga memberikan tahanan yang lebih tinggi terhadap perubahan bentuk. Nilai kekakuan yang tinggi pada bagian luar ini ditunjukkan oleh tingginya nilai kerapatan ikatan pembuluh. Sebaliknya konfigurasi DD adalah yang paling tidak kaku karena lapisan terkaku terletak di dekat garis netral, padahal tegangan normal di garis netral adalah nol sehingga bagian tersebut tidak memerlukan tahanan material yang tinggi. Efisiensi tinggi diperoleh apabila bahan yang paling kaku diletakkan pada posisi menerima tegangan normal yang tinggi pula, sedangkan yang paling lentur pada posisi tegangan normal paling rendah.



Gambar 20. Efisiensi teoritis bambu laminasi dua lapis dibandingkan bilah bambu bagian pusat

b. Pengujian Empiris Bambu Laminasi Dua Lapis

Pengujian empiris di laboratorium menghasilkan modulus elastisitas sebagaimana disajikan pada Gambar 21. Pada grafik tersebut terlihat bahwa konfigurasi dalam-dalam (DD) pada bambu laminasi dua lapis merupakan yang paling lentur dibandingkan dua konfigurasi lainnya. Sedangkan konfigurasi luar-luar (LL) merupakan yang paling kaku. Namun tingginya variasi pada contoh uji menyebabkan perbedaan tersebut tidak tampak nyata yang ditunjukkan terdapatnya selang nilai yang beririsan.



Gambar 21. Hasil pengujian lentur bambu laminasi dua lapis

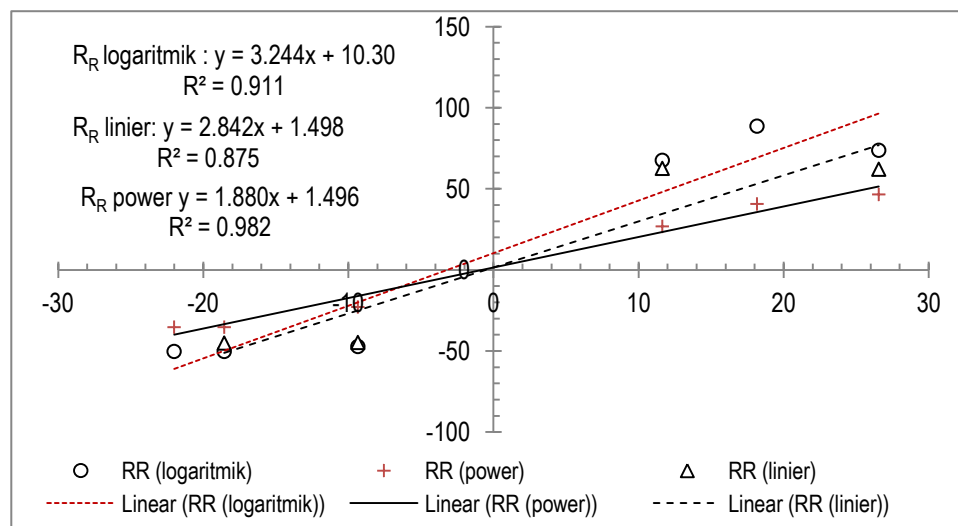
c. Validasi teoritis dengan hasil empiris

Seperti disajikan pada Tabel 6, hasil teoritis baik transformasi linier, logaritmik, dan power masing-masing memiliki nilai korelasi Pearson yang sangat tinggi sehingga terdapat hubungan linier yang cukup baik antara hasil teori dan empiris (Gambar 22). Uji t-student data berpasangan juga menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan antara hasil teori dan empiris. Ditinjau dari nilai signifikansinya, dapat dilihat bahwa

transformasi power merupakan model yang paling mendekati nilai empiris dibanding dua model transformasi lainnya.

Tabel 6. Hasil uji t-student untuk validasi empiris hasil teoritis dibandingkan data empiris.

	R_E	R_R (linier)	R_E	R_R (logaritmik)	R_E	R_R (power)
Mean	2.57	8.81	1.07	13.78	1.07	3.51
Variance	415.34	3834.14	416.02	4804.83	416.02	1497.16
Observations	4	4	6	6	6	6
Pearson Correlation		0.9356		0.9546		0.9912
Hypothesized Mean Difference		0		0		0
df		3		5		5
t Stat		-0.2870		-0.6200		-0.3200
P(T<=t) one-tail		0.3964		0.2812		0.3810
t Critical one-tail		2.3534		2.0150		2.0150
P(T<=t) two-tail		0.7928		0.5624		0.7619
t Critical two-tail		3.1824		2.5706		2.5706



Gambar 22. Regresi linier validasi hasil teoritis model transformasi linier, logaritmik, dan power terhadap data empirisnya

IV. KESIMPULAN

Kerapatan *vascular bundles* bambu berdegradasi dari tepi hingga ke dalam sehingga dapat diturunkan fungsi linier dan non linier sebagai pendekatan matematikanya. Rasio kerapatan *vascular bundles* dapat dipergunakan sebagai pengganti rasio modulus elastisitas dalam metode transformed cross section karena hasil teoritis dari model yang diturunkan ternyata tidak berbeda dengan nilai empirisnya. Model transformasi terbaik adalah *power* karena nilainya paling mendekati hasil empirisnya.

DAFTAR PUSTAKA

Andre JP. 1998. A Study of the Vascular Organization of Bamboos (Poaceae-Bambusae) Using Microcasting Method. IAWA Journal. Vol 19 (3):265-278.

- Li HB, SP Shen. 2011. The mechanical properties of bamboo and vascular bundles. *Journal of Materials Research*. Vol. 26 : pp 2749-2756.
- Mustafa MT, R Wahab, M Sudin, O Sulaiman, NAM Kamal, I Khalid. 2011. Anatomical and microstructures features of tropical bamboo *Gigantochloa brang*, *G. levis*, *G. scotechinii* and *G. wrayi*, *International Journal of Forest, Soil and Erosion*, 1 (1):25-35.
- Ray AK, S Mondal, SK Das, P Ramachandrarao. 2005. Bamboo - A functionally graded composite-correlation between microstructure and mechanical strength. *Journal of Material Science*. Vol. 40 (2005):5249-5253.

PENGARUH BAGIAN TANAMAN DAN LAMA PEMASAKAN TERHADAP RENDEMEN DAN SIFAT FISIK PULP SULFAT KAYU RANDU (*Ceiba pentandra* Gaertn.)

Yus Andhini Bhakti Pertiwi dan Sri Nugroho Marseom

Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
Jl. Agro No.1 Bulaksumur Yogyakarta
email: yus_andhini@yahoo.com

ABSTRAK

Usaha untuk meningkatkan nilai tambah kayu randu yang selama ini hanya dimanfaatkan sebagai kayu bakar telah dilakukan dengan mengolahnya menjadi pulp. Pengolahan bagian berkayu dari tanaman randu ini diambil dari batang dan cabang dan diolah dengan proses sulfat. Bahan berupa kayu randu yang berasal dari Desa Pandansaren Harjobinangun Pakem Sleman Yogyakarta dimasak dengan larutan kimia berupa NaOH dan Na_2S , dengan rasio larutan pemasak 1:10 dan suhu pemasakan 170°C . Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan acak lengkap (*Completely Randomized Design*) yang disusun dengan percobaan secara faktorial 2×3 dengan tiga ulangan. Faktor pertama adalah bagian tanaman yang terdiri dari dua aras, yaitu kayu bagian batang dan cabang. Faktor yang kedua adalah lama pemasakan yang terdiri dari tiga aras yaitu lama pemasakan 1,5 jam, 2 jam, dan 2,5 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu randu dapat dijadikan bahan baku pulp dengan proses sulfat, dengan menghasilkan nilai rata-rata rendemen sebesar 20,11%; bilangan kappa rata-rata sebesar 5,21; nilai indeks tarik lembaran pulp rata-rata sebesar 20,81 Nm/g; nilai rata-rata indeks sobek lembaran pulp sebesar 1,36 mN.m²/g; dan indeks jebol rata-rata sebesar 2,13 Kpa.m²/g serta *brightness* rata-rata 9,61%. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa parameter indeks tarik secara nyata dipengaruhi oleh interaksi antara lama pemasakan dan bagian tanaman. Faktor lama pemasakan memberikan pengaruh nyata pada parameter rendemen dan indeks tarik, kemudian faktor bagian tanaman memberikan pengaruh sangat nyata hanya pada parameter indeks jebol.

Kata kunci: pulp, *Ceiba pentandra*, proses sulfat, bagian tanaman, lama pemasakan

I. PENDAHULUAN

Saat ini Indonesia merupakan negara pengekspor pulp peringkat kesembilan di dunia, dengan pangsa pasar dunia 2,4% (APKI, 2010). Letak geografis Indonesia yang berada di jalur perdagangan dunia serta dekat dengan negara-negara maju di Asia seperti Jepang dan Korea menyebabkan pemasaran produk seperti pulp dan kertas ke negara tersebut lebih mudah. Hal ini mendorong kemajuan bagi industri pulp dan kertas Indonesia. Kenaikan konsumsi pulp tidak hanya terjadi di luar negeri, tetapi juga di dalam negeri seiring dengan meningkatnya taraf hidup masyarakat kita yang ditandai dengan semakin meningkatnya kesempatan untuk memperoleh pendidikan, sehingga berdampak pada semakin meningkatnya permintaan kertas di dalam negeri. Sebagai gambaran, konsumsi kertas tanah air yang pada tahun 1976 adalah sebesar 2,05 kg/kapita/tahun pada tahun 2006 telah meningkat menjadi 26,5-27 kg/kapita/tahun. Konsumsi kertas tersebut meskipun terus meningkat, tetapi ternyata masih lebih rendah dibandingkan dengan negara-negara lainnya seperti Singapura yang mencapai 165 kg per kapita per tahun, Thailand 40 kg, Cina 36 kg, Jepang 242 kg. Angka tersebut jauh lebih rendah dibandingkan dengan Amerika Serikat yang mencapai 301 kg per kapita per tahun (Mansur, 2006). Oleh karena itu, kemungkinan semakin meningkatnya kebutuhan kertas ditahun-tahun mendatang akan lebih besar.

Dibalik kekayaan sumberdaya alam Indonesia yang begitu besar ternyata industri pulp di dalam negeri juga mengalami permasalahan. Permasalahan besar yang harus dihadapi oleh industri pulp dan kertas ini adalah ketersediaan bahan baku. Kayu sebagai bahan baku pembuatan pulp di Indonesia memang relatif melimpah, namun karena kayu juga merupakan bahan baku berbagai industri kayu lainnya seperti industri kayu lapis, meubel dan konstruksi, serta meningkatnya kesadaran lingkungan maka industri pulp dan kertas mulai merasa mengalami kesulitan dalam memperoleh bahan baku tersebut.

Beberapa alternatif yang telah dilakukan untuk mengantisipasi kendala bahan baku adalah dengan membangun Hutan Tanaman Industri (HTI) seluas 9,07 juta hektar pada tahun 2008. Akan tetapi dari total

rencana pembangunan HTI tersebut sampai pada akhir tahun 2008 hanya terealisasi sekitar 50% saja atau sebesar 4,3 juta hektar (WALHI, 2009). Oleh karena itu, HTI belum mampu secara optimal memasok bahan baku pulp dan kertas.

Alternatif yang nampaknya dilakukan adalah dengan memanfaatkan kayu-kayu yang berasal dari hutan rakyat dan kebun. Dari berbagai jenis kayu yang dikembangkan/tumbuh di hutan rakyat, kayu randu (*Ceiba pentandra* Gaertn.) nampaknya merupakan salah satu jenis kayu daun lebar yang perlu dilihat kemungkinannya sebagai bahan baku pulp dan kertas. Tanaman randu memiliki pertumbuhan yang cepat dan ukuran batangnya yang besar serta mudah dikembangkan. Tanaman randu selama ini ditanam dengan tujuan untuk menghasilkan serat kapuk dan biji. Seperti halnya tanaman lainnya, randu sebagai penghasil kapuk randu dan biji memiliki masa produktif, sehingga pada umur tertentu tanaman randu perlu untuk diremajakan. Ketika diremajakan, kayu yang dihasilkan selama ini kurang mendapatkan perhatian dan umumnya hanya dimanfaatkan sebagai kayu bakar, sedangkan pemanfaatannya sebagai bahan baku konstruksi nampaknya kurang diminati karena berat jenisnya yang rendah.

Secara keseluruhan, selain batang, bagian cabang randu meskipun jumlahnya tidak terlalu banyak namun memperlihatkan ukuran yang cukup besar. Oleh karena itu dalam penelitian ini ingin dilihat pula kemungkinan pemanfaatan cabang sebagai bahan baku pembuatan pulp. Pengolahan bagian berkayu dari tanaman kapuk randu ini akan dilakukan dengan menggunakan proses sulfat. Proses sulfat dipilih karena industri pulp di Indonesia umumnya menggunakan proses ini. Proses sulfat memiliki keunggulan dalam hal kesesuaiannya untuk hampir semua jenis kayu dan menghasilkan pulp dengan sifat-sifat kekuatan yang baik (Casey, 1980).

Kayu randu memiliki berat jenis yang rendah sehingga serpih bersifat bulky dan menyerupai material non kayu, oleh karena itu rasio larutan pemasak yang digunakan dinaikkan menjadi 1:10. Berdasarkan hasil penelitian pendahuluan yang telah dilakukan, pemasakan dengan menggunakan alkali aktif kurang dari 18% dan lama pemasakan kurang dari 1,5 jam memperlihatkan kondisi hasil pemasakan yang sangat mentah, sehingga konsentrasi alkali aktif dinaikkan menjadi 18% dengan lama pemasakan 1,5 jam, 2 jam dan 2,5 jam.

Pada penelitian ini dicoba pemasakan kayu randu berdasarkan bagian tanaman dan lama pemasakan. Pengamatan pada hasil pulp yang diperoleh pada penelitian ini dibatasi pada rendemen, sifat fisik dan brightness lembaran pulp kertasnya.

II. METODE PENELITIAN

Persiapan Bahan

Bahan baku yang digunakan untuk penelitian ini adalah kayu randu (*Ceiba pentandra* Gaertn.). Kayu randu tersebut diperoleh dari Jalan Kaliurang KM.18 Desa Pandansaren Harjobinangun Pakem Sleman Yogyakarta. Pohon randu yang digunakan dalam penelitian ini memiliki diameter batang setinggi dada ± 30 cm dengan umur ± 12 tahun. Bagian yang diambil dari kayu randu ini berupa bagian batang dan cabang. Kayu randu dari bagian batang maupun cabang dibuat chips dengan ukuran 3 cm x 3 cm x 2-3 mm. L=Kemudian dikeringanginkan sampai KAS.

Bahan kimia yang diperlukan untuk proses pemasakan antara lain Natrium Hidroksida (NaOH) teknis, Na₂S dan bahan-bahan penguji bilangan kappa berupa aquadest, Kalium Permanganat (KMnO₄) 0,1N, Asam Sulfat (H₂SO₄) 4N, Kalium Iodida (KI) 10%, dan Natrium Thiosulfat (Na₂S₂O₃) 0,2N.

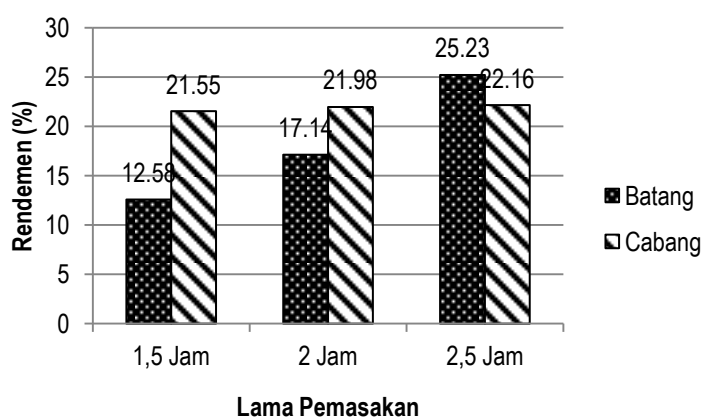
Pembuatan Pulp

Proses pembuatan pulp dilaksanakan di Laboratorium Pulp dan Kertas Fakultas Kehutanan UGM dengan menggunakan rotary autoclave. Kondisi pembuatan pulp adalah sebagai berikut: rasio bahan baku dan larutan pemasak 1: 10, suhu pemasakan 170°C, konsentrasi alkali aktif 18% dan sulfiditas 25 %, tekanan 5-7 atm, kemudian dalam pembuatan pulp tersebut dipisahkan antara bagian batang dan cabang serta lama pemasakan yang digunakan 1,5 jam, 2 jam dan 2,5 jam. Selanjutnya pulp tersebut dihitung rendemen tersaring, reject, bilangan kappa, dan sifat fisik lembaran pulp.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen

Rendemen pulp merupakan pulp yang lolos dari mesin saring datar (*flat screen*) ukuran 80 mesh dan tertahan saringan 100 mesh. Sedangkan, *reject* merupakan bagian yang belum masak sehingga masih tertahan di dalam mesin saring datar tersebut. Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa pengolahan bagian kayu randu bagian batang maupun cabang pohon randu memberikan nilai rata-rata rendemen pulp tersaring sebesar 20,11% dengan kisaran antara 12,58-25,23%.



Gambar 1. Pengaruh lama pemasakan terhadap rendemen

Hasil rendemen pulp dari batang dan cabang kayu randu ini tergolong rendah bila dibandingkan dengan rendemen pada proses pulp alkali dari bahan kayu, yaitu berkisar antara 45–50 % (Fengel dan Wegener, 1995). Rendahnya rendemen pulp sulfat dari kayu randu ini diduga selain dipengaruhi oleh berat jenisnya yang rendah, dipengaruhi pula oleh kadar selulosa. Menurut hasil penelitian duPlooy (1980) pada *E. grandis* dan Wallis *et al.* (1996) pada *E. globules* dan *E. nitens* dalam Wimmer *et al.* (2002), pada kayu daun lebar, rendemen memiliki korelasi positif terhadap kadar selulosa.

Rendemen yang rendah ini diduga dipengaruhi oleh proporsi serat kayu randu yang rendah yaitu sebesar 28,78%. Apabila dibandingkan dengan rendemen pulp kayu popohan (*Buchanania arborescens* (BL) BL) yang memiliki proporsi serat sebesar 73,33% melalui proses sulfat dengan konsentrasi alkali aktif 18% dan lama pemasakan 1,5 jam menghasilkan rendemen sebesar 43,55% (Probowati dan Marsoem, 2009).

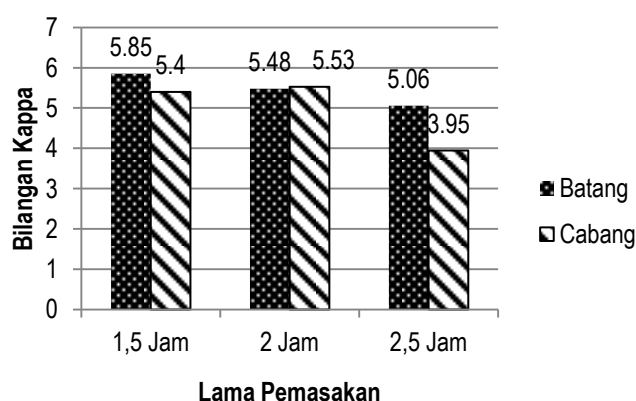
Selain memiliki proporsi serat yang rendah, kayu randu memiliki proporsi pembuluh yang tinggi (7,88-9,7%). Proporsi pembuluh yang tinggi pada kayu akan mengakibatkan rendemen pulp hasil pemasakan menjadi rendah karena pembuluh larut selama proses *pulping* (Bowyer *et al.*, 2003). Kayu randu juga memiliki proporsi sel parenkim yang tinggi yaitu 49,09-55,15%. Tingginya proporsi sel parenkim pada kayu randu diduga juga mengganggu dalam proses *pulping*, karena sel parenkim akan menyerap larutan pemasak yang digunakan sehingga rendemen yang dihasilkan rendah.

Kandungan ekstraktif kayu randu tergolong tinggi yaitu 23,95% (Marsoem, 2010). Keberadaan ekstraktif menyebabkan tingginya konsentrasi alkali aktif yang digunakan, karena ekstraktif bereaksi terhadap bahan kimia pemasak serta menghalangi masuknya bahan kimia pemasak kedalam serpih. Pada penelitian ini, rendemen yang dihasilkan dari bagian batang dan cabang tidak berbeda secara statistik sehingga dari pertimbangan rendemen, keduanya dapat diolah menjadi pulp secara bersamaan. Pulp yang dihasilkan memiliki tingkat kecerahan (*brightness*) yang rendah. *Brightness* merupakan indikator yang sangat penting untuk mengetahui tingkat kekuningan kertas atau derajat pemutihan (Biermann, 1996). Smook (1992) mengatakan bahwa jenis atau spesies kayu dan kondisi dari kayu yang digunakan untuk menghasilkan pulp juga memengaruhi kecerahan kertas yang dihasilkan, karena setiap kayu memiliki reaksi yang berbeda terhadap bahan kimia pemasak yang diberikan. Diduga warna gelap dari pulp sulfat kayu randu ini tidak hanya dipengaruhi oleh keberadaan lignin tetapi juga dipengaruhi oleh keberadaan ekstraktif didalam kayu. Ekstratif dapat memberikan kontribusi pada warna pulp yang dibuat dari kayu yang banyak mengandung resin (Smook, 1992).

Bilangan Kappa

Pengujian bilangan kappa merupakan suatu metode tidak langsung untuk memperkirakan sisa lignin pada pulp dan sebagai indikator derajat larutnya lignin pada pulp setelah proses pulping dari tahapan antara pengelantangan pulp (Shin *et al.* 2004 dalam Alves *et al.*, 2007). Bilangan kappa sangat penting untuk diketahui dengan dua tujuan utama yaitu (1) untuk mengetahui derajat delignifikasi selama proses pemasakan (kontrol dalam pemasakan) dan (2) untuk mengetahui seberapa besar bahan kimia yang dibutuhkan untuk *bleaching* (Smook, 1992).

Hasil pengujian bilangan kappa terhadap pulp dari kayu randu menunjukkan rerata sebesar 5,21. Bilangan kappa terkecil diperoleh dari pemasakan bagian cabang dengan lama pemasakan 2,5 jam yaitu 3,95 sedangkan bilangan kappa tertinggi dihasilkan oleh pemasakan bagian batang dengan lama pemasakan 1,5 jam yaitu sebesar 5,85.



Gambar 2. Pengaruh lama pemasakan terhadap bilangan kappa

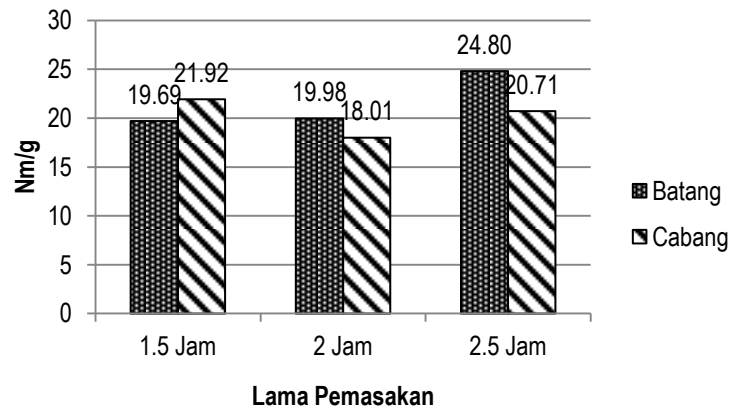
Bilangan kappa pulp sulfat kayu randu menunjukkan nilai yang menyerupai hasil uji bilangan kappa pada *pulping* sulfat kayu melinjo (*Gnetum gnemon* L.) dengan lama pemasakan 1-2 jam dan konsentrasi alkali aktif 13-17% dengan sulfiditas 25% yaitu sebesar 2,72-7,11 (Pertiwi dan Marsoem, 2008), namun lebih rendah apabila dibandingkan dengan bilangan kappa yang dihasilkan dari pulping tanaman kopi melalui proses sulfat dengan konsentrasi alkali aktif 17%, sulfiditas 25% dan lama pemasakan lebih dari 2 jam yaitu 10,03-17,11 (Afriзал dan Marsoem, 2008).

Bilangan kappa yang dihasilkan dari pengujian pulp sulfat kayu randu memiliki kecenderungan untuk menurun seiring dengan bertambahnya lama pemasakan. Casey (1980) menyatakan bahwa meningkatnya waktu pemasakan akan meningkatkan pelarutan dari kayu, khususnya lignin. Kandungan lignin dalam pulp semakin berkurang karena terjadinya reaksi hidrolisis yang menyebabkan lignin terlarut dalam cairan pemasak.

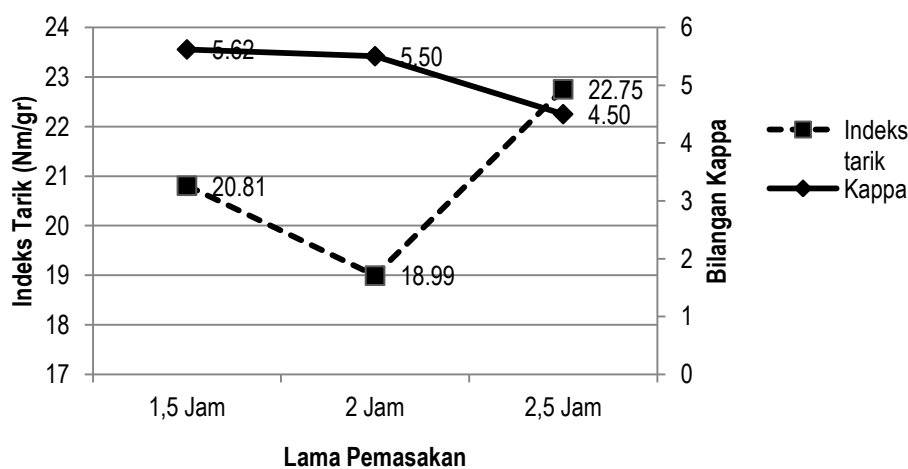
Indeks Tarik

Kertas harus memiliki cukup kekuatan untuk menahan tekanan dan gaya yang diberikan kepadanya selama dirubah bentuknya dan sampai pada akhir penggunaan. Kertas memiliki respon yang berbeda terhadap bermacam-macam gaya yang diberikan kepadanya, sehingga diperlukan penjelasan kekuatan kertas yang harus disertai dengan tujuan akhir penggunaan kertas tersebut. Kekuatan tarik (*tensile*) merupakan sifat yang dikaitkan dengan kertas yang kuat (Marsoem, 2009). Pengujian kekuatan tarik kertas diperlukan untuk membuat kertas yang ditujukan untuk mampu menahan beban berat (Bowyer *et al.*, 2003).

Indeks tarik terendah dihasilkan dari *pulping* bagian cabang dengan lama waktu pemasakan 2 jam adalah 18,01 Nm/g dan tertinggi pada bagian batang dengan lama pemasakan 2,5 jam yaitu sebesar 24,80 Nm/g. Lama pemasakan dan bagian tanaman memberikan pengaruh yang nyata terhadap indeks tarik. Hubungan antara indeks tarik dan bilangan kappa disajikan dalam Gambar 4.



Gambar 3. Pengaruh lama pemasakan terhadap indeks tarik



Gambar 4. Grafik hubungan indeks tarik dan bilangan kappa

Dari grafik di atas dapat dilihat bahwa dengan bertambahnya lama pemasakan, bilangan kappa menunjukkan nilai yang semakin rendah. Bilangan kappa yang semakin menurun ini menunjukkan bahwa lignin yang tersisa di dalam pulp semakin rendah sehingga indeks tarik semakin meningkat karena ikatan antar serat semakin tinggi.

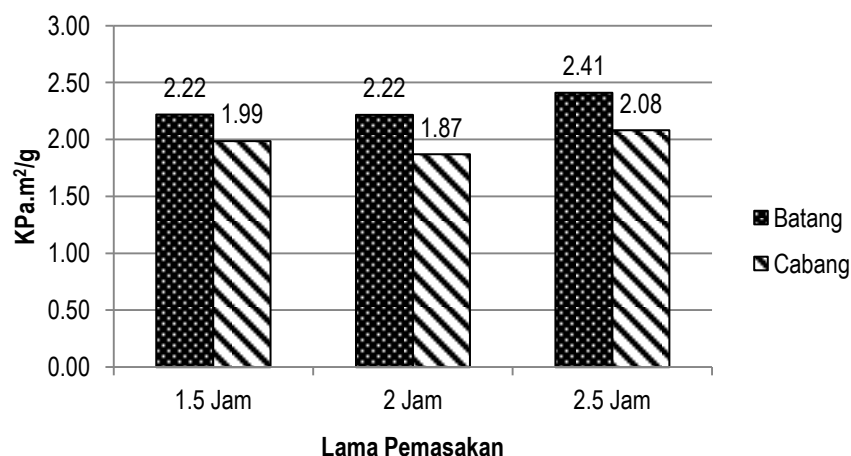
Indeks tarik dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti dimensi serat yang meliputi panjang serat dan diameter dinding sel, serta ikatan antar serat. Dinding sel yang tipis dan diameter serat yang lebar mengakibatkan serat mudah memipih pada waktu pembuatan lembaran pulp sehingga luas permukaan kontak antar serat besar serta ikatan antar seratnya tinggi. Akibatnya, lembaran pulp tidak mudah sobek, sehingga lembaran tersebut mempunyai indeks sobek dan tarik yang tinggi.

Indeks tarik yang dihasilkan dari pulping sulfat kayu randu bagian batang dan cabang masih berada dibawah standar SNI 14-0698-1989 untuk pulp kayu daun lebar yaitu sebesar 30 Nm/g. Oleh karena itulah diperlukan suatu usaha untuk meningkatkan indeks tarik. Scott (1995) menyatakan bahwa ada beberapa cara untuk meningkatkan indeks tarik pada kertas, contohnya dengan menambah waktu penggilingan, meningkatkan kekuatan pencetakan kertas (pres kertas), menambah suatu jenis bahan perekat, meningkatkan kandungan panjang serat, meningkatkan berat dasar dari semua bahan yang akan meningkatkan indeks tarik.

Indeks Jebol

Ketahanan jebol/retak adalah suatu uji yang sangat empiris. Kekuatan jebol yang tinggi dibutuhkan pada kertas-kertas yang akan digunakan untuk menahan beban yang terpusat (Bowyer et al., 2003). Dalam standar TAPPI, ketahanan jebol didefinisikan sebagai tekanan hidrostatik yang dibutuhkan untuk menjebol

kertas ketika dikenai bola dengan suatu nilai muatan terkendali berdiameter 1,2 inchi dimana kertas akan terpegang dengan kuat dalam area lingkaran.



Gambar 5. Pengaruh lama pemasakan terhadap indeks jebol

Nilai rerata pengujian indeks jebol lembaran pulp sulfat kayu randu adalah 2,13KPa.m²/g. Indeks jebol terendah dihasilkan dari lembaran pulp bagian cabang dengan lama waktu pemasakan 2 jam sebesar 1,87 KPa.m²/g, sedangkan indeks jebol tertinggi dihasilkan dari lembaran pulp bagian batang dengan lama pemasakan 2,5 jam yaitu sebesar 2,41 KPa.m²/g. Lama pemasakan juga tidak menunjukkan pengaruh yang nyata, namun bagian tanaman memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap indeks jebol.

Indeks jebol yang dihasilkan dari *pulping* kayu randu memiliki nilai yang berada diatas standart SNI 14-0698-1989 yaitu sebesar 2 KPa.m²/g. Hal ini diduga karena kayu randu memiliki kadar lignin dan hemiselulosa yang tinggi. Marsoem (2010) telah melaksanakan penelitian komponen kimia kayu randu dengan hasil bahwa kandungan lignin kayu randu 26,09 % dan hemiselulosa sebesar 39,29%. Bowyer et al. (2003) menyatakan bahwa tingginya kandungan lignin menyebabkan rendahnya hasil pulp, namun pada kayu dengan kandungan lignin dan hemiselulosa yang tinggi akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek yang rendah tetapi memiliki kekuatan jebol dan lipat yang sangat tinggi.

Biermann (1996) menyatakan bahwa serat-serat dalam kertas diikat oleh ikatan hidrogen dari gugus hidroksil selulosa dan hemiselulosa. Kandungan hemiselulosa yang tinggi berhubungan dengan hidrasi pulp yang cepat, pembentukan ikatan antar serat yang lebih banyak dan lebih baik, dan pembentukan lembaran yang lebih rapat (Bowyer et al.,2003). Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan indeks jebol antara lain adalah penambahan serat panjang dan dengan meningkatkan lama waktu penggilingan, namun perlu diingat bahwa waktu penggilingan yang terlalu panjang akan menyebabkan serat terputus.

Indeks Sobek

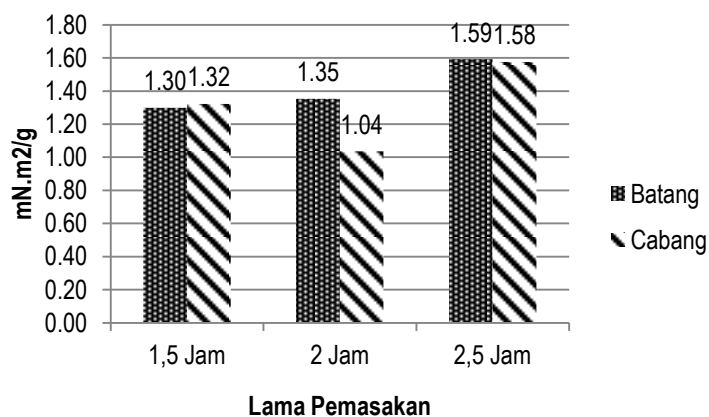
Indeks sobek pulp sulfat kayu randu terendah dihasilkan dari pemasakan bagian cabang dengan lama pemasakan 2 jam yaitu sebesar 1,04 mN.m²/g dan indeks sobek tertinggi dihasilkan dari pemasakan bagian batang dengan lama pemasakan 2,5 jam sebesar 1,59 mN.m²/g, sedangkan rerata pengujian indeks sobek pulp sulfat kayu randu sebesar 1,36 mN.m²/g.

Indeks sobek yang dihasilkan lembaran pulp sulfat kayu randu memiliki kecenderungan yang semakin meningkat dengan semakin bertambahnya lama waktu pemasakan karena tingkat delignifikasi yang semakin tinggi. Hal ini pula yang berpengaruh terhadap terbentuknya ikatan antar serat ketika membentuk lembaran pulp.

Indeks sobek lembaran pulp yang dihasilkan dari bagian batang menunjukkan nilai yang lebih tinggi bila dibandingkan indeks sobek yang dihasilkan dari bagian cabang. Meskipun tidak memberikan perbedaan secara nyata, secara teoritis perbedaan ini dipengaruhi oleh panjang serat, jumlah, tebal dinding, dan kekuatan ikatan serat dengan serat lainnya (Casey, 1980).

Batang randu mempunyai panjang serat rata-rata 1,46 mm sedangkan cabangnya mempunyai panjang serat 1,19 mm. Semakin panjang seratnya semakin tinggi ketahanan sobeknya karena terdapat

korelasi yang kuat antara panjang serat dan indeks sobek (Watson dan Dadswell, 1961; Wangaard dan Williams, 1970; duPlooy 1980; Labosky and Ifju, 1981; Malan et al., 1994 dalam Wimmer et al. 2002). Pada serat yang panjang, luas bidang kerja yang diterima untuk menerima gaya juga meningkat sehingga indeks sobek juga akan meningkat pula (Casey, 1980).



Gambar 6. Pengaruh lama pemasakan terhadap indeks sobek

Nilai turunan dimensi serat juga sangat mempengaruhi sifat lembaran yang dihasilkan. Indeks sobek dipengaruhi oleh *runkle ratio* dan daya tenun serat atau *felting power*. Fatriasari dan Hermiati (2006) menyatakan bahwa serat dengan nilai *runkle ratio* kurang dari satu semakin baik untuk dijadikan pulp karena serat semakin mudah untuk dikenai gaya dari luar (penggilingan, pengepresan, pengeringan dan lain-lain).

Hasil penelitian ini menunjukkan indeks sobek yang sangat rendah bila dibandingkan dengan standart SNI 14-0698-1989 yaitu 5 mN.m²/g. Indeks sobek lembaran pulp sulfat kayu randu yang rendah ini diduga berkaitan erat dengan kerapatan. Wimmer et al. (2002) mengatakan bahwa kerapatan kayu memegang peranan penting untuk memprediksi kekuatan sobek. Pada penelitian ini, pulp dari kayu randu dengan kerapatan 0,21 g/cm³ memiliki indeks sobek 1,36 mN.m²/g. Pulp dari batang kayu popohan yang memiliki kerapatan 0,45 g/cm³ menunjukkan nilai indeks sobek yang lebih tinggi yaitu 2,2-2,8 mN.m²/g (Probawati dan Marsoem, 2010).

Proporsi sel parenkim diduga berpengaruh terhadap kekuatan sobek. Kayu randu memiliki proporsi sel parenkim sebesar 49,09-55,15%. Keberadaan sel parenkim ini menyebabkan rendahnya kekuatan sobek. Penelitian yang telah dilakukan oleh Zhao, Ödberg dan Risinger (1992) membuktikan bahwa proporsi sel parenkim dan epidermis yang tinggi menyebabkan *finer* yang tinggi pula, karena kedua macam sel ini mudah terputus pada saat penggilingan walaupun dengan kekuatan yang rendah sekalipun.

Meskipun indeks sobeknya rendah, nilai indeks jebolnya telah memenuhi standar SNI. Indeks sobek rendah dan indeks jebol tinggi diduga karena pulp terlalu berlebihan digiling sehingga terlalu banyak serat yang terpotong selama tahap persiapan serat dan memutuskan ikatan-ikatan antar serat ke serat (Casey, 1980).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan data dari penelitian yang telah dilakukan, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Kayu randu dapat dijadikan bahan baku pulp dan kertas dengan parameter uji:
 - a. Rendemen yang dihasilkan berkisar 12,584-25,232 %
 - b. Bilangan kappa yang dihasilkan berkisar 3,947-5,845
 - c. Indeks Sobek yang dihasilkan berkisar 1,035-1,592 mN.m²/g
 - d. Indeks Tarik yang dihasilkan berkisar 18,008-24,798 Nm/g
 - e. Indeks Jebol yang dihasilkan berkisar 1,870-2,412 KPa.m²/g

2. Pulp yang diolah dari bagian batang kayu randu menghasilkan rendemen dan sifat fisik yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian cabang. Namun, secara umum nilai yang dihasilkan tidak berbeda nyata maka dalam pembuatan pulp kedua bagian ini dapat dicampur.
3. Faktor yang optimum untuk menghasilkan pulp dengan kualitas dan kuantitas yang baik adalah dengan faktor bagian tanaman batang dengan lama pemasakan 2,5 jam.

Saran

Saran yang dapat diajukan berdasarkan penelitian ini adalah:

1. Dengan melihat hasil penelitian yang telah dilakukan bahwa kayu randu memiliki nilai bilangan kappa dan *brightness* yang rendah maka diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan kimia kayu randu baik pada bagian batang maupun cabang serta sifat pemutihannya.
2. Dengan melihat hasil indeks sobek pulp kayu randu yang rendah, perlu diteliti adanya perubahan dimensi pada serat setelah proses penggilingan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrizal, A. dan S. N. Marsoem. 2008. *Pengaruh Lama Pemasakan dan Bagian Tanaman Terhadap Rendemen dan Sifat Fisik Pulp Sulfat Tanaman Kopi (Coffea robusta)*. Skripsi S-1 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (Tidak Dipublikasikan). Yogyakarta.
- Alves, A, A. Santos, D da Silva Perez, J Rodrigues, H. Pereira, R. Simoes dan M. Schwanninger. 2007. *NIR PLRS Model sSelection for Kappa Number Prediction of Maritime Pine Kraft Pulps*. Wood Sci Technol (2007) 41;491-499. Springer . Finland
- APKI. 2010. *Struktur Industri Pulp dan Kertas Indonesia Cukup Kuat*. www.bataviase.co.id. Diunduh tanggal 6 Desember 2010.
- Biermann, C.J. 1996. *Hand Book of Pulping and Papermaking*. Second Edition. Academic Press. California. USA.
- Bowyer J.L., J. G. Haygreen, dan R. Schmulsky. 2003. *Forest Products and Wood Science : An Introduction*. 4th Ed. Iowa State Press. USA.
- Casey, J.P. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology. Vol I: Pulping and Bleaching*. Third Edition. Wild Interscience Publication. New York.
- Fengel, D. dan G. Wegener. 1995. *Kayu : Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Diterjemahkan oleh Hardjono Sastroamidjojo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Fatriasari dan Hermiati. 2006. *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu Sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*. UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI.
- Mansur. 2006. *Konsumsi Kertas di Indonesia Masih Rendah*. Suara pembaharuan Daily. www.suarapembaharuan.com. Diunduh 21 Januari 2010 pukul 09.45 WIB
- Marsoem, S. N. 2009. *Pulp dan Kertas*. Bahan Kuliah Mahasiswa Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada (Tidak dipublikasikan). Yogyakarta.
- . 2010. *Komponen Kimia kayu Kapuk Randu*. Laporan Penelitian. Yogyakarta.
- Pertiwi, P.D. dan S. N. Marsoem. 2010. *Pengaruh Waktu Pemasakan dan Konsentrasi Larutan Pemasak Terhadap Rendemen dan Sifat Fisik Pulp Kayu Melinjo (Gnetum gnemon L.) Melalui Proses Sulfat*. skripsi S-1 Kehutanan Universitas Gadjah Mada (Tidak Dipublikasikan). Yogyakarta.
- Probowati, D.R dan S.N. Marsoem. 2009. *Rendemen dan Sifat Fisik Pulp dari Kayu Bagian Batang dan Cabang Popohan (Buchanania arborescens (BL) BL) Pada Tiga Konsentrasi Larutan Pemasak Melalui Proses Sulfat*. Skripsi S-1 Kehutanan Universitas Gadjah Mada (Tidak Dipublikasikan). Yogyakarta.
- Standar Nasional Indonesia. 1989. *Standar Nasional Indonesia*. SNI 14-0494-89.
- Scott, W. E. dan J. C. Abbott .1995. *Properties of Paper : An Introduction*. Atlanta, Georgia, TAPPI Press.
- Smook, G.A. 1992. *Handbook For Pulp and Paper Technologists Second Edition*. Angus Wilde Publications Inc. Bellingham.
- WALHI. 2009. *Menteri Kehutanan Tidak Rasional*. <http://www.satudunia.net/?q=content/walhi-menteri-kehutanan-tidak-rasional>. Diunduh 26/01/2010 pukul 13.00 WIB

- Wimmer, R, G.M. Downes, R. Evans, G. Rasmussen dan J. French. 2002. *Direct Effect of Wood Characteristics on Pulp and Handsheet Properties of Eucalyptus Globulus*. *Holzforschung* 56 (2002) 244-252. Walter de Gruyter. Berlin.
- Zhao, X, L. Ödberg, dan G. Risinger. 1992. *Beating of Wheat-Straw Pulp: Dissolved Carbohydrates and Lignins, Fiber Swelling, and Fines Generation*. *TAPPI Journal*. Swedish Pulp and Paper Research Institute. Sweden.

PRODUKSI, KUALITAS, MANFAAT ARANG DAN CUKA KAYU YANG DIHASILKAN DARI TUNGKU DRUM MODIFIKASI

Sri Komarayati

Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor; email: srikomp3hh@yahoo.com; Telp. 0251- 8633378; Fax. 0251 - 8633413

ABSTRAK

Penelitian pembuatan arang dan cuka kayu secara terpadu telah dilakukan dengan menggunakan tungku drum modifikasi, terdiri atas dua buah drum dengan volume masing-masing drum 200 liter dan dilengkapi pipa pendingin asap. Bahan yang digunakan untuk membuat arang dan cuka kayu merupakan sisa tebanagn kayu pusa dan mindi. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui produksi , kualitas, komponen kiimia organik dan manfaat arang serta cuka kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa produksi arang limbah kayu pusa adalah sebesar 8,00 kg dengan rendemen arang 17,92%. Kadar air arang 8,28%, kadar abu 2,49%, kadar zat terbang 21,32%, kadar karbon terikat 76,19% dan nilai kalor 6777 cal/g. Produksi cuka kayu 17 liter, rendemen cuka kayu 38,09%, pH 3,53 dan berat jenis 1,04. Produksi arang dari limbah kayu mindi sebesar 7,00 kg dengan rendemen arang 19,27%. Kadar air arang 5,49%, kadar abu 3,26%, kadar zat terbang 15,65%, kadar karbon terikat 81,00% dan nilai kalor 6813 cal/g. Produksi cuka kayu 25 liter dengan rendemen cuka kayu 68,83%, pH 3,79 dan berat jenis 1,03. Kualitas arang dan cuka kayu termasuk baik, manfaat arang dan cuka kayu sangat bervariasi untuk digunakan pada berbagai keperluan.

Kata kunci: arang, cuka kayu, pusa, mindi, tungku, kualitas

I. PENDAHULUAN

Produksi terpadu arang dan cuka kayu dapat dilakukan pada berbagai jenis tungku, dengan hasil arang dan cuka kayu yang berbeda. Hasil penelitian Komarayati *et al.*, 2011, menyebutkan bahwa cuka kayu yang dihasilkan dari tungku drum modifikasi / tungku generasi 3, produksi arang dan cuka kayu, rendemen cuka kayu lebih tinggi, kualitas lebih baik dan waktu pengarangan lebih singkat. Kualitas cuka kayu/asap cair ditentukan oleh kondisi proses pembakaran, yaitu tekanan, suhu pembakaran dan lamanya waktu pembakaran, juga ditentukan dari banyaknya kandungan asam, ter dan fenol didalamnya (Sutin, 2008).

Kualitas dari asap cair juga ditentukan oleh kemurnian dari senyawa-senyawa yang terkandung didalamnya. Asap cair mengandung kelompok senyawa asam dan turunannya, alkohol, aldehid, hidrokarbon, keton, fenol dan piridin (Zaitsev, 1969). Senyawa-senyawa ini tidak sepenuhnya sesuai dengan penggunaan asap cair sebagai zat antimikroba, antioksidan, bioinsektisida dan penggunaan lainnya. Oleh karena itu, proses pemurnian perlu dilakukan untuk memisahkan senyawa-senyawa tersebut sehingga didapatkan komponen asap cair yang diinginkan. Pada umumnya proses pemurnian yang dilakukan pada asap cair hanya sebatas menghilangkan kandungan tar dengan cara mengendapkannya selama 24 jam.

Beberapa tahun terakhir arang dan cuka kayu cukup terkenal di masyarakat karena dapat dimanfaatkan untuk berbagai kebutuhan, baik di bidang pertanian, kehutanan, maupun kesehatan (Nurhayati, 2007). Cuka kayu merupakan asap yang keluar dari proses pengarangan, setelah melalui pendinginan akan keluar dalam bentuk cairan yang biasa disebut asap cair atau cuka kayu. Tujuan penelitian yaitu untuk mengetahui produksi, kualitas arang dan cuka kayu, komponen kimia organik dalam cuka kayu. Manfaat penelitian adalah untuk mengetahui kegunaan arang dan cuka kayu/asap cair yang dihasilkan dilihat dari kandungan, sifat arang dan komponen kimia organik cuka kayu tersebut.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi

Penelitian dilakukan di Laboratorium Kimia dan Energi Hasil Hutan, Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Analisis dilakukan di Laboratorium Terpadu, Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan

Bahan yang digunakan adalah potongan kayu yang merupakan sisa tebangan kayu mindi dan kayu puspa.

Alat

Peralatan yang digunakan untuk membuat arang dan cuka kayu adalah tungku yang sudah dimodifikasi yang terdiri atas 2 buah drum (drum ganda). Drum pertama digunakan untuk pembuatan arang, dimana drum tersebut dilengkapi dengan cerobong asap yang terbuat dari stainless untuk mengalirkan asap keluar (udara terbuka)/gas tidak terkondensasi yang terbentuk selama pengarangan. Drum pertama juga dilengkapi dengan pipa untuk mengalirkan gas/uap yang dapat terkondensasi, kemudian disambungkan ke pipa yang sudah terpasang dalam drum kedua. Pendinginan asap/uap terjadi karena peranan air yang dialirkan dan ditampung dalam drum kedua. Hasil kondensasi asap/uap tersebut ditampung dan diberi nama cuka kayu. Untuk lebih jelasnya, rincian dan sistem kerja tungku drum ganda tersebut disajikan pada Gambar 1. Alat-alat lainnya yaitu timbangan, golok, gergaji, ember plastik, karung, jerigen plastik, termokopel dan lain-lain.



Gambar 1. Tungku drum modifikasi yang dilengkapi pipa pengalir dan pipa pendingin asap/ tungku drum modifikasi generasi 3

Prosedur Penelitian

Limbah kayu mindi dan puspa berupa potongan kayu, dibuat arang dengan menggunakan tungku drum modifikasi seperti tersebut di atas. Setelah potongan kayu masuk tungku, kemudian dilakukan pembakaran dengan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian bawah tungku. Asap yang telah dingin, dialirkan dan ditampung dalam ember plastik, sehingga akan diperoleh asap cair/cuka kayu. Proses pengarangan berlangsung antara 28 jam–30 jam, tergantung kadar air dan jumlah kayu/berat kayu yang digunakan. Suhu pengarangan sekitar 400–450° C. Setelah tungku dingin kurang lebih 24 jam, arang dikeluarkan, kemudian dilakukan penimbangan arang.

Analisis kualitas arang seperti: rendemen, kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat dan nilai kalor dilakukan di Laboratorium Kimia dan Energi, Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Selanjutnya kualitas arang dibandingkan dengan SNI, sedangkan komponen kimia organik dari cuka kayu dianalisis dengan alat GC-MS (*Gas Chromatography - Mass Spectrometer*) pirolisis dilakukan di Laboratorium Terpadu. Cuka kayu hasil penelitian dibandingkan dengan Standar Jepang (Yatagai, 2002).

Analisis Data

Data yang terkumpul, ditabulasi, dianalisis secara deskriptif dan hasilnya dibandingkan dengan standar.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada Tabel 1–4 dapat diketahui produksi, rendemen, sifat arang, cuka kayu dan komponen kimia organik dalam cuka kayu.

Tabel 1. Produksi arang dan cuka kayu

Parameter	Sampel	
	1	2
Kadar air kayu berat kering oven, %	16,52	37,64
Berat kayu basah, kg	52,00	50,00
Berat kayu kering, kg	44,63	36,32
Suhu pengarangan, °C	400 - 450	400- 450
Lama pengarangan, jam	17,00	24,00
Produksi arang, kg	8,00	7,00
Produksi cuka kayu, liter	17,00	25,00

Keterangan: 1 = Limbah potongan kayu puspa; 2 = Limbah potongan kayu mindi

Dua limbah kayu yang digunakan sebagai bahan baku produksi arang terpadu dengan cuka kayu, hasilnya dapat diketahui pada Tabel 1. Kadar air limbah kayu puspa dan limbah kayu mindi yang digunakan sebagai bahan baku arang dan cuka kayu berdasarkan berat kering oven adalah sebesar 16,52% dan 37,64%. Suhu pengarangan antara 400 - 450° C dengan lama pengarangan 17 jam dan 24 jam.

Produksi arang dari kayu puspa dan mindi 8,00 kg dan 7,00 kg. Produksi arang dipengaruhi oleh berat jenis kayu yang digunakan seperti kayu puspa yang mempunyai berat jenis lebih tinggi (0,62) daripada berat jenis kayu mindi (0,53). Produksi cuka kayu dari kayu puspa 17,00 liter dan kayu mindi 25,00 liter. Produksi cuka kayu mindi yang lebih tinggi daripada cuka kayu puspa disebabkan limbah kayu mindi masih baru, kayunya basah dan kadar airnya tinggi, sehingga asap yang dikeluarkan sangat banyak, menyebabkan produksi cuka kayu besar. Bila dibandingkan dengan penelitian Komarayati & Gusmailina (2011) yang menggunakan tungku drum modifikasi generasi 1 (tungku yang dilengkapi sungkup bambu) dan generasi 2 (tungku yang dilengkapi pipa berbentuk spiral), ternyata terdapat perbedaan hasil yang diperoleh khususnya pada kayu mindi, baik lama pengarangan maupun produksi arang dan cuka kayu. Pada pembuatan arang dan cuka kayu yang menggunakan tungku drum modifikasi generasi 3, waktu pengarangan lebih cepat, produksi arang dan cuka kayu lebih tinggi. Hal ini dapat memberikan arti bahwa telah terjadi penghematan waktu, tenaga dan biaya.

Tabel 2. Rendemen dan sifat arang

Jenis analisis	Sampel	
	1	2
Rendemen dari berat kering oven, %	17,92	19,27
Rendemen dari berat basah, %	15,38	14,00
Kadar air, %	8,28	5,49
Kadar abu, %	2,49	3,26
Kadar zat mudah menguap, %	21,32	15,65
Kadar karbon terikat, %	76,19	81,00
Nilai kalor, kal/g	6777	6813

Keterangan : 1 = Limbah potongan kayu puspa; 2 = Limbah potongan kayu mindi

Pada Tabel 2 dapat diketahui rendemen dan sifat arang dari masing-masing bahan yang digunakan. Rendemen arang kayu puspa dan kayu mindi 17,92% dan 19,27%. Kadar air arang 5,49% dan 8,28%; kadar abu 2,49% dan 3,26%, ternyata memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI). Karbon terikat 76,19% dan 81,00% termasuk kualitas baik, arang ini cocok untuk digunakan sebagai sumber energi. Selanjutnya rendemen dan sifat cuka kayu dapat diketahui pada Tabel 3 .

Bila hasil penelitian ini dibandingkan dengan penelitian terdahulu yang menggunakan tungku drum generasi 2, maka kualitas dan sifat-sifat arang seperti kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, karbon terikat dan nilai kalor yang dihasilkan nilainya lebih baik (Komarayati & Gusmailina, 2011).

Tabel 3. Rendemen dan sifat cuka kayu

Jenis analisis	Sampel		Mutu cuka kayu Jepang *
	1	2	
Rendemen dari berat kering, %	38,09	68,83	-
Rendemen dari berat basah, %	32,69	50,00	-
pH	3,59	3,79	1,50 – 3,70
Berat jenis	1,04	1,03	> 1,05
Bau	-	-	-
Warna	Coklat muda	Kuning coklat	Kuning coklat kemerahan
Transparansi	Tidak keruh, tidak ada suspensi	Tidak keruh, tidak ada suspensi	Tidak keruh, tidak ada suspensi

Keterangan: 1 = Limbah potongan kayu puspa; 2 = Limbah potongan kayu mindi

*) Sumber: Yatagai (2002)

Rendemen cuka kayu yang dihasilkan dengan menggunakan tungku drum modifikasi generasi 3 berkisar 38–68,83%, rata-rata lebih tinggi dari rendemen cuka kayu yang dihasilkan dari tungku drum modifikasi generasi 2 yaitu sebesar 6%. Hal ini disebabkan pipa pendingin asap pada tungku drum modifikasi generasi 2, pipanya berbentuk spiral, sehingga asap yang keluar dari tungku harus berputar-putar terlebih dahulu, akibatnya produksi rendah dan rendemen menjadi kecil. Sedangkan model pipa pada tungku drum modifikasi generasi 2, berbentuk memanjang lurus ke bawah, menyebabkan asap mengalir dengan deras, mengakibatkan produksi cuka kayu lebih banyak dan rendemen menjadi tinggi.

Pada Tabel 3 dapat diketahui bahwa pH berkisar antara 3,59 dan 3,79, bila dibandingkan dengan mutu cuka kayu Jepang (Yatagai, 2002), ternyata cuka kayu dari kayu puspa (3,59) sudah memenuhi standar Jepang. Berat jenis cuka kayu yang dihasilkan sekitar 1,02 dan 1,04, berarti lebih rendah dari mutu cuka kayu Jepang. Warna cuka kayu hasil penelitian adalah kuning kecoklatan, dengan demikian tidak memenuhi persyaratan/ standar Jepang.

Tabel 4. Komponen kimia cuka kayu

Jenis analisis	Sampel	
	1	2
Asam asetat, %	5,04	2,30
Metanol, %	0,87	0,88
Fenol, %	103,01	61,88

Keterangan: 1 = Limbah potongan kayu puspa; 2 = Limbah potongan kayu mindi

Selanjutnya untuk mengetahui kandungan komponen kimia cuka kayu perlu dilakukan analisa dengan menggunakan HPLC, GC dan Spektro (Tabel 4), hasilnya sebagai berikut: asam asetat 2,30–5,04%; metanol 0,87–0,88% dan total fenol 61,88–103,01%. Bila dibandingkan dengan hasil analisa komponen kimia cuka kayu dari limbah kayu sengon dan mahoni (hasil penelitian tahun 2010), ternyata komponen kimia kayu ini lebih rendah. Hal ini kemungkinan disebabkan perbedaan jenis kayu dan model tungku yang digunakan.

Tabel 5. Komposisi kimia asap cair

No.	Komposisi	Kandungan (%)
1.	Air	11 – 92
2.	Fenol	0,20 – 2,90
3.	Asam	2,80 – 4,50
4.	Karbonil	2,60 – 4,60
5.	Ter	1 – 17

Sumber : Maga (1988)

Selanjutnya menurut Maga (1988) pada Tabel 5, cuka kayu/asap cair mengandung air 11–92%; fenol berkisar antara 0,20–2,90%; asam, dalam hal ini bermacam-macam asam seperti asam asetat, asam propionat dan lain-lain sekitar 2,80–4,50%; karbonil 2,60–4,60% dan ter 1–17%. Komposisi ini akan berbeda tergantung masing-masing jenis bahan yang digunakan untuk dibuat cuka kayu, seperti kayu daun jarum, kayu daun lebar, tempurung kelapa, bambu, kayu dengan berat jenis rendah dan tinggi. Juga dipengaruhi tungku yang digunakan dan proses pengarangan.

Untuk mengetahui turunan/ derivat komponen kimia cuka kayu, maka dilakukan analisa dengan alat GCMS – pirolisis. Hasil analisa komponen kimia cuka kayu dengan menggunakan GCMS – pirolisis diketahui bahwa cuka kayu dari limbah kayu puspa mengandung asam asetat sebesar 24,26% dan dalam cuka kayu dari limbah kayu mindi diperoleh asam asetat sebesar 52,18% yang merupakan persentase relatif tertinggi dibandingkan dengan komponen kimia lainnya. Sedangkan fenol dan metanol konsentrasinya lebih rendah dari asam asetat. Menurut Yatagai (2002), komponen kimia cuka kayu seperti asam asetat berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, pencegah penyakit tanaman, metanol berfungsi untuk mempercepat pertumbuhan tanaman, sedangkan fenol dan turunannya berfungsi untuk mencegah serangan hama dan penyakit tanaman. Penelitian lain menyebutkan bahwa cuka kayu dosis 2-3% dapat mencegah kutu sisik pada Pinus, dosis 4% dapat mengendalikan penyakit bercak daun *Pestalotia* sp pada tanaman pinus muda di persemaian, dosis 1% dapat menghambat pertumbuhan cendawan *Colletotrichum gloeosporoides* dan *Fusarium oxysporum* pada tanaman mentimun dan cabe, selanjutnya cuka kayu dosis 2,5% dapat menghambat hama dan penyakit pada tanaman padi dan juga dapat meningkatkan produksi padi (Anggraeni *et al*, 2006 ; 2008; Pari & Nurhayati, 2009).

Beberapa manfaat cuka kayu/asap cair antara lain dapat mempercepat/merangsang pertumbuhan tanaman, mengendalikan gulma, mengusir serangga perusak, anti bakteri, anti jamur, anti oksidan, antiseptik, pengawet kayu, juga dapat digunakan sebagai bahan tambahan dalam proses penyamakan kulit dan dari hasil uji coba telah terbukti bahwa cuka kayu / asap cair dapat mempertahankan keawetan kulit yang telah disamak (Sutin, 2008). Menurut Darmadji (1995), senyawa yang sangat berperan sebagai antimikrobia adalah senyawa fenol dan asam asetat, dimana peranannya semakin meningkat apabila kedua senyawa tersebut ada bersama-sama. Selain itu fenol dan turunannya, dalam kehidupan sehari - hari dapat digunakan untuk bahan desinfektan dan inhibitor (Yatagai, 2002 dan Nurhayati *et al*, 2009). Fenol selain bersifat bakteriosidal , juga sebagai antioksidan. Sifat ini terutama terdapat pada senyawa turunan fenol dengan titik didih tinggi, seperti 2,6-dimethoksi fenol; 2,6- dimethoksi-4- metil fenol dan 2,6-dimethoksi-4-ethyl fenol (Pearson dan Tauber, 1973). Dari beberapa hasil penelitian diketahui bahwa arang dapat dibuat briket arang, arang aktif, dapat digunakan sebagai pembangun kesuburan tanah, campuran pada pembuatan arang kompos, media tumbuh anggrek dan lain-lain (Komarayani, 2009).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Produksi arang terpadu dengan cuka kayu dari limbah kayu puspa yaitu 8,00 kg dengan rendemen arang 17,92%. Produksi cuka kayu 17,00 liter, rendemen cuka kayu 38,09%, pH 3,53 dan berat jenis 1,04.
2. Produksi arang terpadu dengan hasil cuka kayu dari limbah kayu mindi yaitu 7,00 kg dengan rendemen arang 19,27%. Produksi cuka kayu 25,00 liter, rendemen 68,83%, pH 3,79 dan berat jenis 1,03.
3. Hasil analisis GC-MS pirolisis menunjukkan bahwa persentase relatif tertinggi adalah asam asetat sebesar 52,18% (kayu mindi) dan 24,26% (kayu puspa). Fenol dan metanol persentasenya lebih rendah.
4. Adanya berbagai macam komponen kimia organik dalam cuka kayu menunjukkan cuka kayu berperan sebagai penyubur tanaman, pengawet makanan, penghambat penyakit tanaman, disinfektan, penghambat pertumbuhan mikroorganisme, sebagai bahan tambahan dalam proses penyamakan kulit, pencegah jamur dan bakteri.
5. Perlu dilakukan uji coba cuka kayu tersebut di atas pada berbagai jenis tanaman untuk meningkatkan pertumbuhan, pembasmi hama dan penyakit, pengawet dan lain-lain.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraeni, I, S.E. Intari dan W. Darwati. 2006. Hama dan Penyakit Hutan Tanaman. Prosiding Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor. Badan Litbang Kehutanan. Bogor, Desember 2006.
- Anggraeni, I dan F.E. Astanti. 2008. Penggunaan biopestisida cuka kayu untuk pengendalian penyakit bercak daun pada bibit pinus di persemaian paninggaran Pekalongan Timur. Buletin Puslitbang Perhutani. Vol XI, No. 01, Januari 2008.

- Darmadji, P. 1995 Produksi Asap Cair dan Sifat-Sifat Fungsionalnya. Fakultas Teknologi Pangan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Komarayati, S. 2009. Kajian kegunaan arang dan produk turunan arang yang dibuat dari limbah kayu. Buletin Hasil Hutan, 15(1), April 2009. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Komarayati, S, Gusmailina dan G. Pari. 2011. Teknologi pengolahan arang dan turunannya untuk energi dan carbon store. Laporan Hasil Penelitian Tahun 2011. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.
- Komarayati, S dan Gusmailina. 2011. Produksi terpadu arang dan cuka kayu yang dihasilkan dari dua model tungku.
Makalah poster pada Seminar Nasional MAPEKI XIV di Yogyakarta, 2 Nopember 2011.
- Nurhayati, T. 2007. Produksi arang terpadu dengan cuka kayu dan pemanfaatan cuka kayu pada tanaman pertanian. Makalah pada Pelatihan pembuatan arang terpadu dan produk turunannya di Dinas Kehutanan Kabupaten Bulungan-Kalimantan Timur. Tanggal 17 -26 Juli , 2007.
- Nurhayati, T., P. Jayanto dan P. Sumantoro. 2009. Respon cuka kayu terhadap pertumbuhan dan pengendalian penyakit bercak daun bibit tusam. Buletin Hasil Hutan 15 (2) : 101 – 116. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Pari, G dan T. Nurhayati. 2009. Cuka kayu dari tusam dan limbah campuran industri penggergajian kayu untuk kesehatan tanaman dan obat. Laporan Hasil Penelitian tahun 2009. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Sutin. 2008. Pembuatan asap cair dari tempurung dan sabut kelapa secara pirolisis serta fraksionasinya dengan ekstraksi. Skripsi Sarjana (S1). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Yatagai. 2002. Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan. Graduate School of Agricultural and Life Sciences, The University of Tokyo.
- Zaitsev, I., I. Kizeveter, L. Lacunov, T. Makarova, L. Mineer, dan V. Podsevalor. 1969. Fish Curing and Processing. Mir Publishers. Moskow.

PENINGKATAN PRODUKSI ETANOL SECARA ENZIMATIS DUA JENIS LIMBAH SERBUK KAYU DENGAN *PRETREATMENT* KALSIMUM HIDROKSIDA

Denny Irawati, J.P. Gentur Sutapa, Ardi Bayu Firmansyah, Permana Arief M., Farkhan Wijanarko N, dan Sri Nugroho Marsoem

Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Jogjakarta; denny_irawati@email.com

ABSTRAK

Bioetanol dapat diproduksi dari berbagai bahan lignoselulosa, antara lain limbah serbuk kayu. Proses pengolahan serbuk kayu menjadi bioetanol dapat dilakukan dengan menggunakan metode sakarifikasi-fermentasi secara simultan menggunakan enzim sebagai materi penghidrolisa. Kendala yang dihadapi hidrolisa serbuk kayu dengan cara enzimatis yang menyebabkan rendahnya laju hidrolisis, salah satunya adalah adanya kandungan lignin dalam serbuk kayu tersebut. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai perlakuan delignifikasi atau penghilangan lignin dari serbuk kayu sebelum perlakuan sakarifikasi-fermentasi simultan untuk meningkatkan kemampuan hidrolisis dari enzim. Penelitian ini dilakukan dengan memberikan perlakuan awal (*pretreatment*) kalsium hidroksida dengan konsentrasi 20% pada 2 jenis serbuk kayu yaitu jati dan sengon. Lama waktu proses perlakuan awal yang digunakan adalah 4 hari pada suhu 50, 60 dan 70°C. Selanjutnya dilakukan proses sakarifikasi-fermentasi secara simultan menggunakan enzim selulase dan *S.cereviceae* pada shaker inkubator dengan kecepatan 12 rpm pada suhu 30°C selama 72 jam. Hasilnya berupa etanol dianalisis menggunakan metode kromatografi gas. Rancangan analisis yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap, menggunakan dua faktor perlakuan, yaitu: jenis kayu (A) dan suhu proses *pretreatment* (B). Parameter yang diamati adalah: kadar ekstraktif, kadar holoselulosa, kadar alfaselulosa, kadar pentosan, kadar lignin, dan kadar etanol. Perlakuan pendahuluan dengan kalsium hidroksida pada berbagai jenis serbuk kayu dan suhu perlakuan dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol yang dihasilkan berkisar antara 0,024-0,448 g/l. Kombinasi perlakuan yang paling baik adalah pada serbuk kayu sengon dengan suhu perlakuan 70°C. Setelah perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu kadar ekstraktif serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu antara 21,0-82,9%. Kadar holoselulosa serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu antara 6,5-11,1%. Kadar alfaselulosa serbuk kayu mengalami kenaikan pada kedua jenis serbuk kayu antara 8,3-11,5%. Kadar pentosan serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu antara 9,9-20,4%. Kadar lignin serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu antara 1,1-34,4%.

Kata kunci: etanol, sengon, jati, enzimatis, kalsium hidroksida

I. PENDAHULUAN

Dengan semakin berkurangnya sumber minyak mentah, pengembangan dan penggunaan bahan bakar alternatif dari sumber daya alam terbarukan menjadi salah satu pilihan yang diharapkan dapat memenuhi permintaan kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat. Di samping itu, pemakaian bahan bakar alternatif dari sumber daya alam terbarukan juga memberikan berbagai dampak positif, antara lain emisi gas buang yang lebih ramah lingkungan (terutama mengurangi gas rumah kaca). Salah satu jenis bahan bakar alternatif dari sumber daya alam yang terbarukan yang saat ini banyak dipakai adalah bioetanol.

Menurut Bruce dan Palfreyman (1998), bioetanol dapat diproduksi dari sumberdaya yang dapat diperbaharui seperti biomasa yang dikategorikan ke dalam bahan-bahan berbasis gula (gula tebu, gula bit dan sorgum manis), pati (biji-bijian yaitu: jagung, gandum, beras; serta umbi-umbian yaitu: kentang, ketela pohon, ubi jalar) dan lignoselulosa (kayu, jerami, bagase, dan sebagainya). Penggunaan bahan baku berbasis gula dan pati memang lebih mudah pada proses pembuatan bioetanol, akan tetapi penggunaan bahan baku tersebut bersaing dengan pemanfaatannya yang lebih penting yaitu sebagai sumber bahan makanan. Sumber bahan baku bioetanol selain yang telah disebut di atas adalah materi lignoselulosa (kayu, limbah pertanian). Selain harganya lebih murah, potensi materi lignoselulosa juga lebih besar dan tidak bersaing dengan pemanfaatan lain.

Di lain pihak, Indonesia adalah salah satu negara tropis yang memiliki kawasan hutan yang luas yang terdiri atas ribuan tumbuhan penghasil kayu terutama dari jenis daun lebar. Menurut data statistik dari Departemen Kehutanan (2011), pada tahun 2010 produksi log Indonesia adalah mencapai 42,4 juta m³ yang berasal dari hutan alam, hutan tanaman industri dan hutan rakyat. Perkembangan industri perikanan yang

pesat tentunya juga menimbulkan hasil samping berupa limbah. Dalam proses pengolahan kayu hanya sekitar 60-70% dari komoditi kayu yang diolah menjadi produk, dengan limbah sisa kayu dan serbuk gergajiannya mencapai jumlah kurang lebih 30-40% (Darmaji *et al.*, 1998) atau sekitar 12,7 juta m³ untuk tahun 2010.

Proses pengolahan serbuk kayu menjadi etanol dapat dilakukan dengan menggunakan metode sakarifikasi-fermentasi secara simultan. Proses sakarifikasi (hidrolisis) selulosa dapat dilakukan dengan menggunakan 2 cara, yaitu menggunakan asam kuat dan menggunakan enzim. Sakarifikasi menggunakan enzim lebih disukai karena lebih ramah lingkungan, dapat dilakukan pada suhu ruang dan tekanan rendah, dan produk yang dihasilkan lebih spesifik. Fermentasi gula pereduksi menjadi etanol dilakukan dengan menggunakan yeast yaitu *Saccharomyces cerevisiae*.

Kendala yang dihadapi dalam sakarifikasi serbuk kayu dengan cara enzimatik yang menyebabkan rendahnya laju hidrolisis adalah rendahnya aksesibilitas selulosa oleh enzim selulase. Peningkatan aksesibilitas selulosa dapat dilakukan dengan penggunaan proses pretreatment terhadap serbuk kayu tersebut. Hasil penelitian yang sudah kami lakukan sebelumnya yaitu dengan menggunakan bahan baku limbah serbuk kayu jati, meranti dan sengon, dengan menggunakan proses pretreatment biologi (menggunakan jamur *P. chrysosporium* untuk mendegradasi lignin) dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan sebesar 26,68-76,90%, dibanding serbuk yang tidak diberi pretreatment (Irawati, *et al.*, 2006). Akan tetapi hasil akhir yang diperoleh dari penelitian ini masih sangat kecil, yaitu hanya 1,53 liter etanol per ton serbuk kayu. Hal ini diduga, salah satunya adalah karena proses pretreatment yang dilakukan belum optimal, sehingga aksesibilitas selulosa terhadap enzim yang digunakan tidak optimal juga. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai proses pretreatment lain yang juga ramah terhadap lingkungan yang diharapkan dapat bekerja lebih optimal, yaitu pretreatment dengan menggunakan kalsium hidroksida. Hasil penelitian Playne (1984) pada bahan baku bagase dengan suhu ruang selama 192 jam, pretreatment menggunakan kalsium hidroksida dapat meningkatkan daya cerna enzim selulase dari 20% hingga 72% setelah perlakuan pretreatment. Sedangkan pada bahan baku bonggol jagung, pada suhu 55°C selama 4 minggu, terjadi peningkatan kadar gula reduksi yang dihasilkan dan penghilangan kandungan lignin hingga 87,5%. Tujuan dari penelitian ini adalah mengkaji pengaruh jenis-jenis limbah kayu (sengon dan jati) dan suhu yang digunakan dalam proses pretreatment kalsium hidroksida terhadap produk etanol yang dihasilkan.

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah serbuk 2 jenis kayu, yaitu: sengon dan jati yang diperoleh dari berbagai industri kayu atau penggergajian kayu di daerah Yogyakarta. Bahan kimia : kalsium hidroksida untuk proses pretreatment serbuk kayu, yang diperoleh dari laboratorium Kimia dan Serat Kayu, jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM. Enzim selulase untuk hidrolisis enzimatik serbuk kayu. Bahan kimia: PDY, KH₂PO₄, MgSO₄·7H₂O dan (NH₄)₂SO₄ untuk media pertumbuhan yeast, yang diperoleh dari laboratorium Bioteknologi, jurusan Budidaya Hutan, Fakultas Kehutanan UGM.

Metode

Persiapan sampel. Limbah serbuk kayu yang akan digunakan terlebih dahulu diayak dengan ukuran lolos 40 mesh tertahan 60 mesh, dikeringudarkan dan dianalisis komponen kimianya yaitu: holoselulosa, alfaselulosa, pentosan, lignin dan ekstraktif (ASTM D-1102 s.d 1110). Selanjutnya 30 gr (berdasar BKT) serbuk kayu direndam dalam 20% kalsium hidroksida selama 4 hari pada suhu 50, 60 dan 70°C.

Sakarifikasi fermentasi simultan. Kondisi proses sakarifikasi fermentasi secara simultan adalah mengikuti kondisi optimal hasil penelitian Itoh *et al.* (2003) yang dimodifikasi. Media sakarifikasi fermentasi terdiri dari: serbuk kayu yang telah diberi perlakuan jamur *P. chrysosporium* sebanyak 10 g BKT, media nutrient 50 ml, enzim selulase 5 FPU, 10% (v/v) inokulum yeast *S.cereviceae*, dan 2 ml buffer Na-sitrat (pH 4,8). Media tersebut kemudian dimasukkan ke dalam labu fermentasi yang dilengkapi penutup berleher angsa. Sakarifikasi fermentasi dilakukan pada shaker berkecepatan 12 rpm dengan suhu 30°C selama 72 jam.

Analisis kuantitatif etanol. Analisis kuantitatif etanol dilakukan menggunakan kromatografi gas pada kondisi sebagai berikut: detektor FID, kolom 15% carbowax– 20 m, panjang kolom 2 m, diameter 0,4 cm, suhu detektor 120°C, suhu injektor 120°C, suhu kolom 80°C, kecepatan gas pembawa N₂ 30 ml/menit, gas pembakar H₂ 1 kg/cm² dan udara 1kg/cm², attenuasi 8. Recorder integrator C-R6A.

Analisis Hasil

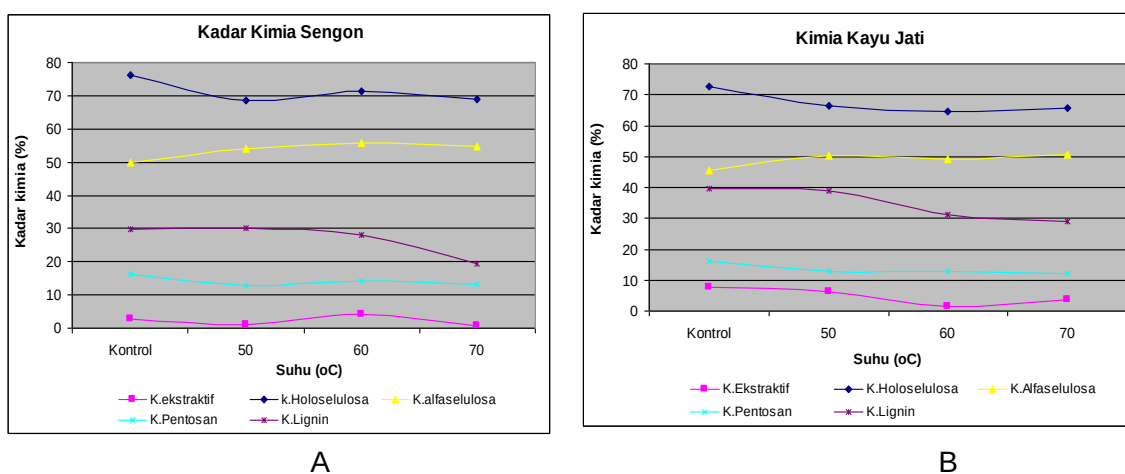
Hasil penelitian ini diuji dengan menggunakan rancangan penelitian acak lengkap (*Completely Randomized Design*) yang disusun secara faktorial. Faktor–faktor yang digunakan adalah: jenis limbah serbuk kayu (A) yaitu : serbuk kayu sengon dan jati; dan faktor suhu proses pretreatment (B), yaitu : 50°C, 60°C dan 70°C. Parameter yang diamati adalah: kadar ekstraktif, kadar holoselulosa, kadar alfaselulosa, kadar pentosan, kadar lignin, dan kadar etanol.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebelum (kontrol) dan setelah diberi perlakuan dengan kalsium hidroksida dilakukan analisis terhadap kandungan kimia masing-masing serbuk kayu. Rata-rata hasil analisis kandungan kimia serbuk kayu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai rata-rata kandungan kimia serbuk kayu (%)

Sifat Kimia	Sengon				Jati			
	Kontrol	50	60	70	Kontrol	50	60	70
Kadar ekstraktif	2,67	0,99	4,13	0,53	7,84	6,19	1,34	3,55
Kadar holoselulosa	76,24	68,54	71,22	68,79	72,62	66,44	64,52	65,75
Kadar alfaselulosa	49,90	53,89	55,66	54,86	45,38	50,35	49,17	50,62
Kadar pentosan	16,76	14,39	15,11	14,56	16,71	14,18	13,93	13,30
Kadar lignin	29,70	30,04	27,98	19,48	39,63	38,89	31,36	29,09



Gambar 1. A. Grafik kadar kimia kayu serbuk kayu sengon. B. Grafik kadar kimia kayu serbuk kayu jati.

Sifat Kimia Kayu

Kadar ekstraktif. Pada penelitian ini kadar ekstraktif serbuk kayu yang terukur dengan menggunakan metode penghilangan ekstraktif, adalah ekstraktif yang larut pada pelarut polar dan non polar. Berat ekstraktif ini dinyatakan dalam persen dari berat sample serbuk kayu mula-mula. Setelah diberi perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu, kadar ekstraktif serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 62,8-80,2% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 21-82,9% dibanding kontrol. Secara statistik kadar ekstraktif pada serbuk kayu sengon dengan suhu perlakuan 70°C berbeda sangat nyata dengan kadar ekstraktif pada serbuk kayu jati dengan suhu perlakuan 50°C. Sedangkan pada kombinasi serbuk kayu dengan waktu inkubasi yang lain memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kadar ekstraktif kayu. Penurunan kadar ekstraktif setelah

perlakuan dengan kalsium hidroksida dikarenakan jenis-jenis ekstraktif yang mudah larut di dalam air (hidrofilik) ikut terlarut selama proses perendaman terjadi.

Kadar holoselulosa. Holoselulosa serbuk kayu merupakan serbuk berwarna kuning pucat hasil isolasi menggunakan NaClO_2 . Kadar holoselulosa dinyatakan berdasarkan berat kering tanur serbuk bebas ekstraktif. Setelah diberi perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu, kadar holoselulosa serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 6,6-10,1% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 8,5-11,1% dibanding kontrol. Secara statistik kadar holoselulosa pada serbuk kayu sengon dengan suhu perlakuan 60°C berbeda sangat nyata dengan kadar holoselulosa pada serbuk kayu jati dengan suhu perlakuan 60°C . Sedangkan pada kombinasi serbuk kayu dengan waktu inkubasi yang lain memberikan pengaruh yang berbeda tidak nyata terhadap kadar holoselulosa kayu. Penurunan kadar holoselulosa ini diduga terjadi karena terdegradasinya hemiselulosa kayu yang merupakan karbohidrat kayu yang memiliki derajat polimerisasi rendah dan bercabang sehingga mudah terdegradasi. Hal ini dapat dilihat pula dari hubungan yang linier antara penurunan kadar holoselulosa dengan kadar pentosan kayu.

Kadar alfaselulosa. Alfaselulosa serbuk kayu merupakan serbuk berwarna putih hasil isolasi dari holoselulosa yang tidak larut ketika diberi perlakuan kimia menggunakan NaOH 17,5%. Kadar selulosa ini dinyatakan berdasar berat kering tanur serbuk bebas ekstraktif. Setelah diberi perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu, kadar alfaselulosa serbuk kayu mengalami kenaikan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 8-11,5% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 8,4-11,5% dibanding kontrol. Secara statistik kadar alfaselulosa pada serbuk kayu jati berbeda nyata dengan kadar alfaselulosa pada serbuk kayu sengon pada semua suhu perlakuan. Sedangkan perbedaan suhu pada jenis serbuk kayu yang sama tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata. Kenaikan kadar alfaselulosa serbuk kayu ini disebabkan karena berkurangnya kadar hemiselulosa dan lignin di dalam serbuk kayu tersebut.

Kadar pentosan. Kadar pentosan dalam kayu menggambarkan jumlah atau kadar hemiselulosa kayu khususnya hemiselulosa kayu daun lebar yang sebagian besar tersusun oleh xilosa. Setelah diberi perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu, kadar pentosan serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 9,9-14,1% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 15,1-20,4% dibanding kontrol. Secara statistik faktor suhu dan interaksi antara kedua faktor tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar pentosan serbuk kayu, sedangkan faktor jenis kayu memberikan pengaruh yang sangat nyata. Penurunan kadar pentosan ini diduga terjadi karena terdegradasinya komponen tersebut oleh kalsium hidroksida. Alkali kuat menyebabkan polisakarida yang terikat ($1 \rightarrow 4$), yang meliputi selulosa dan kebanyakan hemiselulosa, terdegradasi dengan mekanisme dari ujung ke ujung dikenal dengan reaksi pengupasan (Sjostrom, 1995).

Kadar lignin. Kadar lignin serbuk kayu yang terukur adalah berat lignin yang tersisa dari serbuk kayu yang diberi perlakuan hidrolisis asam terhadap holoselulosanya. Berat lignin ini dinyatakan dalam persen dari berat serbuk kayu bebas ekstraktif kering tanur. Setelah diberi perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu, kadar lignin serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 5,8-34,4% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 1,9-26,6% dibanding kontrol. Secara statistik faktor suhu memberikan pengaruh yang nyata pada α 5% dan faktor jenis kayu memberikan pengaruh yang nyata pada α 1%. Sedangkan interaksi antara faktor jenis kayu dan suhu tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap kadar lignin serbuk kayu. Penurunan kadar lignin terjadi karena lignin yang terikat pada hemiselulosa kayu terlepas seiring dengan terdegradasinya hemiselulosa. Lignin umumnya tidak pernah ditemukan dalam bentuk sederhana (bebas) diantara polisakarida-polisakarida dinding sel, tetapi selalu tergabung atau berikatan dengan polisakarida tersebut. Lignin secara langsung ataupun tidak langsung berikatan kovalen dengan karbohidrat (Jeffries, 1994).

Kadar Etanol

Kadar etanol yang dihasilkan pada penelitian ini adalah melalui proses sakarifikasi fermentasi simultan dengan waktu inkubasi 72 jam. Pada proses ini dilakukan kombinasi antara hidrolisis selulosa secara enzimatis menggunakan enzim selulase dengan fermentasi gula menggunakan yeast *S. cereviceae*. Nilai rata-rata kadar etanol disajikan pada Tabel 2 berikut ini.

Tabel 2. Nilai rata-rata kadar etanol (g/l) dan (l/ton)

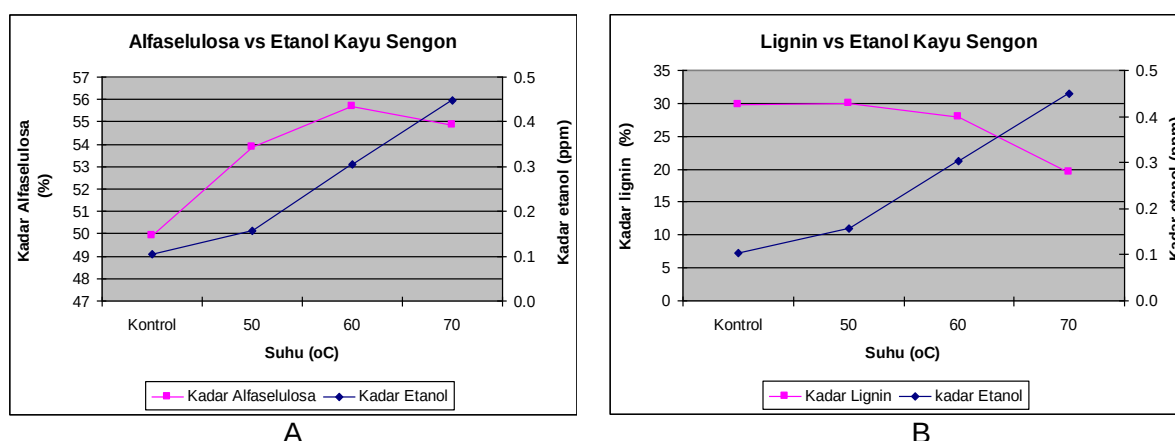
Jenis Kayu	Suhu (°C)							
	Kontrol		50		60		70	
	(g/l)	(l/ton)	(g/l)	(l/ton)	(g/l)	(l/ton)	(g/l)	(l/ton)
Sengon	0,104	0,334	0,158	0,533	0,024	0,082	0,448	1,535
Jati	0,170	0,548	0,158	0,537	0,311	1,052	0,111	0,373

Keterangan: berat serbuk kayu adalah pada kondisi kering tanur

Pengaruh perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu ini terhadap setiap jenis kayu yang berbeda adalah memberikan hasil fermentasi etanol yaitu pada kisaran 0,024-0,448 g/l. Kadar etanol tertinggi dihasilkan dari kombinasi perlakuan serbuk kayu sengon dengan suhu perlakuan 70°C (0,448 g/l), sedangkan kadar etanol terendah terdapat pada kombinasi perlakuan serbuk kayu sengon dengan suhu perlakuan 60°C (0,024 g/l).

Setiap ton serbuk kayu kering tanur yang digunakan, menghasilkan etanol rata-rata sebanyak 0,69l dengan kisaran 0,08–1,54l/ton. Apabila digunakan beberapa asumsi antara lain: kerapatan kering tanur serbuk kayu 1,5 g/cm³ (Haygreen dan Bowyer, 1996), kadar air serbuk kayu 12% (kering angin), dan 1 liter etanol = 0,79 kg, maka dari potensi limbah kayu di Indonesia sebesar 3,03-4,03 juta m³ (40,6-53,9 juta ton), akan diperoleh etanol sebanyak 25,2-33,5 juta liter.

Hubungan antara kadar etanol dengan kadar masing-masing komponen kimia kayu menunjukkan bahwa kadar etanol berkorelasi positif dengan kadar alfaselulosa dan berkorelasi negatif dengan kadar kimia kayu yang lain (Gambar 2). Artinya semakin tinggi kadar alfaselulosa maka semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan. Alfaselulosa adalah selulosa murni yang tersusun oleh monomer glukosa saja. Peningkatan kadar alfaselulosa yang diikuti peningkatan kadar etanol kayu adalah karena enzim yang digunakan yaitu enzim selulase memiliki kemurnian yang tinggi yang hanya dapat menghidrolisis selulosa saja dengan baik.



Gambar 2. A. Grafik hubungan kadar alfaselulosa dengan kadar etanol kayu sengon; B. Grafik hubungan kadar lignin dengan kadar etanol kayu sengon

IV. KESIMPULAN

Berdasar hasil penelitian dan pembahasan seperti tersebut di muka maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan pendahuluan dengan kalsium hidroksida pada serbuk kayu sengon dan jati dan suhu perlakuan dapat meningkatkan kadar etanol yang dihasilkan. Kadar etanol yang dihasilkan berkisar antara 0,024-0,448 g/l. Kombinasi perlakuan yang paling baik adalah pada serbuk kayu sengon dengan suhu perlakuan 70°C.
2. Setelah perlakuan dengan kalsium hidroksida pada berbagai suhu:
 - a. Kadar ekstraktif serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 62,8-80,2% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 21-82,9% dibanding kontrol.

- b. Kadar holoselulosa serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 6,6-10,1% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 8,5-11,1% dibanding kontrol.
 - c. Kadar alfaselulosa serbuk kayu mengalami kenaikan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 8-11,5% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 8,4-11,5% dibanding kontrol.
 - d. Kadar pentosan serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 9,9-14,1% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 15,1-20,4% dibanding kontrol.
 - e. Kadar lignin serbuk kayu mengalami penurunan pada kedua jenis serbuk kayu. Pada serbuk kayu sengon yaitu sebesar 5,8-34,4% dibanding kontrol, sedangkan pada serbuk kayu jati sebesar 1,9-26,6% dibanding kontrol.
3. Sifat kimia serbuk kayu yang berkorelasi positif dengan kadar etanol yang dihasilkan adalah kadar alfaselulosa. Semakin tinggi kadar alfaselulosa, maka semakin tinggi kadar etanol yang dihasilkan.
 4. Mekanisme penurunan kadar lignin oleh kalsium hidroksida terjadi karena adanya degradasi hemiselulosa kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Bruce A. and J.W. Palfreyman, 1998. *Forest Products Biotechnology*. Taylor and Francis Ltd. London.
- Darmaji P., Suhardi, Suprpto, Herminiwati dan R.R. Zulhairi, 1998. Optimasi Pembuatan Arang Aktif dari Limbah Kayu Keruing Sebagai Filler barang Karet. Prosiding Seminar Nasional Teknologi Pangan dan Gizi. Yogyakarta. 15 Desember 1998.
- Departemen Kehutanan, 2006. *Statistik Kehutanan Indonesia 2006*.
- Irawati, D., N.R. Azwar, W. Syafi'i dan I.M. Artika, 2006. *Pemanfaatan Limbah Serbuk Kayu Untuk Produksi Etanol*. Tesis. IPB. Bogor.
- Jeffries T.W., 1994. *Biochemistry of Microbial Degradation*. C. Ratledge (Edt). Kluwer Academic Publishers. Netherlands.
- Playne, M.J., 1984. Increased digestibility of bagasse by pretreatment with alkalis and steam explosion. *Biotechnology and Bioengineering* 26 (5), 426–433.
- Sjamsuriputra A.A., I. Sastramihardja dan U.S. Sastramihardja, 1986. *Pemanfaatan Limbah Padat Industri Tapioka Untuk Produksi Etanol Dengan Cara Sakarifikasi-Fermentasi Simultan Tanpa Perlakuan Pemasakan*. Laporan Penelitian Pengabdian Pada Masyarakat. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. ITB. Bandung.
- Sjostrom, E., 1995. *Kimia Kayu, dasar-dasar dan Penggunaan*. Terjemahan Hardjono sastrohamidjojo. Gadjah Mada University Press. Jogjakarta.
- Ucar, G., 1990. Pretreatment of Poplar by Acid and Alkali for Enzymatic Hydrolysis. *Wood Science and Technology*. Vol. 24:171-180.

PROSPEK BIOPELET SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF PENGANTI BAHAN BAKAR PADAT

Wida B. Kusumaningrum, Sasa Sofyan Munawar

UPT Balai Litbang Biomaterial LIPI, Jl Raya Bogor KM 46 Cibinong
email: andeng2_lumut@yahoo.com

ABSTRACT

Biomass is the renewable resources energy that is very useful for making bio-pellet as energy materials. The potency of biomass in Indonesia could achieve 48,91 GW and only about 0,3 GW installed for commercial uses. Bio-pellet is an alternative energy that substitute low grade coal from biomass production. In the first time, bio-pellet was produced from wood. Unfortunately, the production of wood decreased every year. Furthermore, utilization of wood and non-wood industrial waste as bio-pellet sources is being important topic research. Biomass wastes from palm plantation and palm industry are prospective. The area of palm plantation in Indonesia is about 8,9 million hectare in 2011, widely spreading over the nation. With the spread out of palm plantation and the increase of industrial capacity every year, the production of palm waste is also becoming abundant and lessutilized. The palm wastes are empty fruit bunches, palm frond, and palm shell. Empty fruit bunches waste could achieve 25 million ton /year, shell palm about 7 million ton /year, fiber about 14 million ton /year and palm frond about 89 million ton /year. The aim of this research is to provide prospect information of bio-pellet from palm plantation and industrial waste for household and industrial uses. Proximate analysis resulted that bio-pellet from palm wastes such as empty fruit bunches, palm fruit fibers, and palm shell almost similar to coal and briquettes. Moreover, bio-pellet from biomass source gives environmental advantages compared to coal. For household uses, bio-pellet has the advantage on economical side due to calorific value and furnace efficiency. Bio-pellet is a prospective and competitive alternative renewable energy to substitute coal and its derivatives.

Key words: biopellet, sustainable, alternative energy, palm wastes

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil energi fosil seperti minyak bumi, gas alam, dan batu bara terbesar di dunia. Selain untuk memenuhi kebutuhan domestik, hasil dari pengolahan energi fosil tersebut merupakan komoditi ekspor. Hingga saat ini, ekspor minyak bumi dan batu bara masih tinggi, bahkan untuk komoditi batu bara mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Sebagai energi fosil yang tidak terbarukan suatu saat akan mengalami kelangkaan jika tidak dikelola dengan baik. Dari data BPS tahun 2010 menyebutkan penggunaan energi fosil di Indonesia paling besar adalah minyak bumi sebesar 54%, diikuti dengan gas alam 26,5%, kemudian batu bara sebesar 14%. Cadangan energi fosil terus mengalami penurunan, cadangan minyak bumi sekitar 3,7 milyar barel yang diprediksi akan habis 10 tahun lagi, cadangan batu bara masih 4,3 milyar ton dan diprediksi akan habis 19 tahun lagi, sedangkan cadangan gas alam sekitar 3,18 triliun meter kubik dan diprediksi akan habis 49 tahun lagi dengan proporsi konsumsi seperti tersebut di atas. Salah satu penyumbang terbesar gas rumah kaca adalah dari energi fosil yang menghasilkan gas karbondioksida (CO₂) sehingga panas matahari yang akan meninggalkan bumi tertahan di atmosfer. Dengan kondisi tersebut panas yang tertinggal di bumi akan menyebabkan pemanasan global dan ketidakstabilan iklim (Setiawan, 2011).

Pemerintah merupakan komponen penting dalam menentukan kebijakan energi nasional. Berdasarkan Perpres No 5 tahun 2006, sasaran bauran energi mix nasional mengalami reproporsionasi dengan menambahkan energi baru dan terbarukan sebesar 17% dalam skema energi nasional. (Blueprint PEN, 2006). Diversifikasi energi membantu dalam keseimbangan energi nasional agar pasokan energi nasional terjamin, memaksimalkan pemanfaatan sumber daya yang ada di Indonesia, dan menciptakan energi yang ramah lingkungan berkelanjutan. Energi baru dan terbarukan (EBT) merupakan sumber energi bersih dan berkelanjutan. Sumber daya yang termasuk di dalamnya adalah tenaga air, surya, angin, biomassa, dan panas bumi. Keberadaanya sangat melimpah di Indonesia tetapi pemanfaatannya baru sekitar 5–9% dari potensinya.

Salah satu sumber daya EBT yang sangat potensial adalah dari sumber biomassa. Biomassa adalah produk *biodegradable*, limbah dan residu sumber organik dari pertanian, kehutanan, dan perairan. Biomassa

sendiri dapat berasal dari berbagai sumber seperti kayu, hasil pertanian, produk samping proses pengolahan kayu, dan bagian organik dari limbah produksi (Nielsen, 2012). Biomassa merupakan sumber energi yang serbaguna dibandingkan sumber energi lainnya dan dapat menghasilkan bahan bakar untuk panas, listrik, dan transportasi (Siemers, 2006). Komponen penyusun biomassa adalah Karbon (C), Hidrogen (H), Oksigen (O), Nitrogen (N), dan Sulfur (S). Pada umumnya komposisi senyawa tersebut adalah Karbon sekitar 44-51%, Hidrogen sekitar 5,5-6,7%, Oksigen sekitar 41-50%, Nitrogen sekitar 0,12-0,6%, dan Sulfur maksimal 0,2% (Palz, 1985). Rencana pemanfaatan biomassa untuk energi diantaranya pada rumah tangga, industri kecil maupun besar, dan kelistrikan. (Blueprint PEN, 2006). Kelebihan biomassa untuk energi diantaranya dapat mengurangi gas rumah kaca karena menghasilkan gas dalam jumlah kecil dan karbondioksida hasil pembakaran dalam jumlah kecil yang dapat diserap kembali oleh tumbuhan sehingga mengurangi penumpukan karbondioksida di atmosfer, melindungi kebersihan air dan tanah, mengurangi limbah organik, dan mengurangi polusi udara (Setiawan, 2011). Biomassa juga memiliki kelemahan jika digunakan sebagai sumber energi diantaranya memiliki nilai kalor lebih rendah dibandingkan energi fosil, mengandung kadar air yang tinggi, densitas yang rendah, dan bentuk yang tidak homogen (White & Pasket dalam Zamirza, 2009).

Potensi biomassa di Indonesia sangat besar. sekitar 49,81 GW sedangkan kapasitas terpasang baru 0,3 GW (Blueprint PEN, 2006). Biomassa untuk energi yang telah dimanfaatkan berdasarkan kadar energi tahunan residu pertanian, kehutanan, perkebunan, dan limbah padat perkotaan. Lembaga riset Jerman Zetrum for Ratiomalle Energianwendung and Umwelth (ZREU) pada tahun 2000 melakukan estimasi sumber daya biomassa di Indonesia sebesar 146,7 juta ton/ tahun. Hasil tersebut diperoleh dari berbagai sumber biomassa diantaranya residu padi sebesar 150 GJ/ tahun, kayu rambung/ karet sebesar 120 GJ/tahun, residu gula sebesar 78 GJ/ tahun, residu kelapa sawit 67 GJ/ tahun, residu limbah lainnya (kayu lapis, veneer, kelapa, dan sampah) sebesar 20 GJ/ tahun. Dengan potensi yang besar tersebut, maka sangat dimungkinkan adanya diversifikasi energi dengan memanfaatkan sumber dari biomassa harus terus dikembangkan dan diintensifikasi.

Konversi biomassa untuk energi dapat dilakukan dengan beberapa proses. Proses yang selama ini digunakan adalah densifikasi, karbonisasi, gasifikasi, *anaerobic digestion* dan pirolisis. Densifikasi membentuk pellet atau briket sehingga dapat meningkatkan nilai kalor per satuan volume dengan cara pengempaan dan diperoleh ukuran yang seragam serta memudahkan dalam penyimpanan dan pengangkutan. Karbonisasi merupakan proses konversi biomassa menjadi arang dengan temperatur tinggi pada tungku pembakaran. Gasifikasi merupakan proses perubahan material cair atau padat menjadi bahan bakar cair dengan temperatur tinggi sehingga menghasilkan hidrogen dan yang dapat langsung dibakar pada ruang pembakaran. *Anaerobic digestion* adalah proses konversi biomassa dengan menggunakan mikroorganisme pada kondisi *anaerob* sehingga menghasilkan gas metan, dan karbon dioksida. Pirolisis adalah proses dekomposisi kimia dengan pemanasan tanpa oksigen (Singh dan Misra, 2005).

Kriteria bahan bakar yang dapat menggantikan bahan bakar fosil diantaranya layak secara ekonomi, ramah lingkungan, terjaga keberlanjutannya, layak secara teknis, fleksibel digunakan untuk berbagai kebutuhan, dan dapat diterima masyarakat. Dari beberapa proses konversi biomassa, proses densifikasi atau pembuatan biomassa dalam bentuk pellet merupakan produk yang prospektif dan kompetitif untuk dikembangkan. Pellet biomassa atau bio-pellet dapat menjadi alternatif bahan bakar pengganti bahan bakar padat seperti batu bara.

Biomassa dengan potensi yang besar di Indonesia dari limbah padat kelapa sawit berupa tandan kosong sawit, cangkang sawit, serabut buah dan pelepah sawit. Proyeksi produksi tandan kosong sawit sebesar 25 juta ton/tahun, cangkang sawit sekitar 7 juta ton/tahun, serat buah sawit sekitar 14 juta ton/tahun, dan pelepah sawit sekitar 89 juta ton/tahun. Untuk mengetahui potensi pemanfaatan limbah padat sawit untuk produksi bio-pellet maka dalam penelitian ini dikaji prospek pembuatan bio-pellet.

II. KAJIAN DAN PEMBAHASAN

Biopellet dari Biomassa (Pellet Biomassa)

Biomassa memiliki densitas rendah sehingga menimbulkan permasalahan dalam penanganan. Oleh karena itu, densifikasi bertujuan untuk meningkatkan densitas biomassa yang pada akhirnya dapat meningkatkan kalor pembakaran per satuan volume. Selain itu juga dapat mempermudah dalam hal penyimpanan dan transportasi. Biomassa dalam bentuk pellet dapat langsung digunakan sebagai sumber

energi. Nilai kalor biopellet dari biomassa berkisar antara 4000-4500 kkal/kg setara dengan batu bara muda yang banyak dieksplorasi di Indonesia.

Bio-pellet awalnya diproduksi di Swedia pada tahun 1980-an dari serpihan kayu dan limbah industri perKayuan. Konsumsi bio-pellet terbesar adalah Negara Eropa, Amerika, sedangkan di Asia adalah Jepang dan Korea. Dengan berkurangnya lahan dan produksi kehutanan menyebabkan pasokan bahan baku industri kayu semakin menurun sehingga limbah perKayuan semakin berkurang. Oleh karena itu, limbah biomassa dari nonkayu menjadi sangat potensial untuk bahan baku bio-pellet.

Potensi Limbah Padat Kelapa Sawit

Indonesia merupakan negara penghasil minyak kelapa sawit terbesar di dunia setelah Malaysia. Sekitar 95% tandan buah segar (TBS) kelapa sawit di Asia dihasilkan di Malaysia dan Indonesia., dengan 79% produksi TBS dunia berasal dari Asia. Di Indonesia, perkebunan kelapa sawit tersebar di hampir seluruh wilayah Indonesia baik dengan status milik pemerintah, swasta, maupun perkebunan rakyat (Gambar 1). Dari total area perkebunan kelapa sawit di Indonesia yang terbesar berada di Sumatera sebesar 60,27%. Daerah lain seperti Jawa sebesar 0,32%, Kalimantan 36,98%, Papua 1,04%, dan Sulawesi 2,43%. Total area perkebunan kelapa sawit mengalami peningkatan yang sangat signifikan. Pada tahun 1968, luas area perkebunan kelapa sawit sekitar 120.000 ha dan mencapai 7.800.000 ha pada tahun 2010 hingga tahun 2011 mencapai 8.908.000 ha. (Ditjen Perkebunan, 2011). Hal ini menggambarkan bahwa minyak kelapa sawit Indonesia merupakan komoditas unggulan baik untuk kebutuhan domestik maupun ekspor. Secara berkala perkebunan kelapa sawit akan memproduksi limbah padat seperti pelepah sawit dan batang sawit. Limbah batang sawit hanya diperoleh setelah pergantian tanaman (*replanting*) yang telah berusia 25-35 tahun. Sedangkan limbah pelepah sawit dapat diperoleh setiap tahun dengan kisaran 10 ton/ ha.



Gambar 1. Peta Sebaran Perkebunan Kelapa Sawit di Indonesia (Sumber: www.bkpm.go.id)

Hasil utama dari perkebunan kelapa sawit adalah tandan buah segar (TBS). TBS tersebut diproses dan menghasilkan produk utama berupa minyak sawit (Crude Palm Oil/ CPO). Dengan terus berkembangnya luas lahan perkebunan kelapa sawit, akan bersinergi positif dengan peningkatan produksi CPO. Dari data Ditjen Perkebunan, pada tahun 2011 produksi CPO nasional mencapai 22.508 ribu ton. Dalam proses produksi CPO tidak dapat dihindari juga akan menghasilkan limbah baik padat maupun cair. Limbah industri kelapa sawit ini merupakan potensi biomassa yang sangat menjanjikan. Limbah padat dari industri kelapa sawit adalah tandan kosong kelapa sawit, cangkang biji sawit, dan serabut buah sawit.

Potensi limbah padat dari industri dan perkebunan kelapa sawit terbilang cukup besar. Sedangkan pemanfaatan dari biomassa ini masih belum maksimal terutama untuk energi. Prediksi potensi limbah padat industri dan perkebunan kelapa sawit dapat diperhitungkan. Berdasarkan produksi CPO nasional sebesar 22.508 ribu ton, diasumsikan diperoleh dari 20% berat tandan buah segar (TBS). Untuk kapasitas produksi

sebesar 22.508 ribu ton/tahun diperlukan TBS sebesar 112.540 ribu ton/tahun. Selama proses produksi akan menghasilkan limbah padat berupa tandan kosong sawit, cangkang biji sawit, dan serabut buah sawit dengan proporsi hasil yang berbeda untuk setiap bahan.

Tabel 1. Potensi limbah padat industri dan perkebunan kelapa sawit

Jenis bahan	Proporsi	Potensi per tahun
<i>Limbah industri</i>		
Tandan kosong sawit	23 % dari TBS	25.884.200 ton
Cangkang biji sawit	6,5% dari TBS	7.315.100 ton
Serabut buah sawit	13 % dari TBS	14.630.200 ton
<i>Limbah perkebunan</i>		
Pelepah pohon sawit	10 ton/ ha	89.080.000 ton

Teknologi dan Proses Pembuatan Bio-pellet

Bio-pellet diproduksi dengan prinsip densifikasi dari bahan serbuk menjadi berbentuk silinder padat. Spesifikasi bio-pellet sesuai standard dunia adalah diameter antara 0,6-1 cm dengan panjang 1,5–2 cm. Target densitas sesuai standard adalah 1,2–1,3 g/cm³. Peningkatan densitas setelah melalui proses densifikasi mencapai 2-7 kali dari densitas bahan bakunya. Berbagai faktor mempengaruhi dalam proses ini diantaranya kadar air, ukuran partikel, dan komposisi kimia terutama kadar lignin dalam ikatan antar partikel.

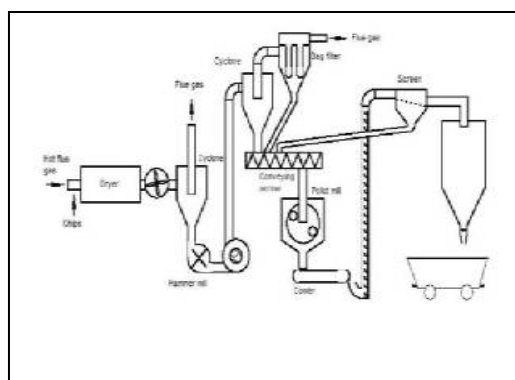
Pembuatan bio-pellet menggunakan roller mixer pelletizer yang bekerja berdasarkan tekanan dan panas gesek dari die dan roller. Gambar 2 menunjukkan proses produksi bio-pellet di pabrik Kanada. Proses produksi biopellet meliputi beberapa unit proses yaitu unit persiapan bahan baku (dryer, hammer mill, cyclone), unit produksi (pellet mill/ roller mixer pelletizer), dan unit pemilahan dan pengepakan (conveyor, screen, silo). Pada unit persiapan bahan baku dilakukan pembuatan serbuk dengan penggiling sampai diperoleh spesifikasi tertentu dan juga mengurangi kadar air. Bahan lolos seleksi diproses dalam *roller mixer pelletizer* secara kontinyu. Pada unit pemilahan dilakukan pemilihan biopellet yang sesuai spesifikasi dengan menggunakan ayakan, sedangkan yang tidak lolos spesifikasi dikembalikan ke unit produksi. Bio-pellet yang lolos spesifikasi dikemas dalam kantong kedap udara. Kelebihan dari bio-pellet adalah mempunyai ukuran yang seragam, kuat tekan yang tinggi, dan nilai kalor yang lebih baik dibandingkan dengan bahan mentahnya.

Limbah padat kelapa sawit memiliki nilai kalor yang tidak jauh berbeda dengan batubara jenis lignite, bahkan lebih tinggi dibandingkan dengan briket komersial. Kadar air biomassa juga lebih rendah daripada batubara, dimana jumlah air yang terkandung dalam bahan bakar mempengaruhi kualitas daya bakar. Kadar air yang tinggi secara tidak langsung mengurangi nilai kalor pembakaran, menimbulkan asap, dan menambah waktu penyalaan. Limbah biomassa memiliki kadar abu yang lebih kecil daripada briket. Hal ini memberikan keuntungan pada pengurangan biaya perawatan, karena abu sisa pembakaran yang berlebih akan menyumbat cerobong dapur/ alat bakar. Volatile matter suatu bahan bakar berbanding lurus dengan peningkatan panjang nyala api dan membantu dalam proses penyalaan, selain memengaruhi kebutuhan udara dan minyak bakar sekunder. Tabel 2 memberikan gambaran bahwa biomassa memiliki volatile matter lebih tinggi daripada batubara, yang dapat diartikan waktu penyalaan lebih cepat daripada batubara. Kelebihan lain dari biomassa adalah karena tidak mengandung sulfur, sedangkan pada batubara diketahui memiliki kandungan sulfur sekitar 0,5-0,8%. Akumulasi senyawa sulfur oksida akan menyebabkan korosi pada cerobong, dan juga merupakan gas yang berperan dalam efek rumah kaca serta hujan asam. Penggunaan biomassa sebagai sumber energi memiliki keunggulan dalam sektor lingkungan sehingga penggunaannya dapat mengurangi efek gas rumah kaca.

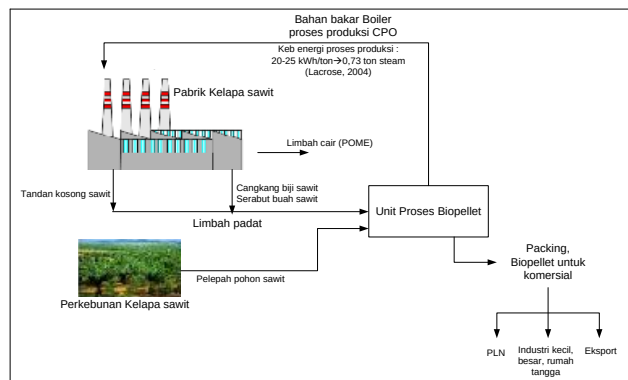
Tabel 2. Analisis Proximate dan nilai kalor limbah padat sawit dan Batubara

Jenis bahan	Tandan kosong sawit ^(a)	Cangkang biji sawit ^(b)	Serabut buah sawit ^(a)	Pelepah sawit ^(c)	Batubara jenis Lignite ^(b)	Briket batubara rumah tangga ^(c)
Analisis BB						
Proximate bahan						
Kadar air (%)	3,4	6,12	9,1	5,6	17,56	11,8
Kadar abu (%)	4,7	10,62	3,0	4,51	6,36	17,0
Volatile matter (%)	76,5	56,64	83,4	68,42	37,20	47,80
Fixed carbon (%)	18,8	26,62	13,33	27,07	40,31	35,20
Nilai kalor (kkal/kg)	4.584	4.594	4.389	4401	5.324	3.987

Sumber: (a) Notosudjono, 2009; (b) Bahrin, 2011; (c) Kusumaningrum, 2012



Gambar 2. Lini Proses Produksi Biopellet skala Industri (sumber : Gordon, 2010)



Gambar 3. Skema pemanfaatan limbah padat Sawit dan Diversifikasi produknya

Pemanfaatan limbah kelapa sawit untuk energi memberikan dampak positif terhadap kesehatan dan kualitas lingkungan serta peningkatan sektor perekonomian. Dengan pengolahan limbah yang terintegrasi akan memberikan proses produksi yang lebih ekonomis dan efisien. Limbah padat yang telah melalui proses lanjutan akan menjadi produk diversifikasi yang dapat memberikan nilai ekonomis bagi industri kelapa sawit. Limbah yang dihasilkan selama proses produksi yang digunakan untuk sumber energi proses hanya sekitar 50% sehingga sisanya dapat diproses lebih lanjut dan dapat memberikan alternatif pilihan bahan bakar ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk bahan bakar industri lain maupun rumah tangga, kelistrikan, dan juga dapat menjadi komoditi ekspor yang potensial.

Bio-pellet cukup dapat bersaing dengan bahan bakar padat lainnya. Untuk skala rumah tangga, bio-pellet dapat digunakan dengan kompor biomassa yang telah diproduksi secara komersial. Perbandingan dengan bahan bakar lain yang biasa digunakan untuk kebutuhan rumah tangga dan industri kecil dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Perbandingan Biopellet dengan bahan bakar padat lain

Bahan bakar	Biopellet*	Briket	Kayu bakar
Kandungan panas (kkal/kg)	4.594	3.987	3.788
Kebutuhan per hari	4,5 - 5,2 kg	3,4 - 4,3 kg	7,33 - 8,8 kg
Efisiensi tungku	20 -25%	30-35%	15-18%
Biaya per hari (Rp)	8550-9880	8500-10750	2199 -5250

(*) Biopellet dari cangkang biji sawit

Permintaan bio-pellet di pasar Internasional terus meningkat dengan indeks 25-30% per tahun sampai dengan 2020 (Amirta, 2011). Bahkan di Denmark masih membutuhkan 90% bio-pellet untuk memenuhi kebutuhan kelistrikannya. Sedangkan Korea Selatan memerlukan sekitar 400.000 ton/tahun bio-pellet sebagai pengganti batubara untuk bahan bakar pembangkit listrik. Jerman salah satu negara yang mengkonsumsi bio-pellet terbesar di Eropa dan sebagian kebutuhannya masih dipasok dari Negara lain. Untuk menjembatani supplier Asia dengan pembeli internasional telah dibentuk komunitas Biomass Pellets Trade Asia. Harga Bio-pellet di Jepang dan Korea berkisar USD 100-200 per ton, sedangkan untuk wilayah Eropa dan USA sekitar USD 200-300 per ton (Amirta, 2011). Di Indonesia bio-pellet belum dimanfaatkan secara komersial, di lain pihak negara lain telah menanamkan modalnya untuk mendirikan industri bio-pellet di Indonesia. Hal ini hendaknya menjadi gambaran bahwa bio-pellet merupakan sumber energi yang potensial dan menjadi wacana agar sumber biomassa yang ada di Indonesia dapat dimanfaatkan secara maksimal untuk kebutuhan energi dalam negeri.

Perkembangan Sumber energi dari Biomassa di Indonesia

Hingga saat ini sumber energi dari biomassa belum dapat mengalihkan sumber energi fosil untuk kebutuhan penting di Indonesia. Pemanfaatan biomassa untuk energi kebanyakan untuk kelistrikan dan masih dalam skala kecil. Proyek pemanfaatan biomassa untuk listrik kebanyakan berada di daerah Riau dan Sumatera Utara. PLTU merupakan industri yang paling banyak menggunakan batubara sebagai sumber energi, sekitar 70% produksi batubara nasional digunakan dalam industri ini. Jika 5-10% dapat digantikan dengan biomassa (bio-pellet) akan mengurangi emisi karbon dan menanggulangi efek gas rumah kaca. Seperti di Korea Selatan dengan program pemerintahnya Green Growth Korea yang mengganti 5% batubara untuk kelistrikan dengan biopellet. Di Jerman dengan program Renewable Energi Heat Act menggantikan seluruh bahan bakar fosil dengan biomassa untuk keperluan rumah tangga dengan pembatasan emisi karbon perumahan dan juga pemberian insentif bagi industri yang menggunakan biomassa sebagai sumber energi.

Peran Pemerintah sangat penting dalam mengembangkan sumber energi bersih dari biomassa, dengan tujuan untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar fosil dan meningkatkan kemandirian energi yang berkelanjutan. Subsidi bahan bakar fosil menjadi faktor penghambat berkembangnya energi biomassa. Diperlukan adanya regulasi dari pemerintah untuk mendukung energi baru dan terbarukan.

III. KESIMPULAN

Potensi limbah padat industri dan perkebunan kelapa sawit sangat besar. Pemanfaatannya masih belum maksimal, di sisi lain energi limbah biomassa tersebut memiliki kandungan panas setara 67 GJ/ tahun. Dengan demikian energi biomassa limbah padat sawit yang lebih ramah lingkungan, terjaga kestabilan produksinya, dan dapat diperbarui menjadi pertimbangan penting untuk dikembangkan. Bio-pellet dari limbah padat sawit memiliki nilai kalor yang cukup tinggi, tidak berbeda jauh dari batubara dan lebih tinggi daripada briket komersial, sedangkan kandungan *ultimate* dan *proximate* bio-pellet lebih baik daripada batubara. Wacana bio-pellet untuk menggantikan batubara perlu dilakukan. Regulasi pemerintah tentang energi baru dan terbarukan harus segera ditindaklanjuti agar Indonesia mempunyai posisi di dunia Internasional sebagai lumbung energi terbarukan.

DAFTAR PUSTAKA

- Amirta, R. 2011. Pemanfaatan Limbah Padat Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Bio-pellet Energi dalam rangka Mitigasi dan Adaptasi Perubahan Iklim di Kalimantan Timur. Laboratorium Bioteknologi Industri Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Badan Pusat Statistik. 2010. Data Pertambangan dan Perkebunan Indonesia.
- Bahrin, D. 2011. Biomassa : Bahan Bakar Bersih untuk Industri Karet di Sumatera Selatan. Prosiding Seminar Nasional AVoER ke-3. Halaman 110-115. Palembang.
- Blueprint Pengelolaan Energi Nasional 2006-2025. www.esdm.go.id
- Direktorat Jendral Perkebunan. 2011. Ekspor Produk Kelapa Sawit Terus Naik, 1 February 2011.
- Kusumaningrum, W.B. 2012. Pemanfaatan Limbah Industri Biomassa Industri Pertanian/ Kehutanan untuk Memproduksi Bio-pellet sebagai Sumber Energi Terbarukan. Laporan PKPP 2012
- Nielsen, J. 2012. *Sustainable Biomass Potentials for Food Feed Fuels in The Future*. Prosiding World Bioenergy 2012. Halaman 217-227
- Notosudjono, D. 2009. Pemanfaatan Limbah Industri Kelapa Sawit untuk Bahan Bakar. Bogor.
- Palz, W dan J. Coombs. 1985. *Energy from Biomass*. 3rd edition. Elsevier Applied Science. London
- Setiawan, C. 2011. Biomassa Menjawab Tantangan Energi dan Efek Gas Rumah Kaca. <http://www.kamase.org/?p=2068>. 12 April 2011
- Siemers, W. 2006. Prospect for Biomass and Biofuels in Asia. The 2nd Joint International Conference on Sustainable Energy and Environment (SEE, 2006).
- Singh, R.K dan Misra. 2005. Biofuels from Biomass. Department of Chemical Engineering National Institute of Technology. Rourkela.
- Zamirza, F. 2009. Pembuatan Bio-pellet dari Bungkil Jarak Pagar (*Jathropa curcas L.*) dengan Penambahan Sludge dan Perekat Tapioka. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- www.bkpm.go.id. Komoditi Kelapa Sawit. Diakses tanggal 25 Mei 2012

SIFAT FISIKA–KIMIA BRIKET ARANG KULIT BUAH DURIAN (*Durio sp*) METODE KEMPA DINGIN

Ady Suryawan¹, Anita Mayasari¹ dan Erna Prihatna Wati²

¹ Balai Penelitian Kehutanan Manado; Jl. Raya Adipura, Kima Atas, Mapanget, Manado
suryawanbioconserv@gmail.com

² Mahasiswa Fakultas Kehutanan UGM; Jl. Agro No. 1 Bulaksumur, Yogyakarta

ABSTRAK

Kulit buah durian yang melimpah selama ini hanya menjadi sampah. Solusi sampah tersebut salah satunya mengubahnya menjadi biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika dan kimia briket kulit buah durian dan potensinya. Metode pembuatan arang menggunakan perekat tapioka sebesar 6% dan tekanan kempa dingin (1500 psi, 2000 psi dan 2500 psi). Parameter yang diamati antara lain kadar air, berat jenis, nilai kalor, kadar zat menguap, kadar abu dan karbon terikat. Pengujian dilakukan di Laboratorium Energi Biomassa Fakultas Kehutanan UGM menggunakan metode antara lain ASTM D-1762-84, ASTM D-2395, ASTM 2051 dan ASTM D-3172. Briket arang kulit buah durian memiliki sifat fisika antara lain kadar air 10.24%, berat jenis 0.64 dan nilai kalor 6088.84 kal/gram, sifat kimia antara lain kadar zat mudah menguap 27.73%, kadar abu 10.76% dan kadar karbon terikat 50.89%. Beberapa sifat yang telah memenuhi standar di beberapa negara antara lain nilai kalor, zat mudah menguap dan kadar abu. Variasi tekanan hanya mempengaruhi parameter berat jenis, nilai kalor dan kadar abu, sehingga untuk memperbaiki potensi briket arang kulit buah durian ini dapat dilakukan dengan mencari tekanan yang optimal dan peningkatan suhu karbonisasi.

Kata kunci: Fisika, Kimia, Briket, Arang, Durian.

I. PENDAHULUAN

Produksi buah durian di Indonesia hampir sepanjang tahun dengan puncak pada bulan November hingga Februari setiap tahunnya. Di daerah Agam dan Padang Pariaman 2.609 hektare durian mampu memproduksi sekitar 11.069 ton per tahun dan Kabupaten Sukabumi sekitar 759,5 ha (Anonim, 2003). Hal ini menyebabkan volume sampah kulit buah durian dapat mencapai 980 m³ per hari (Hatta, 2007), sehingga menyebabkan permasalahan tersendiri.

Besarnya potensi sampah kulit buah durian ini memiliki potensi sebagai biomassa karena menurut Hatta (2007), karakteristik bentuk dan sifat-sifat kulitnya dapat dijadikan bahan campuran papan partikel, briket arang, arang aktif karena mengandung unsur selulose yang tinggi (50-60%), lignin 5% dan kandungan pati 5%. Kusbantoro (1994) mengatakan bahwa kualitas briket ditentukan oleh sifat fisika meliputi berat jenis, kadar air dan nilai kalor dan sifat kimia meliputi zat mudah menguap, karbon terikat dan kadar abu. Arang mengandung nilai kalor dua kali lebih besar dari kayu kering angin dan sekitar empat kali kayu basah. Penelitian ini bertujuan mengetahui sifat fisika dan kimia briket kulit buah durian dan potensinya.

II. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan adalah kulit durian kering, tepung tapioca dan untuk analisa kualitas menggunakan natrium karbonat (Na₂CO₃), asam benzoat (C₆H₅COOH), *methyl orange*, kawat nikel No. 45 C 10, oksigen murni 99,5%, parafin dan air. Karbonisasi dilakukan dengan retort bersuhu 190°C

Metode pembuatan arang briket menggunakan perekat tapioka sebesar 6% dan tekanan kempa dingin (1500 psi, 2000 psi dan 2500 psi) dengan alat pencetak *ogalith* / briket berdiameter 5,5 cm setiap tekanan 5 ulangan. Metode analisa kualitas briket mengacu pada Anonim 1978; 1979 dan 1985 yaitu ASTM D-1762-84, ASTM D-2395, ASTM 2051 dan ASTM D-3172 dilakukan di Laboratorium Energi Biomassa Fakultas Kehutanan UGM. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan standar briket arang di beberapa Negara sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Standard kualitas briket arang di beberapa Negara menurut Hartoyo (1976)

Sifat arang	Standar		
	Jepang	Inggris	Amerika Serikat
Kadar air (%)	6-8	3-4	6
Kadar abu (%)	3-6	8-10	18
Kadar zat mudah menguap (%)	15-30	16	19
Kadar karbon terikat (%)	60-80	75	58
Berat Jenis	1-1,2	-	-
Nilai kalor	6000-7000	7300	6500

Prosedur atau langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan briket arang kulit durian digambarkan sebagai berikut:



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan briket arang dari kulit buah durian yang dilakukan tidak ada perlakuan khusus kecuali pengeringan kulit. Hal ini penting karena kulit durian rentan terhadap jamur sehingga dalam jumlah banyak dapat dilakukan pengeringan oven bersama dengan oven pengering kayu dan hanya memerlukan waktu beberapa jam saja.

Sifat Fisika

Kadar Air

Pengujian kadar air menggunakan metode ASTM D-1762-84 dan hasil pengujian kadar air briket kulit durian disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Nilai kadar air briket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Nilai kadar air (%)						Rata-rata KA
	I	II	III	IV	V	Rata-rata	
1500	9,21	10,35	10,84	10,69	9,73	10,16	10,24
2000	10,32	10,65	10,19	10,30	10,53	10,40	
2500	9,16	10,64	10,47	9,72	10,81	10,16	

Nilai rata-rata kadar air yang dihasilkan melalui variasi tekanan ini menunjukkan kadar air yang tinggi. Bila dibandingkan kadar air 10,24% jauh lebih tinggi, karena standar Jepang 6-8%, Amerika 6% dan Inggris 3-4% saja. Menurut Haygreen dan Bowyer (1989), arang dengan kadar air sangat mempengaruhi nilai kalor. Kadar air rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi, begitu sebaliknya. Hal ini disebabkan karena energi yang tersimpan dalam kayu digunakan untuk menguapkan air yang ada di dalamnya.

Kadar air yang dihasilkan dalam pembuatan briket dipengaruhi oleh proses pembuatannya terutama tekanan dan perekat saat pencetakan karena sangat mempengaruhi porositasnya. Briket dengan porositas tinggi akan didapatkan nilai kadar air lebih tinggi. Untuk mengetahui pengaruh tekanan yang diberikan terhadap kadar air maka dilakukan analisis varian sebagaimana Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar air

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,186 ^a	2	0,093	0,282	0,759
Intercept	1573,069	1	1573,069	4,780E3	0,000
Tekanan	0,186	2	0,093	0,282	0,759
Error	3,949	12	0,329		
Total	4,135	14			

a. R Squared = .045 (Adjusted R Squared = -.114)

Penambahan tekanan pengempaan akan mengurangi porositas dan kadar air yang dihasilkan (Haygreen dan Bowyer, 1989). Hasil analisis varian menunjukkan bahwa ketiga tekanan tidak mempengaruhi kadar air, sehingga dapat dikatakan bahwa tekanan yang diberikan masih terlalu kecil dan tidak mampu menciptakan kerapatan yang tinggi.

Penambahan tekanan pengempaan akan mengakibatkan berkurangnya porositas (Haygreen dan Bowyer, 1989). Pendapat ini diperkuat oleh penelitian Prasetyo (2004) yang menyebutkan penambahan tekanan pengempaan akan menyebabkan pengurangan kadar air. Sedangkan prosentase perekat menurut Azizah (2006) memengaruhi penyerapan air karena penggunaan pati dalam pembuatan briket mengandung komponen piridin dan asan anhidrid yang bersifat hidrofilik, sehingga semakin tinggi prosentase perekat akan mengakibatkan kadar air semakin tinggi.

Berat Jenis

Berat jenis akan menentukan kualitas arangnya, angka yang tinggi menunjukkan kekompakan kerapatan briket arang (Soeparno dan Suranto, 1999). Menurut Soenardi (1976); Hartoyo dan Nurhayati (1976); Sudrajat (1983), berat jenis akan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket yaitu mempengaruhi kadar air, kadar karbon terikat, nilai kalor dan zat mudah menguap dan kadar abu. Nilai Berat Jenis didapatkan dengan analisa metode ASTM D-2395 disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Berat jenis briket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Nilai Berat Jenis					Rata-rata	Rata-rata BJ
	I	II	III	IV	V		
1500	0,60	0,58	0,64	0,56	0,63	0,60	0,65
2000	0,65	0,68	0,65	0,64	0,67	0,66	
2500	0,64	0,69	0,68	0,68	0,68	0,67	

Rata-rata berat jenis briket yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan standar Jepang yaitu 1-1,2, sedangkan Amerika dan Inggris tidak memberikan standar. Berat jenis briket sangat tergantung oleh berat jenis bahan baku sebagaimana penelitian Hartoyo dan Nurhayati (1976) yang mengatakan bahwa berat jenis bahan baku yang rendah akan menghasilkan berat jenis briket rendah pula, karena karbon yang terkandung didalamnya sedikit. Menurut Wati *et al* 2008 berat jenis kulit buah durian hanya 0.31. Berat jenis dipengaruhi tekanan kempa sebagaimana Tabel 5 memiliki nilai Sig di bawah 0.05, sehingga disimpulkan bahwa tekanan kempa memiliki pengaruh yang nyata terhadap berat jenis.

Tabel 5. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap berat jenis

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	0,014 ^a	2	0,007	12,113	0,001
Intercept	6,234	1	6,234	1,057E4	0,000
Tekanan	0,014	2	0,007	12,113	0,001
Error	0,007	12	0,001		
Corrected Total	0,021	14			

a. R Squared = .669 (Adjusted R Squared = .614)

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 di atas, penelitian ini menunjukkan bahwa tekanan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket arang. Berdasar nilai berat jenis dan kadar air, tekanan 2500 psi memiliki kualitas paling tinggi dengan berat jenis 0.69 dan kadar air terendah mencapai 9.16%.

Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan panas yang diperoleh dari pembakaran per satuan berat kayu kering tanur (Soenardi, 1976). Kayu berkadar air tinggi akan menghasilkan panas yang lebih rendah dibanding dengan kayu berkadar air rendah. Selain kadar air, briket juga dipengaruhi oleh berat jenis, kadar lignin dan zat ekstraktif (resin dan tannin). Nilai kalor briket arang kulit buah durian disajikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Nilai kalor briket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Nilai Kalor (kal/gram)						Rata-rata Nilai Kalor
	I	II	III	IV	V	Rerata	
1500	6515,88	5844,16	6149,40	5918,75	5931,08	6071,85	6088,84
2000	6096,41	7260,90	6063,46	6267,79	6778,21	6493,35	
2500	6068,21	5692,61	5919,05	5919,42	4907,23	5701,30	

Berdasarkan Tabel 6, nilai kalor tertinggi 7260.90 Kal/gram dicapai dengan menggunakan tekanan 2000 psi, sedangkan pada tekanan 1500 nilai kalor rata-rata 6071.85 kal/gram lebih rendah dan 2500 memiliki rata-rata nilai kalor terendah (5701.31 kal/gram). Variasi ini perlu diuji, sehingga dapat diketahui pengaruh tekanan terhadap nilai kalor. Hasil uji analisis varian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap nilai kalor

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1,571E6 ^a	2	785260,629	4,241	0,040
Intercept	5,561E8	1	5,561E8	3,003E3	0,000
Tekanan	1570521,258	2	785260,629	4,241	0,040
Error	2222034,520	12	185169,543		
Total	3792555,778	14			

a. R Squared = .414 (Adjusted R Squared = .316)

Hasil analisis menunjukkan bahwa tekanan tidak memengaruhi nilai kalor secara signifikan. Tinggi rendahnya nilai kalor yang dihasilkan pada briket arang kulit durian ini tidak disebabkan oleh pengaruh variasi tekanan. Nilai kalor yang dihasilkan sebagian telah memenuhi standar karena standar nilai kalor di Jepang 6000–7000 kal/gram, Inggris 7300 kal/gram dan Amerika 6500 kal/gram. Nilai kalor pada tekanan 1500 psi telah memenuhi standar Jepang, sedangkan tekanan 2000 psi telah memenuhi standar Jepang dan Amerika.

Sifat Kimia

Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap bukan berupa air, abu maupun karbon akan tetapi merupakan zat penyusun briket meliputi senyawa hidrokarbon C2-C4, metana, karbon monoksida dan hidrogen. Sebagaimana penjelasan Fengel dan Wagener (1995), adanya unsur hidrogen pada zat mudah menguap pada briket akan berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran, semakin tinggi zat mudah menguap maka briket akan sangat mudah terbakar. Adanya zat mudah menguap yang tinggi pada briket yang dibakar ditandai dengan adanya asap yang begitu banyak (Foley, 1986). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar zat mudah menguap dari briket arang kulit durian ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar zat mudah menguap (%) pada masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Kadar zat mudah menguap (%)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	rerata	
1500	32,29	31,14	18,39	24,45	27,03	26,66	27,73
2000	29,54	26,05	28,73	31,57	23,91	27,96	
2500	26,56	28,83	27,57	30,25	29,70	28,58	

Tabel 8 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan, rata-rata zat mudah menguap yang dihasilkan akan semakin tinggi. Batasan zat mudah menguap pada tiga negara yaitu: Jepang 15-30%, Inggris 16% dan Amerika 19%, sehingga briket ini hanya memenuhi standar Jepang saja. Analisis varian dilakukan untuk memastikan pengaruh tekanan terhadap kadar zat mudah menguap. Hasil analisis disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar zat mudah menguap

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9,618 ^a	2	4,809	0,338	0,720
Intercept	11537,621	1	11537,621	811,749	0,000
Tekanan	9,618	2	4,809	0,338	0,720
Error	170,559	12	14,213		
Total	180,178	14			

a. R Squared = .053 (Adjusted R Squared = -.104)

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa tekanan tidak mempengaruhi secara nyata variasi kadar zat mudah menguap karena nilai Sig lebih besar 0,05. Hal ini membuktikan bahwa zat mudah menguap dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku. Menurut Hartoyo *et al.* (1978) sifat ini dapat diatasi dengan menaikkan suhu karbonisasi karena zat mudah menguap telah menguap sebelum proses karbonisasi selesai. Menaikkan suhu karbonisasi selain menurunkan kadar zat mudah menguap juga akan menaikkan kualitas arang. Kadar zat mudah menguap berbanding terbalik dengan kadar karbon terikat, sehingga semakin rendah kadar zat mudah menguap maka kandungan karbon akan semakin tinggi.

Kadar Abu

Kadar abu adalah perbandingan berat abu atau sisa bahan setelah dilakukan pembakaran arang terhadap berat arang semula. Menurut Fengel dan Wagener (1995), abu tersusun dari zat mineral seperti Ca, Mg, K dan silica. Kadar abu yang tinggi akan menurunkan kualitas briket sebagaimana Hendra dan Darmawan (2000) menjelaskan bahwa kadar abu berpengaruh pada nilai kalor, semakin rendah kadar abu, semakin tinggi nilai kalor atau semakin tinggi kualitas arang atau briket. Hasil pengujian tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Kadar abu briket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Kadar Abu (%)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	Rerata	
1500	12,79	11,90	11,18	11,42	10,91	11,64	10,76
2000	5,95	9,09	10,10	9,45	8,93	8,70	
2500	12,12	11,37	12,82	11,98	11,31	11,92	

Kadar abu yang dihasilkan dari briket kulit durian memiliki rata-rata 10,76 % dan kadar abu terbaik atau terendah didapatkan dari perlakuan tekanan 2000 psi dengan nilai rerata 8,7% dan nilai terendah 5,95%. Standar kadar abu tertinggi pada tiga negara yaitu Jepang 3-6 %, Inggris 8-10% dan Amerika 18 %. Kadar abu yang dihasilkan dari briket kulit durian secara umum memenuhi ketiga negara importir briket.

Tabel 11 di bawah merupakan hasil analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar abu yang dihasilkan. Hasil tersebut menunjukkan bahwa H1 diterima atau ada pengaruh tekanan terhadap kadar abu karena nilai Sig lebih kecil 0,05

Tabel 11. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar abu briket kulit durian

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	31,735 ^a	2	15,868	13,600	0,001
Intercept	1734,943	1	1734,943	1,487E3	0,000
Tekanan	31,735	2	15,868	13,600	0,001
Error	14,001	12	1,167		
Total	45,736	14			

a. R Squared = .694 (Adjusted R Squared = .643)

Kadar Karbon Terikat

Karbon terikat merupakan parameter utama karena kadar karbon terikat menentukan nilai kalor yang dihasilkan. Djatmiko *et al.* (1981) serta Soeparno dan Suranto (1993) mengatakan bahwa nilai kadar karbon terikat berkorelasi positif yaitu semakin tinggi kadar karbon pada arang maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena setiap oksidasi karbon akan menaikkan nilai kalornya. Hasil pengujian kadar karbon terikat ditunjukkan pada Tabel 12, sedangkan analisis varian tersaji pada Tabel 13.

Tabel 12. Kadar karbon terikat briket arang masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Kadar Karbon Terikat (%)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	rerata	
1500	45,71	46,60	59,59	53,45	52,34	51,54	50,89
2000	54,19	54,22	50,98	48,68	56,63	52,94	
2500	52,16	48,51	46,48	46,05	47,79	48,20	

Tabel 13. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar karbon terikat briket arang kulit durian

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	59,346 ^a	2	29,673	1,876	0,195
Intercept	38849,935	1	38849,935	2,456E3	0,000
Tekanan	59,346	2	29,673	1,876	0,195
Error	189,816	12	15,818		
Corrected Total	249,162	14			

a. R Squared = .238 (Adjusted R Squared = .111)

Kadar karbon terikat yang dihasilkan tergolong rendah bila dibandingkan dengan standar yang ada. Negara Jepang mensyaratkan kadar karbon terikat 60–80%, Inggris 75% dan Amerika 58%. Hasil ini pengujian kadar karbon terikat berdasarkan analisis varian tidak dipengaruhi oleh tekanan kempa karena nilai Sig lebih besar 0.05. Menurut Earl (1974), kadar karbon terikat sangat dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap, menaikkan suhu karbonisasi akan meningkatkan kualitas hingga 90%. Dijelaskan bahwa pengarangan (karbonisasi) berlangsung 7 menit pada suhu 900°C pada tempat tertutup tanpa ada kontak udara luar akan menyebabkan zat mudah menguap lebih banyak. Sedangkan Maarif (2004) mengatakan bahwa untuk meningkatkan kadar karbon terikat dapat dilakukan dengan karbonisasi bersuhu minimal 500 °C.

IV. KESIMPULAN

Sifat fisika kimia briket arang kulit buah durian melalui proses pengempaan dilakukan dengan menggunakan tiga variasi tekanan yaitu 1500 psi, 2000 psi dan 3000 psi dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Sifat Fisika
 - a. Kadar air rata-rata yang dihasilkan yaitu 10.24% dengan variasi 9.16 % hingga 10.84%.
 - b. Berat Jenis rata-rata yang dihasilkan yaitu 0.64 dengan kisaran 0.56 hingga 0.69.
 - c. Nilai Kalor rata-rata yang dihasilkan yaitu 6088.84 kal/gram dengan variasi kisaran 4907.23 kal/gram hingga 7260 kal/gram.
2. Sifat Kimia
 - a. Kadar zat mudah menguap rata-rata yang dihasilkan yaitu 27.73 % dengan kisaran variasi 18.39 % hingga 32.29%
 - b. Kadar abu rata-rata yang dihasilkan yaitu 10.76% dengan kisaran variasi 5.59 % hingga 12.82%
 - c. Kadar karbon terikat rata-rata yang dihasilkan yaitu 50.89% dengan kisaran variasi 45.71% hingga 59.59%
3. Faktor tekanan kempa hanya mempengaruhi secara nyata pada parameter berat jenis, nilai kalor dan kadar abu, sehingga untuk memperbaiki kualitas ketiga parameter tersebut dapat mencari tekanan yang optimal.

4. Beberapa parameter yang memenuhi standar yaitu Jepang (nilai kalor, zat mudah menguap dan kadar abu) Inggris (kadar abu) dan Amerika (nilai kalor, kadar abu)
5. Kualitas briket arang kulit durian dapat ditingkatkan kualitasnya melalui peningkatan suhu karbonisasi hingga di atas 500°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1978. Standars Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood Based Materials. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.
- , 1979. Annual Book of ASTM Standards, Part 26, D-5, Coal and Coke. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.
- , 1985. Annual Book of ASTM Standards, Section 4 (Construction), Volume 04.09, Wood. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.
- Azizah, N.. 2006. Pengaruh Variasi Konsentrasi Perekat Dan Tekanan Kempa Terhadap Sifat Fisika Kimia Briket Arang Dari Kulit Kayu Suren (Toona sureni Merr.). Skripsi S1 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Djarmiko, S. Ketaren dan S. Setyahartini, 1981. Arang, pengolahannya, dan penggunaannya. Jurusan Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Earl, D.E., 1974. A Report on Charcoal (Andre Meyer Research Fellow). FAO of United Nations. Rome.
- Hartoyo, J. Ando, dan T. Nurhayati, 1976. Rendemen dan Sifat Arang Dari Beberapa Jenis Kayu Indonesia. Laporan Penelitian No. 62 LPHH. Bogor.
- Haygreen, J. G., dan J. L., Bowyer, 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar. Diterjemahkan oleh Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kusbantoro, E.. 1994. Limbah Serbuk Gergajian sebagai Bahan Baku Briket Arang. Skripsi S1 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Soenardi, 1976. Struktur dan Sifat Kayu. Bagian Penerbit Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Soeparno dan Y. Suranto, 1990. Penelitian Nilai Kalor Beberapa Jenis Kayu Bakar Rakyat. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.

EKSPLORASI LIMBAH KAKAO BERBASIS *FAST PYROLYSIS* SEBAGAI BIOENERGI YANG TERBARUKAN

Mohammad Wijaya.M

Jurusan Kimia FMIPA UNM Makassar
Jl.Dg Tata Raya, Kampus UNM Parangtambung 90224; email: wijasumi@yahoo.com

ABSTRAK

Eksplorasi dan potensi pemanfaatan limbah kakao (kulit buah kakao dan kayu) dengan penggunaan Teknologi Fast Pyrolysis. Teknologi pirolisis adalah salah satu proses pembakaran tanpa udara dengan menggunakan reaktor listrik dan reaktor biasa (drum). Hasil pembakaran ini tidak mencemari lingkungan karena asap yang dihasilkan dapat dimasukkan ke dalam destilat (asap cair), arang serta tar, yang bermanfaat sebagai bahan bakar nabati (BBN). Dalam penelitian ini digunakan suhu pirolisis 300-500°C. Hasil yang ditargetkan dari penelitian ini adalah memanfaatkan asap cair, arang, oil, dan gas yang dihasilkan dari limbah kulit buah kakao melalui teknologi fast pyrolysis. Analisis bahan baku menunjukkan bahwa kulit buah kakao memiliki kadar lignin 31,04%, kadar holoselulosa 31,37%, alfa selulosa 29,36% dan kadar hemiselulosa 2,01%. Hasil analisis rendemen asap cair dari kulit buah kakao dengan proses pirolisis pada suhu 300°C adalah 23,60%, pada suhu 350°C sebesar 6,90%, pada suhu 400°C sebesar 3,21%, pada suhu 450°C sebesar 3,08% dan pada suhu 500°C sebesar 2,27% dengan nilai kalori sebesar 5925 Kal/g. Hasil analisis GC-MS untuk asap cair dari kulit buah kakao pada suhu 300- 500° C menunjukkan adanya senyawa kimia berupa asam asetat, fenol asam butanoat, aseton, 2 furan metanol, etil alkohol, siklopentanon, toluena, asam karbamat, 1 hidroksi 2 propanon, 1 H pyrol, dan etanon. Sedangkan analisis FTIR untuk arang kulit buah kakao menunjukkan adanya gugus hidroksil pada serapan 3410 cm⁻¹, gugus karbonil pada serapan 1579 cm⁻¹, dan gugus C-H pada serapan 950,91 cm⁻¹. Derajat kristalinitas kulit buah kakao menggunakan analisis XRD sebesar 39,42%. Adanya senyawa kimia dalam produk asap cair yang termasuk kelompok furfural alkohol, toluena dan fenol serta produk arang (bioarang) berpotensi untuk dikembangkan sebagai bioenergi yang terbarukan yang mampu mengurangi penggunaan BBM yang semakin langka. Pemanfaatan limbah kulit buah kakao dengan teknologi Fast Pyrolysis juga berperan dalam upaya pengurangan emisi karbon.

Kata kunci: Kulit buah kakao, fast pyrolysis, asap cair, arang, bioenergi.

I. PENDAHULUAN

Ketersediaan sumber daya energi yang berkelanjutan (*Sustainable*) dengan jumlah mutu yang memadai dan harga yang terjangkau bagi masyarakat diperlukan dalam menggerakkan roda pembangunan nasional. Paradigma baru tercermin dalam pergeseran orientasi pengembangan energi dari terpusat menjadi tersebar, dan orientasi dorongan penyediaan ke orientasi dorongan kebutuhan yang menciptakan kesesuaian antara kebutuhan dan sumber-sumber energi baik dari sisi skala maupun jenis energi. Produksi BBM pada tahun 2011 mencapai 116.6 US\$ /Barel yang nilainya 96 Triliun. Penggunaan BBM akan habis pada tahun 2029. Hal ini perlu mencari energi yang terbarukan yang ramah lingkungan.

Tantangan yang dihadapi Indonesia sangat berat karena masih tingginya harga minyak dunia pada tahun lalu. Kebijakan subsidi yang diterapkan telah dirasakan memberatkan anggaran pemerintah, sehingga kenaikan harga BBM nasional tidak mungkin lagi dihindari. Masalah penyediaan energi saat ini merupakan isu nasional yang membutuhkan penanganan yang tepat, mengingat penduduk Indonesia yang memerlukan energi yang jumlahnya cukup besar. Pertumbuhan energi rata-rata Indonesia sangat tinggi, yang melebihi pertumbuhan konsumsi dunia maupun negara-negara APEC. Laju konsumsi yang tinggi ini mengakibatkan berbagai ketimpangan antara lain pengurusan sumber daya fosil terutama minyak bumi, yang jauh lebih cepat dibanding dengan kecepatan untuk menemukan cadangan baru sehingga diperkirakan dalam waktu yang tidak lama cadangan energi fosil akan habis.

Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukan cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak akan habis dalam dua dekade mendatang. Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 Tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar

minyak. Oleh karena itu, Pemerintah perlu mengupayakan energi terbarukan dan ramah lingkungan selain BBM yaitu pemanfaatan limbah biomassa yang masih berlimpah

Beberapa sumber energi terbarukan yang potensial dikembangkan berasal dari limbah biomassa (*Biomass waste*) diantaranya limbah kulit buah kakao. Biomassa sebenarnya dapat digunakan secara langsung sebagai sumber energi panas sebab biomassa tersebut mengandung energi yang dihasilkan dalam proses fotosintesis saat tumbuhan tersebut masih hidup (Gregory 1977). Penggunaan biomassa secara langsung sebagai bahan bakar kurang efisien sehingga perlu diubah menjadi energi kimia bioarang (Boyles 1984). Produksi biomassa sekitar 14% dari pasokan energi primer di dunia. Sekitar 75% di antaranya yang digunakan oleh negara berkembang (Parikha 2004) seperti negara-negara di Asia Selatan dan Asia Tenggara. Penggunaan energi biomassa ini sebagai sumber energi yang signifikan dapat dijumpai di India, Bangladesh, Myanmar, Laos, (Koopmans 2005 ; Bhattacharya 2003).

Limbah kulit buah kakao berhasil diproses menjadi bahan makanan ternak, namun limbah kulit buah kakao yang ditambahkan langsung pada ternak tidak sesuai yang diharapkan karena berat badan ternak menjadi menurun. Penggunaan kulit buah kakao sebagai pakan ternak sangat terbatas karena KBK mengandung zat anti nutrisi yang antara lain dapat menurunkan secara signifikan nilai nutrisi pakan ternak. Kulit buah kakao tersusun oleh selulosa, serat, protein dan lemak. Limbah yang bermanfaat dari kakao adalah kulit dan plasenta yang mengandung serat, protein dan sejumlah asam organik yang berpotensi sebagai sumber energi pakan. Produktivitas limbah kakao per tahun per hektar untuk varietas landak mencapai 1000-1250 kg.

Tujuan penelitian ini adalah menghasilkan asap cair, arang dan bio-fuel serta bio-oil melalui proses pirolisis fast dengan pengaturan suhu dan memperoleh fraksi-fraksi komponen kimia asap cair dan ter yang potensial dikembangkan untuk sebagai bahan bakar nabati (BBN). Secara khusus, tujuan kegiatan penelitian ini adalah mengoptimalkan hasil pirolisis dengan rekayasa proses fisik (suhu dan laju pemanasan) dari limbah biomassa dan mencari komponen kimia asap cair dan ter yang potensial untuk bahan bakar nabati.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Serangkaian penelitian telah dilakukan selama Tahun 2012. Tahap penelitian ini adalah proses pirolisis dan analisis produk yang dihasilkan yang dilakukan di beberapa laboratorium yang terdiri atas : 1) Laboratorium Kimia Kayu dan Energi Biomassa Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Kementerian Kehutanan, Bogor dilakukan proses pirolisis, asap cair, arang dan analisis XRD dan TGA 2). Laboratorium Pasca panen di Cimanggu-Bogor Kementerian pertanian, dilakukan analisis kadar asam dan 3) Laboratorium Kimia Instrumen FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia (UPI) Bandung untuk analisis GC-MS, dan Laboratorium Kimia Analitik FMIPA ITB Bandung untuk analisis FTIR. Tahap berikutnya adalah kegiatan rancangan membuat pirolisis fast dan di lapangan untuk mengaplikasikan bahan bakar nabati pada tungku /kompor untuk bioarang.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit buah kakao dari hasil pengolahan kakao di Desa Batu Lappa Kecamatan Larompong Selatan di Kabupaten Luwu Propinsi Sulawesi-Selatan. Untuk bahan analisis digunakan etanol 95%, aquades, reagen Folin-Ciocalteu, asam tanat 0,2%, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 5%, Na_2CO_3 5%, indikator *fenolphthalein*, NaOH 0,1 N. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah pembakar, reaktor pirolisis *microwave*, *thermocouple*, labu leher tiga, selang, bunsen, termometer, pH meter, erlenmeyer, gelas piala, tabung rekasi, buret. Pipet tetes, labu ukur, vortex shaker, sentrifuse, spektrofotometer, piknometer, GC-MS merk QP 5050 A Shimadzu,

Pelaksanaan Penelitian

Persiapan dan Analisis Bahan Baku

Bahan baku limbah berupa kulit buah kakao dipotong kecil-kecil dengan ukuran 40-60 mesh, kemudian dikeringkan hingga mencapai 10-20% (b/b). Setelah itu dilakukan analisis kadar lignin dan selulosa

serta *Differential Thermal Analyses* (DTA/TGA) untuk mengetahui dekomposisi bahan akibat perubahan suhu yang dilakukan dengan cara memanaskan bahan sampai 500°C (Billmeyer 1984).

Teknologi Pirolisis Fast

Limbah biomassa yang berupa limbah kulit buah kakao dimasukkan ke dalam *kiln* yang terbuat dari baja tahan karat yang dilengkapi dengan alat pemanas listrik, tiga kondensator dan dua buah labu penampung destilat. Suhu pembakaran yang digunakan berturut-turut adalah 300, 350, 400, 450, dan 500°C dalam waktu total 5 jam. Asap cair yang terbentuk dialirkan melalui bagian bawah *kiln* ke alat pendingin, kemudian kondensat ditampung dalam 4 buah labu dengan volume 2 liter. Kondensat yang diperoleh yaitu kondensat A : 300°C, kondensat B : 350°C, kondensat C : 400°C, kondensat D : 450°C, dan kondensat 500°C, masing-masing ditampung dalam labu pemisah, dikocok dan dibiarkan 24 jam untuk mengendapkan ter. Bagian atas larutan kondensat adalah asap cair, sedangkan bagian bawah adalah endapan ter.

Pemisahan dan Pemilihan Senyawa Kimia

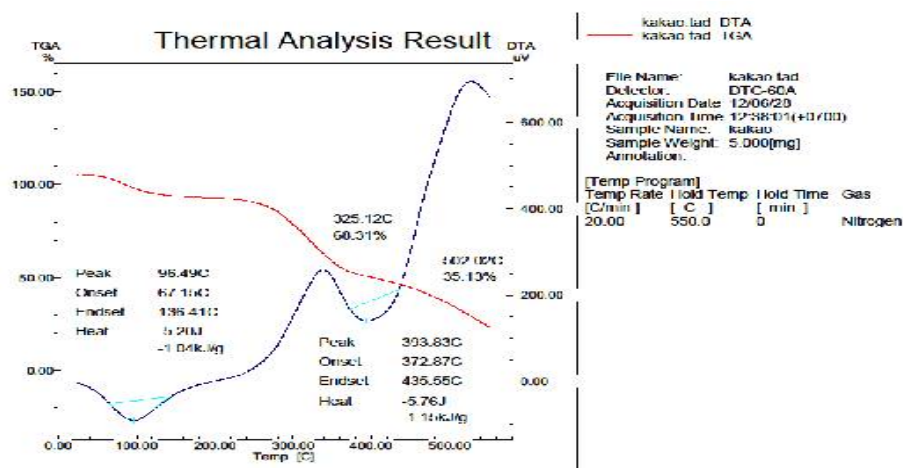
Setelah diperoleh kondensat berupa asap cair dari kulit buah kakao masing-masing sampel diidentifikasi dengan menganalisis rendemen, pH, dan kadar asam. Asap cair yang mempunyai kadar asam yang tinggi dianalisis komponen kimianya dengan menggunakan alat GC-MS. Asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis selanjutnya diidentifikasi kandungan kimianya menggunakan kolom kapiler BB 5 MS dengan panjang 50 m dan diameter 0,25 mm dengan suhu injektor 125°C, gas pembawa helium dan kecepatan alir 0,6 µl/menit serta volume injeksinya 0,2 µl. Hasil GC-MS berupa komponen kimia dilakukan perhitungan kadar asam asetat dan kadar alkohol untuk mengetahui senyawa potensial sebagai sumber energi terbarukan dari setiap fraksi asap cair. Selanjutnya arang dilakukan analisis FTIR dan XRD.

Aplikasi Energi Terbarukan

Aplikasi uji coba bioarang pada tungku arang dan dibandingkan tungku listrik

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air bahan baku berupa kulit buah kakao adalah 13,74%. Oleh karenanya, dalam penelitian ini digunakan rentang suhu pirolisis 300-500°C. Pemilihan selang suhu diharapkan dapat menguapkan air dari bahan dan menguraikan seluruh komponen berbahaya seperti ter dari kulit buah kakao tersebut.



Gambar 1. Analisis DTA/TGA untuk kulit buah kakao

Hasil analisis DTA/TGA dapat dilihat pada Gambar 1 yang menunjukkan bahwa suhu dekomposisi selulosa untuk kulit buah kakao ini berkisar antara 325,12°C, dengan pengurangan massa (*weight loss*) pada tahap ini sebesar 68,13%. Hasil tersebut juga menunjukkan suhu dekomposisi lignin sebesar 502,02°C dengan pengurangan massa sebesar 35,13%. Sedangkan untuk analisis DTA, diperoleh bahwa suhu puncak

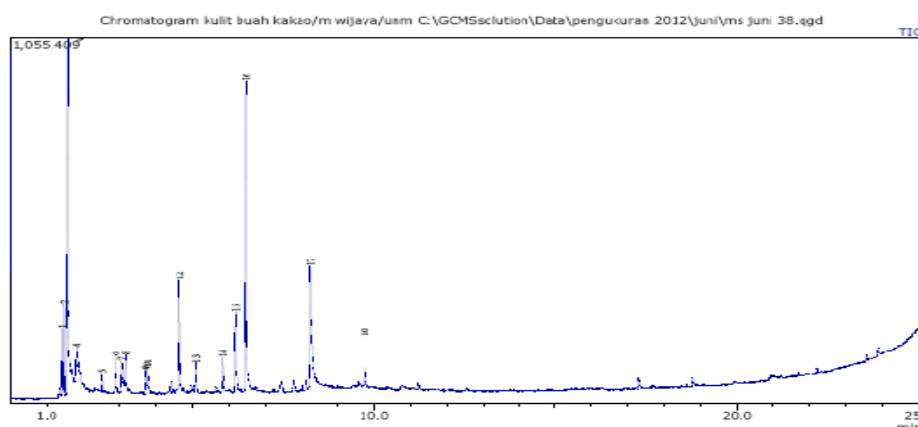
pada 96,49°C yang dimulai suhu awal 67,15°C sampai suhu akhir 136,41°C menghasilkan panas sebesar -1,04 kJ/g. Sedangkan suhu puncak lain 393,83°C dimulai suhu awal 372,87°C sampai suhu akhir 435,55°C menghasilkan panas sebesar -1,15 kJ/g. Hasil ini sesuai dengan penelitian Gasparovic *et al.* (2009). TGA pada pirolisis kayu *chip* mengalami dekomposisi hemiselulosa pada kisaran suhu 200–380°C dan Bhuiyyan *et al.* (2008) membuktikan TGA limbah surat kabar, dekomposisi pertama antara 38-142°C. Suhu dekomposisi selulosa pada kulit buah kakao ini berkisar antara 325,12°C, erat kaitannya dengan penelitian Gasparovic *et al.* (2009) dimana dekomposisi selulosa pada kisaran suhu 250-380°C. Menurut Bhuiyyan *et al.* (2008), dekomposisi kedua terjadi antara 291-429°C. Suhu dekomposisi lignin untuk kulit buah kakao ini berkisar 340-349°C, erat kaitannya dengan penelitian Gasparovic *et al.* (2009), dekomposisi lignin pada kisaran suhu 180-900°C dan menurut Bhuiyyan *et al.* (2008), dekomposisi ketiga antara 657-743°C. Pada penelitian sebelumnya, proses dekomposisi termal telah dilakukan untuk pirolisis biomassa dan penyusunnya terutama kandungan selulosa, hemiselulosa dan jenis-jenis lignin yang berbeda.

Berdasarkan proses dekomposisi hasil analisis bahan baku untuk kulit buah kakao diketahui kandungan lignin 31,04%, kandungan holoselulosa 31,07%, alpha selulosa 29,36%, dan kandungan hemiselulosa sebesar 2,01%. Lignin merupakan salah satu komponen penentu untuk menghasilkan asap cair yang berkualitas (Nurhayati *et al.* 1997). Kandungan lignin bergantung pada perbedaan jenis bahan baku. Lignin tidak mempunyai unit ulang seperti halnya hemiselulosa dan selulosa, tetapi terdiri atas unit fenolat yang kompleks. Komponen kimia yang terdapat dalam asap cair sangat bergantung pada kondisi proses dan bahan baku yang digunakan. Komponen kimia yang telah diidentifikasi pada asap cair antara lain dijumpai senyawa golongan fenol, karbonil, asam-asam karboksilat, furan, hidrokarbon, alkohol dan lakton (Girard 1992).



Gambar 2. Bahan baku yang berasal dari hasil pengolahan kakao berupa kulit buah kakao dan asap cairnya.

Produksi asap cair dan arang pada penelitian ini dihasilkan melalui proses kondensasi asap yang dikeluarkan dari reaktor pirolisis. Rendemen total asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis kulit buah kakao sebesar 39,06%. Berdasarkan suhu proses pirolisisnya, hasil analisis rendemen asap cair dari kulit buah kakao pada suhu 300°C adalah sebesar 23,60%, pada suhu 350°C sebesar 6,90%, pada suhu 400°C sebesar 3,21%, pada suhu 450°C sebesar 3,08% dan pada suhu 500°C sebesar 2,27%. Komposisi kimia dan produksi asap cair yang dihasilkan tergantung pada kondisi proses (suhu dan waktu) serta komposisi bahan baku.



Gambar 3. Kandungan asap cair kulit buah kakao yang diperoleh dari hasil GC-MS

Tabel 2. Senyawa hasil pirolisis asap cair Kulit Buah Kakao pada berbagai variasi suhu hasil deteksi GC-MS

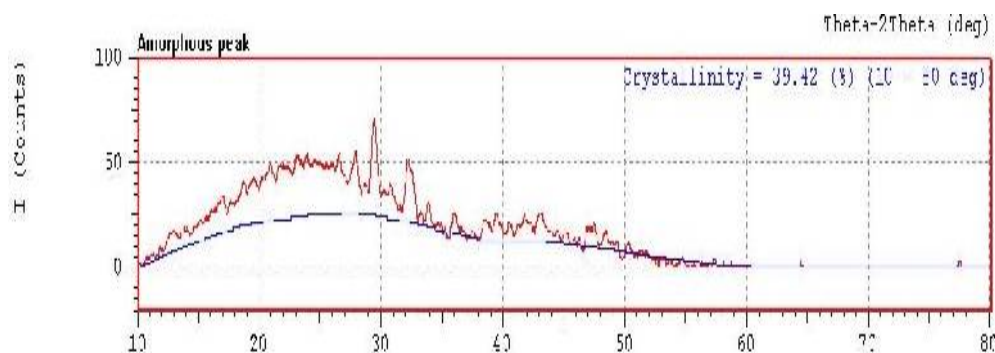
Bahan baku hasil	Komponen kimia	% Relatif	Waktu retensi
Asap cair Kulit Buah kakao 300°C	Asam asetat	23,23	1,5665
	2 siklopentenon	3,01	2,890
	2 Furan metanol	2,58	3,065
	2(3H) Furanon	1,64	3,783
	Fenol	7,39	4,653
	Asam butanoat anhidrat	1,68	5,092
	2 metil fenol	2,43	5,838
	4 metil fenol	6,62	6,176
	2 metoksi fenol	21,81	6,486
	2 metoksi 4 metil fenol	13,33	8,261
	4 etil 2 metoksi fenol	3,47	9,742
Asap cair Kulit Buah kakao 350°C	Aseton	4,77	1,431
	Asam asetat	44,01	1,584
	1 hidroksi 2 propanon	4,26	1,796
	Asam propanoat	2,30	1,860
	2 furan metanol	3,98	3,061
	2(3H) Furanon	3,17	3,780
	3 metil, 2 siklopenten-1-on	1,34	4,501
	Fenol	3,62	4,656
	3 metil fenol	2,25	6,178
	2 metoksi fenol	11,53	6,488
	4 etil 2 metoksi fenol	1,57	9,742
Asap cair Kulit Buah kakao 400°C	Aseton	5,57	1,429
	Metil ester	49,11	1,595
	1 hidroksi 2 propanon	3,37	1,795
	2 Furan metanol (Furfuryl Alcohol)	2,31	3,061
	Etanon	0,95	3,740
	2(3H) Furanon	2,67	3,777
	2 metil, 2 siklopenten-1-on	1,48	4,494
	Fenol	4,36	4,656
	2 metil fenol	1,79	5,840
	4 metil fenol	3,99	6,177
	2 metoksi fenol	8,13	6,488
	3,5 dimetil fenol	0,50	7,784
	4 etil 2 metoksi fenol	1,79	9,741
Asap cair Kulit Buah kakao 450°C	Etil Alkohol	2,40	1,394
	Asam asetat	55,27	1,595
	1 hidroksi 2 propanon	2,80	1,796
	Asam propanoat	1,42	1,873
	Toluena	1,14	2,350
	Siklopentanon	0,89	2,514
	2 (3H) Furanon	3,38	3,778
	Fenol	4,80	4,658
	Asam butanoat	1,35	5,089
	2 metil fenol	2,52	5,842
	4 metil fenol	4,94	6,179
	2 metoksi fenol	5,21	6,489
	2 metoksi 4 metil fenol	1,12	8,264

Tabel 2. Lanjutan

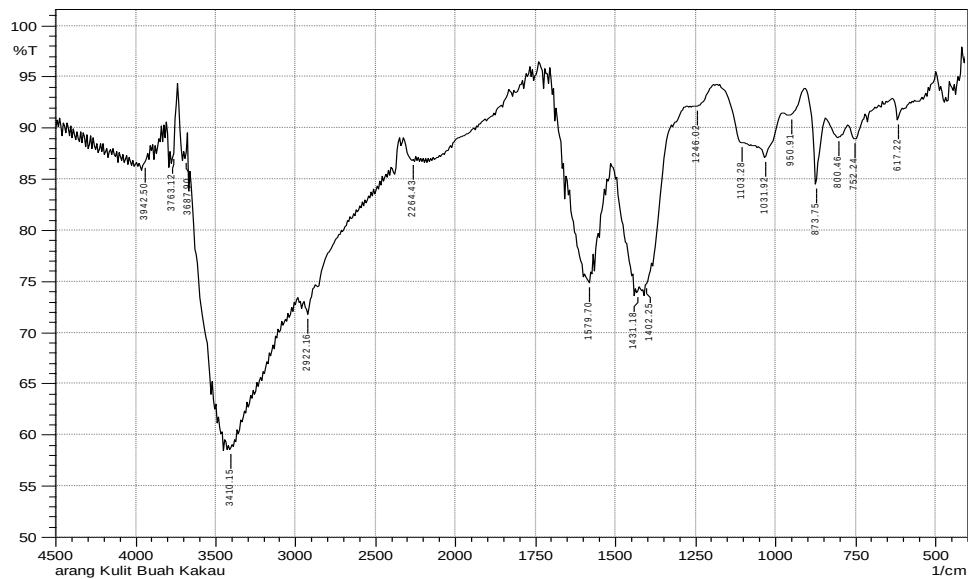
Bahan baku hasil	Komponen kimia	% Relatif	Waktu retensi
Asap cair Kulit Buah kakao 500°C	Asam karbamat	1,30	1,315
	Asam Asetat	57,79	1,585
	1 Hidroksi 2 propanon	0,32	1,796
	Asam propanoat	5,73	1,868
	3 furan metanol	2,19	3,064
	2(3H) Furanon	3,39	3,778
	Fenol	4,46	4,656
	Asam butanoat	1,00	5,088
	2 metil fenol	1,86	5,840
	2H Pyran 2-on	1,15	5,905
	4 metil fenol	3,40	6,177
	2,5 xylene	0,86	7,452
	2 metoksi 4 metil fenol	0,49	8,263

Tabel 2 memperlihatkan kandungan asap cair yang diperoleh dari hasil GC-MS, yakni dari kulit buah kakao diperoleh aseton, asam asetat, fenol, 2 metil fenol, furfural alkohol, toluena, 2,5 xylene, asam propanoat, furan, dan asam butanoat. Hal ini menunjukkan bahwa komponen asap cair pada kulit buah kakao tersebut mengalami proses dekomposisi hemiselulosa dan selulosa, sehingga diperkirakan banyak asam yang terbentuk. Menurut Fengel & Wegener (1984), degradasi termal hemiselulosa mengandung asam asetat, metanol, furfural, aldehida dan keton. Meningkatnya keasaman disebabkan oleh pemanasan dan pencucian asam organik dari kayu *Eucalyptus* (Kartal *et al.* 2004)

Hasil GC-MS menunjukkan bahwa asap cair masing-masing sumber memiliki kandungan senyawa yang berbeda (Lihat Tabel 2). Berbagai jenis senyawa dijumpai pada kondensat asap cair kulit buah kakao antara lain asam (5), furan (1), alkohol (7), ester (1), keton (9), Toluena, 2,5 Xylene, dan seterusnya. Asam merupakan kelompok senyawa volatil yang dominan jumlahnya. Identifikasi kelompok senyawa fenol, asam, ester, keton, alkohol, furan dan seterusnya, kemudian dilakukan proses pemisahan untuk menentukan senyawa furfural, fenol dan toluena yang berpotensi sebagai bioenergi yang renewable. Hasil penelitian ini didukung oleh (Lv *et al.* 2010), bahwa senyawa yang dihasilkan dari pirolisis batang jagung pada suhu 450°C mengandung senyawa keton, furan, karboksilat, asam dan alkohol. Senyawa yang dihasilkan dari pirolisis limbah kayu pinus, *Oak (Quercus coccifera)* merah dan getah manis (*sweet gum*) pada suhu 371-871°C dari 109 jenis asap cair dan 49 jenis gas yang berhasil diidentifikasi, senyawa kimia yang diperoleh adalah 59 jenis yang terdiri 35 asap cair dan 24 gas (Zhang *et al.* 2007). Senyawa yang dihasilkan dari pirolisis 2 jenis limbah kopi (TR₁ dan TR₂) pada suhu 300, 400, 500, dan 600°C mengandung beberapa kelompok senyawa diantaranya fenol, alkana, alkena, streoid, asam, ester, keton, turunan benzena, dan alkohol (Alkalin & Karagoz 2011). Produk pirolisis dari limbah biomassa menghasilkan produk levoglucosan dan hidroksi metil furfural (HMF) sebagai biofuel (Mettler *et al.* 2012). Hasil analisis XRD untuk arang kulit buah kakao menunjukkan derajat kristalinitas sebesar 39,42% . Hal ini didukung oleh penelitian Abed *et al.* 2012, bahwa hasil analisis XRD untuk limbah kelapa sawit untuk bahan DS tidak memberikan garis horisontal. Hal ini disebabkan bentuknya amorf, dimana garis dasarnya mendekati bentuk kristalin sehingga untuk sudut difraksi 38,5353 memberikan jarak reticular 2,71274 dengan perbandingan N cel dan H cel.



Gambar 4. Hasil analisis XRD untuk menentukan derajat kristalinitas untuk arang kulit buah kakao



Gambar 5. Hasil Analisis FT-IR untuk arang kulit buah kakao.

Hasil Analisis FTIR untuk arang kulit buah kakao dapat dilihat pada Gambar 5 yang menunjukkan bahwa pada bilangan gelombang $1168,85\text{ cm}^{-1}$ terindikasi terjadi dehidrasi dan depolimerisasi untuk kandungan selulosa dan hemiselulosa. Perubahan puncak aromatik pada $1595,13\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya C-H, lignin. Sedangkan pada bilangan gelombang $3477,55\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H) dan serapan $952,84\text{--}742,59\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya C=C-H (Aromatic H). Hasil penelitian ini didukung oleh Rojith & Bright Singh (2012) bahwa analisis FTIR untuk Coir pith Black Liquor (CBL) dijumpai serapan 3420 cm^{-1} yang menunjukkan OH, serapan 1610 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H lignin, serapan 1247 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O dan $586\text{--}891\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus C=C-H (aromatic H).



Gambar 6. Arang yang diperoleh dari teknologi pirolisis fast dari limbah Kulit buah kakao dan pengujian briket arang bahan baku Uji Ketahanan

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan tujuan dan hasil penelitian tahap pertama yang telah dilakukan dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Rendemen asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis kulit buah kakao sebesar 39,06% pada semua suhu untuk waktu total pirolisis 5 jam dengan reaktor listrik. Hasil TGA menunjukkan degradasi komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin pada suhu pirolisis $300\text{--}500^{\circ}\text{C}$.

2. Berbagai jenis senyawa dijumpai pada kondensat asap cair kulit buah kakao antara lain asam (5), furan (1), alkohol (7), ester (1), keton (9), Toluena, 2,5 Xylena, dan seterusnya. Identifikasi asap cair dari kulit buah kakao tersebut dengan GC-MS menghasilkan komponen kimia yang potensial diantaranya asam asetat, furufural dan fenol sebagai bioenergi yang terbarukan.
3. Hasil analisis bahan baku untuk kulit buah kakao diketahui kandungan lignin 31,04%, kandungan holoselulosa 31,07%, alpha selulosa 29,36%, dan kandungan hemiselulosa sebesar 2,01%.

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk variasi suhu yang berbeda dan perlu pemisahan senyawa untuk produk gas CO₂ dan CH₄ serta senyawa lain yang berpotensi sebagai bioenergi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih atas Pembimbing saya Prof Dr.Erliza Noor dan Prof.Dr.Ir. Tun Tedja Irawadi, MS. (Departemen Kimia FMIPA IPB Bogor) atas pemikiran dan penulisan yang menghasilkan penelitian yang inovatif. Penulis banyak mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tinggi atas fasilitas dan prasarana dalam penelitian kepada Prof.(R). Dr. Gustan Pari, MS .

DAFTAR PUSTAKA

- Abed I, Parashiv M, Louber K, Zagrouba F, Tazerout M, 2012. Thermogravimetric Investigation and Thermal Conversion Kinetics of Typical North African and Middle Eastern Lignocelulosic Wastes. *J. Bioresources*. 7(1) : 1200-1220.
- Akalin MK, Karagoz S. 2011. Pyrolysis of Tobacco Residue : Part 1. Thermal. *J. Biores* 6(2) : 1520-1531.
- Bhattacharya, I.C, Abdul Salim, P, Pham, H.L, Ravindranath, N.H. 2003. Sustainable Biomass Production for Energy in Selected Asia Countries. *Biomass and Bioenergy*. 25 : 471-482.
- Bhuiyan, M.NA, Murakami. K, and Ota. M. 2008. On Thermal Stability and Chemical Kinetic of Water Newspaper by Thermogravimetric and Pyrolysis Analysis. *J.Environ and Eng*, 3 (1).
- Bilmeyer. 1984. Textbook of Polymer Science. New York, John Wiley and Sons
- Fengel D, G. Wegener. 1995. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Terjemahan Hardjono Saatrohamidjono dari: Wood: Chemistry,
- Gasparovic L, Korenova Z., Jelemensky L. 2009. Kinetic study of wood chips decomposition by TGA. 36th International Conference of SSCHE.
- Girard, J.P. 1992. Technology of Meat and Meat Products. Ellis horwood. New York, :195 -201
- Gregory, R.P.F. 1977. Biochemistry of Photosynthesis. 2 nd Ed. A Wiley Interscience Publication. John wiley and Sons Ltd. New York.
- Kartal S.N ; Imamura.Y, Tsuchiya.F and Ohsato.K. 2004. Preliminary Evaluation of Fungicidal and Termiticidal Activity of Filtrates from Biomassa Sharry Fuel Production. *J Biores Technol* 95 : 41-47
- Koopmans.A. 2005. Biomass Energy Demand and Supply for Soth dan Southeast Asia. Assesing the Resource Base. *Biomass and Bioenergy*, 28 ; 133-150.
- Lv.G.J, Wu.S.B, and Lou. R. 2010. Characteristic of Corn Stalk Hemicelluloce Pyrolysis in a Tubular Reactor. *J.Biores*. 5(4), 2051-2062.
- Mettler M, Vlachos D, and Dauenhauer. J. 2012.Top Ten Fundamental Challenges of Biomass for Biofuels. *Energy Environ Sci*.
- Nurhayati T. 2000b. Produksi Arang dan Destilat Kayu Mangiun dan Tusam dari Tungku. Buletin Penelitian Hasil Hutan 18 (3) : 137 -151.
- Parikha, M. 2004/ Global Biomass Fuel Reources. *J. Biomassa nd Bioenergy*. 27 : 613-620.
- Rojith G, and Bright Singh I.S. 2011. Lignin Recovery, Biochar Production and Decolourisation of Coir Pith Black Liqour.
- Zhang J, Toghiani H, Mohan D, Pittman CV, Toghiani RK. 2007. *J.Energy Fuels*. 21(4) : 2373-2385.

POTENSI EKSTRAK AIR KULIT MAHONI (*Swietenia macrophylla* King) SEBAGAI PENURUN KOLESTEROL DARAH PADA TIKUS HIPERKOLESTEROLEMIA

Syamsul Falah, Ferdiansyah dan Dimas Andrianto

Departemen Biokimia, FMIPA IPB, Gd. Fakultas Peternakan Lantai 5 Wing 5 Jalan Agathis Kampus IPB Dramaga, Bogor; email: syamsulfalah@yahoo.com

ABSTRAK

Kulit kayu mahoni (*Swietenia macrophylla*) merupakan limbah dari pemanenan dan proses pengolahan kayu mahoni. Pemanfaatan dan penelitian mengenai potensi kulit kayu mahoni untuk menurunkan kolesterol belum dilakukan. Penelitian ini bertujuan menguji khasiat ekstrak air kulit kayu mahoni sebagai penurun hiperkolesterolemia secara *in vivo* pada tikus putih galur Sprague Dawley. Sebanyak 25 ekor tikus jantan dibagi menjadi 5 kelompok ($n=5$), yaitu kelompok normal (N) diberi pakan standar, kelompok hiperkolesterolemia diberi pakan kolesterol (1.5%) dan propil tiourasil (PTU) (0.5mg/KgBB), kelompok lovastatin (pakan kolesterol+PTU+obat komersil lovastatin dosis 0.2875 mg/kgBB), kelompok perlakuan ekstrak 1 (pakan kolesterol+PTU+ekstrak air mahoni dosis 150 mg/kgBB), serta kelompok perlakuan ekstrak 2 (pakan kolesterol+PTU+ekstrak air mahoni dosis 300 mg/KgBB). Masa percobaan berlangsung selama 7 minggu, dibagi menjadi 2 periode yaitu peningkatan kolesterol selama enam minggu dan perlakuan ekstrak kulit kayu mahoni selama satu minggu. Konsentrasi kolesterol total darah dianalisis setiap dua minggu dengan metode enzimatik kolesterol oksidase CHOD-PAP (*cholesterol oxidase phenol amino phenanzone*) yang diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 505 nm. Hasil penelitian menunjukkan pemberian ekstrak air kulit mahoni dengan dosis ekstrak 300 mg/kgBB mampu menurunkan kadar kolesterol darah tikus sebesar 14.38% selama satu minggu periode percobaan. Sedangkan pemberian ekstrak dengan dosis 150 mg/kgBB tidak menurunkan secara nyata kadar kolesterol darah tikus. Tingkat kolesterol darah pada kelompok dosis 300 mg/kgBB pada akhir periode percobaan tidak berbeda nyata dengan kelompok normal.

Kata kunci: Mahoni, hiperkolesterolemia, ekstrak air, kulit kayu, tikus Sprage Dawley

I. PENDAHULUAN

Penyakit degeneratif merupakan salah satu penyakit yang saat ini menjadi perhatian utama masyarakat dunia, baik di negara maju maupun negara berkembang. Beberapa jenis penyakit degeneratif di antaranya penyakit jantung koroner (PJK) atau penyakit kardiovaskular, diabetes melitus, hipertensi, dan kanker. Penyakit kardiovaskuler berkaitan erat dengan tingginya konsentrasi kolesterol total darah di atas normal (hiperkolesterolemia) (Salahat *et al.* 2002)

Salah satu tumbuhan yang diyakini berkhasiat sebagai tumbuhan obat untuk menurunkan kolesterol darah adalah mahoni (*Swietenia macrophylla* King.). Mahoni dipercaya memiliki banyak khasiat terutama biji dan kulit kayunya. Falah *et al.* (2008) melaporkan kulit kayu mahoni mengandung katekin, epikatekin, dan swietemakrofilanin yang memiliki aktivitas antioksidan.

Kulit kayu mahoni merupakan limbah industri pengolahan berbahan baku kayu mahoni. Berdasarkan data potensi kayu pertukangan dari hutan rakyat di 5 kabupaten di Jawa (Sukabumi, Tasikmalaya, Ciamis, Majalengka, dan Kuningan), produksi kayu mahoni pada tahun 2003 mencapai 50.822,07 m³ (Pasaribu & Roliadi 2006). Jika diperkirakan 10% dari jumlah tersebut berupa kulit, maka volume kulit kayu mahoni sebagai limbah berjumlah sekitar 5000 m³.

Khasiat ekstrak kulit kayu mahoni sebagai penurun hiperkolesterol darah belum diketahui. Kulit kayu mahoni diduga memiliki senyawa yang dapat menurunkan kadar kolesterol darah. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan menguji khasiat ekstrak kulit kayu mahoni sebagai penurun kolesterol darah secara *in vivo* pada tikus galur Sprague Dawley.

II. METODE PENELITIAN

Persiapan Ekstrak

Kulit kayu mahoni diperoleh dari pohon mahoni berumur 20-an tahun yang ditanam di daerah Sumedang, Jawa Barat. Kulit mahoni dibuat serpih dan kemudian dibuat serbuk dengan alat Wiley mill. Serbuk kulit kayu mahoni (40-80 mesh) ditimbang sebanyak 700 gram dan ditambahkan akuades dengan perbandingan 1:3. Campuran diaduk kemudian dipanaskan pada suhu 100 °C selama 4 jam. Setelah itu, campuran disaring dan filtrat yang diperoleh dipekatkan dengan penguap vakum putar pada suhu 60 °C hingga diperoleh ekstrak kasar kering.

Hewan Model dan Rancangan Percobaan

Hewan coba yang akan digunakan adalah 25 ekor tikus SpragueDawley berumur 3 bulan yang diperoleh dari Pusat Studi Biofarmaka IPB. Tikus tersebut diadaptasikan selama 10 minggu untuk menyeragamkan cara hidup dan makanannya. Pengukuran bobot badan dilakukan satu minggu sekali dan konsumsi pakan ditimbang setiap hari. Kemudian pada hari terakhir masa adaptasi, tikus dibagi secara acak menjadi lima kelompok masing-masing terdiri atas 5 ekor tikus jantan.

Kelompok I adalah kontrol normal (N) yang hanya diberi pakan standar dan dicekok akuades selama percobaan. Kelompok II adalah kelompok hiperkolesterolemia (HK) yang diberi pakan kolesterol dan PTU selama percobaan, kelompok III adalah kelompok lovastatin (L) yang diberi lovastatin dengan dosis 0.2857 mg/kg, dan kelompok IV adalah kelompok perlakuan ekstrak air kulit kayu mahoni dengan dosis 150 mg/kgBB/hari (E1) dan kelompok V adalah perlakuan ekstrak air kulit kayu mahoni dengan dosis 300 mg/kgBB/hari (E2).

Peningkatan konsentrasi kolesterol darah hingga hiperkolesterolemia pada kelompok II-V dilakukan dengan memberi PTU peroral dosis 0.5 mg/kg BB, pakan kolesterol tinggi, dan akuades *ad libitum* sampai nilai total kolesterol darah meningkat 100% dari nilai total kolesterol pada data *base line* kurang lebih sampai 6 minggu. Pemberian ekstrak air kulit mahoni dosis 150 mg/kg dan 300 mg/kg, dan lovastatin dilakukan setelah nilai kolesterol darah meningkat 100% selama 7 hari perlakuan. Pada hari ke-0 dan sehari sebelum ekstrak kulit mahoni dan lovastatin diberikan, seluruh hewan coba diambil darah, pemeriksaan klinis hewan, dan pengambilan data bobot badan. Pada hari terakhir penelitian dilakukan pengambilan darah dan pengambilan data bobot badan.

Pembuatan Pakan Kolesterol

Pakan kolesterol dibuat dengan komposisi kolesterol 1,5% dari kuning telur, lemak kambing 5%, minyak goreng curah 6%, dan pakan standar sampai 100%. Kolesterol pada pakan kolesterol diperoleh dari tepung kuning telur ayam negeri. Tepung kolesterol dibuat dari kuning telur yang dikeringkan dengan menggunakan metode Momuat *et al.* (2001) yang dimodifikasi. Kuning telur yang sudah dikeringkan kemudian dihaluskan dengan blender. Tepung kuning telur diukur konsentrasinya dengan metode Liebermann Burchard. Selanjutnya tepung kuning telur diaduk sampai tercampur rata dengan bahan yang lain (lemak kambing dan minyak curah). Setelah itu dijadikan bentuk pelet menggunakan mesin pencetak pelet.

Pengambilan Darah dan Pengukuran Konsentrasi Kolesterol Darah Total

Sebelum diambil darahnya, tikus dipuasakan $\pm$ 16 jam. Darah diambil dengan menyayat ujung ekor tikus. Sebelumnya, ekor tikus dibersihkan terlebih dahulu menggunakan alkohol 70%. Darah kemudian ditampung dalam tabung Eppendorf sebanyak $\pm$ 1 ml per tikus. Darah diinkubasi pada 4 °C selama 12 jam diikuti dengan sentrifugasi berkecepatan 3000 rpm dengan jari-jari rotor 12 cm selama 10 menit. Serum digunakan untuk penentuan konsentrasi kolesterol total.

Konsentrasi kolesterol total darah diukur dengan metode enzimatik *cholesterol oxidase phenol amino phenazone* (CHOD-PAP) menggunakan kit diagnostik komersial (*Randox*). Sebanyak 10 μ l serum darah dicampur dengan 1 ml kit pereaksi. Larutan dikocok dan dibiarkan selama 10 menit pada suhu ruang sampai terbentuk warna merah muda. Standar dibuat dengan cara yang sama dengan konsentrasi standar kolesterol

25, 50, 100, 150, dan 200 mg/dl. Blanko dibuat dari 1 ml kit pereaksi tanpa penambahan apapun. Absorban diukur menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 505 nm.

Analisis Data

Rancangan acak lengkap digunakan pada rancangan penelitian ini. Data yang diperoleh dianalisis dengan metode ANOVA (*analysis of variance*) pada tingkat kepercayaan 95% dan taraf $\alpha = 0,05$. Model rancangan tersebut menurut Mattjik & Sumertajaya (2000) adalah

$$Y_{ij} = \mu + \tau + \varepsilon_i$$

Keterangan:

Y_{ij} = Pengamatan perlakuan ke-i dan ulangan ke-j.

μ = Pengaruh rata-rata umum.

τ = Pengaruh rata-rata ke-i, $i = 1, 2, 3, 4, 5$.

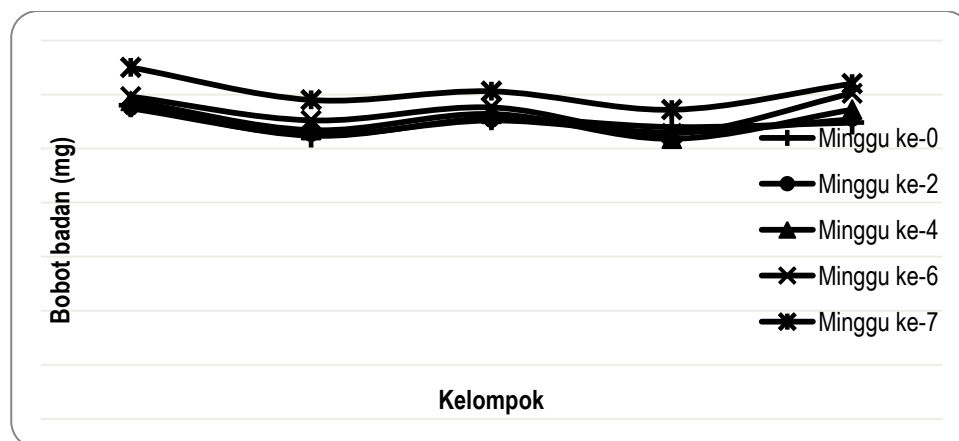
ε_i = Pengaruh galat perulangan ke-l dan ulangan ke-j, $j = 1, 2, 3, 4, 5$.

Uji lanjut yang digunakan adalah uji Duncan pada selang kepercayaan 90%, taraf $\alpha = 0.1$. Semua data dianalisis dengan program SPSS 11.5

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Bobot Badan Tikus Masa Perlakuan

Hasil pengamatan terhadap perkembangan bobot badan tikus selama masa perlakuan peningkatan kolesterol memperlihatkan variasi bobot badan tikus sebelum dan sesudah cukup signifikan. Selama masa perlakuan pemberian ekstrak (setelah minggu ke-6 sampai minggu ke-7) bobot badan tikus pada kelompok hiperkolesterolemia, lovastatin, E1 dan E2 terjadi penurunan yang tidak stabil bila dibandingkan dengan kelompok normal (Gambar 1).



Gambar 1. Perkembangan bobot badan tikus selama penelitian

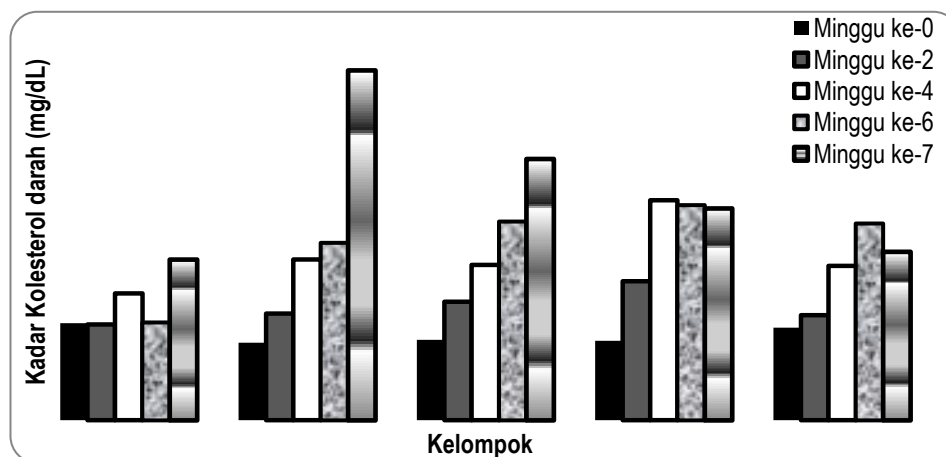
Bobot badan merupakan parameter yang mudah diukur dan diamati untuk memantau kondisi kesehatan hewan coba selama percobaan berlangsung. Kenaikan bobot badan dan kecenderungan kenaikan konsumsi pakan hewan coba menunjukkan hewan coba dalam kondisi sehat.

Kadar Kolesterol Total

Selama masa peningkatan kolesterol yang berlangsung 6 minggu (dari minggu ke-0~6) terjadi peningkatan konsentrasi kolesterol total pada semua kelompok kecuali pada kelompok normal (Gambar 2). Pemberian diet kolesterol tinggi dan PTU dengan dosis 0.5 mg/kg BB/ hari secara terus menerus dapat meningkatkan kadar kolesterol total dalam plasma darah tikus. Konsentrasi kolesterol total kelompok

hiperkolesterol meningkat sebesar 128.60%, kelompok lovastatin naik sebesar 146.88%, kelompok E1 naik sebesar 170.65%, dan kelompok E2 meningkat sebesar 112.79%. Tingginya kenaikan kadar kolesterol disebabkan karena pakan yang diberikan mengandung kolesterol tinggi.

Peningkatan kadar kolesterol dipicu dengan konsumsi PTU yang dapat menghambat katabolisme kolesterol. Pemberian PTU pada tikus juga mempengaruhi kadar kolesterol darah. PTU merupakan suatu zat antitiroid yang dapat menghambat pembentukan hormon tiroid. Kekurangan hormon tiroid mengakibatkan katabolisme kolesterol menurun sehingga terjadi peningkatan kadar kolesterol dalam darah.



Gambar 2. Perubahan konsentrasi kolesterol total pada minggu ke-0~7

Rataan konsentrasi kolesterol darah kelompok N pada awal percobaan sebesar $40,57 \pm 6,03$ mg/dl, sedangkan pada minggu ke-6 (akhir peningkatan kolesterol) dan ke-7 (akhir pencekokan) sebesar $40,95 \pm 13,24$ mg/dl dan $67,24 \pm 3,95$ mg/dl (cenderung stabil dan homogen). Konsentrasi kolesterol darah pada minggu ke-0 hingga minggu ke-6 cenderung stabil. Namun pada minggu ke-7 peningkatan kolesterol darah cukup tinggi. Hal ini dikarenakan umur tikus yang sudah tua, sehingga terjadi kerusakan metabolisme. Setelah diuji, tidak terdapat perbedaan yang signifikan.

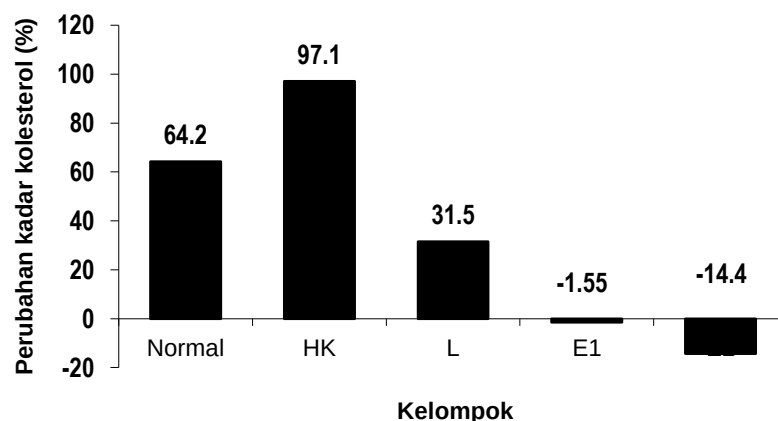
Rataan konsentrasi kolesterol darah kelompok HK pada awal percobaan sebesar $32,48 \pm 6,38$ mg/dl. Sedangkan pada akhir percobaan (minggu ke-6 dan ke-7) sebesar $74,25 \pm 24,75$ mg/dl dan $146,35 \pm 12,73$. Persentase kenaikan konsentrasi kolesterol tersebut sebesar 128,60%. Jika dibandingkan dengan kelompok N kenaikan konsentrasi kolesterol pada HK juga signifikan ($p < 0,05$).

Kontrol positif pada penelitian ini adalah kelompok Lovastatin yaitu tikus yang diberi lovastatin dengan dosis $0,2857$ mg/kg BB. Tikus kelompok ini pada awal percobaan memiliki rata-rata konsentrasi kolesterol darah sebesar $33,68 \pm 26,02$ mg/dl dan di akhir peningkatan kolesterol (minggu ke-6) sebesar $83,15 \pm 44$ mg/dl. Setelah itu, kelompok L dicekok lovastatin selama 7 hari. Pada minggu ke-7 konsentrasinya sebesar $109,31 \pm 18,65$. Kenaikan konsentrasi kolesterol darah kelompok L (31,46%) lebih rendah dibandingkan kelompok HK (97,10%) (Gambar 3). Gianturco *et al.* (1993) menyatakan bahwa lovastatin tidak bekerja secara efektif ketika pakan tinggi kolesterol tetap diberikan seperti yang terjadi dalam penelitian ini.

Hasil analisis terhadap konsentrasi kolesterol pada tikus kelompok E1 (dosis 150 mg/kg BB) menunjukkan penurunan sebesar 1,55% (Gambar 10). Data tersebut menunjukkan ekstrak kulit kayu mahoni pada kelompok E1 dapat menurunkan kolesterol, tetapi penurunannya belum signifikan pada pemberian ekstrak yang singkat (7 hari). Hasil analisis penurunan konsentrasi kolesterol total kelompok E2 yaitu kelompok yang dicekok oleh ekstrak mahoni dengan dosis 300 mg/kg menunjukkan penurunan sebesar 14,38% (Gambar 3).

Bila dibandingkan dengan kelompok normal, secara statistik konsentrasi kolesterol darah tikus yang dicekok ekstrak kulit kayu mahoni ini tidak signifikan. Hal ini berarti ekstrak kulit kayu mahoni memiliki kemampuan untuk menurunkan konsentrasi kolesterol darah. Konsentrasi kolesterol darah kelompok E2, secara statistik berbeda signifikan terhadap konsentrasi kolesterol darah kelompok HK. Kemampuan ekstrak kulit kayu mahoni dalam menurunkan konsentrasi kolesterol darah diduga karena adanya senyawa-senyawa

fitokimia yang terkandung dalam ekstrak kulit kayu mahoni. Ekstrak kulit kayu mahoni yang dipergunakan diketahui mengandung senyawa alkaloid, flavonoid, tanin, saponin, dan triterpenoid (Falah *et al.*, 2010).



Gambar 3. Perubahan konsentrasi kolesterol pada minggu ke-6 terhadap konsentrasi kolesterol minggu ke-7

IV. KESIMPULAN

Potensi ekstrak kulit kayu mahoni 150 mg/kg BB dan 300 mg/kgBB dapat menurunkan konsentrasi kolesterol darah. Prosentase penurunan ini lebih besar daripada lovastatin. Ekstrak kulit kayu mahoni 150 mg/kgBB menurunkan konsentasi kolesterol sebesar 1.55% tetapi penurunan ini belum terbukti secara statistik bila dibandingkan terhadap kelompok normal. Sementara ekstrak kulit kayu mahoni 300 mg/kgBB menurunkan konsentrasi kolesterol darah sebesar 14.38% dan terbukti secara statistik berbeda tidak signifikan dengan kelompok normal.

DAFTAR PUSTAKA

- Falah, S., Suzuki, T., Katayama, T. 2008. Chemical Constituents from *Swietenia macrophylla* Bark and Their Antioxidant Activity. *Pakistan J. Biol. Sci.* 16: 2007-2012.
- Falah, S., Safithri, M., Katayama, T., Suzuki, T. 2010. Hypoglycemic Effect of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King) Bark extracts in Alloxan-induced Diabetic Rats. *Indonesia Wood Research Journal* 1:91-96.
- Gianturc, S.H., Bradley, W.A., Nozaki, S., Vega, G.L., Grundy, S.M. 1993. Effect of Lovastatin on the Level, Structure, and Atherogenicity of VLDL in Patients with Moderate Hypertriglyceridemia. *Atheros Thromb* 13: 472-481.
- Momuat, L.I., Sulistiyani, Khomsan, A., Sajuthi, D. 2001. Minyak Sawit Mempercepat Regresi Aterosklerosis Aorta pada Kelinci Hiperkolesterolemia [tesis]. Bogor. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.
- Pasaribu, R.A., Roliadi, H. 2006. Kajian Potensi Kayu Pertukangan dari Hutan Kayu Rakyat pada Beberapa Kabupaten di Jawa Barat. Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan, hal. 35-58.
- Salahat, M.A., Farah, H.S., Al Degs. 2002. Importance of HDL Cholesterol as Predictor of Coronary Heart Disease in Jordan Population: The role of HDL-subfraction in Reverse Cholesterol Transport. *Pakistan J Biol Sci* 5: 1189-119.

SIFAT ANTIOKSIDAN DAN AKTIVITAS ANTI MIKROBA DAUN DAN KULIT BATANG *Aquilaria microcarpa* DAN *Aquilaria beccariana*

Andianto, Totok Kartono Waluyo, Djarwanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
e-mail: andiant068@yahoo.co.id

ABSTRAK

Gaharu selain sebagai bahan industri wewangian juga diinformasikan bermanfaat secara klinis sebagai obat berbagai penyakit seperti penghilang stres, gangguan ginjal, sakit perut, asma, hepatitis, sirosis, pembengkakan liver dan limpa serta bahan antibiotika untuk TBC. Dari sekian banyaknya pemanfaatan gaharu yang sudah diketahui, informasi mengenai pemanfaatan bagian pohon seperti ekstrak daun dan kulit batang (papagan) dari jenis-jenis pohon penghasil gaharu belum banyak terdokumentasi secara detail, terutama mengenai adanya sifat antioksidan dan antimikroba. Analisis fitokimia dengan menggunakan pereaksi kimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa ekstrak daun dan kulit batang *Aquilaria microcarpa* dan *Aquilaria beccariana*. Pengujian aktivitas antioksidan dilakukan dengan metoda DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil). Aktivitas anti mikroba dilakukan melalui pengamatan daya hambat ekstrak terhadap pertumbuhan beberapa jamur penguji pelapuk kayu yaitu kultur murni *Pleurotus ostreatus*, *Schizophyllum commune* dan *Polyporus* sp. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun *A. microcarpa* dan *A. beccariana* mengandung senyawa tanin, saponin, alkaloid dan steroid, sedangkan ekstrak kulit *A. microcarpa* mengandung senyawa tanin, saponin, flavonoid dan steroid namun ekstrak kulit *A. beccariana* mengandung senyawa tanin, saponin dan steroid. Adanya kandungan senyawa tanin dan flavonoid pada daun dan kulit batang, diduga kedua jenis pohon penghasil gaharu ini berpotensi sebagai antioksidan. Daun dan kulit batang *A. microcarpa* memiliki potensi sebagai antioksidan lebih kuat (IC_{50} sebesar 36,372 ppm untuk daun dan 64,957 ppm untuk kulit) dibandingkan dengan daun dan kulit batang *A. beccariana* (IC_{50} sebesar 246,502 ppm untuk daun dan 256,955 ppm untuk kulit). Secara umum ekstrak daun dan kulit *A. microcarpa* maupun *A. beccariana* memiliki daya hambat paling tinggi berturut-turut terhadap pertumbuhan jamur *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus* sp. dan *Schizophyllum commune*.

Kata kunci: *A. microcarpa*, *A. beccariana*, antioksidan, anti mikroba

I. PENDAHULUAN

Gaharu di Indonesia merupakan salah satu komoditi hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang memegang peranan penting dalam memperoleh devisa, dan merupakan sumber pendapatan langsung dari masyarakat yang hidup di dalam dan di sekitar hutan. Menurut Siran *et al* (2005), berdasarkan sebaran tempat tumbuh, pohon penghasil gaharu umumnya tumbuh di pulau Kalimantan (12 jenis) dan pulau Sumatera (10 jenis), kemudian dalam jumlah terbatas tumbuh di kepulauan Nusa Tenggara (3 jenis), pulau Papua (2 jenis), pulau Sulawesi (2 jenis), pulau Jawa (2 jenis), dan kepulauan Maluku (1 jenis). Pohon penghasil gaharu di Kalimantan Timur didominasi jenis *A. Malaccensis*, selain terdapat pula jenis *A. microcarpa*, dan *A. Beccariana* (Suhartono dan Newton, 2000).

Mutu gaharu yang dihasilkan dari pohon kelompok genus *Aquilaria* anggota famili Thymeleaceae paling baik dibanding pohon penghasil gaharu anggota famili lainnya. Beberapa jenis anggota *Aquilaria* meliputi *A. beccariana*, *A. cumingiana*, *A. filaria*, *A. hirta*, *A. malaccensis*, dan *A. microcarpa* (Suhartono dan Newton, 2000). *A. malaccensis*, merupakan jenis penghasil gaharu terbaik, tumbuh secara terbatas di Sumatera dan Kalimantan. Jenis *Aquilaria* lain ditemukan pula di Papua Barat, Kalimantan, Maluku, Sulawesi, Sumatra dan NTB, tersebar di seluruh hutan alam (Wiriadinata, 1995). Di Kalimantan ada empat jenis dari genus *Aquilaria* yang tersebar di lereng gunung. Jenis ini diketemukan pula di Taman Nasional Bukit Baka, Gunung Palung, dll. (Siran *et al*. 2005). Selain *Aquilaria* ada lebih dari lima genus penghasil gaharu, yaitu *Wikstroemia*, *Enkleia*, *Aetoxylon*, *Gonystylus* and *Gyrinops*. Diantara lima genus tersebut, *Gyrinops* menghasilkan gaharu terbaik di samping *Aquilaria* (Sidiyasa dan Suharti, 1986; Whitmore and Tantra, 1989).

Gaharu mengandung resin atau damar wangi yang mengeluarkan aroma harum yang khas. Aroma tersebut sangat populer dan sangat disukai masyarakat Timur Tengah, Saudi Arabia, Uni Emirat, Yaman, Oman, daratan Cina, Korea, dan Jepang sehingga dibutuhkan sebagai bahan baku industri parfum,

kosmetika, dupa, dan pengawet berbagai jenis asesoris. Seiring dengan perkembangan ilmu dan teknologi industri, gaharu pun bukan hanya bermanfaat sebagai bahan industri wewangian, tetapi juga secara klinis dapat dimanfaatkan sebagai obat seperti penghilang stres, gangguan ginjal, sakit perut, asma, hepatitis, sirosis, pembengkakan liver dan limpa, bahan antibiotika untuk TBC, rematik, kanker, malaria, serta radang lambung. Bahkan Asosiasi Eksportir Gaharu Indonesia (ASGARIN) melaporkan bahwa negara-negara Eropa dan India sudah memanfaatkan gaharu untuk pengobatan tumor dan kanker. Gaharu sudah digunakan secara tradisional oleh masyarakat Papua untuk pengobatan. Dilaporkan pula bahwa daun, kulit batang, dan akar digunakan sebagai bahan pengobatan malaria.

Meningkatnya permintaan gaharu mengakibatkan penebangan yang tidak terkendali. Hal ini menjadikan beberapa jenis pohon penghasil gaharu termasuk dalam kelompok jenis yang terancam punah. Sangat disayangkan bila jenis-jenis ini belum memiliki data-data lengkap yang berkaitan dengan manfaat klinis lainnya. Hingga saat ini belum banyak tersedia dokumentasi secara detail mengenai informasi tentang adanya sifat antioksidan dan antimikroba ekstrak daun dan kulit dari jenis-jenis pohon penghasil gaharu. Hasil penelitian yang telah dilakukan terhadap ekstrak daun *Gyrinops versteegii* diketahui mengandung senyawa metabolit sekunder flavonoid, terpenoid dan senyawa fenol. Senyawa-senyawa ini diduga mempunyai aktivitas sebagai antiradikal bebas (Maga & Swastini, 2011).

II. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian berlangsung pada bulan Mei hingga bulan Oktober 2011. Penelitian dilaksanakan di laboratorium Pustekolah (PPPK&PHH) dan laboratorium Biofarmaka IPB Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan utama diambil dari Samboja, Kalimantan Timur berupa daun dan kulit batang (papagan) pohon dari jenis *A.microcarpa* yang memiliki umur tanam 17 tahun dan *A.beccariana* yang memiliki umur tanam 5 tahun. Daun dan kulit *A.microcarpa* dikumpulkan dari pohon berdiri, berdiameter kurang lebih 30 cm dengan ketinggian pohon sekitar 20 meter. Sedangkan daun dan kulit jenis *A.beccariana* dikumpulkan dari pohon berdiri berdiameter kurang lebih 15 cm, dengan tinggi pohon mencapai 10 meter. Beberapa contoh daun dari kedua jenis pohon ini dibuatkan herbarium guna pengecekan nama botanisnya.

Bahan kimia yang digunakan antara lain metanol, toluen, standar rutin, asam askorbat, HCL, silika gel, column kromatografi, alumunium foil, tisu, saringan, kultur murni, jamur penguji, bacto agar, malt ekstrak, parafilm, alkohol, kapas steril, air suling. Sedangkan alat yang digunakan diantaranya meliputi autoklaf, inkas/cleanbench, jarum ose, lampu bunsen, cork-bor, labu godog, rotary evaporator, timbangan digital, labu ukur, oven, desikator, erlemeyer, kaca arloji, vial, gelas ukur, tabung reaksi dan seperangkat alat spektrometer UV-Vis.

Prosedur Penelitian

Persiapan contoh dan proses ekstraksi

Secara terpisah daun dan kulit batang dijemur (dikering-anginkan), lalu dicincang dan selanjutnya digiling, dihaluskan dan disaring untuk menghasilkan masing-masing serbuk 40-60 mesh. Persiapan selanjutnya, masing-masing serbuk ditimbang sebanyak 500 gr dan diekstraksi dengan teknik maserasi (perendaman) selama 24 jam dengan pelarut metanol (teknis) dan pelarut metanol (teknis) + air 1:1, kemudian disaring dan dipekatkan dengan rotary evaporator.

Analisis sifat fitokimia

Analisis fitokimia dilakukan untuk mengetahui kandungan senyawa ekstrak metanol daun dan kulit batang *A.microcarpa* dan *A.beccariana* dengan menggunakan pereaksi kimia. Senyawa-senyawa ini antara lain seperti alkaloid, saponin, tanin, flavonoid, kuinon, triterpenoid atau steroid.

1. Uji Flavonoid
Sampel ditambah air secukupnya dan dipanaskan selama 5 menit, selanjutnya ditambahkan serbuk Mg, 0,02 ml HCL pekat, dan beberapa tetes amil alkohol. Larutan alcohol dikocok dan dibiarkan memisah. Keberadaan flavonoid ditandai dengan terbentuknya warna merah coklat pada lapisan amil alkohol.
2. Uji Triterpenoid/Steroid
Sampel ditambahkan etanol, kemudian dipanaskan dan disaring. Filtratnya diuapkan kemudian ditambah eter. Lapisan eter dipipet dan diuji dengan pereaksi Lieberman Burchard (asam asetanhidrat-H₂SO₄ pekat 3:1). Warna merah ungu menunjukkan adanya steroid.
3. Uji Alkaloid
Sampel ditambahkan 10 ml kloroform dan beberapa tetes amoniak. Fraksi kloroform dipisahkan dan diasamkan dengan H₂SO₄ 2M, fraksi H₂SO₄ diambil. Kemudian ditambahkan pereaksi Meyer, Dragendorf, dan Wagner. Adanya alkaloid dengan pereaksi Meyer terbentuk endapan putih, dengan pereaksi Dragendorf terbentuk endapan merah, dan dengan pereaksi Wagner terbentuk endapan coklat.
4. Uji Saponin
Sampel ditambahkan air secukupnya dan dipanaskan selama 5 menit, didinginkan dan dikocok dengan kuat. Adanya saponin ditandai dengan timbulnya busa yang stabil selama $\pm$ 10 menit.
5. Uji Tanin
Sampel ditambahkan air secukupnya dan dipanaskan selama 5 menit. Filtrat ditambahkan FeCl₃ 1%, warna biru tua atau hijau kehitaman menunjukkan adanya tannin.
6. Uji Kuinon
Sampel ditambahkan air, dididihkan selama 5 menit. Setelah disaring, filtrat ditambahkan NaOH 15%, warna merah menunjukkan adanya kuinon.

Analisis sifat antioksidan

Dilakukan pengujian aktivitas antioksidan terhadap sampel ekstrak daun dan kulit batang *A.microcarpa* dan *A.beccariana* terhadap radikal bebas DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazil) melalui Spektrofotometri. Sebanyak 500 μ l larutan ekstrak dengan berbagai konsentrasi (μ g/ml atau ppm) ditambahkan 500 μ l larutan pereaksi DPHH dan dimasukkan dalam vial lalu dikocok. Selanjutnya didiamkan pada suhu kamar selama kurang lebih 30 menit. Uji aktivitas antioksidan berdasarkan hilangnya warna ungu karena tereduksinya DPHH oleh antioksidan (penambahan sampel). Intensitas warna larutan uji diukur dengan spektrometri UV-Vis pada panjang gelombang sekitar 517 nm. Tereduksinya (serapan/absorbansi) larutan DPHH terhadap sampel dinyatakan sebagai persen inhibisi (peredaman), dan dihitung melalui rumus:

$$\% \text{ Inhibisi} = \frac{\text{Abs kontrol} - \text{Abs sampel}}{\text{Abs kontrol}} \times 100\%$$

dimana, Abs kontrol = Absorbansi/serapan radikal larutan DPHH
Abs sampel = Absorbansi/serapan sampel dalam radikal DPHH

Hasilnya diinterpretasikan sebagai IC₅₀ yaitu jumlah antioksidan yang diperlukan untuk menurunkan konsentrasi awal DPHH sebesar 50%. Masing-masing konsentrasi sampel kemudian dihitung nilai IC₅₀ melalui rumus persamaan regresi linier. Sebagai absis (sumbu x) adalah konsentrasi (ppm), dan nilai %Inhibisi sebagai ordinat (sumbu Y), dengan demikian persamaan tersebut adalah $Y = aX + b$.

Uji anti mikroba

Aktifitas anti mikroba diamati melalui daya hambat ekstrak terhadap pertumbuhan beberapa jamur penguji pelapuk kayu, yaitu kultur murni jamur *Pleurotus ostreatus*, *Schizophyllum commune* dan *Polyporus* sp. Kultur murni diperbanyak pada media *malt-agar plate* masing-masing 5 cawan petri dan diinkubasikan selama 2 minggu. Media penguji dibuat dari *bacto-agar* 2% dan *malt-extract* 5% dalam air suling, disterilkan dengan *autoklaf* pada suhu 121⁰C, tekanan 1,5 atmosfir selama 30 menit di dalam labu godog. Selagi masih panas media dituangkan secara aseptis ke dalam cawan Petri steril di dalam *cleanbench*, ditutup dengan baik dan biarkan sampai dingin dan membeku. Media diinokulasi dengan biakan murni jamur penguji (5 mm²) tepat di tengah cawan. Pada bagian tepi media diteteskan ekstrak daun dan kulit batang *A. microcarpa* dan *A.beccariana*, kemudian cawan diputar 360⁰ sambil dimiringkan sedemikian rupa sehingga ekstrak dalam posisi melingkari jamur penguji. Sampel diinkubasikan pada suhu kamar. Pertumbuhan jamur diamati setiap

hari hingga kontrol jamur penguji memenuhi permukaan media. Diameter penyebaran miselium jamur diukur untuk mengetahui persentase hambatan ekstrak. Besarnya hambatan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$I (\%) = \frac{C-T}{C} \times 100\%$$

Dimana, C = panjang jari-jari miselium jamur pada media kontrol
 T = panjang jari-jari miselium jamur pada media perlakuan
 I = persentase penghambatan (daya hambat) pertumbuhan miselium jamur

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar air sampel uji daun dan kulit jenis *A.beccariana* dan *A. microcarpa* untuk bahan analisa antioksidan dan pengujian anti mikroba adalah seperti tertera dalam Tabel 1. Sedangkan rendemen hasil ekstraksi sampel uji berdasarkan jenis pelarutnya disajikan pada Tabel 2.



Gambar 1-3. Pengumpulan daun dan kulit pohon *A.beccariana* dan *A. microcarpa*

Tabel 1. Kadar air sampel uji

No.	Jenis	Bagian pohon	Kadar air rata-rata (%)
1.	<i>A.beccariana</i>	Daun	10,30
		Kulit	7,07
2.	<i>A.microcarpa</i>	Daun	7,98
		Kulit	8,28

Tabel 2. Rendemen ekstrak

No.	Jenis	Jenis pelarut	Bagian pohon	Rendemen rata-rata (%)
1.	<i>A.microcarpa</i>	Methanol teknis	Daun	11,04
			Kulit	8,33
		Methanol teknis + air 1:1	Daun	12,95
			Kulit	7,37
2.	<i>A.beccariana</i>	Methanol teknis	Daun	5,85
			Kulit	4,44
		Methanol teknis + air 1:1	Daun	12,89
			Kulit	5,86

Berdasarkan tabel di atas terlihat bahwa ekstraksi daun dengan pelarut methanol teknis + air 1:1 menghasilkan rendemen paling tinggi baik pada *A.microcarpa* maupun *A.beccariana* yaitu masing-masing sebesar 12,95% dan 12,89%. Rendemen paling rendah dihasilkan dari ekstraksi kulit *A.beccariana* dengan pelarut methanol teknis yaitu sebesar 4,44% dan kulit *A.microcarpa* dengan pelarut methanol teknis + air 1:1

dengan rendemen ekstrak sebesar 7,37%. Secara keseluruhan, rendemen ekstraksi daun lebih tinggi dibanding kulit.

Analisis sifat fitokimia

Hasil uji fitokimia pada ekstrak methanol daun dan kulit *A. microcarpa* dan *A. beccariana* dapat dilihat pada Tabel 3. Terdapat perbedaan kandungan senyawa antara daun dan kulit *A. microcarpa*. Daun *A. microcarpa* mengandung senyawa tanin, saponin, alkaloid dan steroid, sedangkan kulitnya mengandung senyawa tanin, saponin, flavonoid dan steroid. Daun *A. beccariana* mengandung senyawa tanin, saponin, alkaloid dan steroid, sedangkan kulitnya mengandung senyawa tanin, saponin dan steroid. Adanya senyawa tanin dan flavonoid pada ekstrak daun dan kulit menunjukkan bahwa kedua jenis pohon penghasil gaharu ini berpotensi sebagai antioksidan. Menurut Taran *et al.* (2010), sebagian besar antioksidan alami berasal dari tanaman, antara lain berupa senyawaan tokoferol, karetenoid, asam askorbat, fenol, dan flavonoid. Tanin dan flavonoid dapat berfungsi sebagai antioksidan (Ciddi & Kaleab 2005).

Tabel 3. Hasil analisis fitokimia

Senyawa kimia	<i>Aquilaria microcarpa</i>		<i>Aquilaria beccariana</i>	
	Daun	Kulit	Daun	Kulit
Alkaloid	+	-	+	-
Hidroquinon	-	-	-	-
Tanin	+	+	+	+
Flavonoid	-	+	-	-
Saponin	+	+	+	+
Steroid	+	+	+	+
Triterpenoid	-	-	-	-

Keterangan: (+) menunjukkan adanya warna, (-) menunjukkan tidak ada warna.

Analisis sifat antioksidan

Metode yang digunakan dalam pengujian aktivitas antioksidan adalah metode serapan radikal DPPH. Metode ini sederhana, mudah, dan menggunakan sampel dalam jumlah sedikit dengan waktu yang singkat (Hanani *et al.* 2005). Adanya aktivitas antioksidan dari sampel mengakibatkan perubahan warna larutan DPPH yang semula berwarna violet menjadi kuning pucat (Permana *et al.* 2003). Besarnya aktivitas antioksidan ditandai dengan nilai IC₅₀, yaitu konsentrasi larutan sampel yang dibutuhkan untuk menghambat 50% radikal bebas DPPH.

Tabel 4. Hasil analisis sifat antioksidan

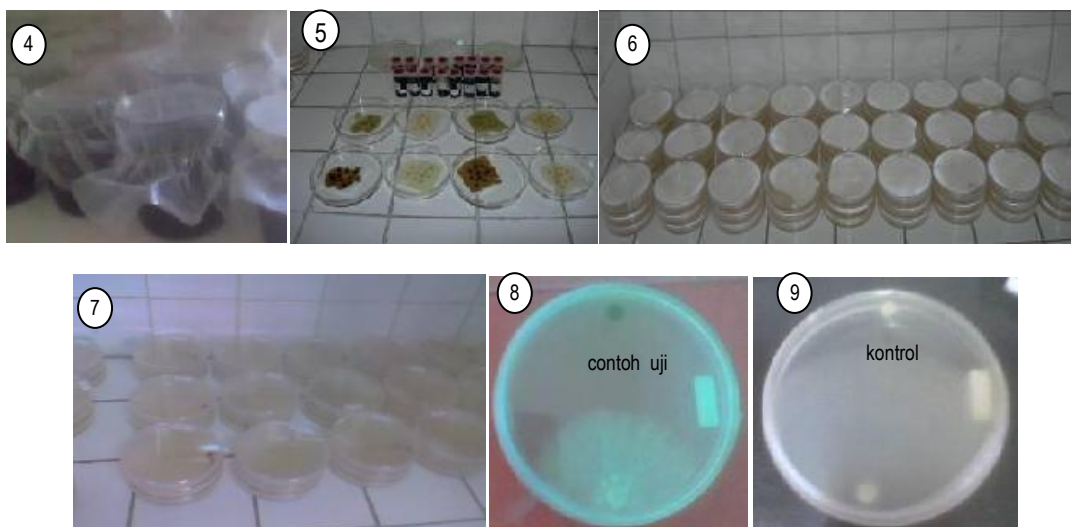
Jenis pohon	Pelarut ekstrak	Bagian pohon	IC ₅₀
<i>Aquilaria microcarpa</i>	Metanol (MeOH)	Daun	49,718
		Kulit	64,957
	MeOH + air	Daun	36,372
		Kulit	99,092
<i>Aquilaria beccariana</i>	MeOH	Daun	246,502
		Kulit	256,955
	MeOH + air	Daun	1048,466
		Kulit	401631,3

Berdasarkan tabel di atas, ekstrak daun dan kulit *A. microcarpa* memiliki potensi lebih besar (kuat) sebagai antioksidan dibanding *A. beccariana*. Hal ini didasarkan pada pendapat Blouis (1958) bahwa suatu bahan dapat berpotensi sebagai antioksidan yang kuat jika memiliki nilai IC₅₀ kurang dari 200 ppm.

Uji aktifitas anti mikroba

Daya hambat terbesar terjadi pada ekstrak daun dan kulit batang *A. microcarpa* yaitu masing-masing sebesar 36,28% dan 30,79% terhadap pertumbuhan jamur *Pleurotus ostreatus*, diikuti oleh ekstrak daun dan kulit batang *A. beccariana* masing-masing sebesar 26,52% dan 29,88% terhadap pertumbuhan jamur yang

sama (*Pleurotus ostreatus*). Daya hambat yang terkecil terjadi pada ekstrak daun *A.microcarpa* terhadap pertumbuhan *Schizophyllum commune* (2,44%) diikuti oleh ekstrak daun yang sama terhadap pertumbuhan *Polyporus sp* (2,85%). Daya hambat pertumbuhan *Polyporus sp.* yang paling tinggi terjadi pada ekstrak daun *A.beccariana* yaitu sebesar 20,12%. Secara umum ekstrak daun dan kulit *A.microcarpa* maupun *A.beccariana* memiliki daya hambat paling tinggi berturut-turut terhadap pertumbuhan *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus sp.* dan *Schizophyllum commune*.



Gambar 4-9. Proses biakan murni jamur dan pengamatan contoh uji

Tabel 5. Persentase daya hambat pertumbuhan miselium jamur

Daun/kulit	Pelarut	Jenis jamur penguji		
		<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Polyporus sp.</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
<i>Aquilaria microcarpa</i>				
Daun	Methanol Teknis	2,44	2,85	8,94
Kulit	Methanol Teknis	8,54	4,47	13,01
Daun	Methanol Teknis+air	8,84	10,67	36,28
Kulit	Methanol Teknis+air	10,98	11,28	30,79
Kontrol		0	0	0
<i>Aquilaria beccariana</i>				
Daun	Methanol Teknis	6,10	8,54	13,41
Kulit	Methanol Teknis	16,67	11,79	10,57
Daun	Methanol Teknis+air	15,85	20,12	26,52
Kulit	Methanol Teknis+air	15,85	9,76	29,88
Kontrol		0	0	0

IV. Kesimpulan

1. Rendemen ekstrak paling tinggi dihasilkan dari proses ekstraksi daun dengan pelarut methanol teknis + air 1:1, baik pada *A. microcarpa* maupun pada *A.beccariana*, yaitu masing-masing sebesar 12,95% dan 12,89%, sedangkan rendemen ekstrak terendah dihasilkan dari proses ekstraksi kulit *A.beccariana* dengan pelarut methanol teknis yaitu sebesar 4,44% dan kulit *A.microcarpa* dengan pelarut methanol teknis + air 1:1 sebesar 7,37%.
2. Adanya senyawa golongan tanin dan flavonoid pada ekstrak daun dan kulit *A.microcarpa* maupun *A. beccariana* menunjukkan adanya potensi sebagai antioksidan.
3. Ekstrak daun dan kulit *A. microcarpa* memiliki potensi lebih besar (kuat) sebagai antioksidan dibanding *A. beccariana*

4. Secara umum ekstrak daun dan kulit *A. microcarpa* maupun *A. beccariana* memiliki daya hambat paling tinggi berturut-turut terhadap pertumbuhan jamur *Pleurotus ostreatus*, *Polyporus sp.* dan *Schizophyllum commune*.

DAFTAR PUSTAKA

- Blouis MS. 1958. Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature* 181:1199-1200.
- Ciddi, V & Kaleab, A. 2005. Antioxidants of plant origin. *J Nat. Prod* 21:3-17.
- Hanani *et al.* 2005. Identifikasi senyawa antioksidan dalam spons *Callysongia sp* dari Kepulauan Seribu. *Maj Ilmu Kefarmasian* 2:127-133.
- Maga, I. Made & Swastini, D.A. 2011. Screening Fitikimia dan Aktivitas Antiradikal Bebas Ekstrak Metanol Daun Gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Kimia* 4 (2), Juli 2010 : 187 -192. Jurusan Kimia FMIPA UNUD, Kampus Bukit Jimbaran Kuta Selatan Badung. Bali.
- Permana *et al.* 2003. Antioxidantive constituents of *Hedotis diffusa* Wild. *Nat Prod Sci* 9:7-9.
- Taran M, Rezazadeh S, Khanahmadi M. 2010. *In vitro* antimicrobial and antioxidant properties of *Smyrniun cordifolium* boiss. (Umbelliferae) extract. *Asian J Plant Sc* 9:99-103.
- Sidiyasa, K. dan M. Suharti. 1986. Jenis-jenis tumbuhan penghasil gaharu. Makalah Utama Diskusi pemanfaatan kayu kurang dikenal. Puslitbang Hutan dan KA, Bogor.
- Siran, S.A, Ngatiman, Yusliansyah. 2005. Gaharu, Komoditi HHBK Andalan Kalimantan Timur. Di dalam: *Teknologi untuk Kelestarian Hutan dan Kesejahteraan Masyarakat. Prosiding Gelar dan Dialog Teknologi*; Mataram, 29-30 Juni 2005. Mataram: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Hlm 29-42.
- Suhartono T, Newton A.C. 2000. Conservation and Sustainable of Tropical Tree in The Genus *Aquilaria* I. Status and Distribution in Indonesia. *Biological Conservation* 96: 83-94.
- Whitemore, T.C. and I.G.M. Tantra. 1989. Tree Flora of Indonesia. Check list for Sumatra. Forest Research and Development Center.
- Wiriadinata, H. (1995). Gaharu (*Aquilariaspp.*) Pengembangan dan Pemanfaatan yang Berkelanjutan. In Lokakarya Pengusahaan Hasil Hutan Non Kayu (Rotan, Gaharu, dan Tanaman Obat). Departemen Kehutanan. Indonesia-UK Tropical Forest Management Programme. Surabaya, 31 July-1 Agustus.

KANDUNGAN FENOL TOTAL DAN AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK *Taxus sumatrana*

Gunawan Pasaribu¹ dan Titiek Setyawati²

¹Peneliti pada Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan

²Peneliti pada Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor

ABSTRAK

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan fenol total dan aktivitas antioksidan ekstrak daun, kulit dan ranting *Taxus sumatrana* yang berasal dari Taman Nasional Kerinci Seblat, Jambi. Kandungan fenol total ditentukan dengan metode Folin-Ciocalteu sedangkan aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH. Hasil analisa kualitatif fitokimia menunjukkan bahwa ekstrak positif mengandung tanin, flavonoid, saponin, triterpenoid, dan hidrokuinon. Kandungan fenol total ekstrak kasar pada daun, kulit dan ranting berturut-turut adalah 93.73 ppm, 264.63 ppm dan 264.97 ppm. Sementara aktivitas antioksidan yang ditunjukkan dari nilai IC₅₀ berturut-turut adalah 5.10 ppm, 2.35 ppm dan 3.58 ppm. Korelasi linear terlihat antara kandungan fenol total dan aktivitas antioksidan. Hasil ini mengindikasikan *Taxus sumatrana* berpotensi sebagai sumber penting antioksidan alami.

Kata kunci: *Taxus sumatrana*, fenol total, antioksidan, DPPH

I. PENDAHULUAN

Taxus sumatrana (Miquel) de Laub atau dikenal dengan nama Chinese yew, menurut beberapa pustaka, tersebar di beberapa Negara yang memiliki hutan sub-tropis seperti Afghanistan, Tibet, Nepal, India, Vietnam, Burma, Taiwan, Pakistan dan China. Umumnya di daerah tersebut ditemukan pada ketinggian 400 – 3.100 m dpl. Jenis ini banyak memiliki varietas dan salah satu diantaranya yaitu *Taxus sumatrana* var. *sumatrana* ditemukan di Indonesia yaitu di Sulawesi dan Sumatera. Di Indonesia jenis ini dikenal dengan nama Sumatran yew merupakan pohon yang dapat mencapai tinggi 30 meter dan memiliki penampilan daun majemuk berukuran kecil, seperti tampilan daun dari jenis podokarpus.

Sudah ditemukan bahwa jenis *Taxus* memiliki potensi kandungan bahan kimia aktif taxol yang digunakan sebagai penghambat kanker (Kitagawa, dkk., 1995). Dalam pustaka tumbuhan berguna Indonesia (Heyne, 1987) tidak ditemukan ulasan mengenai jenis ini, meskipun di beberapa pustaka disebutkan bahwa jenis ini dapat ditemukan di daerah pegunungan dan hutan lumut dengan ketinggian dari 650 hingga 3.000 m dpl. Varietas ini juga dapat ditemukan di Thailand, China, Taiwan, dan Philippina. Tidak diketahui apakah jenis yang ada di Sulawesi juga memiliki varietas yang sama karena menurut beberapa pustaka kemungkinan merupakan varietas *Taxus celebica*. Disebutkan pula bahwa jenis *Taxus sumatrana* var. *concolorata* Spjut ditemukan di Palembang (Sumatera Selatan) pada ketinggian 1.000 m dpl. Pustaka lain menyatakan bahwa jenis ini hanya ditemukan di Indonesia pada ketinggian 1.500–2.300 m dpl.

Salah satu faktor yang mempengaruhi kesehatan manusia dalam pengobatan adalah keseimbangan antara kandungan radikal bebas dan antioksidan di dalam tubuh. Kurangnya asupan antioksidan yang cukup dari makanan yang dikonsumsi oleh sebagian besar masyarakat saat ini merupakan penyebab ketidakseimbangan tersebut. Ketidakseimbangan ini menjadi penyebab radikal bebas dominan di dalam tubuh, sehingga timbul berbagai macam penyakit seperti, jantung koroner, kanker, diabetes, hati, dan penuaan dini (Widjaya, 1996).

Antioksidan yang berasal dari luar tubuh antara lain dapat diperoleh dari tumbuhan seperti asam fenolat, flavonoid, tokoferol dan tanin tersebar pada berbagai bagian tumbuhan seperti daun, akar, batang, biji, dan bunga (Sidik, 1997 dalam Kurtubi, 2006). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan fenol total dan aktivitas antioksidan ekstrak daun, kulit dan ranting *Taxus sumatrana* yang berasal dari Taman Nasional Kerinci Seblat, Jambi.

II. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan penelitian berupa daun, kulit dan ranting *Taxus sumatrana* yang berasal dari Taman Nasional Kerinci Seblat, Jambi. Bahan lain yang dibutuhkan antara lain: kloroform, diklorometana, etil asetat, etanol, metanol, aquades, eter, NH_4OH , NaOH , HCl , H_2SO_4 , kertas saring, anhidrida asetat, pereaksi Meyer, Dragendrof, Wagner, vitamin C, DPPH 1mM dan Folin-Ciocalteu reagent. Peralatan yang diperlukan antara lain *hammer mill*, alat-alat kaca, alat-alat ekstraksi, *vacuum rotary evaporator*, botol uji, pipet ukur, mikropipet, neraca analitik, inkubator suhu 37°C , spektrofotometer UV-VIS Hitachi U-2800, oven, vortex, *hot plate*, kertas saring.

Metode Penelitian

Ekstraksi

Bahan penelitian berupa sampel daun, kulit dan ranting dikeringkan dengan oven pada suhu $\pm 40^\circ\text{C}$. Sampel digiling untuk menghasilkan serbuk 40-60 mesh. Serbuk diekstraksi dengan teknik maserasi (perendaman) dengan metanol 96%. Ekstrak kemudian disaring dan dipekatkan dengan *rotary vacuum evaporator*. Rendemen ekstrak dihitung dengan rumus :

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{bobot ekstrak pekat (g)}}{\text{bobot sampel yang diekstrak (g)}} \times 100\%$$

Uji kualitatif fitokimia (Harborne, 1987)

- Uji alkaloid
Sebanyak 2 g contoh ditambah 10 ml kloroform dan beberapa tetes amoniak. Fraksi kloroform dipisahkan dengan cara menghisap fraksi kloroform perlahan-lahan dengan pipet tetes. Selanjutnya fraksi kloroform diasamkan dengan H_2SO_4 2M. Fraksi H_2SO_4 diambil kemudian ditambahkan pereaksi Meyer, Dragendrof, Wagner. Jika terdapat endapan putih dengan pereaksi Meyer, endapan merah jingga dengan pereaksi Dragendrof dan endapan coklat dengan pereaksi Wagner, maka positif terdapat alkaloid.
- Uji saponin
Sebanyak 1 g contoh ditambah air secukupnya dan dipanaskan selama 5 menit. Setelah itu didinginkan dan dikocok kuat. Adanya saponin ditandai dengan timbulnya busa yang stabil selama 10 menit.
- Uji flavonoid dan senyawa fenolik
Sebanyak 1 g contoh ditambah metanol sampai terendam lalu dipanaskan. Filtrat diuji pada spot plate. Jika setelah ditambahkan NaOH 10% (b/v) timbul warna merah, maka positif terdapat flavonoid.
- Uji triterpenoid atau steroid
Sebanyak 2 g contoh ditambahkan 25 ml etanol lalu dipanaskan dan disaring. Filtrat diuapkan lalu ditambah eter. Lapisan eter dipipet dan diuji pada spot plate. Jika ditambahkan pereaksi Liberman Buchard (3 tetes) terbentuk warna merah/ungu, positif mengandung triterpenoid. Jika terbentuk warna hijau, maka positif mengandung steroid.
- Uji tanin
Sebanyak 10 g contoh ditambah air, lalu dididihkan selama beberapa menit, kemudian disaring. Filtrat ditambah FeCl_3 1% (b/v). Jika terbentuk warna biru atau hitam kehijauan, maka positif mengandung tanin.
- Uji hidroquinon
Sebanyak 1 g contoh ditambahkan dengan metanol sampai terendam lalu disaring. Kemudian ditambahkan NaOH sebanyak 1 tetes. Terbentuknya warna merah menunjukkan ekstrak positif mengandung hidroquinon.

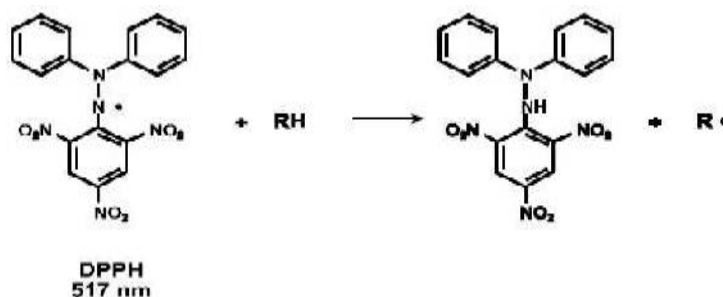
Pengujian kandungan fenol total

Sebanyak 5 mg ekstrak kering ditambahkan 2 ml etanol 95% dan dilarutkan, kemudian ditambahkan 5 ml aquades dan 0,5 ml reagen Folin-Ciocalteu 50% (v/v). Campuran larutan dibiarkan selama 5 menit kemudian ditambahkan 1 ml Na_2CO_3 5% (b/v). Campuran dihomogenasi, lalu diinkubasi dalam ruang gelap selama 1 jam. Kemudian dilakukan pengukuran dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 725 nm.

Kadar fenol ditentukan berdasarkan persamaan kurva standar. Standar yang digunakan untuk pembuatan kurva standar adalah asam tanat yang dibuat dengan konsentrasi 0, 10, 30, 50, 70 dan 100 ppm.

Uji aktivitas antioksidan

Pengujian antioksidan sesuai dengan metode dari Blois (1958) yaitu Metode Diphenyl-2-picrylhydrazyl (DPPH). Ekstrak kasar daun, kulit dan ranting dibuat dalam berbagai konsentrasi (5, 7.5, 10, 15, 25, 50, dan 75 ppm). Masing-masing dimasukkan kedalam tabung reaksi. Kedalam tiap tabung reaksi ditambahkan 500 µl larutan DPPH 1mM dalam metanol. Volume dicukupkan sampai 5 ml, kemudian diinkubasi pada suhu 37° C selama 30 menit, selanjutnya serapan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 517 nm. Sebagai kontrol positif digunakan vitamin C (konsentrasi 2, 4, 6, 8, dan 10 ppm). Nilai IC₅₀ dihitung masing-masing dengan menggunakan rumus persamaan regresi dan dilakukan sebanyak 3 kali ulangan. Mekanisme reaksi dari metode DPPH (Molyneux, 2004) ditunjukkan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mekanisme reaksi metode DPPH

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Rendemen Ekstrak

Rendemen ekstrak daun, kulit dan ranting *Taxus sumatrana* disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan nilai rendemen yang diperoleh, diketahui bahwa rendemen ekstrak pada bagian kulit lebih tinggi dari pada bagian ranting dan daun. Rendemen ekstrak bagian kulit ini cukup tinggi jika dibandingkan dengan rendemen ekstrak kulit kayu pada umumnya yang berkisar antara 10-20 %. (Haygreen & Bowyer, 1985).

Tabel 1. Rendemen ekstrak kasar *Taxus sumatrana*

No	Bagian Pohon	Rendemen (%)
1	Daun	10,60
2	Kulit	22,40
3	Ranting	11,45

Analisa Fitokimia

Analisis fitokimia merupakan salah satu cara untuk mengetahui kandungan kualitatif senyawa metabolit sekunder dari suatu bahan alam. Golongan utama dari senyawa aktif ekstrak tumbuhan dapat diketahui melalui analisis ini. Pengujian fitokimia dilakukan pada ekstrak kasar daun, kulit dan ranting *Taxus sumatrana*. Hasil pengujian kualitatif fitokimia disajikan pada Tabel 2. Secara umum ekstrak ketiga bagian pohon ini mengandung flavonoid, tanin, saponin, triterpenoid dan hidrokuinon.

Komponen dari Vitamin C, Vitamin E, β-karoten, flavonoid, isovlavan, flavon, antosianin, isokatekin banyak dilaporkan sebagai antioksidan (Kahkonen, *et.al.*, 1999 dalam Winarsi, 2007).

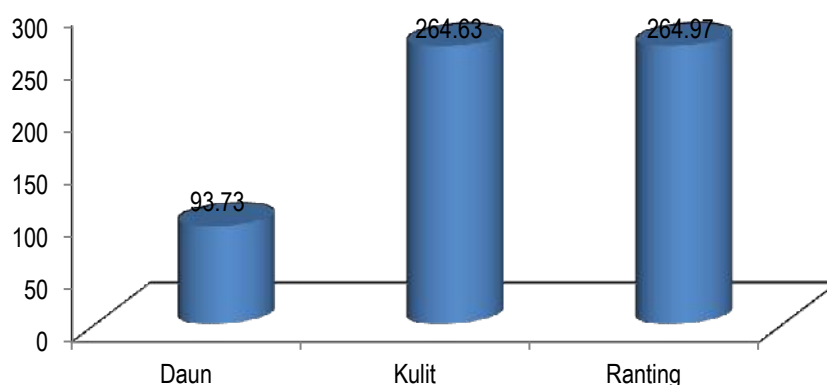
Tabel 2. Hasil uji fitokimia ekstrak

Senyawa	Daun	Kulit	Ranting
Flavonoid	+	+	+
Tanin	+	+	+
Saponin	+	+	+
Triterpenoid	+	+	+
Steroid	-	-	-
Hidrokuinon	+	+	+
Alkaloid:			
Dragendorf	-	-	-
Wagner	-	-	-
Meyer	-	-	-

Keterangan: (-): tidak terdeteksi; (+): positif

Pengujian Kandungan Fenol Total

Hasil pengujian kandungan fenol total ekstrak kasar pada daun, kulit dan ranting disajikan pada Gambar 2. Gambar ini menunjukkan bahwa kandungan fenol total tertinggi adalah pada ekstrak ranting, disusul pada bagian kulit dan daun.

Gambar 2. Kandungan fenol total pada beberapa bagian pohon *Taxus sumatrana*

Uji Aktivitas Antioksidan

Hasil pengujian antioksidan pada masing-masing bagian pohon *Taxus sumatrana* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Aktivitas antioksidan

No	Bagian Pohon	IC ₅₀ (ppm)
1	Daun	5,10
2	Kulit	2,35
3	Ranting	3,58
4	Standar (Vitamin C)	5,35

Prinsip penentuan aktivitas antioksidan diukur dengan melihat kemampuan ekstrak dalam menangkap radikal bebas DPPH. Kemampuan penangkapan radikal DPPH oleh suatu antioksidan dinyatakan dalam persen penangkapan radikal. Metode DPPH dipilih karena metode ini sederhana, mudah, cepat, dan peka serta memerlukan sedikit sampel. Parameter yang digunakan untuk melihat aktivitas antioksidan adalah *inhibitory concentration* (IC). IC₅₀ adalah konsentrasi larutan contoh yang menyebabkan berkurangnya aktivitas DPPH sebesar 50%. IC₅₀ didapat dari kurva hubungan antara persen penangkapan radikal dengan

konsentrasi (ppm) menggunakan persamaan regresi. Semakin kecil konsentrasi larutan contoh untuk mengurangi aktivitas DPPH sebesar 50% maka aktivitas antioksidannya semakin kuat. Hasil penelitian aktivitas antioksidan pada Tabel 3 menunjukkan bahwa sampel ekstrak metanol kulit memiliki aktivitas antioksidan tertinggi disusul pada bagian ranting dan daun. Hasil ini menunjukkan bahwa ekstrak daun, kulit maupun ranting memiliki aktivitas antioksidan yang lebih baik dari kontrol Vitamin C.

Hasil penelitian untuk jenis *Taxus sumatrana* dari lokasi berbeda di Dolok Sibuaton, Kabupaten Karo, Sumatera Utara, menunjukkan bahwa IC_{50} ekstrak daun, kulit dan ranting berturut-turut adalah 18,07 ppm, 2,87 ppm dan 5,10 ppm (Pasaribu, 2011). Hasil penelitian tentang aktivitas antioksidan yang lain di antaranya pada buah dan bunga burahol (*Stelechocarpus burahol* Blume Hook & Thomson) yang dilaporkan oleh Tisnadaja dkk. (2006) menyatakan bahwa hasil analisis antioksidan menggunakan metode DPPH, menghasilkan IC_{50} terendah pada ekstrak n-butanol pada bunga sebesar 22,44 ppm dan ekstrak etil asetat pada buah sebesar 29,12 ppm. Bagian bunga dengan ekstrak etil asetat menunjukkan IC_{50} sebesar 35,07 ppm.

Daya antioksidan dari ekstrak daun kemuning (*Murraya paniculata* Jack) yang dilakukan oleh Rohman dan Sugeng (2005) dengan metode DPPH menunjukkan bahwa ekstrak daun ini mempunyai nilai IC_{50} sebesar 126,17 ppm. Kuncahyo dan Sunardi (2007) melaporkan aktivitas antioksidan belimbing wuluh dengan metode DPPH menghasilkan nilai IC_{50} pada fraksi eter sebesar 50.36 ppm dan fraksi air sebesar 44,01 ppm.

Berdasarkan hasil pengamatan aktivitas antoksidan dan kandungan fenol total yang diperoleh, menunjukkan adanya hubungan yang linear yang terlihat dari grafik hubungan keduanya dengan nilai $R^2=0,80$. Hasil pengujian korelasi Pearson juga menunjukkan korelasi yang positif dengan nilai koefisien korelasi sebesar 0,89. Nilai koefisien ini menunjukkan adanya hubungan yang sangat erat diantara keduanya, dimana kandungan fenol yang tinggi berbanding lurus dengan aktifitas antioksidan.

IV. KESIMPULAN

1. Ekstrak daun, kulit maupun ranting *Taxus sumatrana* mengandung tanin, flavonoid, saponin, triterpenoid, dan hidrokuinon.
2. Kandungan fenol total ekstrak kasar pada daun, kulit dan ranting berturut-turut adalah 93.73 ppm, 264.63 ppm dan 264.97 ppm.
3. Aktivitas antioksidan yang ditunjukkan dari nilai IC_{50} berturut-turut pada daun, kulit dan ranting adalah 5.10 ppm, 2.35 ppm dan 3.58 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Blois, M.S. 1958 Antioxidant determinations by the use of a stable free radical. *Nature*, 181 1199-1200
- Harborne JB. 1987. Metode Fitokimia: Penuntun Cara Modern Menganalisa Tumbuhan. Edisi ke-2. Penerjemah Padmawinata K. Bandung: ITB.
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1985. Forest products and wood science. Fourth ed. Ames. Iowa. The Iowa State University Press.
- Juniarti, Delvi Osmeli, dan Yuhernita. 2009. Kandungan Senyawa Kimia, Uji Toksisitas (*Brine Shrimp Lethality Test*) dan Antioksidan (*1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl*) dari Ekstrak Daun Saga (*Abrus precatorius* L.). Makara, Sains, Vol. 13, No. 1, Hal. 50-54
- Kuncahyo I. Dan Sunardi. 2007. Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Belimbing Wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L.) terhadap 1,1-Diphenyl-2-Picrylhydrazyl (DPPH). Seminar Nasional Teknologi 2007 (SNT 2007). Yogyakarta.
- Kurtubi M. 2006. Potensi Ekstrak Bawang Dayak (*Eleutherine palmifolia* (L) Merr) sebagai Antioksidan. [skripsi]. Bogor: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor.
- Meyer, B.N. 1982. Brine Shrimp : A convenient general Bioassay for Active Plant Constituent. *Journal of Medicinal Plant Research*, Vol.45.
- Pasaribu, G. 2011. Antioxidant Activity of *Taxus sumatrana* Extract. The Third International Symposium of Indonesian Wood Research Society. Yogyakarta.
- Rohman, A. dan Sugeng, R. 2005. Daya Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Kemuning (*Murraya paniculata*

- Jack) secara in vitro. *Majalah Farmasi Indonesia*, 16 (3), 136-140, 205.
- Tisnadaja, D., Edward S., Silvia dan Partomuan S. 2006. Pengkajian Burahol (*Stelechocarpus burahol* Blume Hook & Thomson) sebagai Buah yang Memiliki Kandungan Senyawa Antioksidan. *Biodiversitas*. Vol. 7 No.2. Hal 199-202.
- Widjaya, A. 1996. Radikal Bebas dan Parameter Status Antioksidan. *Forum Diagnosticum* 4: 1-6.
- Winarsi, H. 2007. Antioksidan Alami dan Radikal Bebas. Potensi dan aplikasinya dalam Kesehatan. Penerbit Kanisius.
- Zuhud, E.A.M dan Haryanto. 1994. Pelestarian Pemanfaatan Keanekaragaman Tumbuhan Obat Hutan Tropika Indonesia. Kerjasama Jurusan Konservasi Sumber Daya Hutan, FAHUTAN IPB dan Lembaga Alam Tropika Indonesia.

KOMPOSISI EKSTRAKTIF PADA KAYU MANGIUM

Ganis Lukmandaru

Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
email: ganisarema@lycos.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi ekstraktif pada kayu mangium. Kayu mangium (25 tahun) dari 5 provenans (Sidei Papua, West of Morehead, Daintree, Ellerbeck, Red Cardwell, dan El Arish) pada 4 arah radial (kulit, gubal, teras luar dan teras dalam) telah diteliti kadar ekstraktifnya. Setiap provenans diambil 5 pohon di bagian pangkalnya dan dibuat serbuk. Ekstraksi selama 6 jam dilakukan melalui soxhlet secara berturut-turut dengan pelarut non-polar (*n*-heksana) dan polar (metanol). Setelah ditentukan kadar ekstraktifnya, ekstrak terlarut *n*-heksana dipisahkan menjadi fraksi asam bebas dan netral dengan larutan Na_2CO_3 10 % dan selanjutnya fraksi netral dipisahkan lagi menjadi fraksi tak tersabunkan dan asam melalui saponifikasi dengan KOH 10% dalam etanol. Ekstrak terlarut metanol (polar) dilarutkan secara berturut-turut dengan diklorometana dan butanol sehingga didapatkan fraksi diklorometana, butanol dan residu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada beda nyata antar provenans pada kadar ekstraktif terlarut *n*-heksana, metanol maupun total. Kisaran kadar ekstrak *n*-heksana adalah 1-6 % dimana nilai tertinggi pada teras sedangkan kadar ekstrak metanol 3-16 % dengan nilai tertinggi pada bagian kulit. Secara total, persentase kadar ekstrak metanol lebih tinggi (60-90 %) di semua bagian dibandingkan kadar ekstrak *n*-heksana. Pada bagian non-polar, fraksi netral mendominasi (80-95%) di bagian gubal maupun teras tetapi pada kulit sebaliknya. Kecenderungan yang sama juga terlihat setelah saponifikasi dimana fraksi tak tersabunkan menyusun sebagian besar fraksi netral (60-80%) di bagian gubal maupun teras. Pada bagian polar, fraksi residu menyusun bagian terbesar (55-65 %) pada kulit. Pada bagian gubal sebagian besar oleh fraksi terlarut diklorometana sedangkan pada teras nilai tertinggi cukup bervariasi antara fraksi terlarut butanol dan residu.

Kata kunci: *Acacia mangium*, ekstraktif, provenans, arah radial, komposisi

I. PENDAHULUAN

Penggunaan utama kayu mangium (*Acacia mangium*) di Indonesia adalah untuk kebutuhan industri pulp dan kertas yang umumnya dipanen dalam usia muda. Seiring dengan semakin bervariasinya akan kebutuhan produk kayu serta kurangnya pasokan kayu bulat maka pemanfaatan mangium sebagai bahan selain untuk pulp dan kertas dilakukan dengan memperpanjang umur penebangannya. Beberapa penelitian telah membahas penggunaan mangium sebagai produk panel kayu (Alamsyah *et al.* 2007) maupun kayu konstruksi (Firmanti *et al.* 2007).

Dalam memanfaatkan kayu mangium secara optimum diperlukan pengetahuan pada sifat-sifat dasar kayunya. Kayu memiliki zat ekstraktif yang bisa berpengaruh pada sifat kayu maupun pengolahannya. Sifat kayu mangium pada umur yang relatif tua sangatlah terbatas, khususnya pada sifat kimianya. Penelitian sifat kimia sebelumnya, khususnya pada zat ekstraktifnya, berkaitan dengan ekstraktif kayu mangium yang dihubungkan dengan busuk hati atau sifat bioaktivitasnya pada umur muda (Lange dan Hashim 2001, Barry *et al.* 2005, Mihara *et al.* 2005). Selain spesiesnya, perlu juga diteliti pengaruh perbedaan sumber biji terhadap sifat kimianya mengingat kegiatan pemuliaan mangium sudah cukup intensif. Pada penelitian ini, akan dibahas kadar ekstraktif dan komposisinya pada kayu mangium dewasa dari 5 provenans yang berbeda.

II. METODE PENELITIAN

Penyiapan Bahan

Tempat uji provenans mangium umur 25 tahun terletak di Hutan Pendidikan Wanagama, Jogja. Pohon yang ada berasal dari 5 provenans dari 3 negara yaitu Sidei Irian (Indonesia), West of Morehead (Papua New Guinea), serta Daintree, Ellerbeck Red Cardwell, dan El Arish (Queensland, Australia). Penanaman dilakukan dalam desain plot 5 pohon dengan jarak tanam 4 x 4 m pada desain rancangan blok lengkap. Penebangan

pohon setiap provenans diwakili 5 pohon sehingga terdapat total 25 pohon dalam kisaran diameter 13-38 cm, dengan tinggi pohon 10-25 m. Sampel berupa piringan (*disk*) setebal 5 cm digergaji pada bagian pangkal pohon kemudian dibagi lagi menjadi 4 sampel dalam arah radial yaitu kulit, gubal, teras luar dan teras dalam. Pada setiap bagian tersebut, diambil dari dua sisi yang berlawanan dan disatukan menjadi satu sampel untuk menghindari variasi antar radial.

Penentuan kadar ekstraktif

Serbuk kayu sebanyak 2 g setara berat kering tanur diekstrak dengan pelarut *n*-heksana dan metanol secara berturutan dalam alat soxhlet. Setiap ekstraksi dilakukan selama 6 jam. Kadar ekstraktif ditentukan dengan menghilangkan pelarutnya kemudian ekstrak dikeringkan dalam oven (± 100 °C) dan ditimbang. Kadar ekstraktif total diperoleh dari penjumlahan antara kadar ekstraktif terlarut *n*-heksana dan metanol.

Fraksinasi ekstrak terlarut *n*-heksana

Ekstrak *n*-heksana pada provenans yang sama yang diperoleh dari soxhlet kemudian disatukan dan dilarutkan dalam 50 ml diklorometana dan dimasukkan ke labu pemisah. Untuk memperoleh fraksi netral dan asam bebas, ditambahkan 50 ml Na₂CO₃ 10 % pada larutan tersebut dan dikocok sampai diperoleh 2 lapisan. Lapisan berair dan diklorometana kemudian dipisahkan. Pada lapisan terlarut diklorometana, setelah dicuci dengan air secukupnya kemudian ditambahkan sodium sulfat untuk mengikat air. Setelah dibiarkan selama 24 jam, larutan kemudian disaring untuk mendapatkan fraksi netral yang rendemennya diketahui setelah pelarutnya diuapkan. Lapisan berair kemudian diasamkan sampai mencapai pH 3 dengan asam klorida dan diekstrak dengan 50 ml diklorometana pada labu pemisah. Setelah terbentuk 2 lapisan, fraksi berair dibuang dan fraksi terlarut diklorometana selanjutnya diperlakukan sama dengan fraksi netral di atas (pencucian, penambahan sodium sulfat, penyaringan, penguapan pelarut) untuk memperoleh fraksi asam bebas.

Saponifikasi fraksi netral

Fraksi netral yang diperoleh dari pemisahan ekstrak *n*-heksana dilarutkan dalam KOH dalam 95% etanol dan dipanaskan dalam refluks selama 1 jam. Setelah pelarut diuapkan, ditambahkan aquades 50 ml dan diklorometana 50 ml dan dimasukkan ke labu pemisah. Setelah dikocok dan terbentuk 2 lapisan, fraksi diklorometana kemudian diambil dan diberi perlakuan seperti fraksi netral di atas untuk memperoleh fraksi tak tersaponifikasi, sedangkan pada fraksi berair kemudian diasamkan sampai pH 3 dengan asam klorida dan perlakuan selanjutnya sama dengan dengan fraksi asam bebas di atas sampai diperoleh fraksi asam dari netral.

Pemisahan ekstrak terlarut metanol

Ekstrak pada provenans yang sama yang diperoleh dari soxhlet disatukan kemudian dilarutkan dalam 10-20 ml diklorometana dan dipanaskan selama 30 menit. Ekstrak yang terlarut kemudian disaring dan pelarutnya diuapkan untuk mendapatkan rendemen ekstrak terlarut diklorometana. Residu yang tersisa kemudian dilarutkan dengan butanol dan dengan cara yang sama dengan fraksi terlarut diklorometana sehingga diperoleh fraksi terlarut butanol (distilat) dan fraksi residu. Rendemen masing-masing fraksi tersebut ditentukan setelah menguapkan pelarut yang tersisa.

Analisis data

Analisis variansi dua arah (two-way ANOVA) digunakan untuk mengetahui perbedaan yang timbul di antara dua faktor. Perbedaan dianggap nyata pada taraf kepercayaan 95 % sedangkan untuk uji lanjutan menggunakan uji Duncan. Perhitungan dilakukan dengan program SPSS versi 10.0.

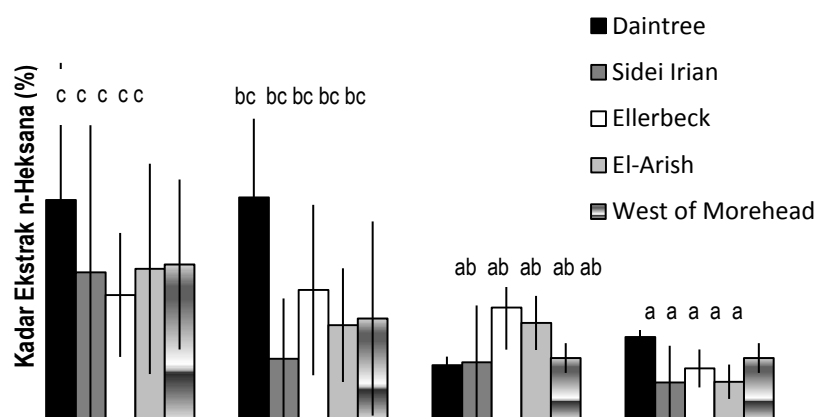
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Ekstraktif

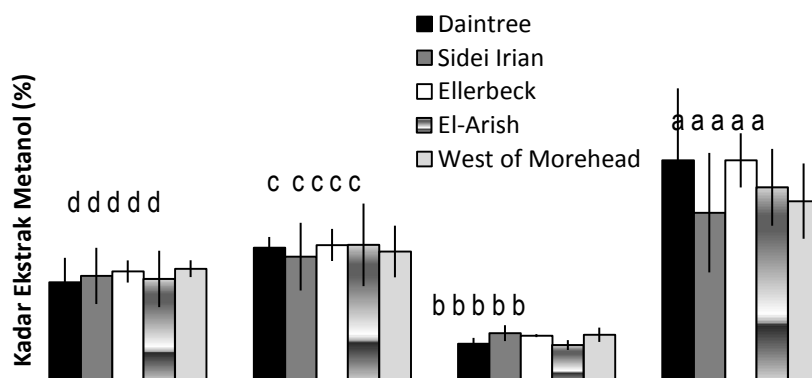
Penentuan kadar ekstraktif dilakukan melalui ekstraksi dengan 2 pelarut berbeda secara polaritas. Pelarut non-polar *n*-heksana secara teoritis akan melarutkan senyawa minyak-minyak, lilin, lemak, terpena sedangkan pelarut polar metanol melarutkan senyawa-senyawa fenolat (Fengel dan Wegener 1989,

Sjostrom 1993). Rerata kadar ekstraktif terlarut *n*-heksana (KEH) berkisar antara 1-2, 2- 5 %, dan 0,9-2 % di kayu gubal, teras dan kulitnya secara berturutan. Rerata kadar ekstraktif terlarut metanol (KEM) antara 3-4 %, 8-11 %, dan 14-18 % untuk kayu gubal, teras dan kulitnya secara berturutan. Dari pengamatan fisik ekstraknya, zat yang terlarut *n*-heksana berwarna kuning-kecoklatan dan menyerupai minyak sedangkan zat yang terlarut metanol berwarna gelap dan padat. Berdasarkan hasil ANOVA pada kedua ekstrak tersebut tidak didapatkan interaksi maupun faktor provenans yang nyata. Hal ini berarti asal biji bukan faktor yang berpengaruh terhadap nilai kadar ekstraktif. Di lain pihak, arah radial berpengaruh sangat nyata ($p<0,01$) pada kedua ekstrak tersebut. Hasil uji lanjut dengan uji Duncan bisa dilihat pada Gambar 1 dan 2. Dari gambar tersebut terlihat bahwa kayu teras (terluar dan dalam) nilainya tertinggi pada KEH sedangkan bagian kulit nilainya tertinggi pada KEM.

Kadar ekstraktif total (KET) mangium pada kayu teras dalam berkisar antara 12-13 %, teras luar 13-16 %, gubal 4-6 %, sedangkan kulit 15-20 % (Gambar 2). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa hanya faktor radial yang berpengaruh nyata ($p<0,01$). Teras luar tidak berbeda nyata dengan teras dalam sedangkan kulit secara nyata meunjukkan nilai tertinggi. Meski tidak nyata, pada kulit rerata KET provenans Daintree dan Ellerbeck memberikan nilai relatif besar (19-20%). Nilai tertinggi KET didapat pada kulit memang lebih tinggi daripada kayunya (Fengel dan Wegener 1989). Apabila diasumsikan kadar ekstraktif total merupakan penjumlahan dari KEH dan KEM, maka nilai yang diperoleh dari penelitian ini jauh lebih besar dari penelitian-penelitian sebelumnya yang tidak mencapai lebih dari 5 % (Mihara *et al.* 2005; Muladi *et al.* 2003; PROSEA 1996). Hal tersebut dimungkinkan karena penelitian-penelitian tersebut dilakukan pada kayu mangium umur muda (di bawah 10 tahun) sesuai daur rotasi untuk kebutuhan bahan baku pulp, kontras dengan bahan yang digunakan pada penelitian ini yang mencapai 25 tahun.

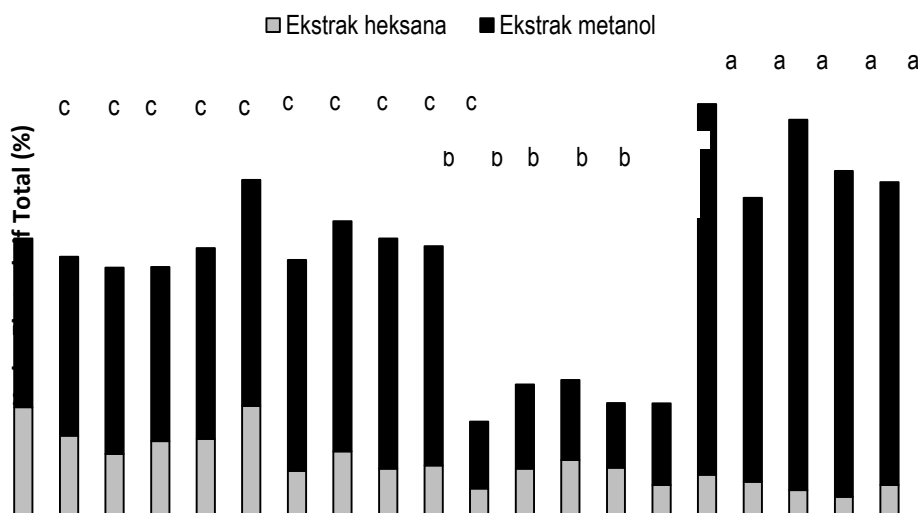


Gambar 1. Kadar ekstraktif terlarut *n*-heksana (%) pada arah radial kayu mangium pada 5 provenans ($n=5$, error bar merupakan standar deviasi). Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 5 %



Gambar 2. Kadar ekstraktif terlarut metanol (%) pada arah radial kayu mangium pada 5 provenans ($n=5$, error bar merupakan standar deviasi). Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada uji Duncan dengan taraf uji 5 %.

Dari komposisinya, fraksi polar (KEM) mendominasi semua bagian batang dimana nilai terbesar didapatkan pada kulit (89-94 %) dan terendah pada bagian gubal (57-73%) atau teras dalam (60-75 %). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa transisi dari gubal ke teras juga transisi dari kayu juvenil ke dewasa ditandai dengan naiknya fraksi polar. Lange dan Hashim (2001) dengan metode ekstraksi berturutan juga memperoleh hasil fraksi polar lebih mendominasi pada semua bagian kayu mangium baik sehat maupun yang terkena busuk hati serta kenaikan fraksi polar dan non polar dari gubal ke teras dan sedikit menurun dari teras luar ke teras dalam pada mangium sehat. Kecenderungan tersebut berbeda pada kayu jati di mana transisi gubal ke teras ditandai oleh kenaikan fraksi non-polar (Lukmandaru 2011).

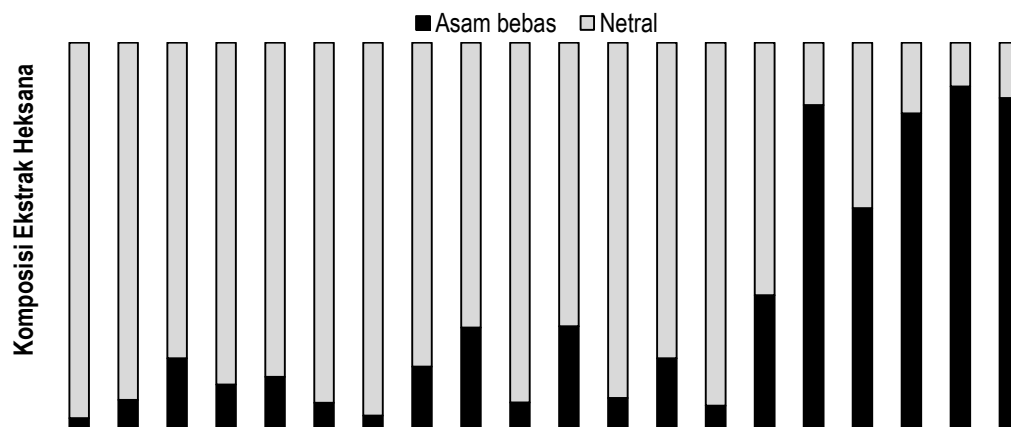


Gambar 3. Kadar ekstrakatif total (%) dan komposisinya pada arah radial kayu mangium pada 5 provenans.

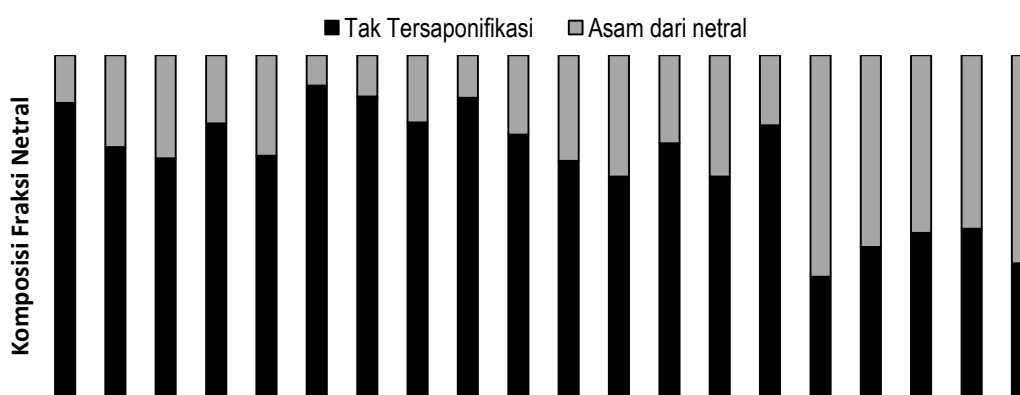
Komposisi Ekstrak terlarut *n*-heksana

Ekstrak *n*-heksana selanjutnya dipisahkan menjadi fraksi netral dan asam bebas. Fraksi netral umumnya mengandung zat tak tersaponifikasi dalam alkali, gliserol dan campuran asam (lemak dan resin) sedangkan fraksi asam bebas terdiri dari asam lemak dan asam resin (Baeza dan Freer 2001). Dari analisis lebih lanjut pada fraksi *n*-heksana yang berasal dari gabungan semua provenans pada setiap bagian kayunya (Gambar 4), terlihat bahwa fraksi netral mendominasi gubal (65-93 %) maupun teras (73-96 %) tetapi minor pada bagian kulit (11-42 %). Variasi nilai kisaran cukup besar karena variasi antar provenansnya. Sebagai contoh pada bagian kulit, provenans Sidei Irian yang mempunyai fraksi netral 42,7 % sedangkan provenans lainnya dalam kisaran 11-18 %, demikian juga pada bagian gubal dimana provenans West of Morehead mempunyai nilai fraksi netral lebih rendah (65,2 %) dibandingkan provenans lainnya (73-93 %). Tidak terlihat adanya kecenderungan yang tegas komposisi fraksi netral-asam antara kayu gubal dan teras maupun kayu dewasa dan juvenil pada teras. Penelitian oleh Lange dan Hashim (2001) juga menunjukkan fraksi netral mendominasi gubal maupun teras pada mangium.

Apabila fraksi netral disaponifikasi dengan KOH dalam etanol maka didapatkan fraksi tak tersaponifikasi dan asam. Fraksi tak tersaponifikasi terdiri atas komponen-komponen lilin-lilin, sterol ester, diterpena alkohol dan aldehida, triterpena alkohol, sterol, dan lemak alkohol sedangkan fraksi asam dari netral terdiri dari komponen-komponen asam lemak, asam resin, sterol ester dan gliserida (Baeza dan Ferrer 2001). Fraksi tak tersaponifikasi terlihat dominan pada teras (70-91%) dan gubal (64-79 %), dan lebih sedikit pada bagian kulit (35-49 %). Berbeda dari penelitian mangium sebelumnya oleh Lange dan Hashim (2001) dimana fraksi asam dari netral lebih dominan khususnya pada gubal. Terlihat bahwa ada sedikit peningkatan fraksi tak tersaponifikasi dari gubal ke teras. Kecenderungan yang sama juga terlihat dari kayu juvenil ke kayu dewasa meski tidak begitu tegas. Fraksi asam dari netral yang sedikit lebih dominan di kulit seiring dengan kecenderungan pada komposisi netral-asam bebas pada fraksi *n*-heksana. Variasi yang relatif lebar juga terlihat pada antar provenans di semua bagian batang kayu.



Gambar 4. Komposisi ekstrak terlarut *n*-heksana (%) pada arah radial kayu mangium pada 5 provenans.

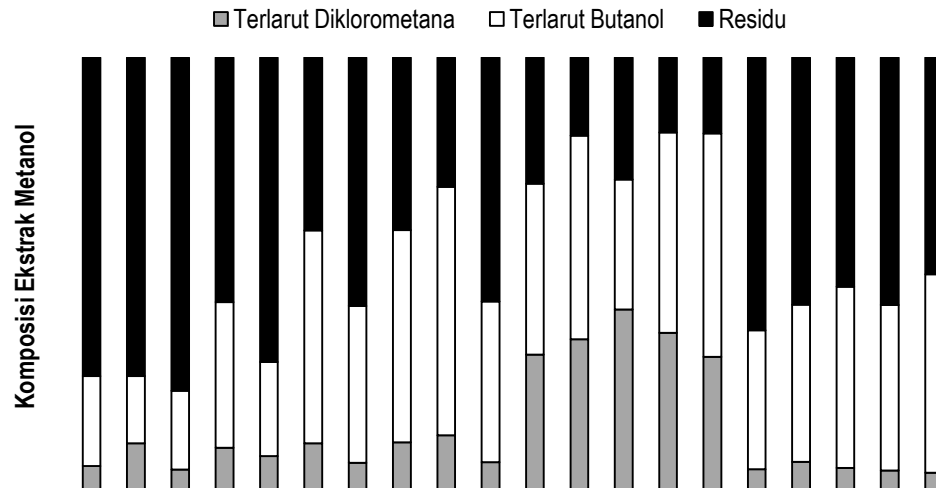


Gambar 5. Komposisi fraksi netral (%) pada arah radial kayu mangium pada 5 provenans.

Komposisi Ekstrak Terlarut Metanol

Pada fraksi polar dipecah lagi menjadi 3 fraksi melalui pemisahan antar pelarut (diklorometana dan butanol) secara berturutan. Apabila diekstrak secara langsung, maka diklorometana bisa melarutkan lilin, lemak, getah, fitosterol dan hidrokarbon tidak menguap (ASTM 2002). Diduga ekstrak yang terlarut dalam diklorometana dalam ekstrak metanol merupakan zat-zat non-polar yang belum terlarut dalam *n*-heksana. Ekstrak terlarut butanol diduga melarutkan polifenolat berberat molekul rendah sedangkan residu yang tersisa merupakan polifenolat yang berberat molekul lebih tinggi, gula-gula yang lebih larut dalam air atau lebih polar. Beberapa fenolat utama yang sudah terdeteksi dalam mangium adalah flavonoid-flavonoid dalam struktur proantosianidin (Tachi *et al.* 1989, Mihara *et al.* 2005, Barry *et al.* 2005). Barry *et al.* (2005) menyatakan kadar fenolat yang rendah pada mangium menyebabkan peluang lebih besar terjadi busuk hati di teras dalam.

Hasil fraksinasi dapat dilihat komposisinya pada Gambar 6. Fraksi terlarut diklorometana minor pada teras (4-12 %) dan kulit (4-6 %) tetapi relatif besar pada gubal (30-41%) khususnya pada provenans West of Morehead. Hal ini diduga karena berkaitan dengan fungsi fisiologis kayu gubal sebagai sel hidup yang mengandung ekstraktif primer seperti lemak atau sterol. Pada fraksi butanol, nilainya berkisar 15-33% pada teras dalam, teras luar 36-57%, gubal 30-51%, dan kulit 32-45%. Pada fraksi residu, nilainya cukup bervariasi antar bagian batang pohon yaitu teras dalam 56-77%, teras luar 29-57%, gubal 17-29 % dan kulit 50-63 %. Nilai fraksi residu yang tinggi pada kulit diduga karena keberadaan tanin serta glikosida berberat molekul tinggi lainnya. Kenaikan fraksi residu pada teras dalam dari teras luar diduga karena adanya polimerisasi zat fenolat seiring waktu sehingga berat molekul menjadi tinggi.



Gambar 6. Komposisi ekstrak terlarut metanol (%) pada arah radial kayu mangium pada 5 provenans.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian terhadap kayu mangium dari 5 provenans bisa disimpulkan sebagai berikut:

1. Rerata kadar ekstraktif terlarut *n*-heksana berkisar antara 1 -2, 2- 5 %, dan 0,9-2 % di kayu gubal, teras dan kulit secara berturutan. Rerata kadar ekstraktif terlarut metanol antara 3-4 %, 8-11 %, dan 14-18 % untuk kayu gubal, teras dan kulitnya secara berturutan.
2. Tidak ada interaksi nyata antara faktor provenans dan arah radial, sedangkan faktor arah radial berpengaruh sangat nyata terhadap kadar ekstraktif terlarut *n*-heksana dan terlarut metanol.
3. Fraksi netral dari ekstrak *n*-heksana penyusun terbesar pada gubal (65-93 %) maupun teras (73-96 %) sedangkan fraksi asam mendominasi bagian kulit (58-89 %).
4. Fraksi tak tersaponifikasi dari fraksi netral *n*-heksana nilainya tertinggi pada teras (70-91%) dan gubal (64-79 %), sedangkan fraksi asam dari netral mendominasi bagian kulit (51-65 %).
5. Pada ekstrak terlarut metanol, fraksi terlarut diklorometana mendominasi pada gubal (30-41%), fraksi residu mendominasi kulit dan teras dalam (56-77 %), sedangkan fraksi butanol nilainya tertinggi pada teras luar (36-57%).

DAFTAR PUSTAKA

- Alamsyah, E.M., Nan, L.C., Yamada, M., Taki, K., Yoshida, H. 2007. Bondability of Tropical Fast-growing Tree Species I: Indonesian Wood. *Journal of Wood Science* 53 : 40–46.
- ASTM International. 2002. D1108-96Standard Test Method for Dichloromethane Soluble in Wood. Annual Book of ASTM Standards 2002, Section 4: Construction. West Conshohocken, PA. Hal. 183.
- Baeza, J., Freer, J. 2001. Chemical Characterization of Wood and Its Components. dalam: *Wood and Cellulosic Chemistry*. DN-S Hon & N Shiraishi (ed). Marcel Dekker, New York.
- Barry, K. M., Mihara, R., Davies, N. W., Mitsunaga, T., Mohammed, C. L. 2005. Polyphenols in *Acacia mangium* and *A. auriculiformis* wood with reference to heartrot susceptibility. *J. Wood Sci.* 51:615-621.
- Fengel, D., Wegener, G. 1989. *Kayu: Kimia, Ultrastuktur, Reaksi-reaksi*. Gadjah Mada University Press (diterjemahkan oleh Sastrohamidjojo, H.), Jogja.
- Firmanti, A., Komatsu, K., Kawai, S. 2007. Effective Utilization of Fast-growing *Acacia mangium* Willd. timber as a structural material. *Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Kayu Tropis* 5:29-37.
- Lange, W., Hashim, R. 2001. The Composition of the Extractives from Unaffected and Heartrot-Affected Heartwood of *Acacia mangium* Willd. *Holz Roh Werkst* 59:61–66
- Lukmandaru, G. 2011. Variability in the Natural Termite Resistance of Plantation Teak Wood and Its Relations with Wood Extractive Content and Color Properties. *Journal of Forestry Research* 8 (1):17-31.

- Muladi, S., Arifin, Z., Arung, E.T., Yuliansyah, Amirta, R., Patt, R. 2003. Prospective of *Acacia mangium* as Raw Material of Pulp and Paper in Indonesia. International symposium on sustainable utilization of *Acacia mangium*. JSPS-LIPI Core University Program, October 21-22, pp 86-95.
- Mihara, R., Barry, K.M., Mohammed, C.L., Mitsunaga, T. 2005. Comparison of Antifungal and Antioxidant of *Acacia mangium* and *A. auriculiformis*. Journal of Chemical Ecology 31: 789-804.
- PROSEA Timber Trees. 1996. CABI Publishing.
- Sjostrom, E. 1993. Kimia kayu : Dasar-dasar dan Penggunaan. Edisi 2. Gajah Mada University Press. (Diterjemahkan oleh Sastrohamidjojo, H.), Jogja.
- Tachi, M., Tange, J., Nagadomi, W., Suzuki, Y., Terashima, N., Yasuda, S. 1989. Manufacture of Wood-Cement Boards. IV. Cement-Hardening Inhibitory Components of the Malaysian Fast-growing Tree, *Acacia mangium*. Mokuzaigakkaishi 35:731-735.

KUALITAS BAGIAN CABANG DAN PUCUK CABANG *Manilkara kauki* SEBAGAI PEWARNA ALAMI KAIN BATIK

Titis Budi Widowati dan J.P Gentur Sutapa

Staf Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM Fakultas Kehutanan UGM

ABSTRAK

Pewarna alami (berasal dari tumbuhan dan hewan) saat ini mulai berkembang dengan pesat karena adanya pelarangan penggunaan pewarna sintesis yang mengandung azo karena bersifat karsinogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi dari limbah bagian cabang dan pucuk cabang *Manilkara kauki*. Bagian tanaman di ekstrak dengan metode ekstraksi perebusan selama 1 jam pada suhu 80-90° C. Kain mori primissima yang telah diberi perlakuan permordan, penganjian dan pembatikan dengan metode cap dicelupkan kedalam larutan pewarna sebanyak 4 kali. Kain yang telah diwarnai diberi perlakuan fiksasi dengan bahan fiksasi (kapur, tawas dan tunjung) dan konsentrasi (10, 15, dan 20 g/l). Pengujian kain yang telah difiksasi meliputi ketahanan luntur warna terhadap pencucian, keringat asam dan cahaya matahari. Nilai pH larutan pewarna pada bagian cabang dan pucuk cabang sebesar 6,856 dan 6,036. Bagian cabang mengandung senyawa kimia berupa flavonoid, alkaloid dan tanin sedangkan pada pucuk cabang mengandung tanin, saponin dan alkaloid. Pengujian ketahanan luntur warna terhadap pencucian, keringat asam dan cahaya matahari menghasilkan nilai yang masuk dalam kategori sedang sampai tinggi (3,3-4,4 dan 5) dan pada bagian pucuk cabang masuk kategori sedang sampai tinggi (3,3-4,4 dan 5). Nilai-nilai tersebut telah memenuhi SNI Syarat Mutu Kain Batik Mori Primissima. Warna yang dihasilkan pada cabang dengan fiksasi tunjung *pink*, fiksasi tawas dan tunjung *pale yellow*. Bagian pucuk cabang dengan fiksasi tunjung menghasilkan warna *Light Brown*, fiksasi tawas dan kapur menghasilkan warna *Light Brown*. Bagian cabang dan pucuk cabang dari spesies *Manilkara kauki* berpotensi digunakan sebagai pewarna alami.

Kata kunci: *Manilkara kauki*, bahan fiksasi, pewarna alami

I. PENDAHULUAN

Menurut Soeparman (1967), warna sudah dikenal sejak jaman purba (bungkus mumi di Piramida Mesir sudah berwarna). Sampai tahun 1860 warna diperoleh dari alam (tumbuh-tumbuhan dan binatang). Pewarna dari tumbuh-tumbuhan banyak diduga sudah memakai bahan mineral sebagai mordant sejak jaman Romawi. Menurut Soeparman (1967), penemuan-penemuan tentang warna dimulai pada tahun 1856 di mana William Perkins telah menemukan zat warna yang disebut *mauve* atau orang biasa menyebut zat warna *anilina* atau zat warna ter batubara karena diperoleh melalui isolasi dari batubara yang selanjutnya disebut zat warna sintetis. Perkembangan selanjutnya adalah ditemukannya zat warna *anilina* hitam pada tahun 1863. Tahun 1884 merah congo ditemukan oleh Bottinger dan zat bejana ditemukan oleh Rene pada tahun 1901. Pada tahun 1912 ditemukan Naphtol AS (Azo-series) oleh Griseim dan zat warna rapid yang merupakan campuran antara naphthol dan garam diazonium ditemukan pada tahun 1920.

Dampak negatif dari penggunaan bahan sintetis yang mengandung azo dan yang digunakan langsung sebagai bahan pewarna khususnya pada pakaian adalah memicu kanker kulit (90% merusak sel-sel epidermis) karena sifatnya yang karsinogenik. Kondisi ini mengakibatkan pada tahun 1996 Kedutaan Besar Republik Indonesia bidang Perdagangan di Netherlands, memberi peringatan akan bahaya zat pewarna sintetis yang mengandung azo. Akibat dari peraturan tersebut, jalur perdagangan zat warna sintetis yang mengandung azo dengan segala bentuk produknya terutama yang langsung berhubungan dengan kulit manusia seperti : pakaian, sepatu, kaos kaki dan selimut sudah dilarang.

Salah satu kelemahan dari pewarna alami adalah ketahanan luntur yang rendah, sehingga diperlukan bahan tambahan untuk menguatkan ketahanan lunturnya. Bahan tambahan tersebut sering disebut dengan bahan fiksasi atau serenan. Bahan yang dapat digunakan sebagai fiksasi antara lain air kapur, tunjung (FeSO_4), tawas (alum), sendawa (NaNO_3), cuka, jeruk nipis, pijer (borax), gula batu, gula jawa, tape, pisang klutuk dan jambu biji (Kasmudjo, 2004). Tunjung, kapur dan tawas merupakan bahan fiksasi yang dinilai relatif aman terhadap lingkungan, mudah didapat serta murah, sehingga banyak digunakan oleh pengrajin batik (Anonim, 2002). Konsentrasi yang digunakan dalam pemakaian bahan fiksasi adalah tidak boleh lebih dari 50 g/L (Hasanudin, 2002).

Warna coklat atau kecoklatan disebabkan karena dalam tanaman tersebut di atas terdapat tanin. Selain tanin juga terdapat alizarin, purpurin, hematoksilin, brazilin, hematein, morin, maclurin, chochineal. (Hasanudin, 2002). Bagian tanin yang juga menghasilkan warna coklat yaitu pyrogallol dan catechol (Hasudin dkk., 2001).

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan merupakan bagian dari tanaman *Manilkara kauki* yakni bagian cabang (diameter 8-10 cm) dan pucuk cabang (bagian daun dan cabang) yang kedua bahan ini di dapat dari Gunung Kidul. Kain yang digunakan jenis kain mori primissima. Bahan lainnya adalah tawas dan soda abu untuk permordanan; kapur tohor, tunjung untuk fiksasi; Natrium chlorida maksimum 6%, alkali bebas sebagai NaOH maksimum 0,2%, zat tak terlarut dalam air sebanyak 1,0%, kadar sabun non hidrat maksimum 85% untuk uji tahan luntur warna terhadap pencucian pada suhu 40°C; Natrium chlorida, A sam laktat, Dinatrium ortofosfat non hidrat untuk menguji tahan luntur warna terhadap keringat asam

Alat

Alat yang digunakan berupa pH meter untuk mengukur pH atau keasaman, Spectrophotometer tipe NF 333 Nippon Denshoku Ind. Co.LTD untuk mengukur kecerahan warna, Linitest (Original Hanau 0829, max 2 KW, 220 V) alat untuk uji tahan luntur warna terhadap pencucian 40 °C, Gray Scale JIS L 0804 dan Staining Scale JIS L 0805 untuk menilai hasil pengujian kain, AATCC Perspirationtester, Tungku pengering listrik merk Memmert, T 40 µ 770245, 220 V, 2200 W, 220°C alat untuk uji tahan luntur warna terhadap keringat asam, Standart celupan berupa Blue wool, Fade-O meterno. SI-BA, Part No.M7123, diproduksi wira Headingley, Leeds L 561 BW UK Alat untuk uji tahan luntur terhadap cahaya matahari.

Metode

Serbuk kayu disaring dengan saringan ukuran 40-60 mesh. Ekstraksi dilakukan dengan cara perebusan selama 1 jam. Setelah mendidih, larutan kemudian diuji pH, uji fitokimia dan sisa larutan digunakan untuk mencelup kain. Kain mori primissima sebelum diberi pewarna dilakukan proses pemordanan dengan tawas dan soda abu. Kain di rebus dalam larutan tersebut kemudian didiamkan selama 24 jam. Setelah dimordan, kain kemudian dicelup dengan pewarna sebanyak 4 kali pencelupan dengan cara 15 menit dicelup dan 45 menit diangin-anginkan. Kain yang telah dicelup kemudian difiksasi dengan bahan kimia tunjung, tawas dan kapur dengan konsentrasi 10,15 dan 20 gr/liter. Kain yang telah difiksasi kemudian di uji dengan pengujian tahan uji terhadap pencucian, matahari dan keringat

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Larutan Pewarna

Hasil pengujian karakteristik larutan pewarna meliputi nilai pH dan pengujian fitokimia.

Nilai pH

Tabel 1. Nilai pH Larutan Pewarna

Bagian	UI 1	UI 2	UI 3	UI 4	UI 5	Rata- Rata
Cabang	6,91	6,8	6,84	6,83	6,9	6,856
Pucuk Cabang	5,97	6,07	6,06	6,03	6,05	6,036

Nilai pH pada bagian cabang *Manilkara kauki* yakni 6,856 atau bersifat asam. Nilai pH pada bagian pucuk tidak terlalu berbeda dengan bagian cabang, yakni nilai rata-rata sebesar 6,036. Dean (1999) menyatakan bahwa nilai 5,5-8,5 dinilai aman dan tidak terlalu berdampak terhadap hasil pewarnaan. Hasil pewarnaan dengan pH 6 arah warna akan cenderung ke warna kuning tua (Dean, 1999).

Pengujian Fitokimia

Tabel Pengujian Fitokimia

No.	Pengujian	Hasil Cabang	Hasil Pucuk Cabang
1.	Flavonoid	+	-
2.	Saponin	-	+
3.	Tannin	+	+
4.	Phenol	-	-
5.	Alkaloid	+	+

Dari hasil pengujian menunjukkan pada cabang dan pucuk cabang *Manilkara kauki* mengandung komponen tanin, flavonoid dan alkaloid, sedangkan komponen yang lainnya dinilai negatif. Kandungan tanin pada cabang *Manilkara kauki* menyebabkan warna coklat. Khusniati (2008) menyebutkan bahwa untuk mendapatkan warna kuning sampai coklat dapat diperoleh dari bagian tumbuhan yang mengandung tanin. Hal ini diperkuat oleh Hasanudin (2001), yang menyebutkan bahwa kandungan tanin akan menyebabkan warna coklat. Hasanudin dan Wadjati (2002) menyebutkan bahwa warna coklat atau kecoklatan disebabkan karena adanya kandungan tanin. Penelitian yang dilakukan Widowati (2008) bahwa kulit *Acacia mangium* juga dihasilkan warna coklat akibat adanya kandungan tanin. Adanya kandungan flavonoid juga diduga dapat menyebabkan warna menjadi kuning. Vankar (2000) menyebutkan bahwa flavone : kebanyakan pewarna alami yang berwarna kuning adalah hidroxy dan methoxy yang merupakan turunan dari flavones dan isoflavones.

Pengukuran Warna

Pengukuran warna yang dilakukan meliputi nilai L*, a* dan b*. Nilai L* berfungsi untuk mengukur tingkat kecerahan, dimana 0=hitam, 100=putih; nilai a* merupakan koordinat merah-hijau dimana nilai positif: merah, nilai negatif=hijau dan nilai b* adalah koordinat kuning-biru dimana nilai positif : kuning, nilai negatif: biru dan nama warna yang dihasilkan, dapat dilihat pada tabel di bawah ini :

Bagian Cabang

Tabel 2. Pengukuran warna

Fiksasi	Konsentrasi	L*	a*	b*	Warna
Sebelum Fiksasi		75,52	5,99	5,94	White
Tunjung	10 g/l	74,486	8,95	16,31	Pink
	15 g/l	71,89	10,23	18,44	Pink
	20 g/l	73,46	9,8	14,94	Pink
Tawas	10 g/l	84,67	5,87	-0,46	Pale Yellow
	15 g/l	84,22	5,77	0,41	Pale Yellow
	20 g/l	83,10	5,08	2,56	Pale Yellow
Kapur	10 g/l	84,66	4,15	-0,28	Pale Yellow
	15 g/l	85,27	5,17	0,85	Pale Yellow
	20 g/l	84,89	5,53	1,75	Pale Yellow

Kategori nilai rendah = 1, 1-2, 2; Kategori nilai sedang = 2-3, 3, 3-4; Kategori nilai tinggi = 4, 4-5,5

Warna yang dihasilkan cabang *Manilkara kauki* yakni *white*. diduga tidak menghasilkan warna karena bagian cabang ini tidak mengandung banyak tanin. Bagian cabang ini setelah diuji hasil taninnya hanya mengandung tanin sebesar 0,61 %. Pemberian bahan fiksasi dapat membangkitkan warna dan merubah warna, yakni pada fiksasi tunjung menghasilkan warna *pink*, sedangkan pada bahan fiksasi tawas dan kapur menghasilkan warna *pale yellow*. Nilai L* pada bahan fiksasi tunjung menunjukkan hasil yang semakin menurun sehingga dapat dikatakan bahwa fiksasi tunjung merubah warna menjadi semakin gelap tua. Anonim (2002) menyebutkan bahwa selain memperkuat ikatan, garam logam seperti tawas (K_2SO_4), kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), dan tunjung (FeSO_4) juga berfungsi untuk merubah arah warna zat warna sesuai dengan jenis garam logam yang mengikatnya. Pada warna alam, tawas akan memberikan arah warna sesuai dengan warna aslinya, sedang tunjung akan memberikan warna kearah yang lebih tua atau gelap. Nilai a* yang dihasilkan menunjukkan semua menghasilkan nilai positif, jadi semua menuju ke arah warna merah. Nilai b*,

90% nilai menunjukkan nilai positif, sehingga dapat dikatakan bahwa warna yang dihasilkan lebih menuju ke arah warna kuning. Hal ini sesuai dengan warna akhir yang dihasilkan pada fiksasi tawas dan kapur cenderung ke arah kuning. Pada fiksasi tunjung warna yang dihasilkan lebih menuju warna merah.

Bagian Pucuk Cabang

Tabel 3. Pengukuran warna

Fiksasi	Konsentrasi	L*	a*	b*	Warna
Sebelum Fiksasi		62,75	8,43	18,99	<i>Light Yellowish Brown</i>
Tunjung	10 g/l	44,07	6,39	10,64	<i>Dark grayish brown</i>
	15 g/l	41,99	5,68	9,35	<i>Dark grayish brown</i>
	20 g/l	43,94	6,34	10,44	<i>Dark grayish brown</i>
Tawas	10 g/l	63,36	13,2	15,65	<i>Light Brown</i>
	15 g/l	59,45	12,33	14,82	<i>Light Brown</i>
	20 g/l	62,89	12,55	14,56	<i>Light Brown</i>
Kapur	10 g/l	66,44	13,23	14,44	<i>Light Brown</i>
	15 g/l	66,5	13,17	13,46	<i>Light Brown</i>
	20 g/l	66,84	12,61	12,6	<i>Light Brown</i>

Nilai L* pada tunjung semakin menurun, menunjukkan bahwa pemberian fiksasi tunjung memberikan pengaruh berupa warna yang dihasilkan menjadi semakin tua atau gelap. Nilai a* pada pengujian ini menghasilkan nilai positif sehingga lebih menuju ke warna merah. Nilai b* yang dihasilkan juga semuanya bernilai positif sehingga dapat dikatakan bahwa warna cenderung menuju warna kuning. Warna yang dihasilkan sebelum difiksasi yakni *Light Yellowish Brown* dan adanya pemberian bahan fiksasi memberikan pengaruh terhadap perubahan warna, yakni pada pemberian fiksasi tunjung warna yang dihasilkan menjadi *Dark grayish brown* sedangkan pada pemberian fiksasi tawas dan kapur menghasilkan warna *Light Brown*. Anonim (2002) menyebutkan bahwa selain memperkuat ikatan, garam logam seperti tawas ($\text{KA}(\text{SO}_4)_2$), kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$), dan tunjung (FeSO_4) juga berfungsi untuk merubah arah warna zat warna, sesuai dengan jenis garam logam yang mengikatnya. Pada warna alam, tawas akan memberikan arah warna sesuai dengan warna aslinya, sedang tunjung akan memberikan warna kearah yang lebih tua atau gelap.

Kualitas Pewarnaan Batik

Kualitas pewarnaan batik yang diuji meliputi nilai penodaan warna terhadap pencucian dan keringat asam, dan nilai perubahan warna meliputi pencucian, sinar matahari dan keringat asam.

Cabang

Tabel 3. Hasil Pengujian Kualitas Pewarnaan

Fiksasi	Konsentrasi	Nilai Penodaan		Nilai Perubahan Warna		
		Pencucian	Keringat Asam	Pencucian	Sinar Matahari	Keringat Asam
Tunjung	10 g/l	5	4-5	4-5	4-5	4
	15 g/l	5	4-5	4-5	5	4
	20 g/l	5	4-5	4-5	4-5	3-4
Tawas	10 g/l	5	4-5	4-5	4	3
	15 g/l	5	4-5	4-5	4	3
	20 g/l	5	4-5	4-5	4	3-4
Kapur	10 g/l	5	4-5	4-5	4	4
	15 g/l	5	4-5	4	4	3
	20 g/l	5	4-5	4-5	4	3-4

Kategori nilai rendah = 1, 1-2, 2; Kategori nilai sedang= 2-3, 3, 3-4; Kategori nilai tinggi = 4, 4-5,5

Nilai penodaan pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian, uji ketahanan luntur warna terhadap keringat asam seluruhnya 4-5 sampai 5, dan nilai ini termasuk dalam kategori tinggi. Nilai ini telah memenuhi persyaratan mutu kain batik cap mori primissima yakni minimal 3-4 (sedang). Kategori tinggi

berarti pada saat kain dikenai pengujian ini, zat warna pada kain tidak ada yang menodai (*melunturi*) kain lain sesuai dengan *Staining Scale* (standart penilaian untuk nilai penodaan warna). Hal ini diduga akibat zat warna berikatan kuat dengan kain dan bahan fiksasi yang membantu mengikat zat warna dengan kain, sehingga zat warna tidak mudah lepas atau melunturi kain. Menurut Hasanudin dan Widjiati (2002), sifat tahan luntur warna pencucian ditentukan oleh kuat lemahnya ikatan yang terjadi antara serat dan zat warna. Menurut Sulaeman dkk (2000), adanya Ca^{2+} dari larutan kapur, Fe^{2+} dari larutan tunjung ataupun Al^{3+} dari larutan tawas akan menyebabkan ikatan antara ion-ion tersebut dengan tanin yang telah berada di dalam serat dan telah berikatan dengan serat sehingga molekul zat warna yang berada di dalam serat menjadi lebih besar akibatnya sukar keluar dari pori-pori serat atau akan memperkuat ketahanan luntur.

Nilai perubahan warna uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian dan sinar matahari menghasilkan nilai 4, 4-5 dan 5, dan nilai termasuk dalam kategori tinggi. Seluruh nilai sama sehingga tidak diperlukan pengujian lanjut terhadap hasil. Nilai pengujian terhadap pencucian masuk dalam kategori tinggi, hal ini berarti bahwa kain yang telah diwarnai tidak mengalami perubahan warna setelah dilakukan pengujian pencucian. Hal ini diduga akibat zat warna berikatan kuat dengan kain dan bahan fiksasi yang membantu mengikat zat warna dengan kain, sehingga zat warna tidak mudah lepas. Uji ketahanan luntur warna terhadap sinar matahari menunjukkan nilai yang masuk dalam kategori tinggi, menunjukkan bahwa kain yang telah diwarnai tidak mengalami perubahan warna setelah dilakukan pengujian terhadap sinar matahari. Hasil tersebut diduga karena kestabilan bahan pewarna. Menurut Hasanudin dkk (2001), sinar matahari yang mengandung sinar ultraviolet dan energi panas yang menyerang rantai molekul zat warna dapat menyebabkan rantai molekul zat warna putus. Akibat dari rantai yang putus, dapat menyebabkan warna pudar (luntur) karena gugus pembawa warna pada molekul zat warna tidak aktif. Hal ini diperkuat oleh Hasanudin dan Widjiati (2002) yang mengemukakan bahwa nilai ketahanan luntur warna terhadap sinar matahari lebih ditentukan oleh stabil dan tidaknya struktur molekul zat warna apabila terkena energi panas dan sinar ultra violet.

Menurut Hasanudin dan Widjiati (2002), sifat tahan luntur warna pada pengujian keringat asam ditentukan oleh kuat lemahnya ikatan yang terjadi antara serat dan zat warna. Zat warna dari cabang *Manilkara kauki* diduga tidak dapat berikatan kuat dengan kain dan fiksasi yang digunakan juga tidak dapat mengikat kuat zat pewarna sehingga nilai yang dihasilkan cenderung hanya cukup baik yakni hanya 70% yang memenuhi standar kualitas .

Pucuk Cabang

Tabel 4. Hasil Pengujian Kualitas Pewarnaan

Fiksasi	Konsentrasi	Nilai Penodaan		Nilai Perubahan Warna		
		Pencucian	Keringat Asam	Pencucian	Sinar Matahari	Keringat Asam
Tunjung	10 g/l	4	4-5	4	4-5	3
	15 g/l	4	4-5	4	5	3
	20 g/l	4-5	4-5	4	4-5	3
Tawas	10 g/l	3-4	4-5	4	4	3-4
	15 g/l	4	4-5	3-4	4	4
	20 g/l	5	4-5	4-5	4	4
Kapur	10 g/l	5	4-5	4-5	4	4
	15 g/l	4-5	4-5	4-5	4	4
	20 g/l	5	4-5	4-5	4	4

Kategori nilai rendah = 1, 1-2, 2; Kategori nilai sedang = 2-3, 3, 3-4; Kategori nilai tinggi = 4, 4-5,5

Nilai penodaan pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian menghasilkan nilai 3-4,4-5 dan 5, dimana nilai ini termasuk ke dalam kategori sedang sampai tinggi. Seluruh nilai ini telah memenuhi persyaratan mutu kain batik cap mori primissima yakni minimal 3-4 (sedang).

Nilai penodaan pada pengujian keringat asam menghasilkan nilai 4-5 (katergori tinggi) dan nilai ini telah memenuhi standart kualitas kain batik mori primissima yakni 3-4 (katergori sedang). Hal ini diduga akibat zat warna berikatan kuat dengan kain dan bahan fiksasi yang membantu mengikat zat warna dengan kain sehingga zat warna tidak mudah lepas atau melunturi kain. Menurut Hasanudin dan Widjiati (2002), sifat

tahan luntur warna keringat asam ditentukan oleh kuat lemahnya ikatan yang terjadi antara serat dan zat warna.

Nilai perubahan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap pencucian yakni 3-4,4 dan 4-5 dimana nilai ini masuk kedalam kategori sedang sampai tinggi. Nilai ini 95% telah memenuhi Syarat Mutu Kain Batik Mori Primiissima yakni minimal 4 (tinggi).

Anonim,2001 menyatakan bahwa kuat lemahnya warna pada bahan atau ikatan antar serat dan zat warna dipengaruhi oleh ketepatan suasana fiksasi dan posisi molekul zat warna yang ada dalam serat. Fiksasi kapur (CaOH) dilakukan dalam suasana basa, fiksasi tawas $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 \cdot \text{K}_2\text{SO}_4 \cdot 24 \text{H}_2\text{O}$ (tawas) dalam suasana asam dan tunjung (FeSO_4) dalam suasana yang sangat asam.

Nilai perubahan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap matahari yakni 4 dan 4-5 , nilai perubahan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap sinar matahari yakni 4 dan 4-5, nilai termasuk dalam kategori tinggi. Pengujian terhadap sinar matahari menunjukkan nilai yang masuk dalam kategori tinggi. Hal ini berarti bahwa kain yang telah diwarnai tidak mengalami perubahan warna setelah dilakukan pengujian terhadap sinar matahari. Hasil tersebut diduga karena kestabilan bahan pewarna. Menurut Hasanudin dkk (2001), sinar matahari yang mengandung sinar ultraviolet dan energi panas yang menyerang rantai molekul zat warna dapat menyebabkan rantai molekul zat warna putus. Akibat dari rantai yang putus, dapat menyebabkan warna pudar (luntur) karena gugus pembawa warna pada molekul zat warna tidak aktif. Hal ini diperkuat oleh Hasanudin dan Widjati (2002), nilai ketahanan luntur warna terhadap sinar matahari lebih ditentukan oleh stabil dan tidaknya struktur molekul zat warna apabila terkena energi panas dan sinar ultra violet.

Nilai perubahan warna pada uji ketahanan luntur warna terhadap keringat asam yakni 3-4 dan 4,dimana nilai ini termasuk ke dalam kategori sedang-tinggi. Nilai ini telah memenuhi Syarat Mutu Kain Batik Mori Primiissima yakni 3-4 (sedang).

IV. KESIMPULAN

Larutan pewarna dari ekstrak bagian pohon *Manilkara kauki* memiliki pH 6,856 (bagian cabang) dan 6,036 (bagian pucuk cabang). Bagian cabang mengandung senyawa kimia berupa flavonoid, alkaloid dan tanin sedangkan pada pucuk cabang mengandung tanin, saponin dan alkaloid. Bagian cabang pada semua pengujian pengujian ketahanan luntur warna menghasilkan nilai sedang - tinggi 3,3-4,4 dan 5 dan pada bagian pucuk cabang sedang sampai tinggi 3,3-4,4 dan 5. Warna yang dihasilkan dari bagian cabang dengan fiksasi tunjung *pink* kemudian fiksasi tawas dan tunjung *pale yellow*, dan pada bagian pucuk cabang pada fiksasi tunjung menghasilkan warna *Light Brown* dan untuk fiksasi tawas dan kapur menghasilkan warna *Light Brown* Jadi kedua bagian dari spesies *Manilkara kauki* berpotensi digunakan sebagai pewarna alami.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim 1975. SNI Standar Industri Indonesia Cara Uji Tekstil. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Tekstil. Yogyakarta.
- 1989. SNI 08-0289-1989. Uji Tahan Luntur Warna Terhadap Sinar Matahari. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- 1996 a SNI 08-0287-1996. Uji Tahan Luntur Warna Terhadap Keringat Asam. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- 1996 b. SNI 08-0287-1996. Uji Tahan Luntur Warna Terhadap Pencucian 40° C. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- 1996c.SNI 08-0633-1996. Syarat Mutu Kain Batik Kombinasi Mori Primisima. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- 1999. Proses Ekstraksi dan Puderisasi Bahan Pewarna Alam. Disampaikan dalam seminar *Revival of Natural Colours* 3 Maret 1999. Departemen Perindustrian dan Perdagangan. Yogyakarta.
- 2011. www.batik.org.Pewarna Alami. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik. Yogyakarta. Diakses pada tanggal 25 Maret 2011 pukul 10.00 WIB.
- Dean,J,. 1999. *Wild Color*. Watson-Guption Publications. New York.

- Hasanudin, Widjiati, Sumardi, Mudjini dan S. Hanudji. 2001. Laporan Penelitian Penerapan Zat Warna Alam dan Kombinasinya pada Produk Batik dan Tekstil Kerajinan. Departemen Perindustrian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik. Yogyakarta.
- Hasanudin dan Widjiati. 2002. Laporan Penelitian Proses Pencelupan Zat Warna Alam pada Batik Kapas. Departemen Perindustrian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik. Yogyakarta
- Khusniati M. 2008. Kulit Manggis Pewarna Alami Batik. [www. suaramerdeka.com](http://www.suaramerdeka.com). Diakses tanggal 2 April 2011 pukul 14.00 WIB.
- Lestari, K dan H. Suprpto. 2000. Natural Dyes in Indonesia. Departemen Perindustrian dan Perdagangan Republik Indonesia. Balai Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik. Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan).
- Soeparman. 1967. Teknologi Kimia Tekstil. Balai Penelitian dan Kerajinan Batik. Yogyakarta. (Tidak dipublikasikan).
- Sulaeman, Riyanto, Mudjini, dan Widjiati. 2000. Laporan Kegiatan Peningkatan Ketahanan Luntur Zat Warna Alam dengan Cara Pengerjaan Iring. Departemen Perindustrian. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Kerajinan dan Batik. Yogyakarta.
- Wardah dan F M Setyowati. 1999. Keanekaragaman Tumbuhan penghasil Bahan Pewarna Alami di beberapa daerah di Indonesia dalam Seminar Bangkitnya Warna-warna Alam. Dewan Kerajinan Nasional. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).

PEMURNIAN DAMAR MATA KUCING (*Shorea javanica*) DENGAN SISTEM PANAS

Zulnely, R. Esa Pangersa G., dan Erik Dahlian

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610 Telp. 0251-8633378, Fax. 0251-8699413

ABSTRAK

Damar mata kucing telah lama menjadi komoditi ekspor yang diperdagangkan dalam bentuk damar alami (bongkahan getah) yang diperoleh dari penyadapan pohon *Shorea javanica*. Sebagian besar damar alami masih banyak mengandung kotoran, maka perlu dilakukan tindakan pemurnian untuk meningkatkan nilai jual damar tersebut. Pemurnian damar mata kucing saat ini pada umumnya dilakukan dengan menggunakan pelarut organik, namun kebutuhan pasar akan damar bebas pelarut organik semakin meningkat seiring perkembangan pemanfaatan damar sebagai obat dan industri makanan. Maka dalam penelitian ini dilakukan pemurnian damar dengan sistem panas. Hasil analisa menunjukkan bahwa sifat fisiko kimia damar yang dimurnikan dengan sistem panas tidak jauh berbeda dengan damar alami.

Kata kunci: damar mata kucing, pemurnian, sistem panas, sifat fisiko kimia

I. PENDAHULUAN

Damar mata kucing adalah salah satu hasil hutan bukan kayu dari golongan resin alam yang memiliki peran penting dalam komoditi ekspor Indonesia. Damar mata kucing diperoleh dari hasil penyadapan pohon *Shorea javanica* dengan cara menakik atau membuat lubang pada pohon, kemudian membiarkannya hingga getah keluar dan terkumpul sampai mengeras (Sumadiwangsa, 1973). Pada umumnya getah dipanen setelah dua minggu setelah penakikan. Kegiatan ini sudah lama dilakukan oleh masyarakat sekitar hutan di daerah Lampung.

Selama ini damar mata kucing diperdagangkan dalam bentuk bongkahan getah yang biasa disebut dengan damar asalan (Sumadiwangsa, 1973). Namun sebelum diperdagangkan, dilakukan terlebih dahulu pembersihan kotoran berupa tatal kayu, pasir, dan lain sebagainya secara manual. Setelah pembersihan, dilakukan penyortiran terhadap besar bongkahan dan juga kebersihan getah. Dalam perdagangan, kualitas damar mata kucing terbagi atas beberapa kualitas, yaitu AC, asalan, KK, dan abu. Sebagian besar hasil penyortiran secara manual masih belum dapat menghilangkan kotoran getah, sementara dalam perdagangan dibutuhkan damar mata kucing yang bersih karena memiliki nilai ekonomi yang jauh lebih tinggi. Untuk mendapatkan damar yang bersih, maka perlu dilakukan kegiatan pemurnian damar.

Damar ditujukan untuk beberapa pemanfaatan disamping beragam kegunaan damar sebagai bahan baku beberapa macam industri, diantaranya campuran karet, plastik, lak, pernis, cat, lilin, korek api, bahan isolator listrik, kotak radio, bahan percetakan, dan obat-obatan (Djajapertjunda dan partadiredja, 1973). Proses pemurnian umumnya menggunakan pelarut organik. Kekurangan metode ini adalah bahan kimia dari pelarut masih terkandung di dalam damar, sementara untuk beberapa pemanfaatan kandungan tersebut tidak diperbolehkan. Semakin berkembangnya pemanfaatan damar mata kucing di industri kosmetik dan makanan membuat kebutuhan pasar akan damar murni bebas pelarut organik semakin meningkat. Berdasarkan permasalahan tersebut maka dilakukan pemurnian damar dengan sistem panas. Sistem ini pada prinsipnya merubah bentuk damar dengan bantuan panas (meleleh), kemudian damar tersebut disaring sehingga diperoleh damar mata kucing murni.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Sampel berupa damar mata kucing asalan diperoleh dari daerah Krui, Lampung. Proses pemurnian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Hutan Bukan Kayu, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah damar mata kucing kualitas asalan, etanol, KOH, HCl, indikator fenolftalen, dan aquades. Alat yang digunakan adalah alat pemurnian damar sistem panas, gelas piala, Erlenmeyer, dan lain sebagainya.

Prosedur

- Damar mata kucing dimasukkan kedalam alat pemurnian.
- Lelehan damar ditampung pada cetakan (cetakan dapat dibentuk sesuai keinginan).
- Untuk mengetahui keberhasilan dari proses pemurnian ini, maka dilakukan analisis sifat fisika kimia damar sebelum dan sesudah dimurnikan. Sifat yang di analisis adalah kadar abu, bilangan asam, bilangan penyabunan, dan titik lunak (Anonymous, 1975).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemurnian Damar

Damar mata kucing sebagian besar dijual dalam bentuk bongkahan segar panen. Langkah yang umum dilakukan untuk meningkatkan nilai tambahnya adalah dengan melakukan pemurnian yaitu pemisahan kotoran-kotoran yang terkandung didalam damar. Karena kualitas damar sangat ditentukan oleh ukuran, warna, dan kebersihannya terhadap kotoran. Damar dengan ukuran besar berwarna bening dan bersih dari kotoran memiliki kualitas paling baik (Hartoyo dan Nenny, 1999). Pemurnian damar umumnya dilakukan dengan menggunakan pelarut organik, namun kelemahannya adalah masih terkandungnya pelarut di dalam damar murni tersebut. Untuk beberapa aplikasi seperti kosmetika dan bahan makanan, keberadaan bahan kimia organik tidak diperbolehkan. Semakin meningkatnya pengetahuan akan manfaat damar bagi industri kosmetika dan bahan makanan mendorong permintaan akan damar mata kucing bebas pelarut organik. Alternatif permasalahan tersebut adalah dengan melakukan pemurnian sistem panas.

Prinsip pemurnian dengan sistem panas pada dasarnya adalah melelehkan damar dengan bantuan tenaga panas yang mengalir melalui dinding tabung, kemudian pada saat damar meleleh damar jatuh melewati saringan. Damar jatuh tertampung ke dalam cetakan yang dapat dibentuk sesuai dengan keinginan.



Alat pemurnian damar sistem panas

Pemurnian damar mata kucing kualitas asalan telah dilakukan dengan sistem panas, rendemen yang diperoleh tersaji pada Tabel 1.

Tabel 1. Rendemen damar mata kucing

Ulangan	Bobot awal (g)	Bobot akhir (g)	Persentase (%)
1	200	190	95,0
2	200	192	96,0
3	200	181	90,5
4	200	195	97,5
5	200	190	95,0
6	200	197	98,5
7	200	195	97,5
8	100	94	94,0
9	300	285	95,0
Rata-rata			95,4

Damar mata kucing asli dimurnikan dengan sistem panas menghasilkan persentase rendemen damar mata kucing murni sebesar 95,4%. Setianingsih (1992) telah melakukan pemurnian dengan pelarut organik menghasilkan rendemen 85,01%. Besar rendahnya rendemen dengan pelarut organik ini dipengaruhi oleh bahan dalam damar yang tidak terlarut dalam pelarut organik sehingga ketika disaring akan mengendap dan bergabung dengan kotoran. Pada sistem panas, damar meleleh sempurna, mengalir melewati saringan sehingga rendemen yang dihasilkan memiliki persentase yang lebih baik dibandingkan dengan pemurnian dengan pelarut organik.



Damar mata kucing asalan asli



Damar mata kucing murni dengan sistem panas

Sifat fisiko kimia Damar

Damar mata kucing murni yang diperoleh dari pemurnian dengan sistem panas dianalisa sifat fisiko kimianya untuk mengetahui kualitasnya sebelum dan sesudah proses pemurnian. Parameter analisa yang dilakukan adalah penentuan kadar abu, bilangan asam, bilangan penyabunan, titik lunak dan titik leleh. Hasil analisa tersaji pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisa sifat fisiko kimia damar mata kucing kualitas asalan.

Parameter	Sebelum dimurnikan	Setelah dimurnikan	Setelah dimurnikan dengan pelarut organik ¹⁾
Kadar abu (%)	0,45	0,08	0,10-1,29
Bilangan asam (mg/g)	32,43	32,38	17,94-26,63
Bilangan penyabunan (mg/g)	85,11	88,72	19,75-33,07
Titik lunak (°C)	78	76	87,25-97,50
Titik leleh (°C)	89	87,5	-

Sumber: ¹⁾Setianingsih, 1992

Parameter kadar abu dapat dilihat bahwa terjadi perubahan yang cukup besar antara damar sebelum dimurnikan dengan setelah dimurnikan. Damar mata kucing setelah dimurnikan memiliki kadar abu lebih rendah, baik dengan sebelum dimurnikan maupun dengan damar murni menggunakan pelarut organik. Hal ini diduga karena pada damar murni dengan sistem panas, kotoran-kotoran berupa tatal kayu, debu dan lain sebagainya terserap atau terpisah sempurna.

Bilangan asam merupakan salah satu parameter yang penting. Banyaknya asam menghasilkan produk yang semakin tidak tahan lama. Dalam hal ini, baik bilangan asam maupun bilangan penyabunan pada damar mata kucing sebelum dimurnikan dengan setelah dimurnikan memiliki nilai yang tidak jauh berbeda. Sedangkan damar murni dengan pelarut organik menghasilkan bilangan asam yang lebih rendah. Hal ini menunjukkan pemurnian sistem panas tidak merubah karakteristik bilangan asam damar. Pada umumnya industri-industri melakukan oksidasi resin untuk menurunkan bilangan asam (Setianingsih, 1992).

Titik lunak dan titik leleh pada damar sebelum dimurnikan dan setelah dimurnikan diperoleh hasil yang tidak jauh berbeda namun lebih rendah dibanding dengan damar murni dengan pelarut organik. Hal ini menandakan proses pemurnian dengan sistem panas tidak merubah karakteristik titik lunak dan titik leleh damar.

IV. KESIMPULAN

Dari kegiatan yang dilakukan, diperoleh kesimpulan bahwa :

1. Pemurnian menggunakan sistem panas menghasilkan rendemen yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan menggunakan pelarut organik.
2. Kadar abu yang dihasilkan dengan sistem panas menghasilkan nilai lebih rendah, baik dibandingkan dengan damar sebelum dimurnikan maupun dengan damar murni dengan pelarut organik.
3. Damar murni dengan sistem panas menghasilkan nilai bilangan asam, bilangan penyabunan, titik lunak, dan titik leleh yang tidak jauh berbeda dengan damar sebelum dimurnikan. Hal ini menandakan pemurnian dengan sistem panas tidak merubah karakteristik damar.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonimous. 1975. ASTM Standards part 28-29. Association Standard and Testing Material. Philadelphia.
- Djajapertjunda, S. dan S. Partadiredja. 1973. Beberapa Catatan tentang Damar di Indonesia. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Hartoyo dan Nenny S. 1999. Kajian Kebijakan Pengembangan Budidaya Hasil Hutan Bukan Kayu (Damar Mata Kucing). LPHH. Bogor.
- Sumadiwangsa, S. 1973. Klasifikasi dan Sifat Beberapa Hasil Hutan Bukan Kayu. LPHH. Bogor.
- Setianingsih, N. 1992. Pemurnian Damar *Shorea javanica* dengan Menggunakan Pelarut Organik dan Bahan Pemucat. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian IPB. Bogor.

KADAR DAN KOMPOSISI KIMIA RESIN YANG TERKANDUNG PADA GETAH JELUTUNG

Totok K Waluyo dan Essa Pangersa Gusti

Pusat Libang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan (PUSTEKOLAH)
Jln Gunung Batu No. 5. Bogor; email: waluyo60@yahoo.com.

ABSTRAK

Indonesia merupakan negara penghasil getah jelutung terbesar di dunia. Kegunaan getah jelutung adalah sebagai bahan baku permen karet, cat, perekat, campuran pembuatan ban mobil, dan lain-lain. Penggunaannya sebagai bahan campuran pembuatan ban mobil (karet alam) dikarenakan getah jelutung mengandung resin sehingga dapat mengurangi elastisitas vulkanisat karet alam. Untuk itu dilakukan penelitian kadar dan komposisi resin yang terkandung pada getah jelutung. Metode penentuan kadar resin dilakukan berdasarkan ASTM D 297-93, sedangkan komposisi kimia resin dianalisa dengan menggunakan GC-MS pyrolysis. Hasil penelitian menunjukkan rata-rata kadar resin yang terdapat pada getah jelutung asal Kalimantan Tengah sebesar 75,18% dan asal Jambi sebesar 63,93%. Komposisi kimia resin tertinggi adalah berupa asam palmitat (*Palmitic acid*), yaitu 23,71% diikuti 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol (15,82%), Stearaldehyde (5,83%), 3-Methyl-5-propyl-4-butylidene-cyclohex-2-ene-1-one (4,27%), dan tricyclo [20.8.0.0E7,16]tricontan, 1(22),7(16)-diepoxy (4,25%).

Kata kunci: *Dyera* sp, getah jelutung, kadar resin, komposisi kimia

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara penghasil getah jelutung terbesar di dunia. Ekspor getah jelutung Indonesia pada tahun 1990 mencapai 6500 ton, namun pada tahun-tahun berikutnya terus berkurang hingga pada tahun 1993 hanya sebesar 1182 ton (Coppen, 1995). Getah jelutung merupakan produk eksudat dari pohon jelutung (*Dyera* sp) yang termasuk produk hasil hutan bukan kayu (HHBK) dan tergolong dalam kelompok tanin, bahan pewarna dan getah berdasarkan PerMenhut No. P.35/Menhut-II/2007.

Menurut Boer dan Ella (2001), getah jelutung merupakan eksudat berupa cairan berwarna putih seperti susu yang secara perlahan-lahan akan menggumpal. Selanjutnya Sumadiwangsa (1973) menyatakan bahwa getah jelutung merupakan senyawa polimer tinggi yang makro molekulnya mengandung rantai lurus. Monomernya mempunyai gugus isopren dengan rumus $(C_5H_8)_n$ di mana n merupakan suatu bilangan yang sangat besar. Kualitas getah jelutung hutan alam kondisi segar adalah sebagai berikut: mengandung 20% *thermoplastic polyisoprene*, 80% resin, dengan berat jenis (BJ) 1,012-1,015 dan pH 7. Setelah 24 jam pH akan turun menjadi 5,5 dan setelah 48 jam menjadi 5 (Eaton *et al.* 1926; Boer dan Ella 2001).

Kegunaan getah jelutung sebagai bahan baku permen karet dan campuran pembuatan ban mobil (Partadireja dan Koamesakh, 1973). Selain untuk keperluan sebagaimana tersebut di atas, getah jelutung juga dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan cat, perekat dan vernis (Sumadiwangsa 1973). Dari berbagai kegunaan tersebut, Coppen (1995) menekankan bahwa saat ini getah jelutung mempunyai nilai yang sangat tinggi untuk bahan baku permen karet.

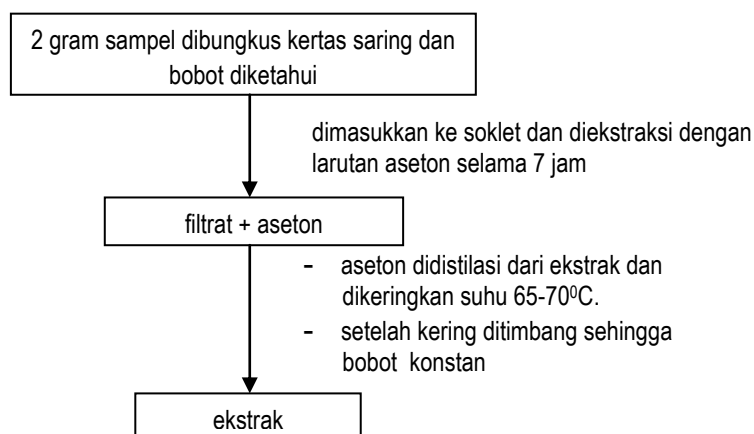
Sifat-sifat getah jelutung relatif sama dengan karet alam (*Hevea* sp), tetapi memiliki perbedaan dalam kadar yang terkandung didalamnya. Misalnya, kadar protein getah jelutung hutan tanaman industri (HTI) 0,46% (Waluyo, 2010), 0,156% dari hutan alam Kalimantan (Georgi, 1929), sedangkan karet alam kadar proteinnya 2-3% (Jayanthy dan Sankaranarayanan, 2005). Selanjutnya kadar resin getah jelutung lebih tinggi dibanding karet alam. Kadar resin getah jelutung HTI 52,71% (Waluyo, 2010), sedangkan pada karet alam relatif kecil 1,5-3,5% (Jayanthy dan Sankaranarayanan, 2005).

Kadar resin getah jelutung adalah salah satu komponen yang sangat membedakan antara getah jelutung dengan karet alam seperti tersebut di atas. Untuk itu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui kadar resin dari 2 sentra produksi getah (Kalteng dan Jambi) dan komposisi kimia resin yang terdapat pada getah jelutung.

II. METODE PENELITIAN

Bahan penelitian berupa getah jelutung dikumpulkan dari pedagang getah di 2 lokasi, yaitu Jambi dan Kalimantan Tengah. Bahan kimia yang digunakan adalah aseton, sedangkan pelatan gelas/kaca adalah soxhlet. Bahan dan peralatan tersebut digunakan untuk ekstrak getah jelutung, sedangkan alat GC-MS pyrolysis digunakan untuk analisa komposisi kimia resin.

Metode yang digunakan untuk analisis kadar resin getah jelutung adalah berdasar ASTM D 297-93 (*Standard Test Methods for Rubber Products-Chemical Analysis*). Skema analisis terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Bagan alir ekstrak aseton (Kadar resin)

Ekstrak aseton yang dalam hal ini adalah resin yang terdapat pada getah jelutung dianalisis menggunakan GC-MS pyrolysis. Proses analisis dengan GC-MS menggunakan metode ionisasi serangan elektron (EI) pada kromatografi gas GC-17A (Shimadzu) yang ditandem dengan spektrometer massa MS QP 5050A; kolom kapiler DB-5 ms (J&W) (silika 30 m × 250 µm × 0.25 µm); suhu kolom 50 °C (0 menit) hingga 290 °C pada laju 15 °C/menit; gas pembawa helium pada tekanan tetap 7.6411 psi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil ekstrak aseton getah jelutung menghasilkan apa yang disebut resin jelutung. Kadar resin masing-masing asal getah jelutung tercantum pada Tabel 1. Rata-rata kadar resin getah jelutung asal Kalimantan Tengah sebesar 75,18% lebih tinggi dibanding kadar resin getah jelutung asal Jambi (63,93%). Hal ini dapat disebabkan oleh adanya perbedaan tempat tumbuh atau jenis pohon jelutung. Perbedaan jenis pohon jelutung (*Dyera*) tentunya akan menghasilkan sifat-sifat getah yang berbeda pula. *Dyera* merupakan anggota famili *Apocynaceae* yang terdiri atas 5 genus dan 14 jenis (Whitmore *et al.* 1989). Di Indonesia terdapat beberapa jenis jelutung yaitu *D. costulata*, *D. polyphylla*, *D. loxyflora* dan *D. bornensis* (Martawijaya *et al.* 2005). Jelutung rawa (*Dyera polyphylla* Miq. Steenis) merupakan sinonim dari *Dyera lowii* Hook. f. dan dikenal sebagai salah satu jenis komersial yang tumbuh menyebar secara alami di areal hutan rawa gambut.

Tabel 1. Kadar resin getah jelutung

No.	Asal getah jelutung	Kadar resin (%)	Rata-rata
1.	Kalimantan Tengah	74,78 75,58	75,18
2.	Jambi	63,46 64,39	63,93
Rata-rata			65,56

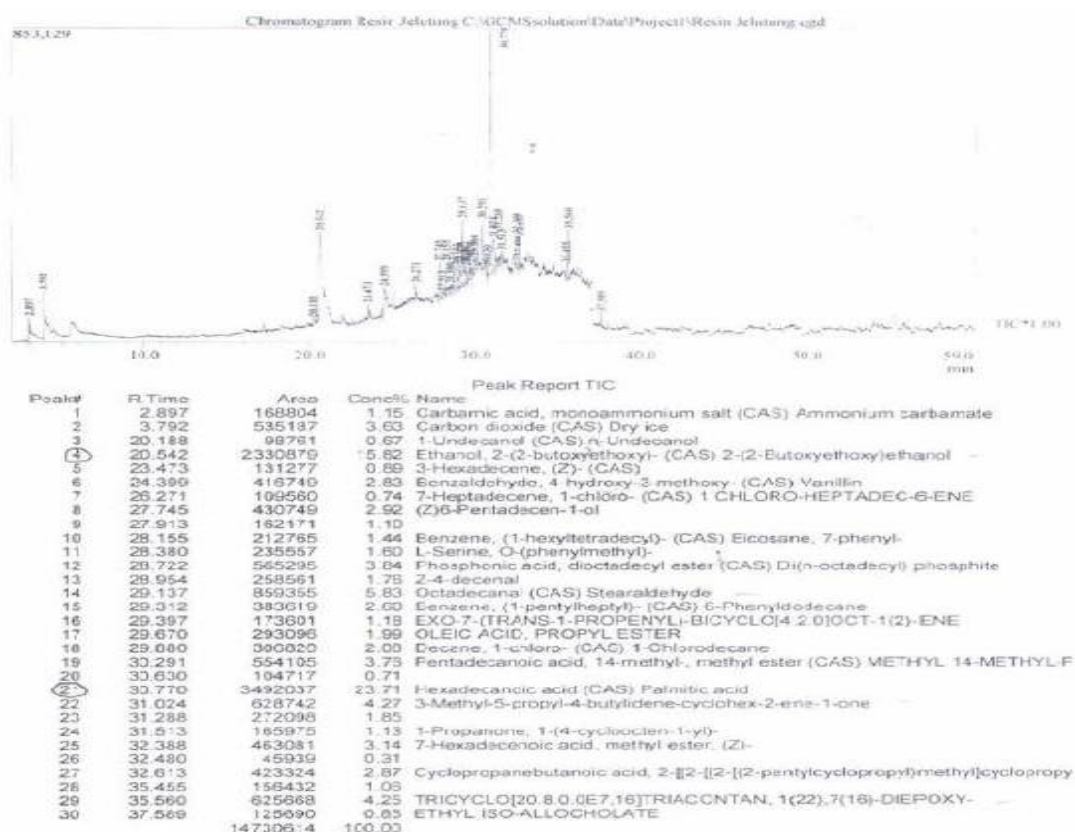
Kadar resin getah jelutung asal Kalimantan Tengah sebesar 75,18% relatif sama dengan yang dilaporkan oleh Williams, (1963) yaitu sebesar 77,8%. Getah jelutung tersebut berasal dari hutan alam di Kalimantan Tengah. Sedangkan kadar resin getah jelutung dari Jambi nilainya lebih kecil, yaitu sebesar 63,93% dan menurut informasi masyarakat setempat berasal dari hutan alam/Taman Nasional Berbak.

Meskipun demikian, kadar resin tersebut cukup tinggi bila dibandingkan dengan kadar resin getah jelutung yang berasal dari HTI di Jambi dengan jenis *Dyera polyphylla* Miq. Steenis yang besarnya 52,71% (Waluyo, 2010).

Kadar resin getah jelutung yang cukup tinggi tersebut mengakibatkan getah jelutung mempunyai elastisitas rendah dibanding getah karet alam yang sangat elastis dikarenakan kadar resinnya relatif kecil, yaitu 1,5-3,5% (Jayanthi dan Sankaranayaranan, 2005).

Resin getah jelutung dapat dimanfaatkan sebagai pengganti resin sintetis yang selama ini digunakan dalam pengolahan vulkanisat karet alam. Hasil penelitian Handayani dkk. (2010) melaporkan bahwa penambahan getah jelutung ke dalam kompon karet dapat menurunkan sifat elastisitas vulkanisat karetnya akan tetapi penurunan tersebut masih lebih baik dibandingkan dengan resin sintetis KHS (Kumho *High Styrene*).

Hasil analisis GC-MS pyrolisis menunjukkan bahwa resin yang terdapat pada getah jelutung terdeteksi sebanyak 30 senyawa. Senyawa asam palmitat (*Palmitic acid*) sebesar 23,71%, merupakan senyawa tertinggi yang terkandung pada resin dibanding senyawa lainnya. Senyawa lainnya yang relatif tinggi antara lain 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol (15,82%), Stearaldehyde (5,83%), 3-Methyl-5-propyl-4-butylidene-cyclohex-2-ene-1-one (4,27%) dan tricyclo[20.8.0.0E7,16]triacontan, 1(22),7(16)-diepoxy (4,25%).



Gambar 2. Kromatogram resin yang terdapat pada getah jelutung

Asam palmitat juga terdapat pada buah tengkawang di mana asam lemak biji tengkawang mengandung 19,9% asam palmitat. Lemak tengkawang banyak digunakan untuk bahan kosmetik (Gani, *et al.* 2010). Manfaat lain asam palmitat antara lain sebagai kontrol/pengendali kadar kolesterol pada tubuh manusia (Cenedela *et al.* 1968; Brunaldi *et al.* 2004).

IV. KESIMPULAN

Rata-rata kadar resin yang terdapat pada getah jelutung asal Kalimantan Tengah adalah 75,18% dan asal Jambi 63,93%. Komposisi kimia resin tertinggi adalah berupa asam palmitat *Palmitic acid*) 23,71% dan

selanjutnya diikuti 2-(2-Butoxyethoxy)ethanol (15,82%), Stearaldehyde (5,83%), 3-Methyl-5-propyl-4-butylidene-cyclohex-2-ene-1-one (4,27%) dan tricyclo[20.8.0.0E7,16]triacontan,1(22),7(16)-diepoxy (4,25%).

DAFTAR PUSTAKA

- ASTM. 1997. Standard Test Methods for Rubber Product-Chemical Analysis. D 297-93. Easton, MD. USA.
- Boer, E. and Ella, A.B. (Editors), 2001. Plant Resources of South-East Asia. No. 18. Plants producing exudates. Prosea, Bogor, Indonesia. 189 pp.
- Brunaldi, K.; M. A. Miranda.; F. Abdul Kader and R. C. J. Procopio. 2004. Effects palmitic acids and cholesterolon proton transport accross black lipid membranes. *Bioelectrochemistry* 65 : 9-15.
- Cenedella, R. J. and A. Allen. 1968. Differences between the Metabolism of Linoleic and Palmitic Acid. *Lipids* 4(2) : 155-158
- Coppen, J.J.W. 1995. Gum, resins, and latexes of plant origin. Non Wood Forest Products. No.6. FAO, Roma.
- Eaton, B.J.; C.D.V. Georgi and G.L. Teik. 1926. Jelutong. The Malayan Agricultural Journal XIV(9) : 275-285
- Gani, S. S. A.; M. Basri.; M. B. A. Rahman.; A. Kassim.; R. N. Z. A. D. Rahman.; A. B. Salleh and Z. Ismail. 2010. Characterization and Effect on Skin Hydration of Enkabang-Based Emulsions. *Biosci, Biotechnol, Biochem.* 74(06) : 1188-1193
- Georgi, C.D.V. 1929. Jelutong. The Malayan Agricultural Journal XVII(5) : 101-117
- Handayani, H.; S. Puspitasari; A.M. Santosa; T.K. Waluyo dan Y. Syamsu. 2010. Pengaruh Jelutung terhadap Elastisitas Vulkanisat Karet. www.ml.scribd.com/doc/40962180/Jelutung-Finish. diakses tgl 30 Agustus 2012.
- Jayanthi, T.and P.E. Sankaranarayanan. 2005. Measurement of Dry Rubber Content in Latex Using Microwave Technique. *Measurement Science Review*, 5(3) : 50 - 54
- Martawijaya, A.; I. Kartasujana; K. Kadir dan S.A. Prawira. 2005. Atlas Kayu Indonesia. Badan Penelitian Dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan. Bogor.
- Partadiredja, S. dan A. Koamesakh. 1973. Beberapa Catatan tentang Getah Jelutung di Indonesia. Proyek Penyusunan Kertas Kerja Hasil Hutan Non Kayu, Direktorat Jenderal Kehutanan. Seri No. IX.
- Sumadiwangsa, S. 1973. Klasifikasi dan Sifat Beberapa Hasil Hutan Bukan Kayu. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor. Laporan No. 28.
- Waluyo, T.K. 2010. Penentuan Metode Penyadapan Getah Jelutung Hutan Tanaman Industri berdasarkan Sebaran Saluran Getah pada Kulit Batang. Tesis Pasca Sarjana Teknologi Hasil Hutan. Institut Pertanian Bogor.
- Whitmore, T.C., I.G.M. Tantra and U. Sutisna. 1989. Tree Flora of Indonesia. Check List for Kalimantan. Agency for Forestry Research and development, Forest Research and Development Center, Bogor. Indonesia.
- Williams, L. 1963. Economic Botany : Laticiferous plants of economic importance IV, Jelutung (*Dyera* spp.). The New York Botanical Garden. Baltimore, Maryland : 110-126

KAJIAN PEMANFAATAN LIMBAH PROSES DESTILASI KAYU PUTIH IBM PERHUTANI III JAWA BARAT UNTUK PRODUK YANG BERMANFAAT

Wawan Kartiwa Haroen; Tri Bagus Sumaryuwono ; Tatang

ABSTRAK

Tanaman kayu putih (*Melaluca leucadendron*.L) merupakan tanaman penghasil minyak kayu putih setelah diproses melalui destilasi. Proses tersebut menghasilkan minyak kayu putih berkualitas tinggi sebagai komoditi ekspor, tetapi juga menghasilkan limbah daun atau ranting. Saat ini limbah kayu dari proses destilasi ditumpuk di areal perkebunan sebagai bahan penutup tanah dan belum dimanfaatkan secara optimal menjadi bahan yang berguna. Melalui penelaahan dan kajian awal telah dicoba pemanfaatan limbah proses destilasi kayu putih menjadi beberapa produk bermanfaat seperti arang briket, pot pembenihan ramah lingkungan, papan partikel dan pulp mekanis untuk karton. Pembuatan produk tersebut melalui tahapan penghacuran limbah, penambahan aditif seperti tapioka, lem kayu dan semen portland, pengadukan dan pencetakan. Dari kajian tersebut telah diperoleh contoh spesimen produk dan teknologi pembuatannya yang dapat diterapkan dengan produksi yang disesuaikan dengan spesifikasinya.

Kata kunci: Kayu putih, limbah, destilasi

I. PENDAHULUAN

Tanaman kayu putih banyak ditanam di daerah Timur Indonesia, namun di pulau Jawa tanaman ini tumbuh subur dan dikembangkan oleh Perhutani unit III Jawa Barat dan Banten sebagai bahan baku untuk memproduksi minyak kayu putih. Tanaman kayu putih yang ditanam dikelola oleh Kegiatan Bisnis Mandiri Industri yang menggunakan jenis tanaman kayu putih *Melaluca leucadendron*.L dengan kualitas minyak kayu putih yang baik. Berdasarkan data KBM dan Perhutani III Jabar Banten, setiap 1 hari diperlukan bahan baku kayu putih sebanyak 55-60 ton yang akan menghasilkan minyak kayu putih sebesar 300-400 kg. Diperkirakan setiap 5 ton bahan baku kayu putih yang diproses destilasi selama 4 jam menghasilkan minyak kayu putih 25-30 kg dengan nilai jual antar Rp 125.000-145.000/kg. Dari hasil yang memiliki nilai jual tinggi tersebut ada bagian limbah yang belum dinilai sebagai bahan tambahan dari unit proses tersebut, yaitu daun dan ranting. Saat ini sudah mencapai 50 ton limbah, secara kasat mata tidak memiliki nilai jual yang berarti. Namun melalui kajian inovasi pemanfaatan limbah kemungkinan dapat memberikan nilai tambah tersendiri. Ada pula pendapat bahwa limbah proses kayu putih tidak dapat dimanfaatkan karena mengandung ekstrak minyak kayu putih yang tersisa.



Gambar 1. Tanaman Kayu putih (*Melaluca leucadendron* L)

Dalam proses produksi minyak kayu putih, tanaman kayu putih diambil daun dan sebagian rantingnya dari tanaman yang sudah berumur lebih dari 5 tahun. Daun dan ranting dipanen sesuai lokasinya dan ditampung dalam tabung destilasi berkapasitas 1-2 ton dengan suhu diatas 110 °C selama 4-5 jam lebih. Minyak yang diperoleh dari destilasi ditampung menjadi minyak kayu putih berkualitas baik. Pada akhir proses

tersebut dihasilkan bahan lain yang kurang dimanfaatkan, yaitu daun dan ranting kayu putih yang sudah diambil ekstrak minyak kayu putihnya. Limbah tersebut mencapai 80-90 % dibandingkan dengan minyaknya. Setiap hari limbah tersebut mencapai 50 ton basah dan memiliki sifat yang ruah. Saat ini limbah hanya digunakan sebagai penutup tanah dan dijadikan kompos setelah disimpan 3 bulan. Kadang limbah digunakan juga sebagai bahan bakar pembakaran batu bata atau tungku pembuatan genteng, namun karena pengangkutannya yang mahal membuat hal tersebut sudah jarang dilakukan, walaupun masih ada beberapa yang menggunakannya.

Setiap bahan yang tidak bermanfaat dapat dilakukan terobosan pemanfaatan melalui inovasi sederhana yang dapat diterapkan di lapangan dengan teknologi sederhana. Namun kajian dan terobosan ini memerlukan waktu dan biaya untuk memulainya. Beberapa hasil kajian pemanfaatan limbah proses produksi minyak kayu putih menunjukkan bahwa jenis limbah yang terjadi telah bisa diproses lebih lanjut untuk menjadi barang yang bermanfaat seperti arang briket, pot pembibitan berwawasan lingkungan, papan partikel dan pulp untuk karton. Hasil kajian awal ini disajikan dalam tulisan ini atas kerjasama beberapa pihak sehingga akan memberikan nilai tambah terhadap limbah kayu putih setelah menjadi barang yang bermanfaat.

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Limbah kayu putih berupa daun dan ranting diperoleh dari Kegiatan Bisnis Mandiri (KBM) Industri Jawa Barat, yang sudah tersimpan 1 bulan dan limbah segar langsung dari proses destilasi. Kadar air limbah daun dan ranting antara 25-30% dalam keadaan baik berwarna hijau muda–hijau tua. Komposisi ranting : daun 30 : 70 dari berat limbah.



Gambar 2. Pohon dan Limbah kayu putih

Bahan aditif yang digunakan terdiri dari tepung kanji, lem kayu putih, gondorukem cair, lem aibon, semen portland dan air panas/dingin. Sedangkan peralatan yang digunakan berupa mesin pencacatah limbah, mesin crusher, saringan kasar, alat pencampur dan pengaduk, alat pengepres, alat pencetak (moulding) dan alat pengering.

Metoda

Limbah yang sudah dipotong-potong dicampur dengan aditif dengan kisaran 5-8% berdasar berat kering. Setiap aditif dicampur secara tersendiri kemudian diaduk sampai merata antar campuran aditif dan limbah. Hasil pengadukan dicetak menggunakan cetakan yang sesuai produk yang dibuat menggunakan alat yang bertekanan 300–500 kgf/cm² yang memiliki alat pemanas atau tanpa panas. Produk hasil pencetakan dikeringkan dalam oven atau menggunakan panas matahari secara alami.

III. HASIIL DAN PEMBAHASAN

Limbah dari proses destilasi kayu putih merupakan bahan organik yang dapat hancur secara alami karena proses fisika atau kimia menjadi kompos atau penutup tanah (*landfill*). Bila diperhatikan pengaruh dari proses destilasi limbah tersebut bila terkena air hujan sisa ekstraktif minyak sudah larut dalam air sehingga dalam kurun waktu 1-2 minggu limbah tersebut dalam keadaan netral. Hal ini bisa diuji secara visual melalui penciuman dimana bau minyak kayu putih sudah hilang dan dapat juga diuji dengan cara merendam dalam air panas atau air dingin yang hasilnya tidak terdapat sisa minyak didalamnya.

Arang briket limbah kayu putih

Limbah daun dan ranting kayu putih yang dihancurkan dicampur dengan aditif tepung kanji diaduk sampai homogen kemudian dicetak dapat menghasilkan sumber bahan bakar alternatif berupa arang briket yang siap digunakan untuk keperluan industri atau rumah tangga. Hasil pembakaran memiliki warna api biru dengan nilai kalor seperti disajikan pada Tabel 1.



Gambar 3. Arang briket limbah kayu putih

Tabel 1. Nilai kalor dari beberapa jenis bahan bakar

Jenis Bahan bakar	Komposisi (%)			Nilai kalor (kJ per gram)
	C	H	O	
Gas alam	70	23	0	49
Batu bara (antrasit)	82	1	2	31
Batu bara (bituminos)	77	5	7	32
Minyak mentah	85	12	0	45
Bensin	85	15	0	48
Arang	100	0	0	34
Kayu	50	6	44	18
Hidrogen	0	100	0	142

Pot Pembibitan Ramah Lingkungan

Pembibitan merupakan unsur pendukung suatu keberhasilan usaha tanaman di hutan, perkebunan atau pertanian. Saat ini, kita lebih mengenal media tanam pembibitan sementara yang dapat dipindahkan berupa polybag atau platik berwarna hitam. Setiap pemindahan tanaman atau bibit, polybag harus dibuka dan kemudian dibuang, ada pula yang dimanfaatkan kembali namun terbatas. Dari adanya ide dan inovasi, limbah yang dihasilkan oleh kehutanan, perkebunan dapat direkayasa menjadi bahan yang berguna. Limbah proses kayu putih inilah yang dapat dibuat seperti itu yaitu menjadi pot pembibitan yang ramah lingkungan. Disebut ramah lingkungan karena pot tersebut tidak perlu dibuka pada saat penanaman namun langsung

ditanam bersamaan dengan bibit yang akan dipindahkan. Hasil dan kualitas pot tersebut diusahakan dapat hancur pada saat tanaman sudah memiliki akar yang kuat dan dewasa, maka pot tersebut akan hancur dengan sendirinya bersatu dengan tanah dan dapat berfungsi menjadi kompos atau pupuk bila kita rekayasa adanya perpaduan adonan menggunakan pupuk. Data kualitatif masih dalam proses pecobaan dan pengujian, bentuk pot bibit ramah lingkungan dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Pot ramah lingkungan dari limbah kayu putih

Papan partikel limbah kayu putih

Papan partikel merupakan salah satu bahan baku papan buatan yang diperuntukkan sebagai komponen pembuatan rumah atau mebel. Produk ini dimasa sekarang sangat dianjurkan digunakan karena sumber daya alam yang berasal dari hutan semakin berkurang. Maka diupayakan membuat derivat papan partikel yang berasal dari limbah atau dari kayu-kayu yang tidak memiliki nilai jual. Limbah proses kayu putih secara fisik memiliki peluang digunakan sebagai bahan baku utama yang dicampur dengan aditif lainnya. Penelaahan dan pengkajian limbah kayu putih yang sudah dicrusser atau dipotong-potong sesuai standar pembuatan papan partikel dapat menghasilkan produk yang hampir sama dengan produk komersil dan aditif yang digunakan dapat berupa lem kayu, semen atau kanji sesuai tingkat kualitas produk dan biaya produk yang akan dihasilkan. Hasil contoh produknya tertera pada Gambar 5.



Gambar 5. Contoh papan partikel limbah kayu putih

Pulp mekanis untuk kertas karton

Limbah kayu putih yang sudah dibuat serpih diolah dengan proses perendaman dalam air dan ditambahkan NaOH 3%, disimpas selama 1 jam, kemudian dilakukan penggilingan menggunakan penggiling/refiner berupa batu seperti untuk penggilingan tahu atau terbuat dari besi baja seperti untuk penggiling kacang kedelai. Penggilingan dilakukan beberapa kali sampai diperoleh serat secara individu atau lembut menyerupai bubur kertas. Hasilnya kemudian dicuci dan disaring sampai bersih dan dipress. Serat yang bersih dapat disimpan atau langsung dibuat lembaran kertas karton dengan penambahan aditif untuk pembuatan karton seperti amilum atau aditif kertas lainnya. Suspensi pulp untuk pembuatan lembaran karton

disesuaikan dengan ketebalan yang diinginkan, lembaran dikeringkan dan akhirnya diperoleh kertas karton dengan kualitas sesuai mutu karton dan tidak bisa disamakan dengan kualitas kertas budaya.



Gambar 6. Contoh lembaran pulp kertas karton

Tabel 2. Sifat fisik pulp mekanis limbah kayu putih untuk kertas karton

No	Ratio	Suhu oC	Waktu jam	Rendemen %	KN	Indeks tarik (Nm/g)	Indeks Sobek (mNm ² /g)	Indeks Retak (kN/g)	Ket.
1	1:4	165	3,5	40,12	21,3	6,36	3,03	0,22	
2	1:4	165	3,5	39,34	18,4	8,91	3,73	0,33	
3	1:10	165	1,0	45,12	118,7	-	-	-	
4	1:10	100	1,0	50,17	129,3	21,25	6,18	0,83	
5	1:10	100	1,0	98,54	-	-	-		
6	1:10	100	1,0	72,80	-	-	-		
7	-	-	-	99,06	--	11,42	2,85	0,36	Ref. 4 x

IV. KESIMPULAN

Hasil kajian awal pemanfaatan limbah Perhutani Jawa Barat dan Banten dari proses produksi pembuatan minyak kayu putih dapat dibuat menjadi produk yang berguna dan bernilai ekonomi sesuai produk yang dihasilkannya.

1. Limbah ranting dan daun menjadi produk :
 - Arang briket sebagai bahan bakar alternatif industri atau rumah tangga
 - Pot pembibitan ramah lingkungan pengganti polybag
 - Partikel board untuk sekat dinding dan mebel
 - Pulp mekanis untuk kertas/karton sebagai bahan pembuatan tas, map atau lainnya..
2. Aditif yang digunakan untuk proses pembuatan empat jenis produk bermanfaat dalam kajian ini dapat berupa tepung tapioka, lem fox, lem aibon, semen portland dan gondorukem
3. Berdasarkan biaya proses yang dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan aditif, peralatan dan investasi dapat diurutkan mulai terendah sampai tertinggi, yaitu arang briket, pot pembibitan ramah lingkungan, papan partikel dan tertinggi adalah pembuatan pulp mekanis untuk kertas karton.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kegiatan Bisnis Mandiri (KBM) Industri Perhutani unit III Jawa Barat dan Banten yang telah membantu dalam kajian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Perusahaan Umum Kehutanan Negara (Perum Perhutani) unit III Jawa Barat dan Banten : Pabrik minyak kayu putih jati munggul , 2010.
- Wawan Katiwa H ; Ligia Santosa ; Maman Supratman : Pemanfaatan limbah padat berserat industri kertas sebagai bahan pembuatan partisi. Berita Selulosa .Vol 42. No.1. Juni 2007. ISSN.0005-9154. Balai Besar Pulp dan Kertas Departemen Perindustrian. (18/Akred-LIPI/P2MBI/9/2006) , hal. 29-34
- Agus Wiradinata , Wawan Katiwa H : “ *Material characterization and potential application of agro - fibre composites* ” . Seminar Hasil – Hasil Riset Unggulan Terpadu Internasional 2004. Bidang Environment.RISTEK , Jakarta 16-17 September 2004.
- Wawan Katiwa H; Sudarmin Al..” Pembuatan pulp mekanis *mixed tropical hardwood (MTH)* dengan pretreatment enzym dan non enzym” . Makalah Seminar Teknologi Pulp dan Kertas 2007. Hotel Homan Bandung, 14 November 2007.
- Wawan Katiwa.H : “Pembuatan pulp mekanis proses TMP-CTMP dari limbah kayu kenaf. Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (Mapeki) X Pontianak. Kalimantan Barat, 9 – 11 Agustus 2007
- Wawan Katiwa H :Perlakuan Enzim Pada Kayu Daun Untuk Refiner Mechanical Pulping (RMP).Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis. Vol.7. No.2.Juli 2009. Hal.67-74. ISSN : 1693-3834. Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. (52/Akred-I/P2MBI/12/2006) dan (185/AU1/P2MBI/08/2009)
- Hafid; Wawan Katiwa H : Pengembangan Usaha Pembuatan Pulp Merang. Metal Indonesia Vol. 030/2008. Hal. 17-26. ISSN 0126-3463. Balai Besar Logam dan Mesin. Departemen Perindustrian. (24/Akred-LIPI/P2MBI/12/2006)

EFIKASI LIMBAH AIR REBUSAN KAYU JATI SEBAGAI BAHAN PENGAWET KAYU TERHADAP SERANGAN RAYAP KAYU KERING (*Cryptotermes cynocephalus* Light)

Ady Suryawan dan Anita Mayasari

Balai Penelitian Kehutanan Manado; Jl. Raya Adipura, Kima Atas, Mapanget, Manado
Email: suryawanbioconserv@gmail.com

ABSTRAK

Salah satu organisme perusak kayu yang sering menyerang adalah rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efikasi limbah air rebusan kayu jati (*Tectona grandis*) sebagai bahan pengawet kayu terhadap serangan rayap kayu kering (*C. cynocephalus* Light). Metode yang digunakan adalah eksperimen di Laboratorium Pengawetan Kayu dan Kimia Organik UGM, menggunakan tiga konsentrasi (75%, 50% dan 25%) limbah air rebusan kayu jati yang didapat dari IPKJ Gresik dan kayu sengon (*Paraserianthes* sp.) yang ditebang dari Salatiga. Parameter yang diamati adalah kandungan bahan kimia dalam limbah air rebusan, retensi, mortalitas rayap dan kehilangan berat kayu. Pengamatan dilakukan selama 4 minggu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bahan kimia yang terkandung dalam limbah air rebusan kayu jati antara lain asam asetat 87,36%, asam propanoat 7,52%, cyclohexanone 2,34%, 2-propanone 1,97% dan asam hecanoat 0,82%. Nilai retensi tertinggi terjadi pada konsentrasi 25% yaitu 46,18 kg/m³. Mortalitas rayap tertinggi dan pengurangan berat kayu terendah terjadi pada konsentrasi 25% yaitu mencapai 46% dan 0,66%. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa konsentrasi berpengaruh nyata terhadap ketiga parameter. Limbah air rebusan kayu jati tidak efektif digunakan sebagai bahan pengawet kayu, namun sebaliknya menyebabkan degradasi lebih tinggi pada kayu oleh serangan rayap kayu kering.

Kata kunci: Limbah, jati, rayap, *Cryptotermes*, awet

I. PENDAHULUAN

Menurut Nicholas (1973), rayap merupakan serangga dari ordo Isoptera pemakan selulosa yang berukuran sedang bersifat sosial dengan sistem tiga kasta yaitu kasta reproduktif, kasta serdadu dan kasta pekerja. Sedangkan rayap perusak kayu, menurut Subyanto (1986) dikelompokkan menjadi dua yaitu rayap kayu kering dan rayap tanah. Rayap kayu kering bersarang di dalam kayu kering baik di lapangan maupun di kayu olahan. Rayap ini tidak pernah memasuki tanah dan tidak memerlukan kelembaban terlalu tinggi salah jenis rayap kayu kering yang sering menyerang yaitu *Cryptotermes cynocephalus* Light. Serangan rayap ini tidak mudah dideteksi karena permukaan kayu nampak utuh, kecuali melalui adanya kotoran yang keluar dari sarangnya. Kotoran berupa butiran halus, kecoklatan berbentuk silindris bersegi enam dengan ujung bulat. Serangan menyebabkan rongga-rongga yang tidak teratur dan menyisakan lapisan yang tipis di permukaan, sehingga kayu akan mudah rapuh oleh tekanan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efikasi limbah air rebusan kayu jati yang berasal dari pabrik pengolahan kayu lapis jati metode *slice* di KBMIK Gresik Perhutani sebagai bahan pengawet kayu terhadap serangan rayap kayu kering (*C. cynocephalus* Light); karena diduga pada air limbah rebusan kayu jati terdapat zat-zat ekstraktif yang terlarut yang mempengaruhi keawetan kayu seperti *tectoquinon*, *saponin*, *resin* dan lain-lain.

II. METODE PENELITIAN

Bahan dan alat

Bahan yang digunakan antara lain: limbah rebusan kayu jati di KBMIK Gresik Perhutani Unit II, rayap kayu kering *C. cynocephalus* light dan kayu yang dengan kelas awet rendah (dalam penelitian ini menggunakan sengon (*Paraserianthes falcataria*)) berumur sekitar 6 tahun yang didapat dari Salatiga, bahan lain yang dibutuhkan adalah lilin. Peralatan yang digunakan adalah pipa kaca dengan panjang 5 cm berdiameter 3 cm.

Hipotesis

Zat-zat ekstraktif yang mempengaruhi nilai keawetan kayu jati akan terlarut dalam proses perebusan, sehingga air rebusan dapat digunakan sebagai bahan pengawet.

Prosedur penelitian

Penelitian diawali dengan pengambilan limbah air rebusan kayu jati di Pabrik Plywood KBMIK Gresik, kemudian dilakukan analisis kandungan fenolik di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Mipa UGM. Rancangan penelitian menggunakan faktor konsentrasi yaitu konsentrasi 75% untuk mendapatkannya air rebusan direbus hingga airnya tersisa 25% dari semula, konsentrasi 50% didapatkan dengan merebus air limbah hingga tersisa 50%, dan konsentrasi 25% didapatkan dengan merebus air limbah hingga tersisa 75%. Pembuatan sampel uji menggunakan kayu sengon (*P. falcata*) dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm masing-masing perlakuan menggunakan 9 ulangan. Contoh uji dikeringkan hingga beratnya konstan, kemudian direndam didalam limbah rebusan selama 5 hari dan dikeringkan hingga beratnya konstan kemudian di setiap sisi dilapisi dengan lilin kecuali pada bagian yang akan ditempel pipa kaca. Selanjutnya setiap sampel diisi rayap *C. cynocephalus* Light sebanyak 30 ekor. Penelitian dilakukan di Laboratorium Pengawetan Kayu Fakultas Kehutanan UGM tahun 2007.



Gambar 1. Kiri ke kanan: > limbah air rebusan kayu jati, pengujian menggunakan GCMS, pohon sengon contoh uji, pembuatan sampel kayu, > sampel berukuran 5 x 5 x 5 cm, pengawetan dengan rendaman dingin, penutupan permukaan dengan lilin dan kaca, pengumpanan terhadap rayap kayu kering

Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mengetahui beberapa parameter adalah retensi, mortalitas rayap dan kehilangan berat kayu. Adapun rumus yang digunakan yaitu:

- Retensi

Retensi merupakan jumlah bahan pengawet tanpa pelarut yang masuk di dalam kayu, penghitungannya sebagai berikut:

$$\text{Retensi (kg/m}^3\text{)} = \frac{\text{berat setelah diawetkan} - \text{berat awal}}{\text{volume contoh uji}}$$

- Mortalitas

Mortalitas yaitu persentase perbandingan jumlah rayap yang mati dengan jumlah rayap yang diujikan menggunakan rumus:

$$\text{Mortalitas (\%)} = \frac{\text{jumlah rayap mati}}{\text{jumlah rayap awal}} \times 100\%$$

Dalam melakukan penghitungan, jumlah rayap mati dan masih hidup harus ditemukan.

- Kehilangan berat kayu

Kehilangan berat kayu merupakan indikator intensitas serangan dihitung menggunakan rumus:

$$\text{Pengurangan berat} = \frac{\text{berat awal pengumpanan} - \text{berat akhir pengumpanan}}{\text{berat awal pengumpanan}} \times 100\%$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kandungan bahan kimia air limbah rebusan

Analisis kandungan kimia limbah air rebusan dilakukan menggunakan alat GCMS (Gas). Hasil analisis bahan aktif yang berhasil ditemukan ditunjukkan pada Tabel 1.

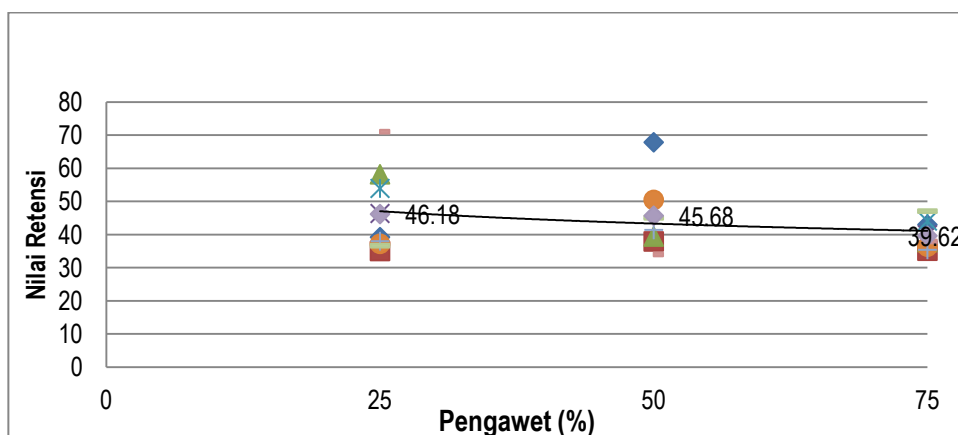
Tabel 1. Kandungan bahan aktif terlarut dalam air rebusan kayu jati selama 10 hari

No	Zat kimia yang terkandung	Persentase (%)		
		Ulangan I	Ulangan II	Ulangan III
1	Asam asetat	87,36	92,22	93,58
2	Asam propanoat	7,52	6,03	1,38
3	Cyclohexanone	2,34	1,75	0,86
4	2-propanone	1,97	-	-
5	Asam hexanoat	0,82	-	-
6	Benzaldehide	-	-	4,18

Sedikitnya ada 6 jenis bahan kimia yang berhasil ditemukan, asam asetat ditemukan dalam kadar yang tinggi atau hampir sebagian besar adalah asam asetat. Selain asam asetat, diperoleh kandungan asam propanoat, asam hexanoat meskipun dalam persentase yang relatif kecil. Asam asetat merupakan salah satu asam karboksilat paling sederhana. Larutan asam asetat dalam air merupakan asam lemah, artinya hanya terionisasi sebagian menjadi ion H^+ dan CH_3COO^- . Asam asetat merupakan pereaksi kimia dan bahan baku industri yang penting. Asam asetat digunakan dalam produksi polimer seperti polietilena tereftalat, selulosa asetat, dan polivinil asetat, maupun berbagai macam serat dan kain. Dalam industri makanan, asam asetat digunakan sebagai pengatur keasaman produk makanan.

Retensi pengawetan

Hasil pengamatan dan penghitungan persentase berat kayu kering sebelum dan setelah dilakukan perendaman dengan bahan pengawet merupakan nilai retensi. Pemanfaatan air rebusan kayu jati melalui pemekatan 25%, 50% dan 75% menghasilkan nilai retensi sebagaimana dalam Gambar 2.



Gambar 2. Grafik nilai retensi

Berdasarkan Gambar 2, grafik menunjukkan trend yang semakin rendah seiring dengan tingginya konsentrasi. Nilai retensi tertinggi dicapai pada konsentrasi 25% dengan rata-rata retensi sebesar 46,18 kg/m³. Dalam kasus ini, bahan yang digunakan merupakan hasil perebusan kayu jati yang memiliki kelas awet II, sehingga diduga ada zat ekstraktif pengawet yang terlarut didalamnya dan mampu untuk digunakan untuk pengawetan. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa air limbah yang dipekatkan 75% atau air limbah yang semula 1 liter menjadi 0,25 liter memberikan nilai retensi paling kecil. Pada konsentrasi 25% atau 1 liter limbah dipekatkan menjadi 0,75 liter memberikan nilai retensi paling tinggi. Hal ini sangat dimungkinkan oleh pengaruh konsentrasi. Dimana semakin tinggi konsentrasi zat yang terlarut tidak mampu masuk dalam pori-

pori kayu karena viskositas yang tinggi dan tidak mampu masuk dalam rongga kapiler kayu. Namun Hunt dan Garrat (1986) mengatakan bahwa nilai retensi dipengaruhi oleh proses pengawetan, jenis kayu, arah peresapan dan jenis bahan pengawet.

Untuk mengetahui lebih lanjut pengaruh konsentrasi terhadap retensi dilakukan penghitungan analisis varian sebagaimana Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Analisis varian pada parameter retensi

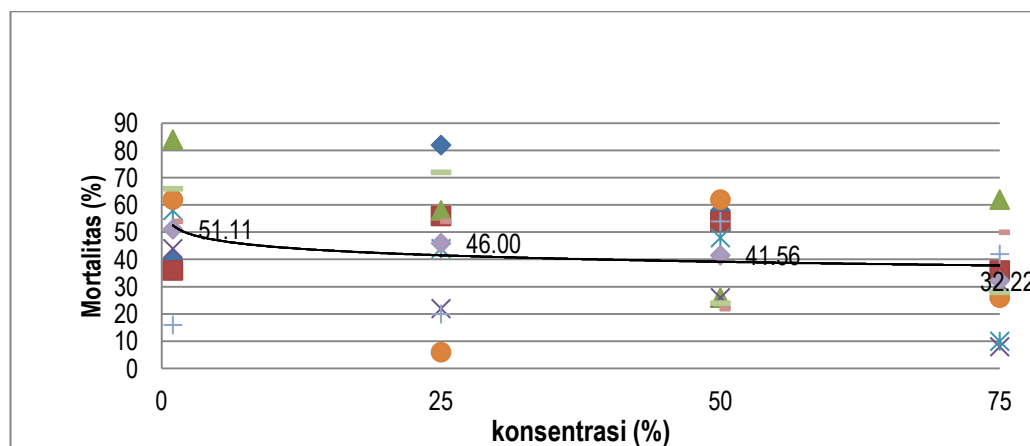
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	240,463 ^a	2	120,232	1,342	0,280
Konsentrasi	240,463	2	120,232	1,342	0,280
Error	2150,109	24	89,588		
Total	2390,572	26			

a. R Squared = .101 (Adjusted R Squared = .026)

Analisis varian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi tidak mempengaruhi besar retensi secara signifikan sebagaimana nilai sig lebih besar 0,05. Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi tidak memiliki pengaruh nyata terhadap nilai retensi. Hasil analisis varian ini menunjukkan bahwa pendapat tentang daya viskositas tidak mempengaruhi besar retensi karena tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dalam variasi retensi ini.

Mortalitas rayap

Mortalitas rayap merupakan salah satu kriteria untuk menentukan efektivitas racun. Menurut Hunt dan Garrat (1986), penelitian yang menggunakan rayap akan dianggap berhasil apabila mortalitas rayap pada kontrol masih di bawah 55%. Pada penelitian ini hasil rata-rata mortalitas rayap pada kontrol sebesar 51,11%, sehingga kontrol berhasil sebagai parameter. Hasil penghitungan mortalitas disajikan pada Gambar 3 di bawah ini.



Gambar 3. Grafik hubungan mortalitas dan konsentrasi

Grafik hubungan mortalitas dengan faktor konsentrasi pengawet menunjukkan trend yang semakin menurun seiring tingginya konsentrasi bahan pengawet. Penggunaan bahan pengawet ini memberikan nilai rata-rata mortalitas tertinggi hanya 46% sedangkan pada kontrol atau tanpa bahan pengawet, rayap mati hingga 51,11%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kontrol memiliki nilai mortalitas tertinggi. Hal ini memberikan informasi bahwa dengan menggunakan bahan pengawet yang dipilih justru akan menyebabkan rayap kayu kering lebih mampu bertahan hidup. Semakin tinggi konsentrasi yang diaplikasikan, semakin kuat rayap bertahan hidup.

Pengaruh beda nyata dari hubungan mortalitas dan konsentrasi ditunjukkan pada Tabel 3. Hasil analisis varian menunjukkan nilai sig (*significancy*) lebih besar 0,05, sehingga disimpulkan bahwa konsentrasi tidak berpengaruh nyata terhadap nilai mortalitas.

Tabel 3. Analisis varian mortalitas

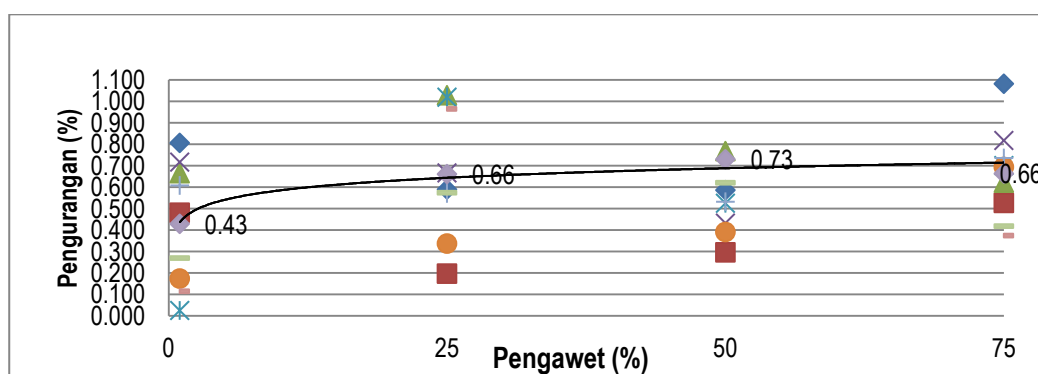
Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	890,074 ^a	2	445,037	1,088	0,353
Consentrasi	890,074	2	445,037	1,088	0,353
Error	9817,778	24	409,074		
Total	10707,852	26			

a. R Squared = .083 (Adjusted R Squared = .007)

Keefektifan suatu pengawet dapat dilihat dari parameter mortalitas yang tinggi. Pembahasan nilai mortalitas lebih mudah dengan membandingkan nilai retensi dan nilai mortalitas. Secara umum pada penelitian ini penggunaan bahan pengawet menyebabkan keterawetan kayu semakin rendah. Namun pada sampel kayu yang memiliki nilai retensi tertinggi (konsentrasi 25%) memiliki nilai mortalitas paling tinggi di antara sampel yang lain, meskipun tetap lebih rendah daripada kontrol. Pada sampel dengan retensi terendah yaitu pada konsentrasi tertinggi (75%) memiliki mortalitas terendah. Hal ini diduga karena kandungan bahan pengawet sebagian besar terdiri atas asam, sehingga pada saat konsentrasi ditingkatkan melalui pemanasan hingga menyisakan 0,25 bagian zat-zat tersebut sudah menguap. Hal ini menyebabkan nilai retensi turun dan mortalitas lebih rendah. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pengawetan menggunakan limbah rebusan kayu jati tidak bersifat racun yang rayap kayu kering (*C. cynocephalus*) mati.

Pengurangan berat

Parameter ini menggambarkan bagaimana intensitas serangan dan merupakan indikator utama dalam ujicoba keawetan suatu kayu. Pengukuran berat dilakukan setelah 30 hari pengumpanan sampel terhadap rayap kayu kering. Semakin sedikit pengurangan berat kayu menunjukkan intensitas serangan makin kecil. Hasil penghitungan persentase pengurangan berat sampel disajikan Gambar 4.



Gambar 4. Grafik hubungan pengurangan berat dengan persentase pengawet

Berdasarkan nilai pengurangan pada Gambar 4, diketahui bahwa pengurangan berat pada masing-masing konsentrasi pengawet mengalami fluktuasi. Nilai pengurangan tertinggi dicapai oleh konsentrasi 50%, sehingga bila dihubungkan antara konsentrasi dan pengurangan berat maka akan terbentuk grafik berupa parabola terbalik. Persen pengurangan berat sampel pada masing-masing sampel perlakuan menunjukkan nilai yang lebih tinggi (0,66%–0,73%) bila dibandingkan dengan nilai pada sampel kontrol yaitu memiliki rata-rata pengurangan berat 0,43%.

Analisis varian menunjukkan bahwa konsentrasi tidak mempengaruhi persen pengurangan berat secara signifikan, sebagaimana Tabel 4.

Hasil penelitian ini menunjukkan pengaruh konsentrasi yang signifikan terhadap tingginya intensitas serangan rayap. Bila dibandingkan dengan nilai retensi bahan pengawet, nilai pengurangan berat jenis pada retensi terendah dan tertinggi memiliki nilai yang sama sedangkan retensi sedang memiliki nilai tertinggi. Secara umum, pengawetan menggunakan air limbah rebusan kayu jati ini tidak berpengaruh nyata persen pengurangan berat.

Tabel 4. Persen pengurangan berat kayu

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	487,251 ^a	2	243,625	0,994	0,385
Prosentase	487,251	2	243,625	0,994	0,385
Error	5883,755	24	245,156		
Corrected Total	6371,005	26			

a. R Squared = .076 (Adjusted R Squared = .000)

Air limbah rebusan kayu jati memberikan efek negatif terhadap keawetan kayu. Kandungan–kandung bahan kimia seperti asam yang terlarut tidak mampu bersifat toksik atau racun terhadap rayap kayu kering. Hal yang tidak terfikirkan adalah bahwa kemungkinan besar zat-zat asam terlarut mengalami penguapan saat peningkatan konsentrasi, walaupun konsentrasi tidak berpengaruh terhadap ketiga parameter.

Selain zat-zat asam di dalam limbah, kemungkinan besar terdapat zat-zat lainnya seperti pati dan selulosa yang mana kedua zat ini merupakan makanan pokok dari rayap kayu kering, sehingga hal inilah yang menjadi pemicu kerusakan kayu. Informasi ini dapat memberikan gambaran manfaat air limbah rebusan kayu jati untuk hal lain yang membutuhkan degradasi kayu lebih cepat ataupun untuk kepentingan budidaya rayap itu sendiri

IV. KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai efikasi limbah air rebusan kayu jati terhadap rayap kayu kering (*C. cynocephalus* Light) bersifat negatif. Kandungan bahan kimia yang terlarut antara lain: asam asetat 87,36%, asam propanoat 7,52 %, cyclohexanone 2,34%, 2-propanone 1,97% dan asam hecanoat 0,82% tidak mampu bersifat racun terhadap rayap. Informasi lain yang didapat adalah bahwa limbah air rebusan kayu jati memiliki peluang sebagai biodegradasi kayu dan sebagai bahan dalam budidaya rayap kayu kering (*C. cynocephalus* Light).

DAFTAR PUSTAKA

- Hunt, G. M dan Garrat A, G., 1986. Pengawetan kayu. Terjemahan. Akademika Pressindo. Jakarta.
 Subyanto, 1999. Kemunduran kualita kayu oleh organisme perusak kayu (OPK) kumbang bubuk, rayap, dan penggerek laut. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
 Nicholas, D. 1973. Deteriorasi kayu dan pencegahannya. Airlangga Press. Surabaya.

TINJAUAN METODE PENGUJIAN KEAWETAN KAYU STANDAR SNI 01. 7207-2006 TERHADAP EMPAT JENIS KAYU

Arinana, Wenny Nur Pritasari, Yusuf Sudo Hadi, Dodi Nandika

Departemen Hasil Hutan-Fakultas Kehutanan IPB Kampus IPB Darmaga Bogor 16680
email: arinanaiskandaria@yahoo.co.id

ABSTRAK

Standar pengujian keawetan kayu yang dimiliki Indonesia adalah SNI 01.7207-2006. Pada standar tersebut, lama waktu pengujian dirasa kurang efisien yaitu 6 minggu. Untuk itu perlu dikaji kembali agar mendapatkan lama pengujian yang optimal, akurat, dan akuntabel. Selain itu pada standar tersebut juga tidak ditentukan jenis kayu yang digunakan sebagai kontrol. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui keawetan 4 jenis kayu terhadap serangan rayap tanah *Coptotermes curvignathus* skala laboratorium dengan menggunakan standar SNI 01.7207-2006, ditinjau dari lama waktu pengujian dan mengetahui jenis kayu terbaik yang bisa digunakan sebagai kayu kontrol. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap 4 jenis kayu yang nantinya bisa dijadikan acuan sebagai kayu kontrol, yaitu kayu karet (*Hevea brasiliensis*), sengon (*Paraserianthes falcata*), pinus (*Pinus merkusii*), dan akasia (*Acacia mangium*). Jenis rayap yang digunakan adalah rayap tanah *C. curvignathus*. Lama waktu pengujian sebagai perlakuan adalah 3 minggu, 4 minggu, 5 minggu, dan 6 minggu. Parameter yang digunakan adalah nilai kehilangan berat, mortalitas rayap, dan *feeding rate*. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa lama pengujian 4 minggu merupakan waktu yang paling efektif. Sementara itu berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa contoh uji yang paling banyak kehilangan beratnya adalah sengon, diikuti oleh kayu karet, akasia, dan pinus, sehingga kayu sengon merupakan kayu yang potensial sebagai kayu kontrol.

Kata kunci: SNI 01.7207-2006, keawetan kayu, *Coptotermes curvignathus*, sengon, karet, pinus, akasia

I. PENDAHULUAN

Penggunaan kayu semakin lama semakin meningkat seiring dengan laju pertumbuhan penduduk dan kemajuan teknologi. Salah satu sifat kayu adalah keawetan. Pentingnya mengetahui keawetan kayu sehingga perlu dilakukan pengujian terhadap keawetan kayu secara benar. Standar pengujian keawetan kayu yang dimiliki Indonesia adalah SNI 01.7207-2006. Pada standar SNI 01.7207-2006, lamanya waktu pengujian dirasa kurang efisien yaitu 6 minggu. Untuk itu perlu dikaji kembali agar mendapatkan lama pengujian yang akurat dan akuntabel. Selain itu, pada standar pengujian SNI 01.7207-2006 juga tidak ditentukan jenis kayu yang digunakan sebagai kontrol. Untuk itu pada penelitian ini dilakukan pengujian terhadap 4 jenis kayu yang nantinya bisa dijadikan acuan sebagai kayu kontrol, diantaranya kayu karet, kayu sengon, kayu pinus, dan kayu akasia. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui lama waktu pengujian yang paling efektif untuk aplikasi pada standar SNI 01.7207-2006 dan mengetahui jenis kayu terbaik yang bisa digunakan sebagai kontrol pengujianya.

II. METODE PENELITIAN

Jenis kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu karet (*Hevea brasiliensis*), kayu pinus (*Pinus merkusii*), kayu sengon (*Paraserianthes falcata*), dan kayu akasia (*Acacia mangium*), sedangkan jenis rayap pengujinya adalah rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Standar pengujian yang digunakan adalah SNI 01.7207-2006 yang dimodifikasi dengan mengacu pada penelitian Arinana *et al.* 2012. Parameter yang dilihat adalah nilai kehilangan berat, mortalitas, dan *feeding rate*. Pada penelitian ini dilakukan pengumpanan dengan lama waktu sebagai perlakuan, yaitu 3 minggu, 4 minggu, 5 minggu dan 6 minggu.

Adapun perhitungan penurunan berat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$WL = \frac{W_1 - W_2}{W_1} \times 100\%$$

dimana:

WL = kehilangan berat contoh uji kayu (%)

W_1 = berat kering oven kayu sebelum diumpankan (g)

W_2 = berat kering oven kayu setelah diumpankan (g)

Dalam standar SNI 01.7202-2006 tidak dilakukan pengamatan terhadap mortalitas rayap. Namun, pada penelitian ini dilakukan pengamatan mortalitas rayap agar dapat dilihat pengaruh waktu terhadap mortalitas yang dihasilkan. Dengan mengadopsi rumus yang ada di JIS K 1571-2004 maka mortalitas rayap dihitung dengan menggunakan rumus:

$$MR = \frac{D}{200} \times 100\%$$

dimana:

MR = mortalitas rayap (%)

D = jumlah rayap yang mati (ekor)

200 = jumlah rayap pada awal pengujian (ekor)

Pada penelitian ini dilakukan juga perhitungan *feeding rate*, yang menggambarkan kemampuan makan rayap per harinya. Hal ini dihitung dengan menggunakan rumus:

$$FR = \left(\frac{\Delta W}{\left(\frac{R_1 + R_2}{2} \right) \times T} \right)$$

dimana:

FR = *feeding rate* (μ g/ekor/hari)

ΔW = kehilangan berat kayu (μ g)

R_1 = jumlah rayap pekerja awal yang digunakan (ekor)

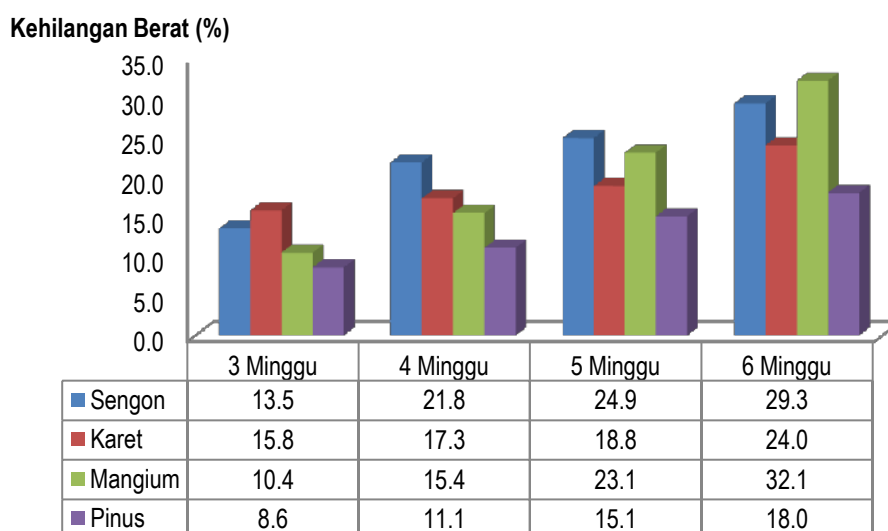
R_2 = jumlah rayap pekerja pada akhir pengujian yang masih hidup (ekor)

T = lama waktu pengujian (hari)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kehilangan Berat

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata-rata persentase kehilangan berat paling besar untuk lama waktu pengumpanan 3 minggu adalah pada kayu karet 15,8%, sedangkan untuk waktu pengumpanan 4 dan 5 minggu terdapat pada kayu sengon yaitu 21,8% dan 24,9%, dan untuk lama waktu pengumpanan 6 minggu terdapat pada kayu mangium yaitu 32,1%. Sementara itu persentase nilai kehilangan berat setiap jenis kayu meningkat seiring dengan lamanya waktu pengujian. Persentase kehilangan berat kayu sengon pada minggu ketiga sebesar 13,5%, keempat 21,8%, kelima 24,9%, dan keenam 29,3%. Untuk kayu karet persentase kehilangan berat pada minggu ketiga sebesar 15,8%, keempat sebesar 17,3%, kelima sebesar 18,8%, dan keenam sebesar 24,0%. Pada kayu mangium persentase kehilangan berat dari minggu ketiga sampai keenam sebesar 10,4%; 15,4%; 23,1% dan 32,1%, sedangkan untuk kayu pinus persentase kehilangan berat untuk setiap minggunya adalah 8,6%; 11,1%; 15,1%; dan 18,0%. Hal ini dikarenakan semakin lama waktu pengumpanan maka semakin banyak contoh uji yang bisa dimakan. Secara rinci data persentase kehilangan berat dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Nilai rata-rata kehilangan berat pada masing-masing minggu.

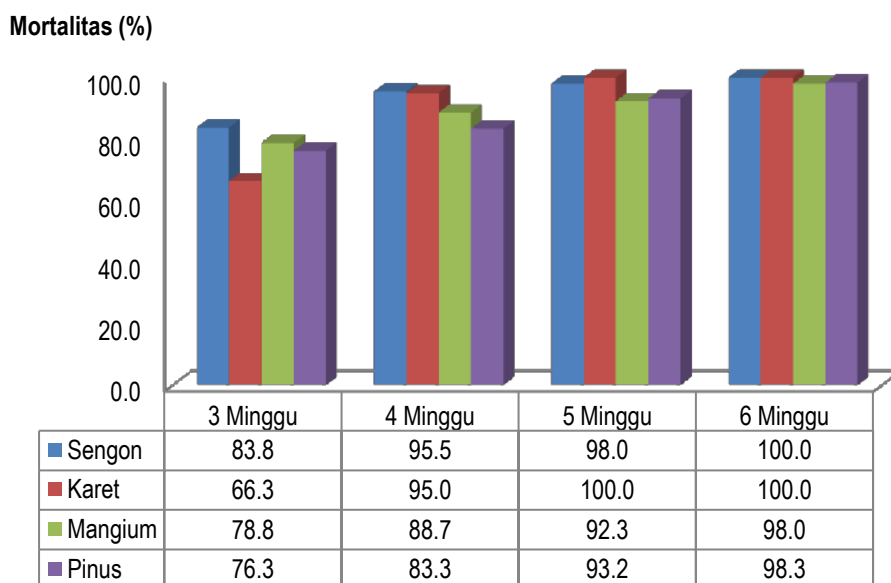
Hasil analisis ragam nilai kehilangan berat contoh uji kayu terhadap faktor jenis kayu dan lamanya waktu pengumpanan menunjukkan berpengaruh nyata. Hal ini berarti jenis kayu dan lamanya waktu pengumpanan berpengaruh nyata terhadap kehilangan berat contoh uji. Hal ini diduga terjadi karena jenis kayu yang digunakan mempunyai tingkat keawetan dan karakteristik sifat anatomi, fisik dan kimia kayu yang berbeda-beda sehingga kehilangan beratnya pun beragam. Sedangkan interaksi antara jenis kayu dan lamanya waktu pengumpanan tidak berpengaruh nyata terhadap kehilangan berat contoh uji. Dari hasil uji lanjut Duncan diketahui bahwa kayu karet, mangium dan sengon mempunyai kehilangan berat yang tidak berbeda nyata sedangkan kayu pinus mempunyai kehilangan berat yang berbeda nyata dengan ketiga jenis kayu lainnya.

Selain karena pengaruh jenis kayu yang digunakan, lamanya waktu pengumpanan juga berpengaruh nyata, hal tersebut diduga karena semakin lamanya waktu pengumpanan maka lebih banyak area yang bisa dikonsumsi oleh rayap sehingga kehilangan beratnya pun menjadi besar. Berdasarkan uji lanjut Duncan lamanya waktu pengumpanan 3 dan 4 minggu tidak berbeda nyata begitu pun untuk lamanya waktu pengumpanan 4 dan 5 minggu, sedangkan untuk waktu pengumpanan 3, 4 dan 5 minggu berbeda nyata dengan pengumpanan 6 minggu.

Mortalitas Rayap

Selain kehilangan berat, indikator lain yang digunakan untuk mengukur tingkat ketahanan kayu terhadap serangan rayap tanah *C. curvignathus* adalah besarnya mortalitas rayap. Nilai mortalitas rayap ditentukan berdasarkan jumlah rayap yang mati selama proses pengumpanan contoh uji. Semakin banyak jumlah rayap yang mati maka semakin tinggi nilai mortalitasnya.

Penghitungan nilai mortalitas rayap perlu dilakukan untuk menduga pengaruh jenis kayu dan lama waktu pengujian terhadap kematian rayap. Jenis contoh uji kayu dapat menyebabkan perbedaan mortalitas rayap karena kandungan zat ekstraktif yang bersifat racun terhadap rayap berbeda untuk setiap jenis kayu. Waktu pengujian yang terlalu lama juga dapat menyebabkan nilai mortalitas rayap semakin tinggi karena jumlah bahan makanan rayap dalam botol uji sangat terbatas. Saat bahan makanan rayap yang ada pada contoh uji telah habis maka rayap akan kelaparan dan mati. Nilai rata-rata mortalitas rayap setelah pengumpanan selama 3 minggu, 4 minggu, 5 minggu dan 6 minggu dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Nilai rata-rata mortalitas pada masing-masing minggu.

Nilai rata-rata mortalitas rayap tanah *C. curvignathus* paling tinggi pada minggu ketiga dan keempat terdapat pada kayu sengon yaitu sebesar 83,8% dan 95,5%, sedangkan untuk minggu kelima dan keenam pada kayu karet yaitu 100%. Nilai rata-rata mortalitas pada masing-masing kayu tidak terlalu berbeda jauh satu sama lain. Nilai mortalitas yang didapatkan ini cenderung tinggi. Tingginya nilai mortalitas rayap ini diduga karena faktor lingkungan, khususnya kelembaban dan suhu. Perubahan kelembaban sangat mempengaruhi aktivitas rayap. Apabila kelembapannya rendah maka akan menyebabkan banyak rayap yang mati sehingga mortalitasnya menjadi tinggi. Suhu juga merupakan faktor penting yang mempengaruhi kehidupan rayap, baik terhadap perkembangan maupun aktivitasnya.

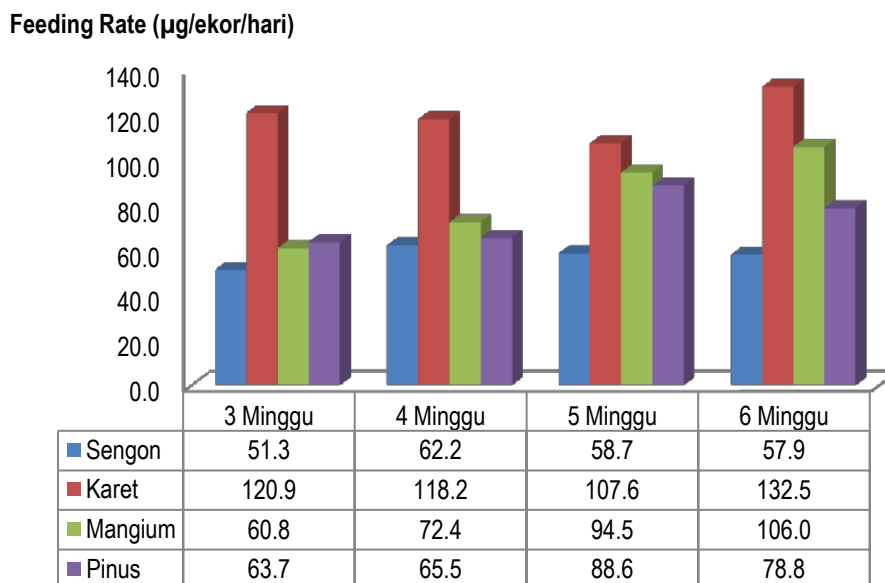
Dari hasil pengujian analisis ragam diketahui bahwa jenis kayu tidak berpengaruh nyata terhadap mortalitas. Hal ini dikarenakan nilai mortalitas untuk setiap kayu tidak terlalu berbeda jauh satu sama lainnya. Selain pengaruh jenis kayu, lamanya waktu pengumpanan mempunyai pengaruh nyata terhadap mortalitas. Hal tersebut diakibatkan karena semakin lamanya waktu pengumpanan makanan yang bisa dikonsumsi pada minggu keempat, kelima dan keenam semakin berkurang sehingga mortalitas rayap meningkat. Interaksi antara jenis kayu dan lamanya waktu pengumpanan pun berpengaruh nyata terhadap mortalitas rayap. Ini berarti semakin lama suatu jenis kayu diumpankan maka akan mempengaruhi nilai mortalitasnya. Berdasarkan uji lanjut Duncan nilai mortalitas pada minggu ketiga, keempat, dan kelima berbeda nyata, sedangkan nilai mortalitas pada minggu kelima dan keenam tidak berbeda nyata.

Menurut Supriana (1983), perilaku makan rayap di alam berbeda dengan di laboratorium. Di alam rayap bebas untuk memilih sendiri lingkungan yang paling sesuai bagi hidupnya. Sedangkan di laboratorium, rayap dipaksa makan (*forced feeding test*). Dalam keadaan terpaksa, rayap akan memakan bahan (umpan) yang diberikan. Pada awalnya rayap tanah *C. curvignathus* akan melakukan penyesuaian terhadap lingkungan yang baru di dalam botol uji. Kemudian rayap mulai mencoba makanan yang diujikan. Rayap yang tidak dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru umumnya mati beberapa saat kemudian. Bagi rayap yang lebih tahan, akan memilih untuk tidak makan, kemudian lambat laun rayap tersebut akan bertambah lemah dan mati. Selain itu, rayap juga memiliki sifat kanibalisme yaitu pada kondisi yang sulit pada saat kekurangan makanan dan air rayap akan memakan individu-individu yang lemah agar keseimbangan kehidupan koloninya terjaga.

Kemampuan Makan Rayap (Feeding Rate)

Menurut Sornnuwat (1996), parameter yang dapat dijadikan sebagai dasar penentuan keefektifan aktivitas rayap adalah kehilangan berat contoh uji kayu, mortalitas rayap, dan kemampuan makan rayap (*feeding rate*). Penghitungan kemampuan makan tersebut dilakukan berdasarkan penelitian Arinana *et al.*

(2010), hal tersebut dilakukan karena pada standar SNI 01.7207-2006 tidak terdapat perhitungan mengenai kemampuan makan rayap. Nilai rata-rata kemampuan makan rayap dari hasil pengujian disajikan dalam Gambar 3.



Gambar 3. Nilai rata-rata *feeding rate* pada masing-masing minggu

Nilai rata-rata *feeding rate* tertinggi pada minggu ketiga, keempat, kelima, dan keenam adalah kayu karet dan nilai *feeding rate* terendah pada kayu sengon. Hal ini diduga karena kayu karet mengandung senyawa amirin dalam bentuk lateks (getah) yang bersifat mengundang organisme perusak yang menyebabkan kayu ini rawan diserang (Fengel dan Wegener 1985).

Hasil pengujian menunjukkan bahwa faktor jenis kayu berpengaruh nyata terhadap respon *feeding rate*, sedangkan lamanya waktu dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata. Berdasarkan hasil ini maka dilakukan uji lanjut untuk faktor jenis kayu. Dari hasil uji lanjut diketahui bahwa nilai *feeding rate* kayu sengon dan pinus tidak berbeda nyata, begitupun nilai *feeding rate* kayu pinus dan mangium.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa lama waktu pengujian 4 minggu merupakan yang paling efektif dibandingkan pengujian 3, 5, dan 6 minggu dan berdasarkan nilai kehilangan berat, kayu sengon berpotensi digunakan sebagai kontrol pada pengujian keawetan kayu skala laboratorium terhadap serangan rayap tanah *C. curvignathus*, selanjutnya kayu karet, mangium, dan pinus.

Saran yang bisa dipertimbangkan adalah perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang pola konsumsi makan per ekor rayap per hari dan perlu juga diteliti lebih lanjut mengenai contoh uji yang digunakan tidak berdasarkan volume tetapi berdasarkan berat.

DAFTAR PUSTAKA

- Arinana, Tsunoda K, Herliyana EN, Hadi YS. 2012. Termite-Susceptible Species of Wood for Inclusion as a Reference in Indonesian Standardized Laboratory Testing. *Journal Insects*: 3, 396-401.
- Arinana, Simamora L, Tsunoda K, Hadi YS, Herliyana EN. 2010. Comparison of Indonesian and Japanese Standardized Tests Using Subterranean Termites in the Laboratory. *Proceedings the 2nd International Symposium of IWoRS*, 12-13 November 2010, p. 601-606.
- Boerhendy I, Agustina DS. 2006. Potensi Pemanfaatan Kayu Karet untuk Mendukung Peremajaan Perkebunan Karet Rakyat. Balai Penelitian Sembawa. Palembang.

- Dulsalam. 1987. Catatan Singkat Tentang *Acacia mangium* Willd. Sylva Tropika Vol. 2. No.2.
- Fengel D, Wegener G. 1985. Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Inward D, Beccaloni G, Eggleton P. 2007. Death of an Order: A Comprehensive Molecular Phylogenetic Study Confirms That Termites are Eusocial Cockroaches. Journal Biology Letters Vol 3 : 331-335. London.
- [JIS] Japanese Industrial Standard. 2004. *Test Methods for Determining The Effectiveness of Wood Preservatives and their Performance Requirement*. JIS K 1571-2004.
- Kurniawan D, Pandit IKN. 2008. *Anatomi Kayu: Struktur Kayu, Kayu Sebagai Bahan Baku dan Ciri Diagnostik Kayu Perdagangan Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Mandang YI, Pandit IKN. 1997. Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan. Yayasan Prosea. Bogor.
- Martawijaya A, Kartasujana I. 1977. Ciri Umum, Sifat dan Kegunaan Jenis-Jenis Kayu Indonesia. Publikasi Khusus No. 41. LPHH, Bogor.
- Nandika D. 1984. Pengendalian Rayap Sebagai Suatu Sistem. Forum Diskusi Pengendalian Rayap. Jakarta.
- Nandika D, Yudi R, Farah D. 2003. Rayap: Biologi dan Pengendaliannya. Muhammadiyah University Press. Surakarta.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2006. Uji Ketahanan Kayu dan Produk Kayu Terhadap Organisme Perusak Kayu. Badan Standarisasi Nasional. SNI 01. 7207-2006. Jakarta
- Sornnuwat Y. 1996. Studies of Damage of Construction Caused by Subterranean Termites and Control in Thailand.

EFEK RESIDU EKSTRAK BUAH BINTARO (*Cerbera manghas*) TERHADAP KUTU BERAS *Sitophilus oryzae* (COLEOPTERA: CURCULIONIDAE)

Ikhsan Guswenrivo, Didi Tarmadi, Sulaeman Yusuf

UPT Balai Litbang Biomaterial LIPI Cibinong
Jl. Raya Bogor KM. 46 Cibinong – Bogor 16911

ABSTRAK

Penelitian dan pengembangan pestisida berbasis bahan alam sudah sangat berkembang dekade belakangan ini. Salah satunya adalah dengan memanfaatkan bahan aktif dari tanaman yang terbukti ampuh dalam mengendalikan serangga hama. *Cerbera manghas* merupakan salah satu tanaman yang dikenal sangat beracun baik itu daun, akar, getah dan buah. Beberapa penelitian menyebutkan bahwa ekstrak dari buah dari *C. manghas* menyebabkan kematian yang cukup signifikan terhadap rayap tanah *Coptotermes gestroi* dan larva *Aedes aegypti*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efek dari residu ekstrak buah *C. manghas* yang diaplikasikan pada wadah simpan beras terhadap kematian dari kutu beras *Sitophilus oryzae* L (Coleoptera: Curculionidae). Buah *C. manghas* yang telah dikeringkan dan dihancurkan diekstrak dengan metode maserasi menggunakan pelarut methanol untuk menarik bahan aktif anti serangga. Ekstrak kasar dari buah *C. manghas* kemudian dikeringkan dan dipisahkan menjadi dua fraksi terlarut didalam pelarut n-Hexana dan ethyl acetate. Pengujian terhadap pengaruh residu bahan ekstrak dilakukan dalam 3 variasi konsentrasi yaitu 3%; 5%; dan 7,5% dengan lama waktu pemaparan selama 30 menit; 1 jam; dan 3 jam. Hasil akhir menunjukkan bahwa, fraksi bahan aktif anti serangga yang terlarut di dalam pelarut n-hexana memberikan mortalitas *S. oryzae* yang paling tinggi, untuk semua dosis pengujian. Tiga jenis waktu pemaparan juga menunjukkan hasil bahwa semakin lama waktu pemaparan *S. oryzae* terhadap ekstrak buah *C. manghas* tidak memberikan perbedaan yang signifikan satu dengan yang lainnya.

Kata kunci: *Sitophilus oryzae*, *Cerbera manghas*, ekstraksi, bio-assay.

I. PENDAHULUAN

Serangga hama gudang merupakan salah satu hama yang sangat penting karena dapat menurunkan berat, kualitas, nilai jual dan viabilitas benih (Madrid, 1990). Tujuh puluh lima persen serangga hama gudang ini berasal dari kelompok Coleoterans (Vinuela *et al.*, 1993) dan serangga hama yang menimbulkan kerusakan yang sangat besar adalah genera *Sitophilus* (Marsans, 1987; Khan and Selman, 1988; Pinto *et al.*, 1997). *Sitophilus oryzae* L (Coleoptera: Curculionidae) dapat dijumpai dimana-mana dan hama yang sangat berbahaya terhadap produk biji-bijian dan kacang-kacangan (Park *et al.*, 2003). Berdasarkan orientasi serangan dan pola makan, *S. oryzae* diklasifikasikan menjadi *internal feeder* yaitu serangga hama gudang yang mampu menyerang biji-bijian yang masih utuh dan belum diproses. Dengan demikian, pengendalian hama pada komoditas hasil panen sangat diperlukan untuk menekan inefisiensi dan memperkecil angka susut bobot (*losses*).

Hingga saat ini sebagian besar pestisida yang beredar di pasaran mengandung bahan aktif berbahaya seperti klorpyrifos, imidacloprid, phoxim, fanvalerate, dan diazinon. Penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya tersebut secara luas diaplikasikan pada lahan pertanian maupun pemukiman yang akan membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (NRC, 1993; Wright *et al.*, 1994; FQPA, 1996). Selain itu, bahan-bahan tersebut juga mengancam kualitas air di berbagai area (Johnson, 2004). Ancaman terhadap bahaya pestisida kimia terhadap lingkungan dan meningkatnya resistensi *S. oryzae* terhadap beberapa jenis pestisida kimia semakin meningkat dalam 5 tahun terakhir (Kljajic, 2006). Berdasarkan dampak negatif yang ditimbulkan oleh penggunaan pestisida kimia, banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mencari dan mengembangkan pestisida berbasis bahan alam dan jamur entomopatogen yang ramah terhadap lingkungan dan tidak membahayakan manusia (Regnault-Roger and Hamraoui, 1993; Park *et al.*, 2003; Kim, 2003; Batta, 2004; Athanassiou *et al.*, 2005).

Cerbera merupakan pohon beracun dari famili Apocynacea. Sebaran tanaman *Cerbera* dimulai dari wilayah Asia Tenggara, Oceania, dan wilayah di sekitar Samudra India. Terdapat dua jenis tanaman *Cerbera* yaitu *Cerbera manghas* dan *Cerbera odollum* yang dapat dibedakan pada warna dari buahnya (Cheenpracha *et al.*, 2004). Bijinya sangat beracun, mengandung cerberin sebagai komponen aktif utama cardenolide.

Pohon ini termasuk ke dalam 50% pohon beracun yang menyebabkan 10% kasus keracunan di Kerala India (Gillard *et al.*, 2004). Di samping Cerberin, terdapat dua cardenolide yang diidentifikasi dari akar *C. manghas* sebagai agen antiproliferatif dan antiestrogenik ketika dievaluasi terhadap sel kanker usus besar manusia (Chang *et al.*, 2000). Dalam biji juga terkandung tanhinigenin dan neriifolin masuk dalam kelas steroid sebagai *cardiac glycoside* yang bersifat antikanker (Wang *et al.*, 2010; Zhao *et al.*, 2011). Ekstrak biji *C. manghas* sangat efektif terhadap rayap tanah *Coptotermes gestroi* dan memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai insektisida alami (Tarmadi *et al.*, 2010).

Penelitian ini bertujuan untuk melihat efikasi dari residu ekstrak buah *C. manghas* yang diaplikasikan pada wadah penyimpanan beras terhadap kutu beras *S. oryzae*. Hasil dari penelitian ini diharapkan akan dapat menjadi salah satu alternatif bahan pestisida alami yang ramah lingkungan.

II. METODE PENELITIAN

Prosedur Ekstraksi

Daging buah (*seed kernel*) *C. manghas* dikeringkan dan dihaluskan menjadi serbuk dengan ukuran 40 mesh. Serbuk daging buah ini diekstrak menggunakan pelarut methanol dengan metode maserasi selama 24 jam. Proses ekstraksi dilakukan sampai warna pelarut menjadi bening. Ekstrak yang diperoleh dipisahkan dari residu dengan disaring menggunakan kertas saring Whatman no.42. Pemekatan ekstrak daging buah dilakukan menggunakan rotavapor pada suhu 40°C yang kemudian dikeringkan menggunakan waterbath.

Prosedur Fraksinasi

Sebanyak 175 gram ekstrak kering daging buah *C. manghas* dilarutkan dengan 300 ml aquadest. Larutan ekstrak dimasukkan ke dalam corong pisah 1000 ml dan diekstrak dengan pelarut n-hexana sebanyak 300 ml (1:1), dikocok hingga kedua pelarut tercampur dan berinteraksi kemudian didiamkan hingga terjadi pemisahan yang jelas antara kedua pelarut. Fraksi yang terlarut didalam n-hexana dipisahkan dan fraksi tidak terlarut diekstrak kembali menggunakan pelarut n-hexana sampai warna larutan menjadi bening. Fraksi tidak terlarut yang sudah bening, kemudian diekstrak kembali dengan menggunakan pelarut ethyl acetate hingga bening dan diperoleh fraksi ethyl acetate. Larutan ekstrak hasil fraksinasi kemudian dievaporasi menggunakan rotavapor pada suhu 40°C yang kemudian dikeringkan menggunakan waterbath untuk memperoleh ekstrak kering. Rendemen tiap ekstrak dihitung dengan rumus:

$$\text{Rendemen (\%)} = \frac{\text{BKA}}{\text{BKS}} \times 100 \%$$

dimana:

BKA = Berat kering ekstrak padat yang diperoleh (gram)

BKS = Berat kering serbuk yang diekstraksi (gram)

Uji bioassay terhadap *S. oryzae*

Pengujian bio-assay dilakukan dengan cara mengaplikasikan ekstrak kasar (menggunakan pelarut methanol) dan ekstrak hasil fraksinasi dengan 3 variasi konsentrasi; 3 %, 5% dan 7,5% terhadap wadah uji yakni petri dish (Ø 90 mm). Masing-masing konsentrasi dioleskan pada permukaan bagian dalam dari petri dish kemudian dikeringanginkan selama 24 jam. Setelah kering, 25 ekor kutu beras *S. Oryzae* hasil peranakan laboratorium Pengendali Serangga Hama dan Biodegradasi (PSHB) UPT Biomaterial dimasukkan ke dalam petri dish dan dibiarkan terpapar dengan ekstrak. Tiga variasi waktu pemaparan diujikan yaitu 30 menit, 1 dan 3 jam. Setelah waktu pemaparan selesai, *S. oryzae* dipindahkan ke petri dish baru yang masih bersih dan dimasukkan beras sebanyak 3 gram. Pengamatan terhadap kematian kutu beras dilakukan setiap hari selama 7 hari pengamatan. Parameter yang diamati yaitu persentase mortalitas dan persentase kehilangan berat.

$$\text{Persentase mortalitas} = \frac{(R1 - R2)}{R1} \times 100\%$$

dimana:

R1= Jumlah total kutu beras sebelum pengujian

R2= Jumlah total kutu beras sesudah pengujian

$$\text{Persentase kehilangan berat beras} = ((\text{ODS1}-\text{ODS2})/\text{ODS1}) \times 100\%$$

dimana:

ODS 1 = Berat kering sebelum pengujian

ODS 2 = Berat kering sesudah pengujian

Analisis Phytokimia

Uji kadar Alkaloid. Ekstrak kasar buah bintaro hasil ekstrak dari methanol dilarutkan menggunakan kloroform dan disaring. H_2SO_4 2N ditambahkan ke dalam filtrate dan lapisan asam yang terbentuk dipisahkan untuk pengujian lebih lanjut. Pengujian kandungan alkaloid dilakukan dengan menggunakan pereaksi Dragendorf, Mayer dan Wagner di dalam larutan asam. Pengamatan dilakukan terhadap terbentuknya lapisan endapan yang berbeda warna, dimana Dragendorf menunjukkan warna endapan orange, Mayer membentuk endapan berwarna kuning lemon dan Wagner membentuk lapisan endapan berwarna coklat.

Uji kadar Steroid, Tryterpenoid dan Saponin. Konsentrat ekstrak kasar buah bintaro di dalam pelarut methanol disaring dan diuapkan yang diikuti dengan penambahan diethyl ether dan penambahan pereaksi Liebermann-Buachard. Perubahan warna dari larutan ekstrak diamati. Residu dari ekstrak ini ditambahkan aquades panas dan diaduk hingga lapisan busa hilang, kemudian didiamkan selama 30 menit. Apabila lapisan busa masih terbentuk, dilakukan penambahan HCl yang dilanjutkan dengan ekstraksi menggunakan diethyl ether dan penambahan pereaksi Liebermann-Buachard. Kemudian perubahan warna yang terbentuk diamati. Kadar steroid ditandai dengan warna hijau atau biru, tryterpenoid berwarna merah, ungu dan coklat.

Uji kadar phenol. Ekstrak konsentrat dari buah bintaro ditempatkan dalam cawan kemudian ditetaskan dengan larutan FeCl_3 1% sambil diamati perubahan warna yang terjadi. Terdapatnya kandungan phenol didalam ekstrak ditandai dengan warna hijau atau biru.

Uji kadar. Ekstrak sebanyak 20 mg simplisia ditambahkan 10 ml air panas, dididihkan selama 10 menit, saring dengan kertas saring, diperoleh filtrat yang akan digunakan sebagai larutan percobaan. 5 ml larutan percobaan ditambahkan serbuk atau lempeng magnesium secukupnya dan ditambah 1 ml asam klorida pekat dan 5 ml amil alkohol, dikocok kuat dan dibiarkan memisah, terbentuk warna merah pada lapisan amil alkohol menunjukkan adanya senyawa flavonoid.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Ekstraksi terhadap 2000 gram buah bintaro (*C. manghas*) menghasilkan 208 gram ekstrak kering. Dari hasil ini dapat diketahui bahwa di dalam buah *C. manghas* terkandung 10,04% bahan ekstraktif. Ekstrak kering *C. manghas* kemudian dipartisi sebanyak 175 gram dan menghasilkan rendemen 25,99% fraksi n-Hexana; 7,46% fraksi ethyl acetate dan 66,55% fraksi tidak terlarut (Tabel 1). Hasil ekstrak yang diperoleh sangat dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan alam dan bahan yang diekstrak. Metode ekstrak padat-cair yang digunakan merupakan metode yang tepat untuk memperoleh hasil bahan ekstrak yang lebih sempurna.

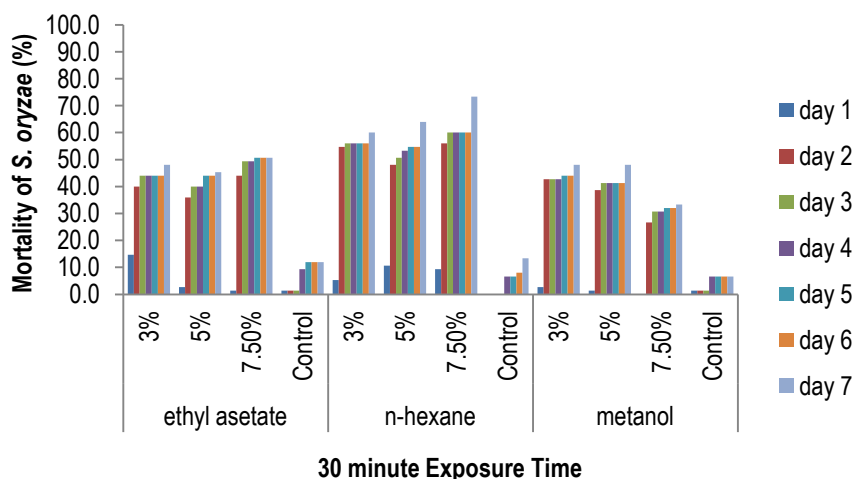
Tabel 1. Kandungan ekstraktif biji *C. manghas* setelah fraksinasi dari 175 gram crude extract

Jenis Fraksi	Kandungan zat ekstraktif	
	Berat (g)	Yield (%)
Fraksi terlarut n-heksana	45,48	25,99
Fraksi terlarut etil asetat	13,05	7,46
Fraksi tidak terlarut	116,47	66,55
Crude extract	175	

Hasil pengujian bio-assay terhadap *S. oryzae*

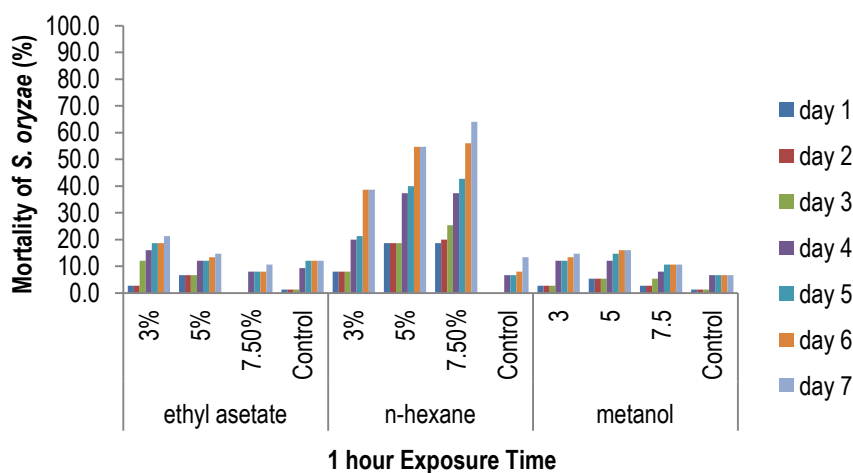
Pengujian bio-assay ekstrak buah bintaro dilakukan terhadap kutu beras *S. oryzae* selama 7 hari masa pengamatan. Tingkat mortalitas dari kutu beras *S. oryzae* dapat dilihat pada Gambar 1-3. Gambar 1 menunjukkan hasil pengamatan kematian dari *S. oryzae* setelah terpapar dengan ekstrak buah bintaro selama 30 menit dengan konsentrasi 3%; 5%; dan 7,5%. Pada Gambar 1 dapat dilihat mortalitas paling besar

ditunjukkan oleh fraksi n-hexana dengan konsentrasi 7,5% yang mencapai 73,3%. Secara keseluruhan, apabila dibandingkan antara fraksi ekstraksi n-hexana; ethyl acetate; dan methanol sama sama memberikan hasil yang bagus. Dimana mortalitas *S. oryzae* mencapai 50% bahkan lebih setelah 7 hari pengamatan. Hal ini akan sangat berbeda apabila dibandingkan dengan control positif yang dilakukan. Pelarut ethyl acetate; n-hexana; dan methanol menunjukkan mortalitas masing-masing 12,0%; 13,3%; dan 6,7%.



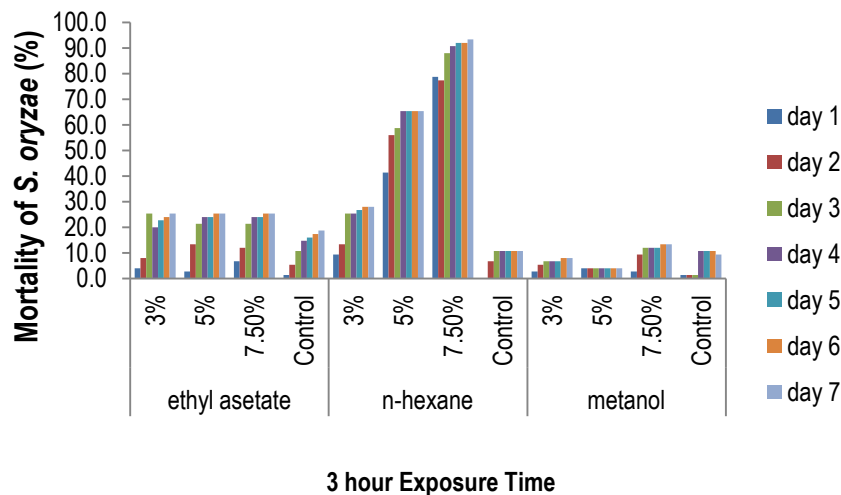
Gambar 1. Mortalitas *S. oryzae* selama 7 hari setelah terpapar ekstrak buah bintaro selama 30 menit

Gambar 2 menunjukkan mortalitas *S. oryzae* yang terpapar selama 1 jam. Tingkat mortalitas yang paling tinggi ditunjukkan oleh ekstrak yang terlarut di dalam fraksi n-hexana baik untuk dosis 3%; 5% maupun 7% yang mencapai 38,7%; 54,7%; dan 64,0% pada hari ke-7 pengamatan. Sedangkan untuk fraksi ekstrak yang terlarut di dalam pelarut ethyl acetate menyebabkan mortalitas *S. oryzae* di bawah 20% untuk semua dosis pengujian. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh ekstrak kasar di dalam pelarut methanol.



Gambar 2. Mortalitas *S. oryzae* selama 7 hari setelah terpapar ekstrak buah bintaro selama 1 jam.

Hal yang sama juga ditunjukkan oleh aplikasi ekstrak *C. manghas* yang dipaparkan ke *S. oryzae* selama 3 jam (Gambar 3). Tingkat mortalitas *S. oryzae* paling tinggi ditunjukkan oleh ekstrak yang terlarut dalam n-Hexane untuk semua dosis pengujian, yaitu 28,0%; 65,3%; dan 93,3% untuk dosis 3%; 5%; dan 7,5%. Fraksi ekstrak yang terlarut di dalam pelarut ethyl acetate memberikan mortalitas *S. oryzae* sebesar 25,3% untuk kesemua dosis pengujian. Hal ini tidak berbeda jauh dengan kontrol positif yang diujikan yaitu 18,7%. Sedangkan untuk ekstrak kasar hasil ekstraksi awal menggunakan methanol memberikan mortalitas yang relatif rendah yaitu 8,0%; 4,0%; dan 13,3% untuk semua dosis pengujian. Mortalitas *S. oryzae* pada dosis 3% dan 5% ini lebih rendah jika dibandingkan dengan kontrol positif yang mencapai 9,3%.



Gambar 3. Mortalitas *S. oryzae* selama 7 hari setelah terpapar ekstrak buah bintaro selama 3 jam.

Pengujian efikasi tiga jenis bahan ekstrak buah *C. manghas* terhadap kutu beras *S. oryzae* yang terlarut sebagai fraksi n-hexana; ethyl acetate dan ekstrak kasar di dalam methanol menunjukkan bahwa ekstrak yang terlarut sebagai fraksi n-hexane mengakibatkan mortalitas yang paling tinggi jika dibandingkan dengan fraksi lainnya. Mortalitas *S. oryzae* tidak terlepas dari kandungan senyawa yang bersifat toksik yang terkandung dalam ekstrak biji *C. manghas*. Kandungan daging biji *C. manghas* hasil analisis fitokimia disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Phytochemical analysis of *Carbera manghas* seed kernel extract

No	Kind of extract	Group name
1.	Crude extract	Saponin, alkaloid, flavonoid, triterfenoid glikosida, steroid
2.	n-hexane fraction	Saponin, alkaloid, flavonoid, triterfenoid glikosida
3.	ethyl acetate fraction	Alkaloid, flavonoid, triterfenoid, steroid, glikosida

Banyak penelitian yang telah dilakukan untuk melihat aktivitas insektisida yang bersumber dari baham alam. Kim *et al.* (2003) melaporkan bahwa sebagian dari 30 jenis ekstrak tanaman obat dan 5 jenis minyak atsiri memiliki aktivitas insektisida setelah diujikan terhadap *S. oryzae* dewasa dengan metode kontak. Pada penelitian lainnya, Derbalah (2012) menyebutkan bahwa ekstrak dari tanaman *Bauhinia purpurea*, *Caesalpinia gilliesii*, *Cassia fistula*, *Cassiasenna*, *Chrysanthemum frutescena*, *Euonymus japonicas* and *Thespsiapopulnea acutiloba* mempunyai kemampuan yang cukup baik untuk dikembangkan sebagai bahan anti kutu bersa *S. Oryzae*. Kelompok tanaman dari famili Annonaceae, Asteraceae, Canellaceae, Lamiaceae, Meliaceae dan Rutaceae merupakan kelompok tanaman yang diyakini bisa dikembangkan sebagai agen bio-kontrol (Jacobson, 1989). Di samping itu, banyak penelitian yang melaporkan bahwa ekstrak tanaman dan minyak atsiri memiliki sifat racun perut, repellent dan insecticidal terhadap berbagai jenis serangga hama gudang (Hill and Schoonhoven, 1981 dan Desmarchelier, 1994). Pengujian bahan ekstrak dari tanaman *Acorus calamus* terhadap 5 jenis serangga hama gudang; *C chinensis*, *S. granaries* (L), *S. oryzae*, *Tribolium confusum*, dan *Rhyzopherta dominica*, menunjukkan sifat yang beracun baik pada semua dosis pengujian dan waktu pemaparannya (El-Nahal *et al.*, 1989). El-Nahal *et al.* (1989) juga melaporkan bahwa waktu pemaparan terhadap serangga hama gudang merupakan faktor yang sangat berpengaruh terhadap tingkat kematian serangga hama gudang jika dibandingkan dengan dosis pengujian. Hal yang sama juga ditunjukkan oleh ekstrak buah *C. manghas*, waktu pemaparan selama 3 jam memberikan tingkat kematian yang signifikan jika dibandingkan dengan 30 menit dan 1 jam.

Di samping itu, beberapa turunan kedua dan/atau berikutnya dari ekstrak tanaman diketahui memiliki efek yang lebih baik jika dibandingkan dengan ekstrak kasar (pertama) dari tanaman (Arnason *et al.*, 1989; Ahn *et al.*, 1997). Turunan dan hasil pemurnian dari ekstrak daun *Ginkgo biloba* L (Ginkgoaceae) menunjukkan hasil bahwa memiliki potensi aktifitas anti serangga yang bagus setelah diujikan terhadap *Bilaparcata lugens* (Ahn *et al.*, 1997). Pengujian terhadap ekstrak buah *C. manghas* hasil partisi yang terlarut

fraksi n-hexana dan fraksi ethyl acetate memberikan mortalitas *S. oryzae* yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan ekstrak kasar yang terlarut di dalam pelarut methanol.

Pengujian fitokimia dari masing-masing ekstrak menunjukkan bahwa didalam fraksi n-hexane terkandung senyawa dari group saponin, alkaloid, flavanoid, triterfenoid dan glikosida. Harbore (1987) melaporkan bahwa saponin memiliki efek yang beracun terhadap serangga. Triterpen dari *Junellia aspera* (Gillies ex Hook) (Verbenaceae) dan turunan kimianya sudah dievaluasi dan memberikan efek antifeedant dan beracun terhadap *S. oryzae* dewasa. Senyawa-senyawa asam maslinic, daucosterol, dan 3b-hidroksi-12abromine-(28-13)-oksida-oleanana menunjukkan efek toksik tertinggi, sedangkan asam oleanolic dan asam oleanonic menunjukkan toksisitas kurang (Pungitorea *et al.*, 2005).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa buah bintaro *C. Manghas* memberikan efek kematian terhadap kutu beras *S. Oryzae*. Fraksi n-hexane memiliki aktivitas yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan fraksi ethyl acetate dan ekstrak kasar *C. Manghas* yang terlarut di dalam pelarut methanol untuk kesemua jenis dosis pengujian. Semakin lama waktu pemaparan bahan ekstraktif buah bintaro *C. Manghas* terhadap kutu beras *S. Oryzae* akan menaikkan aktivitas bahan ekstrak yang ditunjukan oleh mortalitas kutu beras yang mencapai 93,3% pada hari terakhir pengamatan. Hasil pengujian fitokimia terhadap fraksi n-hexane memberikan hasil positif terhadap kandungan saponin, alkaloid, flavanoid, triterfenoid dan glikosida.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahn, Y. J., M. Kwon, H. M. Park, C. G. Han. 1997. Potent insecticidal activity of *Ginkgo biloba*-derived trilactone terpenes against *Nilaparvatalugens*. In: Hedin, P. A., R. M. Holingworth, E. P. Masler, J. Miyamoto, D. Thompson, (eds) Phytochemical pest control agents. American Chemical Society (658): 90-105.
- Arnason, J. T., B. J. R. Philogene, P. Morand, K. Imrie, S. Iyengar, F. Duval, C. Soucy-Breau, J. C. Scaiano, N. H. Werstiuk, B. Hasspiller, A. E. R. Downe. 1989. Naturally occurring and synthetic thiopenes as photoactivated insecticides. In: Arnason, J. T., B. J. R. Philogene, P. Morand., (Eds), Insecticides of plant origin. American chemical society (387): 164-172.
- Athanassiou, C. G., B. J. Vayias, C. B. Dimizas, N. G. Kavallieratos, A. S. Papagregoriou, C. Th. Buchelos. 2005. Insecticidal efficacy of diatomaceous earth against *Sitophilusoryzae* (L) (Coleoptera: Curculionidae) and *Triboliumconfusum* du Val (Coleoptera: Tenebrionidae) on stored sheat: influence of dose rate, temperature and exposure interval. Journal of Stored Products Research 41: 47 – 55.
- Batta, Y. A. 2004. Control of rice weevil (*Sitophilus oryzae* L., Coleoptera: Curculionidae) with various formulations of *Metarhizium anisopliae*. Crop Protection 23: 103 – 108.
- Chang LC, Joell JG, Krishna PL, Lumonadio L, Norman RF, John MP, A.Douglas K. 2000. Activity-Guided Isolation of Constituents of *Cerbera manghas* with Antiproliferative and Antiestrogenic Activities. Bioorganic & Medicinal Chemistry Letters. 10 2431-2434.
- Cheenpracha, S.; Karalai, C.; Rat-a-pa, Y.; Ponglimanont, C.; Chantrapomma, K. 2004. New Cytotoxic Cardenolide Glycoside from the Seeds of *Cerbera manghas*. Chem. Pharm. Bull., 52, 1023-1025.
- Derbalah, A. S., A. M. Hamza, A. A. Gazzy, 2012. Efficacy and safety of some plant extracts as alternatives for *Sitophilusoryzae* control in rice grains. Journal of Entomology 9(2):57-67.
- Desmarchelier, J. M., 1994. Grain protectants: trends and developments. In: Highley. E., E. J. Wright, H. J. Banks, B. R. Champ, (eds). Stored Product Protection (2): 722-728.
- El-Nahal, A. K. M., G. H. Schmidt, E. M. Risha, 1989. Vapour of *Acarus calamus* oil – a space treatment for stored product insects. Journal of Stored Product Research (25): 211-216.
- FQPA (Food Quality Protection Act). 1996. *IPM Practitioner* 18(10):10-13.
- Gillard Y, Ananthasankaran, K Fabien B. 2004. *Cerbera odollam*: a 'suicide tree' and cause of death in the state of Kerala, India. J. Ethnopharmacology .95 123–126.

- Harborne. 1987. *Phytochemical Methods: A Guide to Modern Techniques of Plants Analysis*. Chapman & Hall: New York
- Hill, J. M., A. V. Schoonhoven, 1981. The use of vegetable oils in controlling insect infestations in stored grains and pulses. *Recent advances in Food and Science and Technology* (1): 473-481.
- Jacobson, M. 1989. Botanical pesticides: past, present, and future. In: Arnason, J. T., B. J. R. Philogene, P. Morand, (eds). *Insecticidal of Plant origin*. American Chemical Society (387): 1-10.
- Johnson, W. 2004. *Diazinon and Pesticide Related Toxicity in Bay Area Urban Creeks: Water Quality Attainment Strategy and Total Maximum Daily Load (TMDL)*. Final Project Report, California Regional Water Quality Board, San Francisco Bay Region, March 2004, 1515 Clay St., Oakland, CA. 120 pp.
- Khan, A.R., Selman, B.J., 1988. On the mortality of *Tribolium castaneum* adults treated sublethally as larvae with pirimiphos methyl, *Nosema whitei* and pirimiphos methyl-N. *whitei* doses. *Entomophaga* 33, 377±380.
- Kim, S. I., J. Y. Roh, D. H. Kim, H. S. Lee, dan Y. J. Ahn. 2003. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilus oryzae* and *Callosobruchus chinensis*. *Journal of Stored Products Research* 39: 293-303.
- Kim, Soon-Il., J. Y. Roh, D. H. Kim, H. S. Lee, Y. J. Ahn. 2003. Insecticidal activities of aromatic plant extracts and essential oils against *Sitophilusoryzae* and *Callosobruchuschinensis*. *Journal of Stored Products Research* 39: 293 – 303.
- Kljajic, P. and I. Peric. 2006. Susceptibility to contact insecticides of granary weevil *Sitophilus granarius* (L.) (Coleoptera:Curculionidae) originating from different locations in the former Yugoslavia. *Journal of Stored Products Research* 42: 149-161.
- Madrid, Espan a 1, p. 31.
- Madrid, F.J., N.D.G. White and S.R. Loschiavo. 1990. Insects in stored cereals, and their association with farming practices in southern Manitoba. *Canadian Entomol.* 122: 515-523.
- Marsans, G., 1987. *Manejo y Conservaci n de Granos*. Ed. Hemisferio Sur, Buenos Aires, p. 266.
- NRC (National Research Council). 1993. *Pesticides in the Diets of Infants and Children*. National Academy Press, Washington, DC. 386h.
- Park, I.K., S.G. Lee., D.H. Choi, J.D. Park and Y.J. Ahn. 2003. Insecticidal activities of constituents identified in the essential oil from leaves of *Chamaecyparis obtusa* against *Callosobruchus chinensis* (L.) and *Sitophilusoryzae*(L.). *Journal of Stored Products Research* 39: 375-384.
- Pinto Jr, A.R., Furiatti, R.S., Pereira, P.V.S., Lazzari, F.A., 1997. Avaliac o de Insecticidas no Controle de Pungitorea, CR., M. Garcia, JC. Gianelloa, M E. Sosab, CE. Tonn. 2005. Insecticidal and antifeedant effects of *Junellia aspera*(Verbenaceae) triterpenes and derivatives on *Sitophilus oryzae*(Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 41 433–443.
- Regnault-Roger, C and A. Hamraoui. 1993. Efficiency of plants from the south of France used as traditional protectants of *Phaseolus vulgaris* L. against its bruchid *Acanthoscelides obtectus* (Say). *Journal of Stored Products Research* 29: 259 – 264.
- Sitophilus oryzae* (L.) (Coleoptera: Curculionidae), e *Rhyzopertha dominica* (Fab.) (Coleoptera: Bostrichidae) em Arroz Armazenado. *Anais da Sociedade Entomologica do Brasil* 26, 285±290.
- Tarmadi D, M. ismayati, KH. Setiawan, S. Yusuf. 2010. Antitermite activity of *Cerbera manghas* L seeds extracts. *Proceeding of The 7th Pacific Rim Termite Research Group*. Singapura, 1-2 Maret 2010.
- Vin uela, E., Adan, A., Del Estal, P., Marco, V., Budia, F., 1993. *Plagas de los Productos Almacenados*. H.D.,
- Wang GF, Yue WG, Bo F, Liang L, Cai GH, Bing HJ. 2010. Tanghinigenin from seeds of *Cerbera manghas* L. induces apoptosis in human promyelocytic leukemia HL-60 cells. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 30 31–36.
- Wright, C.G., R.B. Leidy and H.E. Dupree, Jr. 1994. Chlorpyrifos in the air and soil of houses eight years after its application for termite control. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 52(1):131-134.
- Zhao Q, Yuewei G, Bo F, Liang L, Caiguo H, Binghua J. 2011. Neriifolin from seeds of *Cerbera manghas* L. induces cell cycle arrest and apoptosis in human hepatocellular carcinoma HepG2 cells. *Fitoterapia* .82 735–741.

PENGAWETAN KAYU MANGGA (*Mangifera indica*) SECARA TEKANAN DENGAN PERMETHRIN UNTUK MENCEGAH SERANGAN RAYAP KAYU KERING

Danar Satwiko, Tomy Listyanto, dan Ganis Lukmandaru

Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
email: ganisarema@lycos.com

ABSTRAK

Kayu mangga merupakan kayu buah-buahan dan mempunyai potensi cukup besar namun belum dimanfaatkan secara optimal sebagai salah satu alternatif untuk mengatasi kekurangan pasokan atau ketersediaan kayu bundar. Kayu mangga memiliki kelas awet V sehingga riskan atau mudah terserang jamur dan rayap. Untuk meningkatkan kualitasnya, maka kayu mangga perlu diawetkan dengan bahan pengawet yang memiliki daya racun tinggi terhadap serangga perusak kayu. Permethrin merupakan insektisida yang mempunyai daya bunuh tinggi, toksisitas yang sangat rendah terhadap mamalia, tidak berbau, tidak mudah menguap, dosis penggunaan rendah dan mudah diperoleh di pasaran. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor yaitu konsentrasi bahan pengawet yaitu $0,625 \times 10^{-2} \%$; $1,25 \times 10^{-2} \%$ dan $2,5 \times 10^{-2} \%$ dengan tekanan sebesar 5 atm, 7,5 atm, dan 10 atm. Rayap yang digunakan contoh pada penelitian ini adalah rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light.). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada interaksi dari faktor konsentrasi dan besar tekanan yang berpengaruh nyata terhadap pengurangan berat contoh uji dan derajat kerusakan. Faktor konsentrasi berbeda nyata terhadap absorpsi, retensi dan mortalitas. Sedangkan untuk faktor tekanan berbeda nyata terhadap absorpsi. Kisaran rata-rata nilai absorpsi bahan pengawet permethrin yaitu 115,414–144,312 kg/m³, rerata nilai retensi 1,350–1,728 kg/m³, rerata mortalitas rayap sebesar 70,7–100 % selama 1 minggu dan 98,7–100 % selama 2 minggu, rerata pengurangan berat sampel sebesar 0–364,67 mg, serta derajat kerusakan sebesar 0–29,283 %.

Kata kunci: *Mangifera indica.*, pengawetan kayu, permethrin, tekanan, *Cryptotermes cynocephalus* Light.

I. PENDAHULUAN

Untuk menanggulangi masalah kekurangan pasokan kayu bulat maka diintensifkan pemanfaatan kayu kurang dikenal dan penggunaan bahan berkayu lainnya yang mempunyai potensi cukup besar namun belum dimanfaatkan secara optimal. Kayu dari pohon penghasil buah-buahan dapat dijadikan salah satu alternatif untuk mengatasi kekurangan pasokan atau ketersediaan kayu bundar yang memiliki kelas awet dan kelas kuat tinggi. Salah satu kayu dari pohon penghasil buah-buahan adalah kayu mangga. Potensi pohon mangga di Indonesia cukup besar, pada tahun 2005 luasan tanaman mangga mencapai 273.440 ha (Haris, 2009). Selain itu di Kabupaten Probolinggo mangga menjadi salah satu komoditas unggulan, tercatat tanaman tua (tidak produktif) 9.741 pohon dan tanaman produktif 664.817 pohon (Anonim, 2007a).

Kayu mangga memiliki berat jenis 0,45–0,58 dan digolongkan dalam kayu ringan sampai agak ringan, kekuatannya agak rendah dan termasuk dalam kelas kuat III, kayu mangga riskan atau mudah terserang jamur dan rayap sehingga keawetannya masuk dalam kelas V (Martawijaya dkk, 1989). Pada kayu dengan kelas awet rendah, maka perlu dilakukan usaha pengawetan untuk memperpanjang umur kayu tersebut.

Pengawetan adalah salah satu usaha untuk memperbaiki keawetan alami atau ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu agar umur pemakaiannya menjadi panjang dan menguntungkan. Permethrin merupakan salah satu termisida yang bersifat racun kontak dan lambung, yang dapat diemulsikan untuk mencegah serangan rayap kayu kering, rayap tanah, kumbang ambrosia dan bubuk kayu kering (Anonim, 2007c). Piretroid digunakan sebagai bahan awet larutan organik ringan dalam industri perkayuan. Kegunaan akhir kayu berawet ini adalah lebih kepada kegunaan dalaman seperti kerangka kayu, lantai, dinding, bahan panel, dan bagian penyambungan (Anonim, 2007d).

Hasil penelitian terdahulu, Sulastiningsih dkk (1999) dan Inayah (2010) menunjukkan bahwa permethrin yang dilarutkan dalam minyak dengan konsentrasi rendah melalui proses pelaburan dan pencelupan sudah cukup efektif untuk mencegah serangan rayap kayu kering. Selain konsentrasi bahan pengawet, besarnya tekanan juga mempengaruhi retensi dan absorpsi bahan pengawet ke dalam kayu. Penelitian ini bertujuan mengetahui pengaruh konsentrasi larutan permethrin yang relatif kecil serta melalui metode tekanan dalam mencegah serangan rayap kayu kering.

II. METODE PENELITIAN

Pembuatan Contoh Uji

Kayu yang digunakan berasal dari 1 pohon mangga yang diperoleh dari pekarangan warga. Pohon mangga ditebang menjadi log dengan panjang 1,5 meter yang diambil pada bagian tengah batang. Setelah itu dilakukan pembelahan menjadi balok dengan panjang 1,5 meter dengan jarak pembelahan 4 cm dari kulit kayu. Kemudian diambil empat balok yang diperoleh dari pembelahan yang posisinya masing-masing dari tepi/dekat kulit. Balok tersebut kemudian dibelah menggunakan gergaji bundar untuk mendapatkan ukuran 5 x 5 x 30 cm. Setelah itu dibuat sampel berukuran 5 x 5 x 5 cm sebanyak 30 buah, dimana 27 sampel dikenakan perlakuan pengawetan dan 3 sampel untuk kontrol. Ukuran contoh uji pengawetan ini mengacu pada *Protocol for Assessment of wood Preservatives* dengan dimensi contoh uji minimum untuk pengawetan yaitu 15 mm (radial) x 25 mm (tangensial) x 50 mm (longitudinal) (Anonim, 2007b). Setelah dilakukan pengampelasan untuk meratakan permukaan, pengecatan dilakukan pada keempat permukaan contoh uji, yaitu pada dua permukaan bidang transversal dan dua permukaan bidang yang berhadapan. Pengecatan dengan cat kayu ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya peresapan ganda.

Sebagai data pendukung, contoh uji kadar air dan berat jenis penelitian sebanyak 9 buah dengan ukuran sesuai pada British Standard 373 yaitu 2 x 2 x 2 cm (Anonim, 1957) juga dipersiapkan. Contoh uji berat jenis dan kadar air diambil dari ujung tiap balok ukuran 5 x 5 x 100 cm.

Penyiapan Bahan Pengawet

Bahan pengawet yang digunakan adalah permethrin merk Dragnet yang dijual di pasaran. Konsentrasi larutan bahan pengawet yang digunakan dalam penelitian ini adalah $0,625 \times 10^{-2} \%$; $1,25 \times 10^{-2} \%$ dan $2,5 \times 10^{-2} \%$. Bahan pengawet yang digunakan memiliki bahan aktif permetrin sebesar 384,96 gram/l (label kemasan) dengan berat larutan seluruhnya adalah sebesar 1000 gram/l. Untuk mendapatkan larutan bahan pengawet berkonsentrasi $0,625 \times 10^{-2} \%$; $1,25 \times 10^{-2} \%$ dan $2,5 \times 10^{-2} \%$ dilakukan dengan cara menentukan berat larutan masing-masing konsentrasi tersebut, kemudian menentukan volumenya berdasarkan berat bahan permetrin yang terdapat dalam kemasan awal. Bahan pengawet permetrin diencerkan dengan menggunakan pelarut aquadest sehingga diperoleh larutan bahan pengawet dengan volume 30.000 ml.

Tahap Pengawetan

Sebelum dilakukan proses pengawetan dengan metode tekanan, sampel uji diharapkan sudah dalam keadaan kering udara hingga beratnya konstan. Dalam tangki diisi dengan larutan bahan pengawet dengan konsentrasi tertentu dan sesuai dengan variasi tekanan yang diberikan melalui pengaturan kompresor, dimana lama proses tekanan masing-masing adalah 30 menit. Setelah dilakukan proses tekanan sesuai dengan perlakuan yang diberikan, sampel uji dikeluarkan dari tangki pengawetan dan dilakukan pengusapan dengan kain bersih yang kering untuk menghilangkan larutan yang ada di permukaan sampel uji. Untuk dihitung absorpsi dan retensinya, tahap berikutnya dilakukan penimbangan pada sampel uji untuk mendapatkan berat setelah pengawetan dan sampel uji dikering udarkan sampai beratnya konstan selanjutnya kemudian ditimbang untuk memperoleh berat kering udara setelah pengawetan. Sebagai kontrol diberi tiga ulangan contoh uji tanpa perlakuan pengawetan.

Setelah contoh uji diawetkan dan dikering udarkan, contoh uji diberi perlakuan pengkondisian terhadap cuaca selama 10 hari mengacu ASTM D 1413-16 (1970). Setelah proses pengawetan ini, contoh uji ditimbang dan diumpankan pada rayap. Salah satu bagian sisi contoh uji yang tidak dicat dipasang tabung kaca berdiameter kurang lebih 2,5 cm dan tinggi 4 cm dengan menggunakan lem untuk menempatkan rayap kayu kering.

Pengumpanan contoh uji

Rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light sebanyak 1500 ekor yang diperoleh dari koloni rayap yang diisolasi dengan kayu ganitri selama sekitar 1–2 minggu dengan kisaran suhu sebesar 27° C. Contoh uji yang telah selesai diawetkan dan telah melalui perlakuan pengkondisian terhadap cuaca dan beratnya konstan diuji dengan cara meletakkan rayap pada bagian sisi yang telah dilem dengan pipa kaca. Rayap yang digunakan dalam stadium nimpha yang sehat dan aktif sebanyak 50 ekor (N). Contoh uji

diletakkan dalam ruangan yang sejuk dan gelap. Mortalitas rayap diamati setiap hari selama empat minggu. Rayap yang mati diambil agar tidak dimakan rayap yang lain. Setelah contoh uji diumpankan pada rayap, selanjutnya dilakukan penghitungan pengurangan berat contoh uji. Derajat kerusakan menunjukkan intensitas serangan rayap terhadap contoh uji, dihitung sebagai persentase penurunan berat contoh uji setelah pengumpanan terhadap penurunan berat kontrol.

Analisis statistik

Pada penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor dan tiga kali ulangan, yaitu faktor konsentrasi bahan pengawet (10, 15 dan 20 %) dan lama perendaman (2 jam panas dengan variasi 1, 3, dan 5 hari dingin). Untuk mengetahui pengaruh faktor yang berbeda nyata, digunakan uji keragaman (ANOVA) dwi-arah. Analisis lanjutan menggunakan Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*) dilakukan untuk melihat seberapa jauh perbedaan nilai rata-rata perlakuan. Untuk pengujian mortalitas rayap, data ditransformasi ke akar kuadrat lalu ditransformasi lagi ke arcsin. Semua pengujian statistik menggunakan program SPSS 16.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Absorpsi dan retensi

Absorpsi bahan pengawet adalah jumlah larutan bahan pengawet yang meresap ke dalam kayu sedangkan retensi bahan pengawet adalah banyaknya bahan pengawet tanpa pelarut yang meresap dan tertinggal di dalam kayu. Nilai hasil perhitungan rata-rata absorpsi dan retensi larutan bahan pengawet permethrin dalam kayu mangga dari masing-masing kombinasi perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2. Hasil anova menunjukkan hanya faktor tekanan yang berbeda nyata ($p = 0,004$) pada absorpsi sedangkan faktor konsentrasi berpengaruh pada nilai retensi ($p = 0,003$). Dari hasil uji lanjut, terlihat bahwa semakin tinggi tekanan menghasilkan absorpsi yang semakin tinggi pula ($115\text{--}144 \text{ kg/m}^3$). Kecenderungan yang sama juga diamati pada nilai konsentrasi larutan dengan retensinya ($1,3\text{--}1,7 \text{ kg/m}^3$). Hunt dan Garrat (1986) mengatakan bahwa besarnya tekanan yang dipakai dan lamanya tekanan yang diberikan merupakan faktor penting dalam pengawetan kayu (impregnasi), apabila satu faktor atau kedua faktor tersebut dinaikkan maka hasil peresapan dan absorpsi juga naik. Di lain pihak, konsentrasi bahan pengawet akan mempengaruhi viskositas larutan pengawet dalam hal ini semakin tinggi konsentrasi dan viskositas, maka makin banyak bahan pengawet yang meresap ke dalam kayu.

Tabel 1. Nilai rata-rata absorpsi larutan bahan pengawet (kg/m^3) pada berbagai konsentrasi dan tekanan

Konsentrasi (%)	Besar Tekanan (atm)			Rata-rata
	5	7,5	10	
$0,625 \times 10^{-2}$	111,007	117,520	139,620	122,716
$1,25 \times 10^{-2}$	114,820	127,753	145,247	129,274
$2,5 \times 10^{-2}$	120,414	129,430	148,070	132,638
Rata-rata	115,414 a	124,901 ab	144,312 b	

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf uji 5 % pada uji lanjut Tukey.

Tabel 2. Nilai rata-rata retensi (kg/m^3) pada berbagai konsentrasi dan tekanan

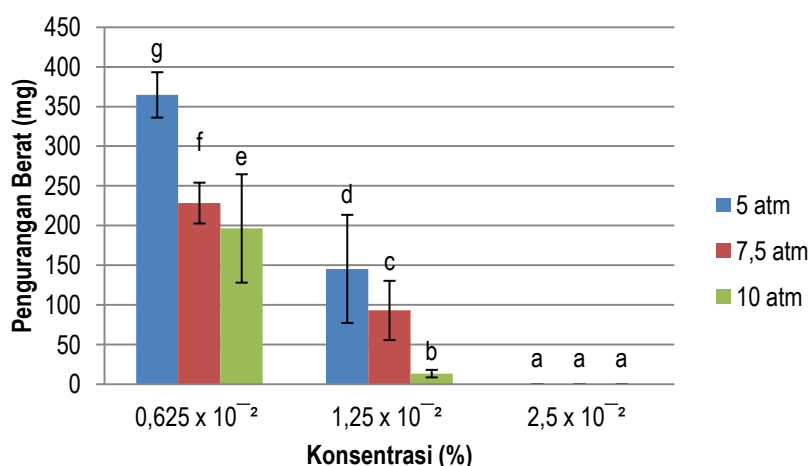
Konsentrasi (%)	Besar Tekanan (atm)			Rata-rata
	5	7,5	10	
$0,625 \times 10^{-2}$	1,219	1,322	1,510	1,350 a
$1,25 \times 10^{-2}$	1,527	1,532	1,589	1,549 b
$2,5 \times 10^{-2}$	1,641	1,734	1,809	1,728 c
Rata-rata	1,462	1,529	1,636	

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf uji 5 % pada uji lanjut Tukey.

Sifat Anti rayap

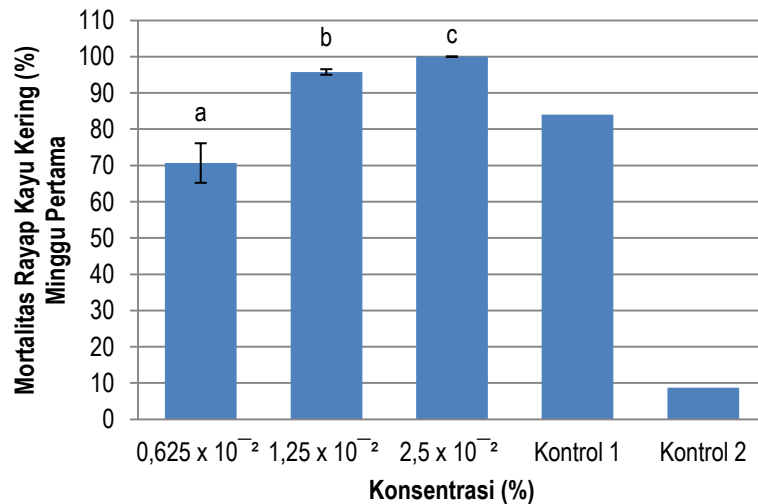
Hasil anova dari pengurangan berat, dan derajat kerusakan semuanya menunjukkan interaksi sangat nyata antara kedua faktor tersebut ($p < 0,01$) sedangkan pada mortalitas rayap di minggu pertama hanya faktor konsentrasi permethrin yang berbeda nyata. Hasil uji lanjut tiga parameter tersebut bisa dilihat pada Gambar 1-3. Konsentrasi tertinggi ($2,5 \times 10^{-2} \%$) memberikan hasil yang berbeda nyata dengan konsentrasi lainnya pada semua parameter pengukuran dimana tidak terdapat pengurangan berat, derajat kerusakan 0 % serta mortalitas 100 % pada minggu pertama yang tidak dipengaruhi oleh besarnya tekanan. Efektifnya konsentrasi tersebut diduga karena retensi yang dihasilkan juga paling tinggi (Tabel 2).

Pengurangan berat dan mortalitas rayap merupakan salah satu indikator yang dapat menunjukkan keefektifan bahan pengawet. Pada penelitian ini, nilai rata-rata pengurangan berat contoh uji (Gambar 1) dari konsentrasi terendah sampai tertinggi adalah 263,11 mg; 83,89 mg dan 0 mg, dan dari tekanan terendah sampai tertinggi adalah 170 mg; 107,11 mg dan 69,89 mg. Pengurangan berat pada kontrol sebesar 1245,33 mg, lebih tinggi karena kontrol tidak mengandung bahan pengawet. Pada nilai mortalitas rayap, rata-rata selama satu minggu pada tiga macam konsentrasi ($0,625 \times 10^{-2} \%$; $1,25 \times 10^{-2} \%$; $2,5 \times 10^{-2} \%$) yaitu, 70,7 %; 95,8 %, dan 100 %; sedangkan hasil rata-rata mortalitas rayap kayu kering selama dua minggu pada tiga macam konsentrasi adalah 98,7 % sampai 100 % (Gambar 4). Dari hasil tersebut diketahui bahwa bahan pengawet permethrin sangat efektif mencegah serangan rayap kayu kering. Pada kontrol tanpa bahan pengawet dan kontrol tanpa makanan didapatkan nilai rata-rata mortalitas rayap kayu kering sebesar 27,33 % dan 100 % selama dua minggu. Hal tersebut menunjukkan bahwa rayap yang mengkonsumsi sampel kayu mangga berbahan pengawet permethrin dan tidak mengkonsumsi sama sekali mortalitas rayap kayu kering menunjukkan nilai yang sama selama dua minggu.

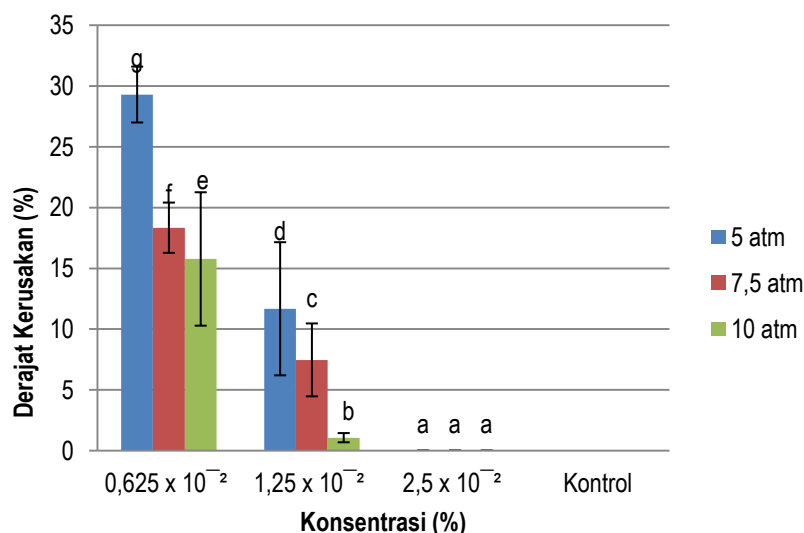


Gambar 1. Pengurangan berat contoh uji kayu mangga terhadap serangan rayap kayu kering dengan variasi permethrin dan tekanan. Pengurangan berat kontrol kayu mangga tanpa bahan pengawet permethrin selama dua minggu sebesar 1245,33 mg. Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey dengan $\alpha = 1\%$.

Pengamatan mortalitas rayap kayu kering selama sebulan (Gambar 4) memperlihatkan bahwa semua perlakuan konsentrasi, mortalitas rayap kayu kering sudah mencapai 100 % pada minggu kedua. Hasil grafik tersebut menunjukkan perlakuan dengan konsentrasi larutan $0,625 \times 10^{-2} \%$ pada berbagai besar tekanan mempunyai kecenderungan kenaikan mortalitas rayap kayu kering yang lebih besar daripada kontrol 1 (tanpa perlakuan) dan lebih kecil daripada kontrol 2 (tanpa makanan) dimana mortalitas terus mengalami kenaikan sampai hari ke 13. Untuk konsentrasi $1,25 \times 10^{-2} \%$ dan $2,5 \times 10^{-2} \%$ memiliki kecenderungan kenaikan mortalitas rayap kayu kering yang lebih besar daripada kontrol 1 dan 2, dimana untuk konsentrasi $1,25 \times 10^{-2} \%$ mortalitas mengalami kenaikan tajam sampai hari ke 8 kemudian linier setelahnya karena sudah dicapai mortalitas sebesar 100 %. Untuk konsentrasi $2,5 \times 10^{-2} \%$ mortalitas mengalami kenaikan tajam sampai hari ke 2 kemudian linier setelahnya.

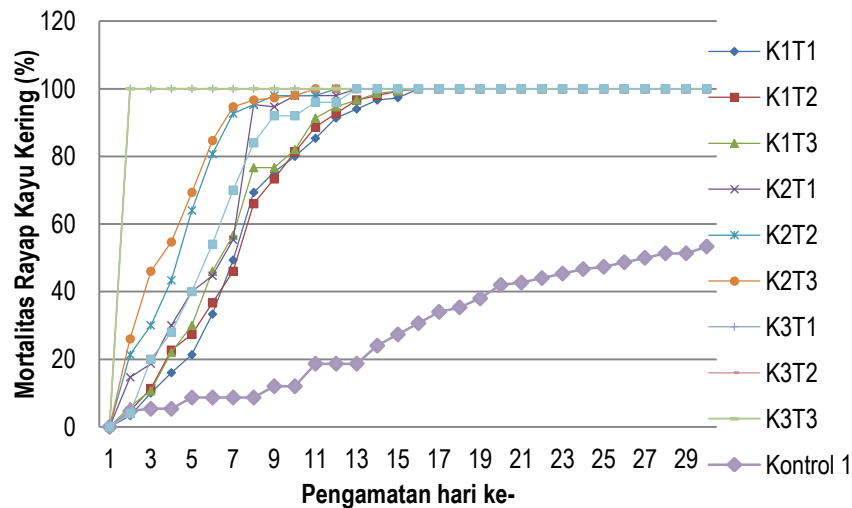


Gambar 2. Mortalitas rayap kayu kering selama satu minggu dengan variasi konsentrasi permethrin (Nilai HSD = 0,070). Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey dengan $\alpha = 1\%$. Kontrol 1 adalah rayap tanpa makanan, kontrol 2 adalah contoh uji tanpa bahan pengawet permethrin.



Gambar 3. Derajat kerusakan karena serangan rayap kayu kering pada kayu mangga dengan variasi konsentrasi permethrin dan tekanan. Nilai yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey dengan $\alpha = 1\%$.

Dari hasil pengamatan, sebagian besar rayap mati ketika bersentuhan dengan kayu yang mengandung bahan pengawet. Tarumingkeng (1992) menyebutkan bahwa permethrin merupakan racun kontak dan racun saraf yang kerjanya cepat dan serangga akan mengalami empat tahap akibat keracunan yaitu aksitasi (gerakan tak terkendali), konvulsi (kejang-kejang), paralisis (lumpuh) dan kematian. Penelitian sebelumnya dengan pengawet permethrin melalui metode pelaburan vinir penyusun kayu lapis dari kayu durian dengan konsentrasi 0,10% sudah efektif untuk mencegah serangan rayap kayu kering (Sulastiningsih dkk, 2000). Sedangkan Inayah (2010) menunjukkan bahwa bahan pengawet permethrin dengan konsentrasi 0,5% dan lama pencelupan 1 menit sudah cukup efektif untuk mencegah serangan rayap kayu kering karena mortalitas rayap mencapai 100%.



Gambar 4. Mortalitas rayap karena perlakuan permethrin pada kayu mangga seiring waktu.

Keterangan: A1 = konsentrasi $0,625 \times 10^{-2} \%$, A2 = konsentrasi $1,25 \times 10^{-2} \%$, A3= konsentrasi $2,5 \times 10^{-2} \%$, T1= tekanan 3 atm, T2= tekanan 5 atm, T3= tekanan 7,5 atm, kontrol 1 = tanpa bahan pengawet, kontrol 2 = tanpa makanan/kelaparan

Derajat kerusakan dinyatakan dalam persen yaitu perbandingan antara pengurangan berat pada contoh uji dengan kombinasi perlakuan tertentu dengan pengurangan berat kontrol (contoh uji tanpa perlakuan). Dari hasil penelitian (Gambar 3) diketahui bahwa derajat kerusakan berkisar antara 0 % sampai dengan 29,28 %. Dari rata-rata derajat kerusakan dapat disimpulkan bahwa pada penelitian ini kondisi kerusakan termasuk sedang, sehingga dapat dikatakan bahwa bahan pengawet cukup efektif untuk mencegah kerusakan kayu dari serangan rayap kayu kering. Nilai derajat kerusakan tertinggi didapatkan pada konsentrasi dan tekanan paling kecil. Pada konsentrasi paling besar dapat dilihat bahwa interaksi antara faktor konsentrasi dan tekanan sangat berpengaruh pada derajat kerusakan. Dengan begitu apabila konsentrasi dan tekanan diperbesar lagi sudah tidak berpengaruh lagi karena rayap kayu kering akan mati semua. Semakin besar konsentrasi maka semakin banyak zat kimia bersifat racun yang masuk ke dalam kayu. Kematian rayap mempengaruhi derajat kerusakan pada kayu. Semakin besar nilai mortalitas rayap maka semakin kecil derajat kerusakan yang ditimbulkan. Perlakuan pengawetan disebut efektif apabila intensitas serangan dari pengurangan berat kayu ringan dengan kerusakan berupa gerakan dangkal dan tidak luas (Hadikusumo, 2004).

IV. KESIMPULAN

Faktor tekanan berpengaruh nyata pada absorpsi sedangkan faktor konsentrasi berpengaruh nyata pada nilai retensi. Semakin tinggi tekanan menghasilkan absorpsi yang semakin tinggi ($115-144 \text{ kg/m}^3$), sedangkan semakin tinggi nilai konsentrasi larutan akan menaikkan retensi ($1,3-1,7 \text{ kg/m}^3$). Rerata mortalitas rayap sebesar 70,7–100 % selama 1 minggu dan 98,7–100 % selama 2 minggu, rerata pengurangan berat sampel sebesar 0–364,67 mg, serta derajat kerusakan sebesar 0–29,283 %. Interaksi sangat nyata pada faktor konsentrasi permethrin dan tekanan terlihat pada pengurangan berat, dan derajat kerusakan sedangkan pada mortalitas rayap di minggu pertama hanya faktor konsentrasi permethrin yang berbeda nyata. Konsentrasi $2,5 \times 10^{-2} \%$ memberikan hasil yang berbeda nyata dengan konsentrasi lainnya pada semua parameter pengukuran dimana tidak terdapat pengurangan berat, derajat kerusakan 0 % serta mortalitas 100 % pada minggu pertama yang tidak dipengaruhi oleh besarnya tekanan.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim. 1957. British Standard 373, 1957. *Methods of Testing Small Clear Specimen of Timber*. London.
 _____. 1970. Annual Books of ASTM Standards, Part 16. Philadelphia. USA.

- _____. 2007a. Mentan Panen Mangga dan Anggur di Probolinggo. <http://www.hortikultura.co.id>. (Diakses tanggal 27 September 2011)
- _____. 2007b. Protocol for Assessment of Wood Preservatives. A Production of the Australian Wood Preservation Committee.
- _____. 2007c. Laporan Tahunan. Protokol Ujian untuk Penentuan Permetrin. <http://www.dephut.go.id/FBB/Industri.malaysia>. (Diakses 5 September 2011)
- _____. 2007d. Permethrin. <http://www.ganfyd.org/> (diakses 21 Oktober 2011).
- Hadikusumo, S. A. 2004. Pengawetan Kayu. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta. Tidak Dipublikasikan.
- Hunt, G.M. Garrat, G.A. 1986. Pengawetan Kayu. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta.
- Inayah, Z. 2010. Pengawetan Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla*) Secara Pencelupan dengan Permetrin untuk Mencegah Serangan Rayap Kayu Kering *Cryptotermes cynocephalus* Liht. Skripsi (tidak dipublikasikan). Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Martawijaya, A, Kartasujana, I., Kadir, K., Mandang, Y. I., Prawira, S. A.. 1989. Atlas Kayu Indonesia jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Bogor. Indonesia.
- Sulastiningsih, I.M, Jasni, Iskandar.1999. Pengaruh Bahan Pengawet Permetrin terhadap Keteguhan Rekat dan Keawetan Kayu Lapis. Prosiding Mapeki. Masyarakat Peneliti Kayu, Indonesia.
- Tarumingkeng, R.C. 1971. Biologi dan Pengenalan Rayap Perusak Kayu di Indonesia. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.

KERAGAMAN JENIS RAYAP TANAH DI UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG, JAWA TENGAH

Niken Subekti

Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang

ABSTRAK

Rayap tanah dikenal sebagai serangga sosial yang berukuran kecil sampai sedang dan hidup dalam koloni. Penelitian tentang rayap tanah di kampus Universitas Negeri Semarang telah dilakukan dengan cara mengkoleksi rayap yang berasal dari kayu yang lapuk, serasah daun, dan pohon yang ada di Universitas Negeri Semarang, Jawa Tengah. Identifikasi dilakukan di Laboratorium Taksonomi Hewan, Universitas Negeri Semarang berdasarkan kunci identifikasi Tho (1997) dan Jones Eggleton (2000). Hasil survey menunjukkan total sampel rayap yang ditemukan adalah 150 sampel rayap. Identifikasi secara morfometri telah ditemukan 4 spesies rayap tanah antara lain: *Coptotermes* spp (*Rhinotermitidae*), *Schedorhinotermes* spp (*Rhinotermitidae*), *Macrotermes* spp (*Termitidae*), *Microtermes* spp (*Termitidae*). Faktor-faktor yang mempengaruhi keberadaan rayap antara lain: iklim, tanah dan habitat rayap.

Kata kunci: Keanekaragaman jenis, rayap tanah, Universitas Negeri Semarang

I. PENDAHULUAN

Rayap merupakan komponen biotik yang mudah dikenali dalam ekosistem. Peranan rayap dalam ekosistem tidak hanya sebagai detritus primer, tetapi juga sebagai komponen yang sangat penting dalam degradasi bahan-bahan organik di dalam tanah

Rayap merupakan bagian dari keanekaragaman hayati yang harus dijaga kelestariannya dari kepunahan maupun penurunan keanekaragaman jenisnya. Rayap memiliki nilai penting antara lain: nilai ekologi, endemisme, konservasi, pendidikan, budaya, estetika, dan ekonomi (Ahmad 2002). Penyebaran jenis rayap dibatasi oleh faktor-faktor geologi dan ekologi yang cocok, sehingga terjadi perbedaan jenis rayap. Perbedaan ini disebabkan adanya perbedaan iklim, musim, ketinggian tempat, serta jenis makanannya. Faktor-faktor tersebut saling berinteraksi dan saling mempengaruhi satu sama lain (Jouquet *et al.* 2004).

Kebun biologi merupakan area ruang terbuka hijau dan tempat ekoturisme di kampus Universitas Negeri Semarang karena diperkirakan memiliki keanekaragaman hayati yang tinggi. Penelitian tentang keanekaragaman jenis rayap di area dengan luas sekitar 2 ha ini belum pernah dilakukan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian tentang keanekaragaman jenis rayap tanah di kampus Universitas Negeri Semarang sebagai data awal upaya konservasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman jenis rayap yang terdapat di kampus Universitas Negeri Semarang, khususnya di area kebun percobaan biologi.

II. METODE PENELITIAN

Penelitian dilakukan di kebun percobaan biologi, kampus Universitas Negeri Semarang. Metode pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode indeks point abundance atau lebih dikenal dengan metode titik point. Pada metode titik hitung, pengamat berhenti di suatu lokasi yang telah ditetapkan (sebuah titik hitung), selama 15 menit dan mencatat serta menghitung jumlah jenis rayap yang teramati. Batas radius pengamatan 10 meter dari titik pengamat berdiri. Penempatan lokasi titik hitung berdasarkan jalur yang sudah ada pada masing-masing habitat. Jarak antar titik hitung adalah 100 m, hal ini dimaksudkan untuk memperkecil kemungkinan terjadinya perhitungan ganda. Pengambilan specimen dilakukan pada pukul 08.00-12.00 WIB. Pengambilan specimen pada waktu tersebut berdasarkan pertimbangan waktu aktif melakukan foraging (Nandika *et al.* 2003). Pengukuran parameter lingkungan meliputi kelembaban, suhu, dan ketinggian tempat. Rayap yang belum teridentifikasi di lapangan, diambil kemudian dimasukkan ke dalam botol specimen. Identifikasi rayap dilakukan di Laboratorium Biologi, Universitas Negeri Semarang dengan menggunakan buku Identifikasi Tho (1992) ;Thapa (1981).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kampus Universitas Negeri Semarang secara umum merupakan area yang cukup terbuka sehingga banyak mendapat sinar matahari dan memiliki berbagai macam tipe tegakan pohon, vegetasi semak berumput, semak belukar, dan alang alang. Keragaman jenis dan kekayaan jenis rayap tanah ordo: Blattodea di kampus Universitas Negeri Semarang. Berdasarkan hasil penelitian ini ditemukan sebanyak 4 species *Coptotermes* spp (*Rhinotermitidae*), *Schedorhinotermes* spp (*Rhinotermitidae*), *Macrotermes* spp (*Termitidae*), *Microtermes* spp (*Termitidae*). Dari keseluruhan pengambilan sampel, jenis rayap yang paling banyak ditemukan adalah species *Macrotermes* spp (*Termitidae*).

Karakteristik biologi dari species ini adalah pada sarang rayap tanah *M. gilvus* cenderung berkelompok pada topografi bergelombang (*undulating*) dengan kelas ketinggian 50-150 m dpl. Sarang *M. gilvus* juga berada pada radiasi matahari relatif besar dan kelembaban cukup tinggi (80-90%). Lingkungan tersebut diyakini sesuai bagi kehidupan *M. gilvus* yang menyukai suhu hangat (29-30° C) dengan kelembaban lingkungan 80% (Lee *et al.* 2003). Beberapa faktor telah berhasil diidentifikasi untuk rayap tanah *M. gilvus* Hagen (Wood 1988; Lee *et al.* 2007; Vongkaluang *et al.* 2006), seperti: a) memerlukan kelembaban yang tinggi dengan rentang perkembangan optimum RH: 75-90%; b) kisaran suhu 15-38°C, serta c) curah hujan yang tinggi (3000-4000 mm/thn). Ketiga faktor tersebut berpengaruh terutama pada perkembangan kasta reproduksi (laron) saat keluar dari sarang. Hasil penelitian tersebut apabila dibandingkan penelitian yang dilakukan oleh Tarumingkeng *et al.* 2005, jumlah jenisnya lebih sedikit, hal ini disebabkan karena pengambilan contoh specimen meliputi seluruh kota-kota besar di pulau Jawa, sementara penelitian ini hanya meliputi wilayah sekitar kampus.

Sebaran jenis pohon utamanya meliputi mahoni (*Swietenia macrophylla*), glodongan (*Polyalthia longifolia*), akasia (*Acacia sieberiana*), palem (*Veitchia merilii*), mangga (*Mangifera indica*), petai Cina (*Leucaena leucocephala*). Vegetasi memiliki fungsi sebagai tempat sarang dan sumber makanan bagi rayap. Akar-akar tanaman tersebut dimakan oleh rayap, tetapi tidak menyebabkan tanaman tersebut mati, karena sebagian besar akar yang tidak dimakan oleh rayap dapat menyerap bahan-bahan organik yang terdapat di dalam sarang rayap. Hal ini menunjukkan adanya interaksi antara rayap dan tumbuhan yang sama-sama menggunakan tanah sebagai tempat hidupnya (Khrisna and Weesner, 1979).

Tabel 1. Rata-Rata Temperatur Udara di Kampus Universitas Negeri Semarang

No	Hari	Pengamatan Temperatur (°C)			Temperatur Ideal (°C)	Kategori
		Pagi	Siang	Sore		
1	I	30	33	32	27	Agak panas
2	II	31	35	33	27	Agak panas
3	III	30	36	34	27	Agak panas

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata suhu udara selama tiga hari berturut-turut adalah relatif sama. Perbedaan suhu terjadi pada pagi, siang, dan sore hari. Pada pagi hari rata-rata 30-31 °C, pada siang hari 33-36 °C, dan pada sore hari 32-34 °C.

Tabel 2. Rata-Rata Kelembaban Udara di Kampus Universitas Negeri Semarang

No	Hari	Pengamatan Kelembaban Udara (mmHg)			Kelembaban Ideal	Kategori
		Pagi	Siang	Sore		
1	I	81	67	79	27	Kering
2	II	79	64	77	27	Kering
3	III	80	65	78	27	Kering

Kelembaban udara diperoleh dari pengukuran data di lapangan menggunakan alat higrometer. Pengukuran kelembaban udara dilakukan bersamaan dengan pengukuran temperature udara selama tiga hari berturut-turut. Rata-rata kelembaban udara berkisar antara 64-81 mmHg termasuk kategori kering. Pagi hari angka kelembaban lebih tinggi dibandingkan dengan siang hari dan sore hari.

Faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap kehidupan rayap tanah antara lain suhu, kelembaban, intensitas cahaya, kemiringan lereng, ketinggian tempat jenis tanah, dan makanan yang tersedia diambil dalam penelitian. Kampus Universitas Negeri Semarang mempunyai kelembaban berkisar antara 80-85%, suhu berkisar antara 30-37 °C, dan ketinggian tempat berkisar antara 150-350 m dpl. Menurut Subekti *et al.*

(2009), rayap tanah dapat ditemukan mulai ketinggian 0–1500 m dpl. Jenis tanaman dan sekaligus sebagai sumber makanan utamanya adalah makanan mentah berupa tanaman atau pohon hidup, kayu atau tanaman yang sudah mati, dan bahan makanan lain seperti humus, rumput, jamur, dan lain-lain (Bignell and Eggleton, 2000). Vegetasi yang lebih beragam pada suatu habitat memiliki potensi ketersediaan pakan yang lebih baik dibandingkan dengan habitat lain dengan vegetasi yang kurang beragam.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat 4 jenis rayap tanah ordo: Blattodea di kampus Universitas Negeri Semarang. Berdasarkan penelitian yang dilakukan maka perlu adanya area serta usaha konservasi di dalam kampus Universitas Negeri Semarang

DAFTAR PUSTAKA

- Bignell DE, Eggleton P. 2000. Termites in ecosystem. In *Termites: Evolution, Sociality, Symbioses, Ecology*. Edited by: Takuya Abe, David Edward Bignell and Masahiko Higashi. Kluwer Academic Publisher London. hlm 363-388.
- Jouquet P, Tessier D, Lepage M. 2004. The soil structural stability of termite nest: role of clays in *Macrotermes bellicosus* (Isoptera, Macrotermitinae) mound soils. *European Journal of Soil Biology*. 40: 23-29.
- Khrishna K, Weesner FM. 1969. *Biology of Termites*. Volume II. New York: Academic Press.
- Lee CY, Ngee PS, Lee LC. 2003b. Foraging population and territories of a mound-building subterranean termite, *Microtermes pakistanicus* (Isoptera : Macrotermitidae). *Sociobiology*. 41(2):307-316.
- Lee SH, Bardunias P, Su NY. 2007b. Optimal length distribution of termite tunnel branches for efficient food search and resource transportation. *BioSystems*. 90: 802-807.
- Nandika D, Rismayadi Y, Diba F. 2003. Rayap, biologi dan pengendaliannya. Surakarta: Muhammadiyah University Press
- Subekti N, Duryadi D, Nandika D, Surjokusumo S, Anwar S. 2008. Sebaran dan karakter morfologi rayap tanah *Macrotermes gilvus* Hagen di habitat hutan alam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan*. Vol 1 (1): 27-33
- Tarumingkeng RC, Surjokusumo S, Duryadi D. 2003. Pengendalian hama terpadu rayap tanah *Coptotermes* pada kawasan pemukiman berdasarkan karakter genetik di Pulau Jawa. *Laporan Penelitian*. Bogor: Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat-Institut Pertanian Bogor.
- Thapa RS. 1981. *Termites of Sabah*. India: Entomology Branch Forest Research Institute and Colleges Dehradun.
- Tho YP. 1992. *Termites of Peninsular Malaysia*. Malayan Forest Records 36:1-224.
- Vongkaluang C, Inoue T, Takematsu Y, Yamada YA, Sornnuwat Y, Ohkuma M. 2006. Diversity and abundance of termites along an altitudinal gradient in Khao Kitchagoot National Park, Thailand. *Journal of Tropical Ecology*. 22(5): 609-612.

MENGENAL JENIS KAYU HUTAN RAKYAT DAN UPAYA MENINGKATKAN KELEMAHAN SIFATNYA

Andianto, Neo Endra Lelana, Agus Ismanto, Edi Sarwono, Jamaludin Malik

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
email: andiant068@yahoo.co.id

ABSTRAK

Pemanfaatan kayu memerlukan kesesuaian sifat-sifat yang terkait dengan estetika/keindahan serta kualitasnya. Terhadap contoh 7 jenis kayu hutan rakyat dilakukan identifikasi melalui pengamatan ciri-ciri anatomi kayu. Pengujian sifat fisika-mekanika, keawetan alami dan pengawetan, peningkatan kerapatan dan stabilisasi dimensi kayu dilakukan pada jenis sengon (*Albizia* sp.) dan bayur (*Pterospermum* sp.). Hasil identifikasi kayu menunjukkan bahwa penentuan nama jenis kayu hutan rakyat yang dilakukan oleh tenaga kerja penggergajian telah sesuai dengan hasil pengamatan ciri mikroskopis kayu. Kayu bayur memiliki kekuatan mekanis rata-rata lebih tinggi dibandingkan kayu sengon. Kayu bayur dan sengon memiliki kelas kuat V dan kelas awet I terhadap rayap tanah, sedangkan terhadap rayap kayu kering, kayu bayur memiliki kelas awet V dan sengon memiliki kelas awet II. Kayu bayur termasuk kedalam kelas awet I dan sengon termasuk ke dalam kelas awet II terhadap ketahanan serangan jamur perusak kayu. Impregnasi bahan pengawet efektif terhadap upaya peningkatan keawetan jenis kayu hutan rakyat. Impregnasi larutan tanin resorsinol formaldehida terhadap kayu bayur dan sengon dapat meningkatkan kerapatan dan stabilisasi dimensi kayu.

Kata kunci: Sifat kayu, peningkatan sifat, hutan rakyat

I. PENDAHULUAN

Potensi pasokan jenis kayu yang berasal dari areal kebun dan hutan rakyat cukup besar. Sekitar 80% konsumsi kayu untuk bahan konstruksi diperkirakan diperuntukkan untuk perumahan dan gedung (Abdurachman dan Hadjib, 2006). Meskipun demikian masyarakat masih meragukan apakah jenis-jenis kayu ini dapat mensubstitusi kayu dari hutan alam untuk penggunaan tertentu (bahan bangunan dan furniture) karena kayu tersebut dianggap inferior, seperti ukuran diameternya relatif kecil, umumnya berumur muda, kekuatan dianggap belum memadai dan dimensinya yang kurang stabil.

Pemanfaatan kayu memerlukan kesesuaian dengan sifat-sifat yang dimilikinya. Sifat-sifat tersebut berhubungan dengan kualitas kayu yang ditentukan berdasarkan kekuatan dan keawetan. Jenis-jenis kayu yang berasal dari areal kebun maupun hutan rakyat dominannya berasal dari jenis-jenis pohon cepat tumbuh, diantaranya seperti akasia, cendana, mahoni, jati, sonokeling, sungkai, pinus, dan sungkai (BPS, 2003 dalam Hindra, 2006). Pada umumnya teknologi untuk memperbaiki sifat-sifat kayu hampir tidak diaplikasikan baik di kalangan pedagang maupun pengguna.

Diperkirakan masih banyak jenis-jenis kayu kebun dan hutan rakyat yang belum dikenal untuk dimanfaatkan. Hal ini tentunya berhubungan dengan minimnya pemahaman masyarakat tentang sifat dan kualitas jenis-jenis kayu tersebut. Di antara jenis-jenis kayu yang mempunyai ciri-ciri makroskopis yang mirip ternyata mempunyai sifat kekuatan dan keawetan yang berbeda. Informasi mengenai metode teknik/cara pengenalan jenis, sifat kekuatan, teknik peningkatan/penyempurnaan sifat, dan kesesuaian pemanfaatan dari jenis-jenis kayu kebun dan hutan rakyat perlu disebarluaskan sampai ke pedagang dan masyarakat pengguna.

II. METODE PENELITIAN

Waktu dan Lokasi penelitian

Waktu penelitian berlangsung dari bulan Juni hingga November 2010. Survey dilakukan di Kabupaten Cirebon (Sumber) dan Ciamis. Pengamatan struktur anatomi baik secara makroskopis maupun mikroskopis dilaksanakan di Laboratorium Anatomi Kayu, sementara itu pengujian sifat fisis-mekanis, peningkatan kerapatan dan stabilisasi dimensi kayu dilakukan di Laboratorium Fisika dan Mekanika Kayu, sedangkan pengujian sifat keawetan dan pengawetan kayu dilakukan di Laboratorium Entomologi dan Laboratorium

Kimia Pengawetan Kayu, Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor serta Laboratorium Patologi Kehutanan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Bahan dan Alat

Bahan utama penelitian adalah jenis kayu sengon (*Albizzia* sp.) dan bayur (*Pterospermum* sp.), dan khusus untuk identifikasi kayu secara mikroskopis dilakukan pada 7 jenis kayu yang semuanya diambil dari penggergajian di wilayah Kabupaten Ciamis. Bahan yang digunakan diantaranya adalah asam glacial, gliserin, alkohol, *carboxylol*, hidrogen peroksida, bahan pengawet, dan organisme penguji (rayap tanah, rayap kayu kering dan jamur pelapuk kayu (*Schizophyllum commune*)).

Peralatan yang digunakan diantaranya *loupe*, *sliding* mikrotom, mikroskop cahaya, mesin pengujian sifat fisis mekanis kayu, vakum, petri disk, jampot dan kontainer.

Prosedur Penelitian

Penentuan lokasi pengambilan contoh kayu

Lokasi pengambilan contoh kayu ditentukan menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu di wilayah Provinsi Jawa Barat yang memiliki produksi dan penggunaan kayu rakyat yang tinggi, baik yang berasal dari areal kebun maupun hutan rakyat, dan dipilih berdasarkan referensi yang ada. Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung di lapangan dan wawancara langsung dengan pemilik kebun/hutan rakyat, pemilik industri penggergajian kayu, pemilik toko bahan bangunan dan developer. Sementara itu, data sekunder dikumpulkan dari instansi terkait seperti Dinas kehutanan dan Perkebunan. Sampel kayu sesuai nama jenis yang berlaku di kalangan masyarakat (penjual dan penggergajian) diambil secara acak untuk dilakukan pengujian di laboratorium.

Identifikasi kayu

Identifikasi kayu dimulai dengan pembuatan preparat kayu yang mengacu kepada teknik standar pembuatan preparat (Sass, 1961). Ciri anatomi diamati dengan bantuan mikroskopis, ciri anatomi yang diamati meliputi ciri-ciri yang dianjurkan oleh Komite Internasional Association of Wood Anatomist (Wheeler *et al.*, 1989). Hasil pengamatan digunakan sebagai data untuk mengidentifikasi jenis dengan menggunakan program Kunci Identifikasi Kayu berbasis komputer yang ada di Puslitbang Hasil Hutan. Selanjutnya setelah diperoleh nama jenisnya, contoh kayu otentik dicocokkan dengan contoh jenis kayu hasil penamaan yang dilakukan oleh masyarakat pedagang dan pengguna di lapangan.

Pengujian sifat fisis-mekanis kayu

Pengujian sifat fisis-mekanis kayu berdasarkan metode ASTM D 143-94 (ASTM, 1995). Sifat fisis yang diamati yaitu kadar air basah dan kering udara dan kerapatan. Sifat mekanis yang diamati yaitu sifat keteguhan lentur statik (modulus at propotional limit (MPL), modulus of elasticity (MOE), modulus of reapture (MOR) dengan satuan kg/cm², keteguhan tekan sejajar serat maksimum (kg/cm²), serta keteguhan geser sejajar serat maksimum (kg/cm²). Pengujian dibuat lima kali ulangan. Selanjutnya ditetapkan kelas kuat berdasarkan klasifikasi kekuatan kayu menurut DEN BERGER (1923) dalam Martawijaya *et al.* (2005).

Pengujian keawetan alami kayu

Pengujian keawetan alami kayu dilakukan terhadap ketahanan serangan terhadap rayap tanah dan rayap kayu kering. Uji rayap tanah dilakukan sesuai prosedur yang dilakukan Sumarni dan Roliadi (2002). Pada akhir pengujian, mortalitas rayap dihitung. Kelas awet kayu selanjutnya ditentukan sesuai dengan metode Sumarni dan Roliadi (2002). Pengujian terhadap ketahanan rayap kayu kering dilakukan sesuai dengan prosedur yang dilakukan Martawijaya dan Sumarni (1984). Kelas keawetan kayu selanjutnya ditentukan berdasarkan metode Sumarni *et al.* (2003). Pengujian keawetan juga dilakukan terhadap jamur perusak kayu, dilakukan melalui pembuatan lima buah contoh kayu berukuran 5 x 2,5 x 1,5 (cm) dengan kondisi berat kering udara dimasukkan ke dalam piala Kolle yang sudah diisi media jamur penguji (*Schizophyllum commune*), kemudian disimpan dalam ruang inkubasi selama 12 minggu. Pada akhir pengujian contoh uji dikeluarkan lalu dibersihkan dari miselia yang melekat, kemudian ditimbang dalam keadaan basah dan kering mutlak guna mengetahui kadar air dan penurunan berat akibat serangan jamur.

Selanjutnya dibuat klasifikasi ketahanan kayu terhadap jamur perusak kayu berdasarkan persentase penurunan berat.

Pengujian Pengawetan kayu

Pengujian pengawetan kayu dilakukan dengan menggunakan bahan pengawet BAEC dan CCB terhadap contoh kayu berukuran 5 cm x 2,5 cm x 2 cm dalam keadaan kering udara. Jumlah contoh uji sebanyak 30 buah untuk setiap jenis bahan yang diuji daya racunnya, dengan konsentrasi lima tingkat ditambah kontrol. Setiap lima contoh uji yang telah kering diawetkan secara vakum tekan memakai konsentrasi larutan yang telah ditetapkan, dengan vakum awal 60 cmHg dan tekanan 10 atm, masing-masing selama 30 menit. Contoh uji yang telah diawetkan diangin-anginkan pada suhu kamar selama 15 hari sampai menjadi kering udara. Pada salah satu sisi terlebar setiap contoh uji dipasang tabung gelas berdiameter 1,8 cm dengan tinggi 3,5 cm. Pada perlakuan pengawetan ini selanjutnya dilakukan pengujian terhadap rayap tanah.

Peningkatan kerapatan dan stabilisasi dimensi kayu

Uji coba skala laboratorium berupa peningkatan kerapatan kayu dan stabilitas dimensi kayu. Impregnasi larutan *tanin resorsinol formaldehida* dilakukan dengan metode vakum-tekan. Parameter yang diamati pada kerapatan adalah perubahan kerapatan setelah diberi perlakuan dibandingkan dengan kontrol. Uji *swelling* dimaksudkan untuk mengamati reaksi contoh uji terhadap air. Dalam hal ini perlakuan ekstrim berupa rendaman. Contoh uji diletakkan dalam *swellometer* sedemikian rupa sehingga apabila kayu mengembang pada saat direndam akan mendorong tuas yang mengakibatkan jarum *swellometer* berputar. Parameter yang diamati adalah besarnya putaran jarum yang menunjukkan besarnya pengembangan kayu akibat rendaman. Selanjutnya data hasil pengujian ditabulasi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Jenis-jenis kayu hutan rakyat

Industri penggergajian skala kecil di daerah Cijeunjieng Kabupaten Ciamis memperlihatkan dominansi jenis sengon (diambil dari pohon berumur 10-20 tahun), tisuk dan caruy. Penggergajian memasok bahan baku kayu gelondongan berdiameter 15-30 cm yang dibeli dari pohon berdiri milik masyarakat dengan harga antara sekitar 300.000 hingga 500.000 per pohon. Pada salah satu usaha penggergajian masyarakat yang dijumpai terlihat adanya upaya pengeringan kayu secara alami (dijemur), namun tidak terlihat adanya upaya teknik pengawetan. Usaha penggergajian masyarakat ini rata-rata menghasilkan berbagai jenis produk, seperti kaso, lispang, reng, balok dan papan. Kapasitas produksi berkisar 10-80 m³ per bulan. Di samping itu, juga terdapat usaha penggergajian yang khusus mengolah jenis kayu mahoni khusus untuk suplai bahan baku mebel. Dari wawancara dengan pemilik penggergajian sekaligus sebagai ketua Asosiasi Perkayuan Ciamis diperoleh informasi bahwa beberapa jenis kayu hutan rakyat yang memiliki potensi untuk digunakan sebagai kayu pertukangan karena memiliki kekerasan dan kekuatan yang baik (BJ 0,7). Jenis-jenis tersebut di antaranya seperti sentul, ki hiang, laban, limus, nangka, alpokat, rambutan, nangka, jengkol, pete, melinjo, akasia/mangium.

Pemilik dan pekerja yang ditemui baik di industri penggergajian, toko material dan proyek bangunan perumahan mengandalkan ciri umum seperti warna, bau, kesan raba, bentuk dan arah serat kayu dalam mengenali jenis kayu. Contohnya seperti serat yang kasar ditemui pada kayu bayur, warna merah dimiliki oleh bayur dan mahoni, kayu jengkol berwarna kuning muda.

Berdasarkan peta perwilayahan jenis pohon andalan untuk rehabilitasi hutan dan lahan di Jawa Barat, jenis kayu andalan Kabupaten Ciamis adalah sengon, mahoni, bungur, pulai dan jati. Jenis kayu yang banyak ditanam pada lahan masyarakat adalah sengon, mahoni, jati, dan carui (bayur) di samping jenis-jenis lain dalam jumlah terbatas yaitu terutama tanaman pohon buah-buahan (nangka, mangga, durian, rambutan, dan lain-lain). Sedangkan jenis kayu yang banyak diperjualbelikan di toko-toko material bahan bangunan, menurut pihak penjual adalah sengon merah, sengon putih dan caruy.

Tabel 1. Teknik pengenalan beberapa jenis kayu rakyat yang berlaku di masyarakat

Jenis kayu	Ciri umum
Akasia mangium	Banyak mata kayu, ukuran pori besar
Jati	Kesan raba halus, tidak cepat terserang bubuk kayu
Akasia	Warna mirip jati, permukaan lebih kasar
Nangka	Warna kuning
Mahoni	Warna merah
Durian	Lebih lunak dibanding mahoni, bila kering berwarna merah
Sukun	Warna agak kekuningan
Jengkol	Warna mirip durian, bau jengkol
Pete	Warna putih, bau pete
Randu	Warna putih

Berdasarkan informasi dari Dinas Cipta karya, kayu untuk bangunan perumahan dikelompokkan menjadi dua, yaitu kayu teknis dan kayu kampung. Kayu teknis terdiri atas Kelas I (kayu dari luar Jawa) dan Kelas II (kayu lokal seperti caruy, heras, besi/johar dan manglid). Sengon sebenarnya tidak direkomendasikan sebagai kayu bangunan perumahan sehingga tidak termasuk kayu teknis. Hasil kunjungan ke salah satu rumah yang sedang dibangun di salah satu kompleks perumahan, diketahui bahwa jenis kayu yang banyak dipergunakan dalam pembangunan perumahan sederhana adalah bayur dan sengon. Bayur biasanya digunakan untuk konstruksi yang menahan beban seperti kuda-kuda dan tiang karena kekuatan kayunya. Kayu sengon pada umumnya digunakan sebagai kaso, kusen dan kadang-kadang sebagai kuda-kuda yang dikombinasikan dengan kayu yang lebih kuat. Sedangkan kayu tisuk juga diperuntukkan untuk reng. Pada umumnya kayu perumahan menggunakan kayu campuran antara sengon dengan jenis yang lebih kuat seperti caruy dan jenis kayu buah-buahan (nangka, durian dan rambutan). Menurut sumber yang diperoleh dari kantor Dinas Cipta Karya Kab. Ciamis, selama ini belum ada pihak yang berwenang dalam mengawasi spesifikasi bangunan perumahan. Pengembang hanya melibatkan pihak Dinas Cipta Karya Kab. Ciamis apabila terdapat kasus atau komplain dari konsumen perumahan.

Salah satu lokasi yang juga dikunjungi ialah Kabupaten Cirebon. Kabupaten ini dipilih karena mewakili daerah pesisir dan merupakan kota pelabuhan serta berdasarkan referensi sebelumnya wilayah ini mempunyai karakteristik hutan rakyat yang berbeda. Masing-masing wilayah dipilih dua kecamatan untuk dilakukan survei. Untuk wilayah barat dilakukan di Kecamatan Depok dan Plered, sedangkan wilayah timur di Kecamatan Sedong dan Greged. Di wilayah barat, jenis kayu yang dominan di industri penggergajian ialah jati, mangium dan mahoni. Sementara di wilayah timur jenis yang dominan ialah jati dan sengon. Namun untuk keseluruhan wilayah Cirebon, jenis yang dominan ialah jati dan sengon. Di wilayah barat, jati kebanyakan disuplai dari Perhutani sedangkan di wilayah timur jati kebanyakan disuplai dari kebun-kebun milik rakyat. Sementara itu, untuk sengon banyak disuplai dari luar Kabupaten Cirebon, terutama Kabupaten Kuningan.

Berdasarkan informasi dari pengrajin, kayu jati yang banyak dipakai sebagai bahan baku yaitu jati gelondongan berdiameter 10-13 cm. Jenis bahan baku jati dengan ukuran diameter ini banyak disukai oleh masyarakat karena harganya masih terjangkau. Mengacu pada beberapa penelitian sebelumnya, bahwa kayu jati muda rentan terhadap serangan hama dan penyakit, sehingga termasuk jenis inferior.

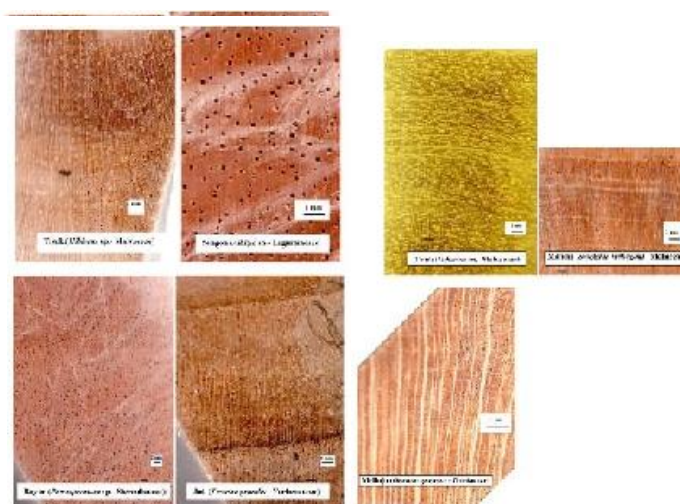
Jenis-jenis dominan yang dijual di toko material ialah sengon, rawa dan sebagian kecil jenis tisuk. Kayu rawa merupakan istilah untuk jenis-jenis campuran terutama jenis kayu buah-buahan seperti kayu mangga, rambutan, melinjo, afrika, petai dan lain-lain. Produk yang dijual berupa sortimen papan, balok dan reng. Hutan rakyat di wilayah Kabupaten Cirebon mempunyai karakteristik yang berbeda dibanding dengan wilayah Jawa Barat lainnya. Jenis yang mendominasi ialah jati lokal. Jati banyak mendominasi hutan rakyat di wilayah Cirebon terutama di wilayah timur. Dominansi jati di hutan rakyat ini kemungkinan disebabkan oleh iklim yang sesuai dan berdasarkan informasi dari masyarakat tidak ada gangguan hama dan penyakitnya. Sementara untuk sengon yang banyak mendominasi Kabupaten lain di Jawa Barat masih jarang ditemui. Menurut informasi dari dinas terkait, penanaman sengon di hutan rakyat baru dimulai sekitar 2-3 tahun yang lalu sehingga belum memasuki masa panen. Jenis lain yang dominan di hutan rakyat Kabupaten Cirebon ialah *Acacia auriculiformis*. Jenis ini termasuk yang dominan setelah jati. Jenis kayu yang digunakan untuk perumahan sebagian besar merupakan kayu rakyat, namun dipilih dan dianggap setara dengan kualitas kayu

kamper. Penggunaan kayu sendiri hanya terbatas untuk kusen dan daun pintu atau jendela. Sementara untuk penggunaan atap sudah digantikan dengan baja ringan.

Hasil identifikasi melalui pengamatan struktur anatomi pada beberapa jenis contoh kayu yang diambil, ternyata jenisnya sesuai dengan penamaan jenis kayu yang dilakukan oleh tenaga kerja di penggergajian. Keakuratan mengenal jenis beberapa kayu rakyat dapat dikatakan tinggi. Kemampuan mengenal jenis-jenis kayu rakyat ini diperoleh berdasarkan pengalaman selama bertahun-tahun melihat dan mengenal ciri-ciri umum kayu serta terjun langsung ikut menebang pohon. Demikian halnya dengan penjual kayu pada toko material, mereka selain memiliki pengalaman juga mendapatkan informasi nama jenis kayu melalui pekerja di penggergajian. Namun demikian, pengenalan nama jenis kayu hutan rakyat umumnya baru sebatas tingkat genus, contohnya seperti jenis sengon (genus: *Albizia*), jenis nangka (genus: *Artocarpus*), jenis bayur (genus: *Pterospermum*). Seperti diketahui bahwa dalam suatu genus dapat memiliki beberapa species yang tentunya memiliki ciri-ciri dan sifat yang berbeda, sehingga penamaan jenis yang dilakukan masyarakat kemungkinan tidak tepat untuk species tertentu. Untuk genus yang beranggotakan satu atau beberapa species seperti jati, melinjo, mahoni, pengenalannya bisa lebih mudah dan tepat. Namun lain halnya dengan genus yang memiliki jenis (species) yang banyak dan memiliki sifat dan penampakan yang berbeda tentunya akan menemui kesulitan dalam membedakannya. Di sisi lain, kesulitan menentukan jenis kayu mungkin sangat dirasakan bagi pembeli kayu yang tidak memiliki pengalaman dalam mengenal kayu. Untuk itu perlu dicari metode pengenalan jenis kayu yang tepat dan mudah dipahami oleh masyarakat umum.



Gambar 1. Produk kayu hutan rakyat



Gambar 2. Penampang lintang kayu (perbesaran 10x)

Keawetan alami kayu

Persentase rayap hidup pada pengujian kayu sengon sebesar 11,3% dan kayu bayur sebesar 0%. Berdasarkan persentase rayap hidup tersebut, kayu sengon dan kayu bayur termasuk ke dalam kelas awet I, yang berarti sangat tahan terhadap serangan rayap tanah. Terhadap rayap kayu kering, persentase jumlah

rayap hidup pada pengujian kayu sengon sebesar 12% dan kayu bayur sebesar 53,6%, sehingga kayu sengon termasuk kedalam kelas awet II yang berarti tahan terhadap serangan rayap kayu kering, dan kayu bayur termasuk kelas awet V yang berarti sangat tidak tahan terhadap serangan rayap kayu kering.

Ketahanan kayu terhadap serangan masing-masing jenis organisme perusak kayu berbeda. Ketahanan kayu sengon dan bayur terhadap rayap tanah berbeda dengan ketahanannya terhadap rayap kayu kering. Pada penelitian ini, kayu sengon dan kayu bayur lebih tahan terhadap serangan rayap tanah daripada rayap kayu kering.

Menurut Djoen Seng (1990), kayu sengon termasuk dalam kelas awet IV/V dan kayu bayur termasuk dalam kelas awet III-V, namun kayu sengon dan bayur yang diteliti ini termasuk ke dalam kelas awet I untuk rayap tanah, sedangkan ketahanan terhadap rayap kayu kering masing-masing untuk sengon adalah kelas awet II dan untuk bayur kelas awet V. Perbedaan diduga karena pada penelitian ini pengujian dilakukan terhadap salah satu jenis organisme, sedangkan pada penelitian Oey Djoen Seng pengujian dilakukan terhadap semua jenis organisme perusak kayu. Djoen Seng (1990) menyebutkan pula bahwa pada jenis botanic yang sama masih dapat memiliki kekuatan maupun keawetan yang berbeda (bervariasi). Variasi keawetan kayu dari jenis atau suku yang sama bisa disebabkan oleh perbedaan dalam banyaknya zat ekstraktif dan perbedaan dalam kerapatan kayu. Pada jenis kayu berkerapatan rendah dan memiliki pembuluh yang banyak, serabut berdinding tipis dan rongga yang besar memiliki permukaan landasan yang lebih luas bagi serangan mikroorganisme perusak kayu. Hasil penelitian ini juga menegaskan informasi dari masyarakat bahwa kayu sengon cenderung tahan terhadap serangan rayap.

Persentase kehilangan berat kayu akibat serangan jamur pelapuk pada kayu sengon adalah sebesar 2,752% sedangkan kayu bayur sebesar 0,211%. Berdasarkan kriteria pada tabel kelas ketahanan kayu, kayu sengon termasuk ke dalam kelas awet II (resisten) sedangkan kayu bayur termasuk kelas awet I (sangat resisten). Adanya kehilangan berat menunjukkan terjadinya kerusakan atau pelapukan pada kayu (Suprpti *et al.*, 2007). Secara kualitas, kayu dianggap mempunyai keawetan alami yang baik (resisten) jika termasuk dalam kategori kelas awet I atau II. Berdasarkan kriteria ini, maka kayu sengon dan bayur yang diteliti termasuk jenis kayu awet. Hasil ini bertolak belakang dengan pendapat Djoen Seng (1990), dimana kayu sengon termasuk kelas awet IV/V sedangkan kayu bayur termasuk kelas awet III-V. Selain itu berdasarkan informasi dari masyarakat, kayu sengon cenderung tidak tahan terhadap serangan jamur pelapuk kayu. Hal ini kemungkinan disebabkan perbedaan daya pelapukan jamur penguji yang digunakan.

Jamur termasuk organisme mempunyai diversitas genetik yang tinggi sehingga kemampuan masing-masing isolat dapat berbeda secara signifikan. Jamur termasuk organisme yang mempunyai stabilitas genetik yang rendah, sehingga aktivitasnya dapat berubah-ubah. Pada pengujian ini, digunakan jamur *Schizophyllum commune* koleksi Laboratorium Patologi Kehutanan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Jamur tersebut diduga mempunyai kemampuan pelapukan yang lebih rendah dibanding jamur *Schizophyllum commune* koleksi Laboratorium Mikologi Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, sehingga daya lapuknya terhadap kayu sengon dan kayu bayur lebih rendah.

Pengawetan kayu

Rata-rata retensi bahan pengawet yang dimasukkan ke dalam kayu bayur maupun sengon meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi bahan pengawet. Retensi merupakan jumlah bahan pengawet yang masuk dalam contoh uji per satuan volume contoh uji. Menurut Martawijaya dan Barly (1982), hasil pengawetan ditentukan paling tidak oleh empat faktor, yaitu jenis kayu, kondisi kayu, teknik dan bahan pengawet yang digunakan.

Hasil pengujian sifat efikasi pengawetan yang dilakukan menunjukkan efektif melindungi kayu sengon dan bayur dari serangan rayap tanah, bahkan pada konsentrasi bahan pengawet terendah, baik untuk bahan pengawet BAEC maupun CCB. Hal ini terlihat dengan nilai derajat serangan 100 dan persentase rayap yang hidup 0%. Berdasarkan persentase jumlah rayap hidup maka kayu sengon dan kayu bayur yang telah diawetkan termasuk kelas awet I terhadap serangan rayap tanah.

Sifat fisis-mekanis kayu

Hasil pengujian sifat fisika dan mekanika kayu pada jenis kayu bayur dan sengon diperoleh nilai kadar air basah dan kering udara, berat jenis, penyusutan, keteguhan lentur statis, keteguhan tekan, keteguhan geser, kekerasan dan keteguhan pukul pada kondisi kadar air basah seperti tertera dalam Tabel berikut.

Tabel 2. Data pengujian sifat fisis-mekanis

Pengujian	Bayur (Caruy)			Sengon		
	rata-rata	max	min	rata-rata	max	min
• kadar air (%)						
- Kondisi basah	67,35	71,13	61,41	84,80	92,79	75,47
- Kondisi kering udara	15,46	15,69	15,27	15,55	18,93	11,51
• penyusutan kondisi basah ke kering udara (%)						
- radial	1,18	2,08	0,51	0,88	1,72	0,31
- Tangensial	0,95	1,66	0,61	1,01	3,18	0,16
• penyusutan kondisi basah ke kering tanur (%)						
- radial	3,37	4,26	2,34	2,89	3,96	0,79
- Tangensial	4,57	6,04	3,39	2,82	4,45	1,02
• keteguhan lentur statis (kg/cm ²)						
- MPL	200,47	246,77	174,01	90,85	100,00	73,13
- MOE	31.893,62	34.798,38	30.271,81	15.739,63	17.205,18	14.781,30
- MOR	261,32	305,99	238,64	125,50	135,00	107,25
• keteguhan tekan (kg/cm ²)						
- tegak lurus serat	31,08	34,15	28,67	13,50	14,48	12,58
- sejajar serat	135,71	143,60	131,23	75,24	83,20	70,92
• keteguhan geser (kg/cm ²)						
- radial	24,59	26,69	22,18	15,48	16,53	13,66
- tangensial	25,68	27,06	24,15	15,74	16,97	14,85
• kekerasan (kg)						
- ujung	136,33	149,50	125,50	72,50	75,50	68,50
- sisi radial	102,33	115,50	89,50	43,17	46,50	40,50
- sisi tangensial	96,33	13,00	78,00	42,83	49,00	38,00
• keteguhan pukul (kg/dm ³)						
- radial	18,73	19,08	18,02	7,30	8,01	6,94
- Tangensial	18,91	21,04	17,85	12,57	16,97	9,43
• berat jenis						
- berdasar Bb/Vb	0,57	0,58	0,56	0,45	0,47	0,43
- Berdasar Bo/Vku	0,41	0,41	0,40	0,29	0,32	0,25
- berdasar Bo/Vb	0,34	0,35	0,33	0,24	0,25	0,23
- berdasar Bku/Vku	0,47	0,47	0,47	0,33	0,37	0,29
- berdasar Bko/Vko	0,43	0,43	0,43	0,29	0,30	0,29

Kadar air yang dicapai pada kondisi kering udara (sekitar Bogor) pada kayu bayur relatif sama dengan sengon yaitu sebesar 15,5%. Hasil penelitian Kadir (1973) menyebutkan bahwa kadar air keseimbangan kayu di Bogor (kering udara) rata-rata sebesar 14,75 %.

Kayu bayur dan sengon memiliki nilai keteguhan lentur mutlak rata-rata di bawah 360 kg/cm² dan nilai keteguhan tekan mutlak rata-rata di bawah 215 kg/cm², sehingga berdasarkan klasifikasi kekuatan kayu menurut DEN BERGER (1923) dalam martawijaya *et al.* (2005) kayu bayur dan sengon yang diambil memiliki kelas kuat V. Menurut Djoen Seng (1990), kayu bayur (*Pterospermum* spp.) termasuk kelas kuat antara II hingga IV. Sedangkan kayu sengon (*Albizia* spp.) termasuk ke dalam kelas kuat II hingga V. Berat jenis berdasarkan berat dan volume kering udara kayu bayur sebesar 0,47 dan kayu sengon sebesar 0,33. Kayu dengan kelas kuat V dapat digunakan untuk pemakaian konstruksi ringan dan bahan bangunan perumahan terutama di pedesaan (Mandang dan Pandit, 2002).

Peningkatan kerapatan dan stabilitas dimensi kayu

Nilai pengujian sifat mekanis pada kedua jenis kayu umumnya meningkat setelah dilakukan impregnasi larutan *tanin resorsinol formaldehida*. Hal ini menunjukkan impregnasi larutan tanin resorsinol formaldehida dapat meningkatkan kekuatan kayu sengon dan bayur.

Tabel 3. Data perbandingan pengujian sifat mekanis

Sifat Mekanis		Bayur		Sengon	
		kontrol	perlakuan	kontrol	perlakuan
Keteguhan lentur statis (kg/cm ²)	MPL	237.173	248.458	158.542	174.321
	MOE	30475.229	31014.747	22351.333	23081.520
	MOR	321.348	317.599	230.635	239.693
Keteguhan Tekan (kg/cm ²)	//	151.884	139.433	-	-
	⊥	35.328	35.729	18.825	12.745
Keteguhan Geser (kg/cm ²)	R	14.071	22.536	21.057	30.809
	T	13.546	14.902	21.270	22.887
Kekerasan (kg)	Ujung	186.200	206.800	89.250	92.500
	Sisi R	98.900	121.400	45.375	56.400
	Sisi T	107.600	129.500	49.000	67.700

Terlihat peningkatan kerapatan setelah perlakuan impregnasi baik pada kayu bayur maupun sengon. Perubahan dimensi volume pada kayu perlakuan impregnasi lebih kecil dibanding dengan kayu yang tidak diimpregnasi (kontrol) ditandai dengan nilai persentase perubahan volume kayu. Dengan demikian perlakuan impregnasi dapat memperkecil perubahan dimensi akibat perendaman. Larutan *tanin resorsinol formaldehida* efektif memenuhi bagian rongga-rongga sel kayu, sehingga menambah kekuatan dan kestabilan dimensi kayu.

Tabel 4. Data perbandingan kerapatan dan stabilisasi dimensi

Sifat Fisik	Bayur			Sengon		
	kontrol	perlakuan	Peningkatan	kontrol	perlakuan	Peningkatan
Kerapatan (g/cm ³)	0,26	0,29	0,03	0,28	0,31	0,03
Volume sebelum perendaman (cm ³)	4,90	5,08		5,07	5,06	
Volume sesudah perendaman (cm ³)	5,31	5,42		5,45	5,37	
Volume sesudah ditiriskan (cm ³)	5,17	5,33		5,27	5,24	
Perubahan volume sebelum ke sesudah perendaman (%)	8,36	6,69		7,49	6,12	
Perubahan volume sebelum ke sesudah ditiriskan (%)	5,5	4,92		3,94	3,55	

IV. KESIMPULAN

1. Beberapa industri penggergajian skala kecil di Kabupaten Ciamis memperlihatkan dominansi jenis sengon, selain tisuk dan carui. Industri ini rata-rata menghasilkan berbagai jenis produk, seperti kaso, reng, balok dan papan.
2. Penentuan jenis kayu hutan rakyat yang dilakukan oleh tenaga kerja penggergajian sudah sesuai dengan hasil identifikasi melalui pengamatan ciri anatomi kayu.
3. Keawetan alami kayu sengon terhadap rayap tanah termasuk kelas awet I dan kelas awet II terhadap rayap kayu kering dan jamur perusak kayu.
4. Keawetan alami kayu bayur terhadap rayap tanah termasuk kelas awet I dan kelas awet V terhadap rayap kayu kering dan kelas awet I terhadap jamur perusak kayu.
5. Pengawetan yang dilakukan dengan menggunakan bahan pengawet BAEC maupun CCB efektif melindungi kayu sengon dan bayur dari serangan rayap tanah (kelas awet I), bahkan pada konsentrasi bahan pengawet terendah.
6. Kayu bayur memiliki kekuatan mekanis rata-rata lebih tinggi dibandingkan kayu sengon.

7. Kekuatan alami kayu bayur dan sengon termasuk dalam kelas kuat V.
8. Impregnasi larutan tanin resorsinol formaldehida terhadap kayu bayur dan sengon dapat meningkatkan kerapatan dan stabilisasi dimensi kayu.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan N. Hadjib. 2006. Pemanfaatan kayu rakyat untuk komponen bangunan. Prosiding seminar Hasil Litbang Hasil Hutan. Hal.: 130-148. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- ASTMa. 1995. Annual book of standards. Section 4. Construction. D143-94. Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA. Pg. 23-50
- Djoen Seng, O. 1990. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman No.13. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Hindra. 2006. Potensi dan kelembagaan hutan rakyat. Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan. Hal : 14-23. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Kadir, K. 1973. Kadar air kayu kering udara di Bogor. Laporan LPHH No. 12. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Martawijaya, A dan G. Sumarni. 1982. Efikasi dan keragaan kayu hasil pengawetan dengan BFCA. Bagian Proyek Penelitian Hasil Hutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Martawijaya, A dan Barly. 1982. Resistensi kayu Indonesia terhadap impregnasi dengan bahan pengawet CCA. Pengumuman No.5. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Martawijaya, A., Kartasujana I., Kadir K., Prawira A.S. 2005. Atlas kayu Indonesia. Jilid I. Departemen Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Mandang, Y.I. dan I.K.N. Pandit. 2002. Prawirohatmodjo, S. dan S. Danimihardja (Penyunting). Pedoman identifikasi jenis kayu di lapangan. Yayasan PROSEA, Bogor dan Pusat Diklat Pegawai & SDM Kehutanan, Bogor. 194 hal.
- Sass JE. 1961. Botanical microtechnique. The IOWA State University Press.
- Sumarni, G, Roliadi, H, Ismanto, A.. 2003. Keawetan 99 jenis kayu Indonesia terhadap rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light). Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol. 21. No.3. Hal. 239-249. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Sumarni, G. dan Roliadi, H. 2002. Daya tahan 109 jenis kayu Indonesia terhadap rayap tanah (*Cryptotermes curvignathus* Holmgren). Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol. 20. No.3. Hal. 177-185. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Suprpti, S, Djarwanto dan Hudiansyah. 2007. Ketahanan lima jenis kayu terhadap tiga belas jamur perusak kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 25. No.1. Hal. 75-83. Puslitbang Hasil Hutan. Bogor.
- Wheeler, E.A., P. Gasson, and P. Baas. 1989. Standard list of characters suitable for hardwood identification. IAWA Bull. N.s.10(3): 219-232.

AKTIVITAS EKSTRAK KASAR ENDOGLUKANASE DARI BEBERAPA ISOLAT *Aspergillus niger* DAN *Trichoderma* spp.

Neo Endra Lelana¹, Utut Widyastuti^{2,3}, Nampiah Sukarno^{2,3}

¹ Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan, Bogor; email: neo_3L@yahoo.com

² Departemen Biologi FMIPA, Institut Pertanian Bogor

³ Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Selulosa merupakan komponen utama penyusun biomassa tumbuhan dan merupakan sumberdaya terbarukan yang paling banyak ditemukan di alam. Biomassa ini banyak dihasilkan dari kegiatan di bidang kehutanan, perkebunan dan pertanian, namun demikian sumberdaya ini belum dimanfaatkan secara optimal. Secara enzimatis, selulosa dapat dihidrolisis oleh kerja sinergis dari ketiga kelompok enzim selulase, yaitu endoglukanase, selobiohidrolase atau eksoglukanase dan glukosidase. Endoglukanase menghidrolisis ikatan internal selulosa untuk menghasilkan ujung rantai baru, eksoglukanase menghidrolisis ujung rantai selulosa untuk menghasilkan selobiosa atau glukosa, dan glukosidase menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa. Tulisan ini menyajikan hasil pengujian aktivitas ekstrak kasar endoglukanase dari beberapa isolat *Aspergillus niger* dan *Trichoderma* sp. Seleksi endoglukanase dilakukan pada medium agar CMC (karboksimetil selulosa) 1% menggunakan pewarnaan *congo red*. Aktivitas selulase spesifik diukur dengan metode DNS (asam dinitrosalisilat) dengan *Trichoderma reesei* digunakan sebagai standar aktivitas. Untuk skrining pada medium agar CMC, *A. niger* TSR52 dan *A. niger* IPB1 menunjukkan nisbah selulolitik yang lebih tinggi dari isolat *A. niger* dan *Trichoderma* lain kecuali *A. niger* TSR12 dan *A. niger* KB12. Sementara itu, untuk aktivitas spesifik enzim, *A. niger* TSR52 dan *A. niger* IPB1 secara statistik lebih tinggi dibandingkan dengan isolat lain dan isolat standar.

Kata kunci: Aktivitas, *Aspergillus niger*, endoglukanase, ekstrak kasar, *Trichoderma* spp

I. PENDAHULUAN

Biomassa tumbuhan merupakan sumberdaya terbarukan yang paling banyak ditemukan di alam. Biomassa ini banyak dihasilkan dari kegiatan di bidang kehutanan, perkebunan dan pertanian, namun demikian sumberdaya ini belum dimanfaatkan secara optimal. Komponen utama penyusun biomassa tumbuhan ialah selulosa, hemiselulosa dan lignin. Dari ketiga komponen ini, kandungan selulosa adalah yang tertinggi. Selulosa merupakan polimer glukosa yang tersusun dari unit-unit glukosa yang dihubungkan dengan ikatan β -1,4-D-glikosidik (Han *et al.*, 1995; Saxena and Brown 2005), sehingga hidrolisis selulosa dapat menghasilkan glukosa. Secara enzimatis, selulosa dapat dihidrolisis oleh suatu enzim yang disebut selulase. Hidrolisis secara enzimatis berjalan secara spesifik dan efisien sehingga produk yang dihasilkan lebih tinggi serta berpotensi menghasilkan produksi monosakarida dengan biaya lebih rendah.

Selain berperan dalam hidrolisis selulosa, enzim selulase digunakan juga untuk keperluan dalam berbagai macam industri. Pada industri pulp dan kertas, selulase digunakan untuk *deinking* dan modifikasi serat; pada industri tekstil untuk pelembut katun dan tahap *finishingdenim*; pada industri deterjen untuk perawatan warna, pembersih dan antideposisi; dan pada industri makanan sebagai pelunak makanan (Zhang *et al.*, 2006). Bersama-sama dengan hemiselulase kebutuhan selulase mencapai 20% dari total pasar enzim dunia (Coral *et al.*, 2002). Potensi pasar selulase ke depan diprediksi akan meningkat cukup signifikan dengan meningkatnya isu mengenai biokonversi bahan-bahan selulosa menjadi bioetanol.

Enzim selulase diklasifikasikan menjadi tiga tipe, yaitu endoglukanase (*endo*- β -1,4-*glucanase*, EC 3.2.1.4), selobiohidrolase atau eksoglukanase (*exo*- β -1,4-*glucanase*, EC 3.2.1.91) dan glukosidase (β -D-*glucoside glucohydrolase*, EC 3.2.1.21) (Lynd *et al.*, 2002). Hidrolisis selulosa menjadi glukosa merupakan kerja secara sinergis dari ketiga kelompok enzim tersebut. Endoglukanase atau dikenal juga dengan nama karboksimetil selulase (CMCase) menghidrolisis ikatan internal selulosa untuk memproduksi ujung rantai baru, eksoglukanase menghidrolisis ujung rantai selulosa untuk menghasilkan selobiosa atau glukosa, dan glukosidase menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa. Hidrolisis selulosa oleh CMCase bersifat random sehingga degradasi selulosa dapat berlangsung dengan cepat.

Beberapa mikroorganisme mempunyai kemampuan untuk memproduksi enzim selulase. Cendawan merupakan mikroorganisme utama penghasil selulase walaupun beberapa jenis bakteri dan aktinomycetes juga menghasilkannya. Kelompok cendawan berfilamen seperti *Aspergillus* dan *Trichoderma* diketahui merupakan penghasil selulase yang efisien (Gielkens *et al.*, 1999) dan saat ini sebagian besar produksi komersial enzim selulase di dunia dihasilkan dari kedua kelompok cendawan tersebut (Kirk *et al.*, 2002). Aktivitas selulase dari *A. niger* (Han *et al.*, 1995; Hurst *et al.*, 1977; Onsori *et al.*, 2004), dan *Trichoderma* (Ross *et al.*, 1983; Ghosh *et al.*, 1984) sudah dipelajari dan dikarakterisasi, termasuk beberapa gen yang menyandikannya. Namun demikian aktivitas selulase tersebut menunjukkan variasi yang cukup tinggi pada isolat yang berbeda.

Kendala pengembangan industri enzim selulase di Indonesia ialah belum tersedianya strain lokal yang efektif. Oleh karena itu, penelitian-penelitian untuk mengeksplorasi strain-strain lokal perlu terus dilakukan. Penelitian ini dimaksudkan untuk menguji aktivitas ekstrak kasar enzim CMCase dari beberapa isolat *A. niger* dan *Trichoderma*.

II. METODE PENELITIAN

Biakan dan pemeliharaan cendawan

Isolat-isolat *A. niger* dan *Trichoderma* yang digunakan merupakan koleksi Bagian Mikologi Departemen Biologi F.MIPA dan Pusat Penelitian Sumber Daya Hayati dan Bioteknologi Institut Pertanian Bogor. Isolat-isolat tersebut dipelihara dalam media agar CMC (*carboxymethyl cellulose*) dan diinkubasikan pada suhu ruang selama 7 hari yang selanjutnya digunakan sebagai sumber inokulum.

Uji aktivitas enzim CMCase

Uji aktivitas enzim CMCase dilakukan dalam dua metode, yaitu *plate screening* dan uji aktivitas spesifik. *Plate screening* dilakukan dalam media CMC agar (Onsori *et al.*, 2004), sedangkan uji aktivitas spesifik dilakukan dengan metode DNS (asam dinitrosalisilat) (Ghose *et al.*, 1987). Sebagai standar digunakan isolat *Trichoderma reesei* yang merupakan standar aktivitas enzim selulase.

Secara garis besar metode *plate screening* yang digunakan ialah sebagai berikut: Koloni dengan diameter sepuluh mm dari masing-masing isolat hasil peremajaan diinokulasikan ke dalam media agar CMC 1% (b/v). Kultur kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama satu hari. Untuk mengetahui aktivitas selulolitik cendawan, biakan berumur 1 hari diwarnai dengan pewarna *congo red* 1 % (b/v) selama 0.5-1 jam, diikuti *destaining* dengan larutan NaCl 1 M selama 15 menit. Adanya aktivitas enzim CMCase ditandai dengan terbentuknya zona bening. Untuk masing-masing isolat digunakan tiga ulangan. Diameter koloni dan zona bening yang terbentuk diukur. Nisbah selulolitik dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Nisbahselulolitik (R)} = \frac{\text{diameter zona} - \text{diameter koloni}}{\text{diameter koloni}}$$

Sementara itu pada uji aktivitas spesifik, sebanyak 2×10^6 spora/ml *A. niger* dan *Trichoderma* yang diproduksi pada media agar CMC diinokulasikan ke dalam 50 ml media CMC cair 1% (b/v) dalam erlenmeyer 250 ml (Narashimha *et al.*, 2006). Masing-masing isolat diulang tiga kali. Kultur diinkubasi dalam inkubator beragitasi selama 7 hari pada kecepatan 150 rpm. Kultur di panen pada umur 7 hari setelah inokulasi. Pemisahan enzim kasar dari biomassa cendawan dilakukan dengan cara menyaring filtrat kasar cendawan dengan kertas saring. Filtrat yang dihasilkan digunakan sebagai ekstrak kasar enzim. Aktivitas enzim endoglukanase diukur berdasarkan produk gula yang dihasilkan. Unit aktivitas enzim endoglukanase dihitung dengan rumus dibawah ini. Satu unit aktivitas enzim endoglukanase didefinisikan sebagai kemampuan enzim dalam menghasilkan 1 μmol glukosa per menit.

$$\text{Unit} = \frac{\text{konsentrasi glukosa (ppm)}}{\text{BM glukosa} \times V \text{ enzim (ml)} \times w \text{ aktu}} \times \text{faktor pengenceran}$$

Pengukuran kadar protein total dilakukan dengan metode Lowry (Ghose, 1987). Selanjutnya aktivitas spesifik enzim dapat ditentukan berdasarkan unit/ml aktivitas enzim dan kadar protein yang didapat dengan rumus sebagai berikut.

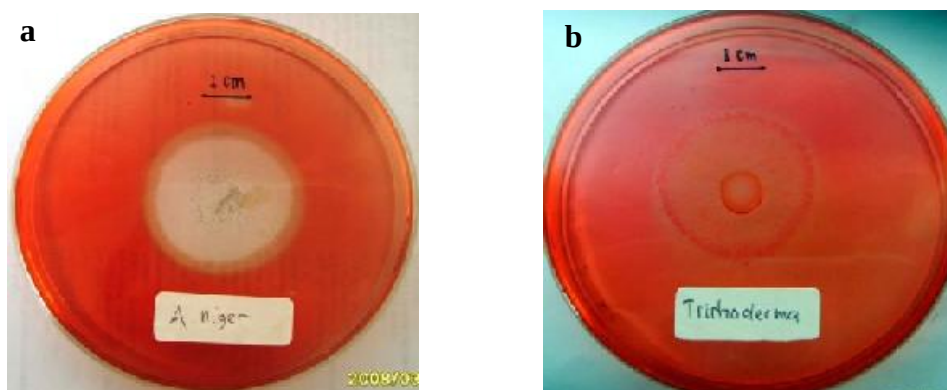
$$\text{aktivitas spesifik (unit/mg)} = \frac{\text{aktivitas unit (unit/ml)}}{\text{kadar protein (mg/ml)}}$$

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan analisis sidik ragam dengan program SPSS 14. Perbedaan antar perlakuan diuji dengan uji lanjut Tukey pada taraf 5% ($p < 0,05$).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Aktivitas selulolitik beberapa isolat *A. niger* dan *Trichoderma* diuji pada media agar CMC. Adanya aktivitas selulolitik ditandai dengan terbentuknya zona bening disekeliling koloni cendawan (Gambar 1). Pewarna *congo red* berinteraksi secara kuat dengan polisakarida yang mengandung ikatan β -(1,4) dan β -(1,3) glikosidik membentuk kompleks warna glukon (Teather and Wood, 1982). Zona bening yang terbentuk mengindikasikan tidak adanya kompleks warna-glukon akibat terjadinya hidrolisis ikatan glikosidik CMC. Sedangkan daerah yang masih berwarna merah mengindikasikan masih adanya kompleks warna-glukon yang mengindikasikan tidak terjadi hidrolisis substrat CMC.



Gambar 1. Aktivitas selulolitik yang ditunjukkan dengan terbentuknya zona bening disekeliling koloni setelah inkubasi 24 jam pada suhu ruang. (a) *A. niger*, (b) *Trichoderma*.

Rata-rata nisbah selulolitik terbesar ditunjukkan oleh isolat *A. niger* KB12 sebesar 0,47 dan terkecil ditunjukkan oleh isolat *Trichoderma* IPB12 sebesar 0,02 (Tabel 1). Walaupun nisbah selulolitik isolat *A. niger* KB12 tertinggi, namun secara statistik tidak berbeda dengan *A. niger* IPB1, *A. niger* TSR12 dan *A. niger* TSR52. Beberapa isolat, seperti *A. niger* KB12, *A. niger* IPB1, *A. niger* TSR12, *A. niger* TSR52, *A. niger* TSR13, *A. niger* IPB4 dan *A. niger* IPB5 secara nyata mempunyai nisbah selulolitik lebih tinggi dari isolat standar *T. reesei*. Besarnya nisbah selulolitik ini seringkali tidak berkorelasi dengan besarnya aktivitas spesifik selulase. Hal ini kemungkinan disebabkan adanya variasi kecepatan pertumbuhan cendawan.

Rata-rata aktivitas spesifik CMCase tertinggi ditunjukkan oleh isolat *A. niger* IPB1 sebesar 5,74 U/mg dan terkecil ditunjukkan oleh isolat *Trichoderma* IPB2 sebesar 1,31 U/mg (Tabel 2). Aktivitas spesifik *A. niger* IPB1 secara statistik sama dengan isolat *A. niger* TSR52. Kedua isolat ini secara nyata ($P < 0,05$) mempunyai aktivitas spesifik tertinggi dibandingkan dengan isolat-isolat yang lain, termasuk isolat standar *T. reesei*. Elshafei *et al.* (1990) melaporkan bahwa aktivitas enzim endoglukanase *A. terreus* lebih tinggi dibandingkan *Trichoderma viride* yang merupakan standar aktivitas enzim selulase, sedangkan Pothiraj *et al.* (2006) melaporkan aktivitas enzim endoglukanase *A. niger* lebih tinggi dibandingkan *A. terreus*. Namun demikian perbandingan secara langsung hasil ini sulit dilakukan karena banyaknya faktor yang mempengaruhi, seperti komposisi media dan pemilihan substrat yang dapat mempengaruhi aktivitas enzim (Sharma and Sreekantiah, 1986).

Tabel 1. Nisbah selulolitik *A. niger* dan *Trichoderma* setelah 24 jam inkubasi pada suhu ruang

Isolat	Rata-rata nisbah selulolitik
<i>Aspergillus niger</i> IPB1	0,37 ± 0,011 d
<i>A. niger</i> IPB4	0,18 ± 0,078 bc
<i>A. niger</i> IPB5	0,18 ± 0,019 bc
<i>A. niger</i> KB12	0,47 ± 0,056 d
<i>A. niger</i> TSR12	0,37 ± 0,042 d
<i>A. niger</i> TSR13	0,22 ± 0,076 c
<i>A. niger</i> TSR52	0,38 ± 0,033 d
<i>Trichoderma reesei</i>	0,03 ± 0,001 a
<i>Trichoderma</i> IPB2	0,03 ± 0,001a
<i>Trichoderma</i> IPB9	0,05 ± 0,028a
<i>Trichoderma</i> IPB11	0,08 ± 0,007ab
<i>Trichoderma</i> IPB12	0,02 ± 0,007a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% ($p < 0,05$)

Banyak faktor terlibat dalam kinerja suatu enzim, seperti suhu dan pH. Pada penelitian ini digunakan metode yang umum digunakan untuk sistem enzim selulase *T. Reesei* (Ghose, 1987) sehingga tidak menutup kemungkinan aktivitas beberapa isolat *A. niger* pada uji ini belum mencapai aktivitas optimalnya. Beberapa laporan menunjukkan aktivitas enzim endoglukanase *A. niger* mempunyai kisaran suhu dan pH yang luas. Suhu optimum aktivitas endoglukanase *A. niger* dilaporkan berkisar 40 °C (Coral *et al.*, 2002) dan 70 °C (Hong *et al.*, 2001). pH optimum aktivitas enzim endoglukanase *A. niger* dilaporkan berkisar 4,5 dan 7,5 (Coral *et al.*, 2002), antara 6,0 dan 7,0 (Akiba *et al.*, 1995), dan 6,0 (Hong *et al.*, 2002).

Tabel 2. Aktivitas enzim endoglukanase *A. niger* dan *Trichoderma* pada suhu 50 °C yang diukur setelah 7 hari inkubasi

Isolat	Rata-rata aktivitas spesifik (U/mg)
<i>Aspergillus niger</i> IPB1	5,74 ± 0,58 e
<i>A. niger</i> TSR52	5,42 ± 0,67 e
<i>A. niger</i> IPB5	4,96 ± 0,24 de
<i>A. niger</i> KB12	4,83 ± 1,01 de
<i>A. niger</i> TSR12	4,68 ± 0,46 cde
<i>Trichoderma</i> IPB11	4,30 ± 0,54 bcde
<i>A. niger</i> TSR13	3,03 ± 0,42 abcd
<i>Trichoderma reesei</i>	3,01 ± 0,26 abcd
<i>A. niger</i> IPB4	2,73 ± 0,38 abcd
<i>Trichoderma</i> IPB9	2,53 ± 0,59 abc
<i>Trichoderma</i> IPB12	2,35 ± 0,94 ab
<i>Trichoderma</i> IPB2	1,31 ± 0,80 a

Keterangan: Angka-angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf 5% ($P < 0,05$)

IV. KESIMPULAN

Nisbah selulolitik terbesar ditunjukkan oleh isolat *A. niger* KB12, yaitu sebesar 0,47. Namun demikian secara statistik tidak berbeda dengan *A. niger* TSR52, *A. niger* IPB1 dan *A. niger* TSR12. Sementara itu, aktivitas spesifik terbesar ditunjukkan oleh isolat *A. niger* IPB1, yaitu sebesar 5,74 U/mg. Namun demikian secara statistik aktivitas spesifiknya tidak berbeda dengan *A. niger* TSR52.

DAFTAR PUSTAKA

- Akiba S., Y. Kimura, and H. Kumagai. 1995. Purification and characterization of protease resistant cellulase from *Aspergillus niger*. *J. Ferment. Bioeng.* 79 (2): 125-130.
- Coral, G., B. Arikan, M.N. Unaldi, and H. Guvenmez. 2002. Some properties of crude carboxymethyl cellulase of *Aspergillus niger* Z10 wild-type strain. *Turk. J. Biol.* 26: 209-213.
- Elshafei, A.M., J.L. Vega, K.T. Klasson, E.C. Clausen, and J.L. Gaddy. 1990. Cellulase and hemicellulose formation by fungi using corn stover as a substrate. *Biol. Wastes* 32:209-218.
- Ghose, T.K. 1987. Measurements of cellulases activity. *Pure & Appl. Chem.* 59 (2): 257-268.
- Ghosh, A., B.K. Ghosh, H.T. Vasquez, D.E. Eveleigh, and B.S. Montenecourt. 1984. Cellulase secretion from a hyper cellulolytic mutant of *Trichoderma reesei* Rut-C30. *Arch. of Microbiol.* 140:126-133.
- Gielkens, M.M.C., E. Dekkers, J. Visser, and L.H. Graaf. 1999. Two cellobiohydrolases-encoding genes from *Aspergillus niger* require D-xylose and the xylanolytic transcriptional activator XlnR for their expression. *Appl. Environ. Microbiol.* 65 (10):4340-4345.
- Han, S.J., Y.J. Yoo, and H.S. Kang. 1995. Characterization of bifunctional cellulase and its structural gene. *J. Biol. Chem.* 270 (43): 26012-26019.
- Hong J, H. Tamaki, S. Akiba, K. Yamamoto, and H. Kumaga. 2001. Cloning of a gene encoding highly stable endo- β -1,4-glucanase from *Aspergillus niger* and its expression in yeast. *J. Biosci. Bioeng.* 92 (5):434-441.
- Hurst, P.L., J. Nielsen, P.A. Sullivan, and M.G. Shepperd. 1977. Purification and properties of a cellulase from *Aspergillus niger*. *Biochem. J.* 165:33-41.
- Kirk, O., T.V. Borchert, and C.C. Fuglsang. 2002. Industrial enzymes applications. *Curr. Opin. Biotechnol.* 13: 345-351.
- Lynd, L.R., P.J. Weimer, W.H. van Zyl, and I.S. Pretorius. 2002. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiol. and Mol. Biol. Rev.* 66 (3): 506-577.
- Narasimha, G., A. Sridevi, V. Buddolla, C.M. Subhosh, and R.B. Rajasekhar. 2006. Nutrient effects on production of cellulolytic enzymes by *Aspergillus niger*. *African J. of Biotechnol.* 5 (5):472-476.
- Onsori, H., M.R. Zamani, M. Motallebi, and N. Zarghami. 2004. Identification of over producer strain of endo- β -1,4-glucanase in *Aspergillus* species: Characterization of crude carboxymethyl cellulase. *African J. of Biotechnol* 4 (1): 26-30.
- Pothiraj C., P. Balaji, M. Eyini. 2006. Enhanced production of cellulases by various fungal cultures in solid state fermentation of cassava waste. *African J. of Bacteriol.* 5 (20):1882-1885.
- Ross, A., A. Schugerl, and W. Scheidingh. 1983. Cellulase production from *Trichoderma reesei*. *Eur J Microbiol. Biotechnol.* 18:29-37.
- Saxena, I.M. and R.M. Brown. 2005. Cellulose Biosynthesis: Current Views and Evolving Concepts. *Annals of Botany* 96: 9-21.
- Sharma T.R., and K.R. Sreekantiah. 1986. Production of cellulases and D-xylanases by some selected fungal isolates. *Enzyme Microbiol. Technol.* 8:178-182.
- Teather, R.M., and P.J. Wood. Use of congo red-polysaccharide interactions in enumeration and characterization of cellulolytic bacteria from the bovine rumen. *Applied and Environ. Microbiol.* 43 (4): 777-780.
- Zhang, Y.H.P., M.E. Himmel, and J.R. Mielenz. 2006. Outlook for cellulase improvement: screening and selection strategies. *Biotechnol. Adv.* 24:452-481.

KETAHANAN LIMA JENIS KAYU TERHADAP JAMUR PELAPUK, *Pycnoporus sanguineus*

Djarwanto, Sihati Suprpti, Hudiansyah

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor. Telp. (0251)-8633378, Fax. (0251)-8633413

ABSTRAK

Lima jenis kayu kurang dikenal yaitu *Erythrina fusca* Lour (cangkring), *Litsea roxburghii* Hassk. (tangkalak), *Melaleuca cajuput* Powell (kayu putih), *Sterculia cordata* (Blume) BL. (hantap heulang/ huru lieur) dan *Zanthoxylon rhetsa* D.C. (ki tanah), diuji ketahanannya terhadap jamur menggunakan metode *Kolle-flash*. Contoh uji kayu diambil dari bagian tepi dan dalam dolok dari tiga tegakan pohon. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *L. roxburghii* dan *Z. rhetsa* termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas II), sedangkan kayu *E. fusca*, *M. cajuput*, dan *S. Cordata* termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat contoh yang diambil dari tegakan pohon I lebih rendah dibandingkan dengan pohon II dan III, walaupun ketiganya termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Sedangkan kehilangan berat kayu bagian dalam hampir sama dengan kayu bagian tepi dolok, yang termasuk dalam kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam dolok pohon contoh II kayu cangkring (*E. fusca*) yang diuji dengan *P. sanguineus* HHBI-324 yaitu 51,87%.

Kata kunci: Tegakan pohon, kayu, bagian dalam dolok, bagian tepi dolok, jamur

I. PENDAHULUAN

Indonesia, dikenal kaya akan keragaman jenis kayu, tercatat sekitar 4000 jenis tumbuhan berkayu namun hanya sebagian kecil saja yang sudah dikenal sifat dan kegunaannya. Kartasujana dan Martawijaya (1979) menyatakan bahwa dari 400 jenis yang telah dimanfaatkan, 113 jenis dikelompokkan ke dalam kayu kurang dikenal, dan kemungkinan memiliki potensi besar (Kartasujana dan Martawijaya, 1979). Kualitas kayu kurang dikenal umumnya dianggap rendah karena dalam pemakaiannya belum memperhatikan sifat kayunya. Akibat kurangnya informasi tersebut, maka dalam penggunaannya sering tidak membedakan kualitas kayunya.

Pycnoporus sanguineus merupakan jamur pelapuk putih (*white-rot fungus*) yang bersifat kosmopolitan dan dapat menyerang hampir semua jenis kayu (Djarwanto dan Tachibana, 2009). Ketahanan kayu terhadap serangan jamur pelapuk merupakan salah satu sifat penting dalam pengolahan kayu. Oleh karena itu, penelitian sifat ketahanan kayu terhadap jamur pelapuk perlu dilakukan terutama di daerah tropis di mana jamur tersebut tumbuh subur. Tegakan pohon contoh, posisi contoh kayu di dalam dolok yaitu bagian dalam (dianggap sebagai teras) dan bagian tepi (dianggap sebagai gubal), diduga memiliki sifat ketahanan yang berlainan terhadap *P. sanguineus*. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui ketahanan kayu bagian dalam dan tepi dolok dari tiga pohon lima jenis kayu terhadap serangan *P. sanguineus* secara laboratoris.

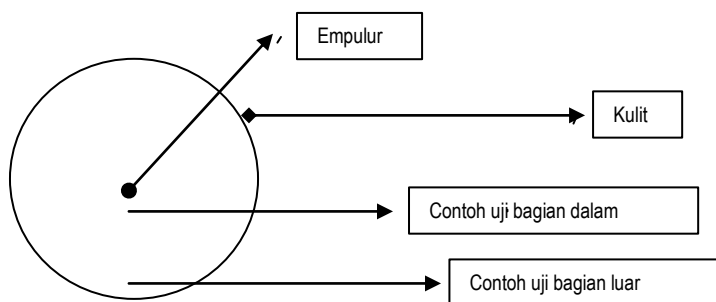
II. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu asal Tasikmalaya dan Ciamis, Jawa Barat, seperti tercantum pada Tabel 1. Bahan kimia yang dipakai antara lain *Malt extract*, *Bacto agar* dan alkohol. Sedangkan jenis jamur pengujinya yang digunakan yaitu *Pycnoporus sanguineus* HHBI-324, HHBI-345, HHBI-348, dan HHBI-8149.

Tabel 1. Jenis kayu yang diteliti terhadap jamur pelapuk

No	Jenis kayu	Nama daerah	Suku
1	<i>Erythrina fusca</i> Lour	Cangkring	<i>Leguminoceae</i>
2	<i>Litsea roxburghii</i> Hassk.	Tangkalak	<i>Lauraceae</i>
3	<i>Melaleuca cajuput</i> Powell	Kayu putih	<i>Myrtaceae</i>
4	<i>Sterculia cordata</i> (Blume) BL.	Hantap heulang/ huru lieur	<i>Sterculiaceae</i>
5	<i>Zanthoxylon rhetsa</i> D.C.	Ki tanah	<i>Rutaceae</i>

Contoh uji berukuran 5 cm x 2,5 cm x 1,5 cm, dengan panjang 5 cm searah serat diambil dari bagian pangkal dolok dari tiga tegakan pohon. Dolok kayu digergaji dibuat papan dan diserut sehingga tebalnya 2,5 cm. Pada papan terlebar dibuang bagian tepi dan kulitnya sehingga papan menjadi lurus, lalu digergaji dan diserut sehingga tebalnya 1,5 cm, dan dikelompokkan masing-masing mulai dari bagian tepi sampai ke bagian dalam, selanjutnya pada masing-masing bagian tersebut dipotong sepanjang 5 cm. Contoh uji yang digunakan dalam penelitian ini yaitu bagian tepi dan bagian dalam dekat bagian tengah, diampelas, diberi nomor dan kemudian dikeringkan dengan oven 105 °C. Pola pengambilan contoh uji seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Pola pengambilan contoh uji

Media uji yang digunakan adalah MEA (malt-ekstrak-agar) dengan komposisi malt-ekstrak 3% dan bacto-agar 2% dalam air suling. Media yang telah dilarutkan secara homogen dimasukkan ke dalam piala Kolle sebanyak 80 ml per-piala. Mulut piala disumbat dengan kapas steril, kemudian disterilkan menggunakan autoklaf pada suhu 121 °C, tekanan 1,5 atmosfer, selama 30 menit. Media yang telah dingin diinokulasi biakan murni jamur penguji, selanjutnya disimpan di ruang inkubasi sampai pertumbuhan miseliumnya rata dan tebal.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan metode *Kolle-flash*, seperti yang dilakukan oleh Martawijaya (1975), Djarwanto dan Suprpti (2004), dan Suprpti (2010). Contoh uji yang telah diketahui berat kering mutlaknya dimasukkan ke dalam piala yang berisi biakan jamur tersebut. Setiap piala diisi sepasang contoh uji yang terdiri atas kayu bagian tepi dan kayu bagian dalam dolok, diletakkan sedemikian rupa sehingga tidak saling bersinggungan, kemudian diinkubasikan selama 12 minggu. Untuk setiap jenis kayu, pohon contoh, dan isolat jamur disediakan 3 buah piala sebagai ulangan. Pada akhir pengujian contoh uji dikeluarkan dari piala, dibersihkan dari miselium yang melekat, dan ditimbang pada kondisi sebelum dan sesudah dikeringkan dengan oven, untuk mengetahui kehilangan beratnya. Kehilangan berat dihitung berdasarkan selisih berat contoh sebelum dengan sesudah perlakuan dibagi berat awal contoh uji, dalam kondisi kering oven dan dinyatakan dalam persen. Persentase kehilangan berat contoh uji dianalisis menggunakan rancangan faktorial 5 x 3 x 2 x 4 (jenis kayu, tegakan pohon contoh, bagian kayu dalam dolok dan isolat jamur *P. sanguineus*), dengan tiga kali ulangan. Rata-rata kehilangan berat kayu dikelompokkan dengan menggunakan nilai atau skala kelas resistensi menurut Martawijaya (1975) dan Suprpti *et al.* (2011) seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Klasifikasi ketahanan kayu terhadap jamur berdasarkan persentase kehilangan berat

Kelas	Ketahanan	Kehilangan berat rata-rata, %
I	Sangat tahan	< 0,5
II	Tahan	0,5 - < 5
III	Agak tahan	5 - < 10
IV	Tidak tahan	10 - 30
V	Sangat tidak tahan	> 30

Sumber: Martawijaya, 1975 dan Suprpti *et al.*, 2011

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian secara laboratoris kehilangan berat contoh uji merupakan salah satu tanda terjadinya kerusakan kayu oleh jamur. Rata-rata kehilangan berat kayu bagian dalam dan tepi dolok dari setiap tegakan

pohon terlihat bervariasi, yang disajikan pada Tabel 3 dan 4. Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa jenis kayu, tegakan pohon, bagian kayu dalam dolok dan isolat jamur berpengaruh terhadap kehilangan berat contoh uji ($p \leq 0,01$). Rata-rata kehilangan berat kayu dan kelas resistensinya terhadap *P. sanguineus* disajikan pada Tabel 5. Hasil uji beda Tukey ($p \leq 0,05$) terhadap lima jenis kayu memperlihatkan bahwa persentase kehilangan berat terendah terjadi pada kayu *Z. rhetsa*, sedangkan persentase kehilangan berat tertinggi terjadi pada kayu *E. fusca*.

Tabel 3. Persentase kehilangan berat kayu bagian dalam dolok dari tiga tegakan pohon dan kelas resistensinya

Jenis kayu	Tegakan pohon	Persentase kehilangan berat dan kelas resistensi pada jenis kayu							
		<i>Pycnoporus sanguineus</i>							
		HHBI-324		HHBI-345		HHBI-348		HHBI-8149	
<i>Erythrina fusca</i>	P-I	46,08	V	7,62	III	12,98	IV	14,82	IV
<i>Litsea roxburghii</i>		7,82	III	0,54	II	4,15	II	1,44	II
<i>Melaleuca cajuput</i>		34,71	V	5,14	III	34,92	V	1,09	II
<i>Sterculia cordata</i>		26,83	IV	1,66	II	24,98	IV	5,14	III
<i>Zanthoxylon rhetsa</i>		5,10	III	0,53	II	2,28	II	0,68	II
<i>E. fusca</i>	P-II	51,57	V	21,67	IV	44,06	V	22,18	IV
<i>L. roxburghii</i>		5,19	III	0,53	II	2,27	II	1,03	II
<i>M. cajuput</i>		42,30	V	4,33	II	30,21	V	1,22	II
<i>S. cordata</i>		22,51	IV	5,16	III	44,06	V	1,44	II
<i>Z. rhetsa</i>		12,08	IV	0,66	II	3,36	II	0,64	II
<i>E. fusca</i>	P-III	45,30	V	13,02	IV	45,95	V	2,70	II
<i>L. roxburghii</i>		6,88	III	0,60	II	3,39	II	1,01	II
<i>M. cajuput</i>		32,35	V	10,05	IV	38,51	V	3,45	II
<i>S. cordata</i>		21,02	IV	2,02	II	45,95	V	1,02	II
<i>Z. rhetsa</i>		10,80	IV	0,72	II	2,41	II	0,56	II

Keterangan: P = tegakan pohon, angka latin menunjukkan persentase kehilangan berat rata-rata dari tiga ulangan

Tabel 4. Persentase kehilangan berat kayu bagian tepi dolok dari tiga tegakan pohon dan kelas resistensinya

Jenis kayu	Tegakan pohon	Persentase kehilangan berat dan kelas resistensi pada jenis kayu							
		<i>Pycnoporus sanguineus</i>							
		HHBI-324		HHBI-345		HHBI-348		HHBI-8149	
<i>Erythrina fusca</i>	P-I	44,00	V	7,76	III	40,03	V	14,82	IV
<i>Litsea roxburghii</i>		16,13	IV	1,36	II	8,37	III	1,50	II
<i>Melaleuca cajuput</i>		21,32	IV	17,17	IV	22,94	IV	2,44	II
<i>Sterculia cordata</i>		19,57	IV	5,25	III	10,44	IV	5,02	III
<i>Zanthoxylon rhetsa</i>		5,69	III	0,62	II	4,40	II	1,01	II
<i>E. fusca</i>	P-II	43,60	V	11,03	IV	44,12	V	17,09	IV
<i>L. roxburghii</i>		10,39	IV	1,50	II	5,08	III	1,09	II
<i>M. cajuput</i>		23,35	IV	5,82	III	23,88	IV	3,18	II
<i>S. cordata</i>		28,58	IV	7,60	III	25,22	IV	3,94	II
<i>Z. rhetsa</i>		8,44	III	1,40	II	7,45	III	1,18	II
<i>E. fusca</i>	P-III	39,95	V	24,72	IV	50,34	V	6,82	III
<i>L. roxburghii</i>		10,07	IV	1,03	II	7,57	III	1,02	II
<i>M. cajuput</i>		32,61	V	6,88	III	28,94	IV	6,15	III
<i>S. cordata</i>		15,40	IV	4,07	II	50,34	V	3,49	II
<i>Z. rhetsa</i>		5,25	III	0,89	II	6,03	III	0,55	II

Keterangan: P = tegakan pohon, angka latin menunjukkan persentase kehilangan berat rata-rata dari tiga ulangan

Berdasarkan hasil uji beda Tukey terhadap tiga tegakan pohon ($p \leq 0,05$) memperlihatkan bahwa rata-rata kehilangan berat kayu yang diambil dari tegakan pohon I yaitu 12,18%, lebih rendah dibandingkan dengan kehilangan berat kayu dari tegakan pohon II dan III masing-masing yaitu 14,77% dan 14,75% (pohon II tidak berbeda nyata dengan pohon III, $p \leq 0,05$), akan tetapi contoh kayu dari ketiga pohon tersebut

termasuk kelas yang sama (kelas IV). Laporan sebelumnya menyebutkan bahwa kehilangan berat lima jenis kayu yang berasal dari lima tegakan pohon (Djarwanto *et al.*, 2001) dan dari dua tegakan pohon (Suprpti *et al.*, 2011) bervariasi, namun secara rata-rata ke semua contoh dari ketiga pohon tersebut termasuk kelas IV. Sedangkan hasil uji beda Tukey terhadap posisi contoh uji menunjukkan bahwa rata-rata kehilangan berat pada kayu bagian dalam yaitu 14,03%, lebih tinggi dibandingkan dengan kehilangan berat kayu bagian tepi dolok yaitu 13,77%, namun kedua bagian tersebut tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p \leq 0,05$), meskipun demikian kedua bagian tersebut masih termasuk dalam kelas ketahanan yang sama yaitu kelas IV (kelompok kayu tidak-tahan). Hal ini mungkin disebabkan oleh kandungan zat ekstraktif yang dapat menghambat pertumbuhan jamur pada kayu bagian dalam lebih tinggi dibandingkan dengan pada kayu bagian tepi dolok. Menurut Suprpti and Djarwanto (2008), Djarwanto (2010), Coggins (1980) dan Khan (1954) bahwa ketahanan kayu bagian teras (*heartwood*) lebih tinggi dibandingkan dengan ketahanan kayu bagian gubal (*sapwood*).

Hasil analisis didapatkan interaksi yang nyata antara jenis kayu, bagian atau posisi kayu dalam dolok dan jenis jamur ($p \leq 0,01$). Interaksi yang kuat, yang ditunjukkan dengan kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam dolok pohon contoh II kayu cangkring (*E. fusca*) yang diuji dengan *P. sanguineus* HHBI-324 yaitu 51,87%. Sedangkan interaksi yang lemah, ditunjukkan dengan kehilangan berat terendah dijumpai pada bagian dalam pohon II kayu tangkalak (*L. roxburghii*) dan pada bagian dalam pohon I kayu ki tanah (*Z. rhetsa*) yang diuji dengan *P. sanguineus* HHBI-345 (0,53%).

Tabel 5. Rata-rata kehilangan berat dan kelas resistensi lima jenis kayu

Jenis kayu	Pohon contoh	Diameter dolok (cm)	Kehilangan berat (%)			Kelas
			Bagian dalam	Bagian tepi	Rata-rata	
<i>Erythrina fusca</i>	P-I	28,5	20,04	26,65	27,97 a	IV (III-V)
	P-II	33,5	34,95	28,96		
	P-III	28,3	26,74	30,46		
<i>Litsea roxburghii</i>	P-I	28,5	3,89	6,84	4,16 d	II (II-IV)
	P-II	38,5	2,25	4,51		
	P-III	17,5	2,97	4,92		
<i>Melaleuca cajuput</i>	P-I	24,5	18,97	15,97	18,04 b	IV (II-V)
	P-II	28,0	19,52	14,06		
	P-III	26,5	21,09	18,64		
<i>Sterculia cordata</i>	P-I	31,0	14,65	10,07	15,86 c	IV (II-V)
	P-II	24,5	18,29	16,33		
	P-III	24,0	17,50	18,33		
<i>Zanthoxylon rhetsa</i>	P-I	24,0	2,15	2,93	3,45 d	II (II-IV)
	P-II	34,0	4,19	4,62		
	P-III	34,0	3,62	3,18		

Keterangan: P = tegakan pohon, angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $p \leq 0,05$

Berdasarkan klasifikasi ketahanan kayu terhadap jamur secara laboratoris maka *L. roxburghii* (tangkalak), dan *Z. rhetsa* termasuk kelompok kayu tahan (kelas II), sedangkan kayu *E. fusca* (cangkring), *M. cajuput* (kayu putih), dan *S. cordata* (hantap heulang/huru lier) termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Menurut Oey Djoen Seng (1990), *L. roxburghii*, *S. cordata*, *Z. rhetsa*, *E. fusca* termasuk kelompok kayu sangat tidak tahan (kelas V) dan *M. cajuput* termasuk kayu kelas III, yang dinilai berdasarkan usia pakai kayu dengan tidak disebutkan jenis organisme yang menyerang.

Pada Tabel 6 ditunjukkan variasi kemampuan jamur untuk melapukkan lima jenis kayu. *P. sanguineus* HHBI-324, -348 merupakan jamur pelapuk putih yang memiliki kemampuan melapukkan kayu tertinggi. Kemampuan jamur *P. sanguineus* HHBI-324 tersebut lebih tinggi dibandingkan dengan kemampuan HHBI-8149. Hal ini mungkin disebabkan karena isolat jamur tersebut berbeda strain atau telah mengalami mutasi dan penurunan virulensi (Suprpti dan Djarwanto, 2001). Kemampuan *P. sanguineus* HHBI-8149 dalam melapukkan kayu paling rendah. Laporan sebelumnya menyatakan bahwa kemampuan melapukkan kayu tertinggi dijumpai pada *P. sanguineus* HHBI-324 (Suprpti dan Djarwanto, 2008, dan Suprpti *et al.*, 2011).

Tabel 6. Rata-rata kehilangan berat kayu oleh jamur pelapuk

No	Jenis jamur	Kehilangan berat (%)
1	<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI-324	23,17 a
2	<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI-345	5,71 b
3	<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI-348	22,49 a
4	<i>Pycnoporus sanguineus</i> HHBI-8149	4,21 c

Keterangan: Angka-angka dalam kolom yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $p \leq 0,05$

IV. KESIMPULAN

Dari lima jenis kayu yang diteliti didapatkan bahwa *L. roxburghii* Hassk. (tangkalak) dan *Z. rhetsa* D.C. (ki tanah) termasuk kelompok kayu agak-tahan (kelas II), sedangkan kayu *E. fusca* Lour (cangkring), *M. cajuput* Powell (kayu putih), dan *S. cordata* (Blume) BL. (hantap heulang/huru lier) termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat contoh yang diambil dari tegakan pohon I lebih rendah dibandingkan dengan pohon II dan III, walaupun ketiganya termasuk kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Sedangkan kehilangan berat kayu bagian dalam hampir sama dengan kayu bagian tepi dolok, yang termasuk dalam kelompok kayu tidak-tahan (kelas IV). Kehilangan berat tertinggi terjadi pada bagian dalam dolok pohon contoh II kayu cangkring (*E. fusca*) yang diuji dengan *P. sanguineus* HHBI-324 yaitu 51,87%. Sedangkan kehilangan berat terendah dijumpai pada bagian dalam pohon II kayu tangkalak (*L. roxburghii*) dan pada bagian dalam pohon I kayu ki tanah (*Z. rhetsa*) yang diuji dengan *P. sanguineus* HHBI-345 (0,53%).

Kemampuan jamur untuk melapukkan kayu berlainan tergantung pada jenis kayu dan isolat jamur yang diteliti. Kemampuan melapukkan kayu tertinggi, yaitu *P. sanguineus* HHBI-324 dan HHBI-348. Sedangkan kemampuan melapukkan kayu terendah terjadi pada *P. sanguineus* HHBI-8149.

DAFTAR PUSTAKA

- Coggins, C.R. 1980. Decay of timber in buildings dry rot, wet rot and other fungi. Rentokil Limited Felcourt, East Grinstead. 115 p.
- Djarwanto, Suprpti, S. dan Hudiansyah. 2001. Ketahanan lima jenis kayu dolok diameter kecil terhadap enam jenis jamur pelapuk. Prosiding Seminar Nasional III Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) tanggal 22-23 Agustus 2000 di Bandung. Hal.: 453-460. Fakultas Kehutanan Universitas Winayamukti. Bandung.
- Djarwanto dan S. Suprpti. 2004. Pengujian ketahanan kayu terhadap jamur secara laboratoris. Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Standardisasi tanggal 11-12 Oktober 2004. Hal.: 15-22. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.
- Djarwanto. 2010. Ketahanan lima jenis kayu terhadap fungi. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan 3 (2): 51-55.
- Kartasujana, I. dan A. Martawijaya. 1979. Kayu perdagangan Indonesia sifat dan kegunaannya. Penerbitan ulang gabungan Pengumuman No. 3 TH 1973 dan No. 56 TH 1975. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Khan, A. H. 1954. Decay in timber its cause & control. Pakistan Forest Research Institute, Abbottabad. 29 p.
- Martawijaya, A. 1975. Pengujian laboratoris mengenai keawetan kayu Indonesia terhadap jamur. Kehutanan Indonesia. Hal.: 775-777. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Oey Djoen Seng. 1990. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman Nr. 13. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Suprpti, S. dan Djarwanto. 2001. Kemampuan sepuluh isolat jamur dalam melapukkan kayu. Prosiding Seminar Nasional III Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) tanggal 22-23 Agustus 2000 di Bandung. Hal.: 190-197. Fakultas Kehutanan Universitas Winayamukti. Bandung.
- Suprpti, S. and Djarwanto. 2008. Ketahanan lima jenis kayu asal Sukabumi terhadap jamur perusak kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 26 (2): 129-137. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

- Suprpti, S. 2010. Decay resistance of 84 Indonesian wood species against fungi. *Journal of Tropical Forest Science* 22(1): 81-87.
- Suprpti, S., Djarwanto dan Hudiansyah. 2011. Ketahanan lima jenis kayu asal Lengkong Sukabumi terhadap beberapa jamur pelapuk. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 29 (3): 248-258. Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.

PRODUKTIVITAS JAMUR KUPING PADA MEDIA SERBUK GERGAJI KAYU SENGON DALAM RANGKA PELATIHAN MASYARAKAT

Sihati Suprpti and Djarwanto

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor.Telp. (0251)-8633378, Fax. (0251)-8633413

ABSTRAK

Jamur kuping merupakan salah satu jamur perusak kayu yang dapat dimakan dan telah dikonsumsi secara luas. Pemasyarakatan budidaya jamur kuping telah dilakukan di Desa Gadog Bogor. Untuk media produksi digunakan serbuk gergaji kayu sengon ditambah dedak 10%, kapur 4%, gips 0,5%, urea atau trisodiumfosfat 0,5% dan air bersih, selanjutnya diperam selama 1, 3, 5 dan 7 hari. Efisiensi konversi biologi dihitung berdasarkan bobot tubuh buah segar dibagi bahan media kering dinyatakan dalam persen. Hasilnya menunjukkan bahwa sebagian besar peserta berpotensi menjadi tenaga yang trampil, ulet, rajin dan motivasi kuat dalam budidaya, namun masih lemah dalam pemasaran hasil panen. Rata-rata hasil panen jamur kuping coklat (*Auricularia auriculae-yudae* HHBI-312, HHBI-326) yang dihasilkan peserta hampir sama yaitu masing-masing 59,6 gram dan 58,3 gram dengan nilai EB 10,86% dan 10,76%, dan jamur kuping hitam (*Auricularia polytricha* HHBI-318, HHBI-331) masing-masing 66 gram dan 84,6 gram dengan nilai EB 12,14% dan 15,65%. Penambahan pupuk urea pada media tidak menunjukkan perbedaan hasil panen dibandingkan dengan penambahan pupuk trisodiumfosfat. Hasil panen yang tinggi didapatkan pada media yang diperam 3 dan 5 hari. Jamur kuping *A. auricula-judae* HHBI-312 dan *A. polytricha* HHBI-331 dipilih sebagai bibit yang digunakan untuk meneruskan latihan usaha budidaya jamur, dengan waktu pemeraman media 3-5 hari.

Kata kunci: Pemberdayaan masyarakat, budidaya jamur kuping, efisiensi konversi biologi

I. PENDAHULUAN

Jamur kayu antara lain jamur kuping merupakan salah satu sumberdaya hutan potensial yang belum optimal penanganannya di dalam pengelolaan sumberdaya hutan. Secara ekologis jamur mempunyai peran penting sebagai perombak limbah lignoselulosa yang menyediakan unsur hara bagi tumbuhan lain. Jamur kuping merupakan salah satu jamur kayu yang mempunyai gizi yang lebih baik dibandingkan sayur dan buah dan memiliki efek medis (Chang dan Miles, 2004; Cochran, 1978; Crisan and Sands, 1978; FAO, 1982).

Budidaya jamur kayu di Indonesia umumnya menggunakan teknologi sederhana sehingga mudah diserap oleh masyarakat terutama pemuda putus sekolah dan termasuk pencari kerja. Media utama yang digunakan dalam budidaya jamur tersebut adalah limbah serbuk gergaji kayu. Contoh, berdasarkan studi kelayakan ekonomi pada skala rumah tangga, budidaya jamur kayu dapat dikembangkan pada skala usaha tani kecil (Suprpti dan Djarwanto, 2004, 2009 dan Djarwanto dan Suprpti, 2004). Oleh karena itu, budidaya jamur dapat digunakan untuk pemberdayaan masyarakat melalui jalur latihan kerja. Dengan perkataan lain pengembangan sumberdaya manusia atau peningkatan mutu tenaga kerja, dan ini merupakan proses awal yang dapat berlanjut ke arah terciptanya tenaga kerja yang produktif, disiplin, kreatif, dinamis dengan kemampuan professional. Karena kesempatan kerja formal terbatas maka dalam rangka membuka peluang bagi pemuda putus sekolah agar mampu berusaha atau menciptakan pekerjaan sendiri, diselenggarakan latihan kerja. Latihan kerja ini diharapkan dapat mengembangkan kemampuan kewirausahaan budidaya jamur kayu bagi pemuda putus sekolah.

II. BAHAN DAN METODE

Pemasyarakatan budidaya jamur kuping

Pemberdayaan masyarakat melalui latihan budidaya jamur kayu dilakukan terhadap 20 peserta yang sebagian besar terdiri atas pemuda putus sekolah. Kegiatan ini merupakan kelanjutan dari kunjungan para pemuda tersebut ke kelompok tani yang sedang kami bimbing dalam rangka uji penerimaan bibit jamur tiram di Desa Taman Sari Bogor. Atas kebaikan Bapak H. Yayat yang menyediakan rumah tinggal, tempat latihan dan kumbung jamur di Desa Gadog Kabupaten Bogor, maka kami memenuhi permintaan mereka untuk

melatih dan membina secara gratis. Pelatihan diselenggarakan pada tahun 2000-2002. Pelajaran teori diberikan buku petunjuk teknis budidaya jamur tiram dan untuk praktek usaha budidaya langsung dilakukan peserta dengan waktu bergiliran. Evaluasi peserta latihan didasarkan pada nilai kualitatif dari kemauan, ketrampilan, keseriusan dalam pembuatan media produksi, pemeliharaan, pemanenan pemasaran dan pengolahannya.

Tabel 1. Kriteria penilaian peserta latihan budidaya jamur

Kriteria Penilaian	Nilai nominal		
	< 50	50 - 75	>75
Kemauan, motivasi	rendah	sedang	Kuat
Ketrampilan teknik budidaya jamur	kurang trampil	agak trampil	Trampil
Keseriusan / ketekunan	kurang tekun	agak tekun	Tekun
Pemeliharaan	kurang rajin	agak rajin	Rajin
Pemanenan	kurang rajin	agak rajin	Rajin
Pemasaran	kurang ulet	agak ulet	Ulet
Pengolahan	kurang trampil	agak trampil	Trampil

Produktivitas jamur kuping

Serbuk gergaji kayu sengon (*Paraserianthes falcata* (L.) Nielsen) diambil dari industri penggergajian di Sukabumi. Media dibuat dari campuran serbuk gergaji kayu sengon, dedak, kapur, gips, dan air bersih. Komposisi medianya yaitu serbuk gergaji ditambah dedak 10%, kapur 4%, gips 0,5% , TSP (trisodiumfosfat) atau urea 0,5% dan air bersih. Bahan media diperam selama 1, 3, 5, dan 7 hari. Bahan yang telah dicampur dimasukkan ke dalam kantong plastik PVC ukuran 18 x 30 cm sebanyak kurang lebih 900 gram per kantong. Media disterilkan menggunakan “steamer” selama 10 jam. Media steril yang telah dingin diinokulasi bibit jamur kuping coklat (*Auricularia auricula-judae* HHBI-312, HHBI-326) dan jamur kuping hitam (*Auricularia polytricha* HHBI-318, HHBI-331).

Untuk pengambilan data, setiap perlakuan diambil 10 kantong media sebagai ulangan. Efisiensi konversi biologi (EB) dihitung berdasarkan bobot tubuh buah jamur segar dibagi bahan media kering dan dinyatakan dalam persen.

Data bobot tubuh buah (gram) dan nilai EB (%) jamur kuping coklat (*A. auricula-judae*) dan jamur kuping hitam (*A. polytricha*), masing-masing dianalisa dengan rancangan faktorial 4 x 2 x 2 (waktu pemeraman media, penambahan pupuk pada media dan bibit jamur kuping. Jika hasil analisis menunjukkan berbeda nyata maka penelaahan dilanjutkan dengan uji Tukey (Steel and Torrie, 1990).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pemasyarakatan budidaya jamur kuping

Hasil wawancara kepada peserta didapatkan bahwa umumnya berasal dari keluarga berpenghasilan rendah. Peserta disediakan tempat tinggal di areal latihan. Selain itu, sebagian peserta pulang kerumahnya untuk mencoba sendiri. Oleh karena itu, pada latihan usaha budidaya jamur, peserta datang secara bergiliran sesuai dengan kemampuannya. Peserta mengharapkan bahwa setelah latihan ini dapat berusaha atau menciptakan pekerjaan sendiri tentang budidaya jamur. Selain itu, dapat menambah pengetahuan dan keterampilan kerja yang memungkinkan peningkatan produktivitas kerja dan penghasilan. Pemasyarakatan budidaya jamur kayu pernah dilakukan terhadap masyarakat di Brastagi Sumatera Utara dan terhadap kelompok wanita tani di Desa Tamansari Bogor (Djarwanto *et al.*, 2004 dan Suprpti dan Djarwanto, 2001a).

Hasil evaluasi menunjukkan bahwa nilai peserta latihan bervariasi. Semua peserta memiliki kemauan dan motivasi kuat tentang budidaya jamur kayu dengan nilai rata-rata $81,30 \pm 2,54$. Nilai ketrampilan peserta juga berbeda-beda yaitu terdapat 4 peserta yang agak trampil, sedangkan sisanya termasuk kelompok trampil. Nilai rata-rata ketrampilan tersebut masih termasuk dalam kelompok kriteria trampil yaitu $77,90 \pm 2,67$. Nilai keseriusan atau ketekunan latihan juga bervariasi terdapat 6 peserta yang agak tekun. Pada saat latihan sebagian dari mereka sering istirahat merokok, minum kopi atau duduk santai waktu mengemas media, sedangkan lainnya yang tetap bekerja termasuk kriteria tekun. Namun dari keseluruhan nilai rata-ratanya masih termasuk kriteria tekun yaitu $77,35 \pm 3,60$. Pemeliharaan media terutama penyiraman media

yang telah dibuka dengan cara menyemprokan air dengan sprayer yang lembut, terdapat 4 peserta yang dinilai kurang rajin, yang kadang-kadang mengguyur media dengan ember, sehingga banyak media yang rusak dan menjadi busuk, namun demikian secara komprehensif nilai rata-ratanya masih termasuk kriteria rajin $77,40 \pm 2,41$. Perilaku tersebut diduga karena peserta tersebut belum paham fungsi penyiraman pada penumbuhan jamur. Pengamatan terhadap cara pemanenan jamur yang telah masak petik, terdapat 14 peserta yang memanen jamur dengan cara mencabut semuanya seperti cara memanen jamur tiram sehingga jamur yang masih muda sekali, bahkan masih berupa calon tubuh buah ikut terpetik, meskipun demikian dari nilai rata-rata peserta tersebut masih termasuk kriteria rajin $76,70 \pm 2,90$. Jamur kuping segar dari hasil panen mereka kemudian dijual. Untuk menjual jamur kebanyakan peserta masih malu-malu, dan umumnya sebelum panen sudah menawarkan yang pernah membeli atau tetangga atau temannya pembeli tersebut dan kebanyakan tidak menjualnya ke pasar tradisional. Didapatkan 5 peserta yang dinilai lebih ulet dengan nilai >75 , dan 15 peserta termasuk agak ulet dengan nilai 55-70, namun dari nilai rata-rata peserta termasuk kriteria agak ulet $62,80 \pm 11,12$. Untuk pemasaran jamur kuping coklat lebih mudah karena umumnya sudah ada konsumen yang memesan sebab jamur tersebut sudah dikenal lama oleh konsumen setempat. Sedangkan untuk menjual jamur kuping hitam agak sulit. Hal ini disebabkan konsumen kurang suka rasa jamur kuping hitam yang mempunyai tekstur lebih keras dan kenyal seperti tulang rawan akibatnya pembeli cenderung membeli sedikit. Untuk mempercepat penjualan maka jamur kuping hitam ini dikemas dengan ukuran kurang dari 0,5 kg per kemasan. Sebagian besar peserta tidak memiliki pengetahuan dan ketrampilan tentang pengolahan jamur kuping, karena belum biasa memasak meskipun sudah diajarkan, hanya tiga peserta yang dapat memasak jamur dengan beberapa macam resep. Nilai rata-rata peserta tentang cara memasak jamur termasuk kriteria agak trampil $64,25 \pm 7,73$. Berdasarkan cara memasak, maka jamur kuping coklat lebih luwes untuk diolah menjadi berbagai macam menu makanan. Sedangkan untuk jamur kuping hitam masih terbatas yaitu hanya dimasak untuk campuran sayuran, mi, bakso, kripik dan bakwan.

Produktivitas jamur kuping

Berdasarkan pengamatan bahwa panen jamur kuping dapat dilakukan pada umur 3-7 (*A. auricula-judae*) dan 5-14 hari (*A. polytricha*) sejak primordia tubuh buahnya muncul. Jamur dipanen apabila tubuh buah hampir mekar sempurna dengan tepi hampir lurus. Menurut Luo (1993), dan Quimio dan Guzman (1982) bahwa jamur kuping dipanen apabila tubuh buah telah masak petik, yaitu bagian tepi tipis dan bergelombang serta mudah dicabut. Permulaan panen kedua jenis jamur kuping tersebut terjadi pada umur 74 hari setelah inokulasi. Panen jamur diusahakan bersamaan agar memperoleh jumlah hasil yang lebih banyak untuk sekali penjualan. Permulaan panen jamur kuping (*A. polytricha*) tersebut lebih lambat dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu yaitu 54 hari, 62 hari dan 59 hari setelah inokulasi (Suprapti dan Djarwanto 1992, 1998, 2001b). Data hasil panen jamur kuping dan nilai EB disajikan pada Tabel 2 dan 3.

Tabel 2. Hasil panen jamur kuping coklat (*Auricularia auricula-judae*) dan nilai EB

<i>A. auricula-judae</i>	Waktu peram (hari)	Pupuk	Jumlah	Bobot (gram)	Frekuensi panen (kali)	EB (%)
HHBI-312	1	TSP	0	0	0	0
		Urea	0	0	0	0
	3	TSP	25,0	112,0	2,1	19,79
		Urea	23,5	100,5	1,5	17,42
	5	TSP	19,1	92,5	1,6	16,43
		Urea	18,3	58,3	1,8	11,39
	7	TSP	13,6	57,5	1,3	10,21
		Urea	10,6	56,1	1,0	10,82
HHBI-326	1	TSP	0	0	0	0
		Urea	0	0	0	0
	3	TSP	13,4	80,0	1,2	14,14
		Urea	17,0	84,0	1,4	14,56
	5	TSP	16,9	66,0	1,2	11,72
		Urea	27,0	132,5	2,3	35,86
	7	TSP	16,5	66,5	1,5	11,81
		Urea	17,17	10,83	1,2	20,97

Keterangan: Tsp = trisodiumfosfat, EB = efisiensi konversi biologi

Tabel 3. Hasil panen jamur kuping hitam (*Auricularia polytricha*) dan nilai EB-nya

<i>A. polytricha</i>	Waktu peram (hari)	Pupuk	Jumlah	Bobot (gram)	Frekuensi panen (kali)	EB (%)
HHBI-318	1	TSP	0,5	4,0	0,1	1,03
		Urea	0	0	0	0
	3	TSP	18,8	109,5	2,2	19,35
		Urea	21,8	93,5	1,7	16,62
	5	TSP	20,4	76,5	1,1	13,59
		Urea	21,9	102,5	1,5	20,01
	7	TSP	16,6	61,5	1,9	10,92
		Urea	21,3	80,5	1,5	15,58
HHBI-331	1	TSP	1,3	6,0	0,1	1,54
		Urea	0,5	3,0	0,1	0,68
	3	TSP	25,3	142,5	2,8	25,18
		Urea	18,8	95,5	1,8	16,57
	5	TSP	20,8	125,5	2,0	22,29
		Urea	32,4	15,0	2,7	6,35
	7	TSP	17,3	66,0	1,8	11,72
		Urea	26,8	103,5	2,7	20,04

Keterangan: Tsp = trisodiumfosfat, EB = efisiensi konversi biologi

Hasil analisis statistik menunjukkan bahwa waktu pemeraman media, penambahan pupuk dan bibit jamur yang diinokulasikan mempengaruhi bobot tubuh buah dan nilai efisiensi konversi biologinya ($p \leq 0,05$). Uji beda Tukey ($p \leq 0,05$) menunjukkan bahwa produksi dan nilai EB yang tinggi didapatkan pada media yang diperam selama 5 hari, namun tidak menunjukkan perbedaan yang nyata dengan media yang diperam 3 dan 7 hari (Tabel 4). Suprpti dan Djarwanto (1992) menyebutkan bahwa semakin lama pemeraman media umumnya semakin lambat permulaan panennya. Pemeraman media dari kayu sengan sebaiknya dilakukan kurang dari 5 hari. Sedangkan nilai EB jamur *A. polytricha* pada media yang diperam 3 dan 5 hari masing-masing adalah 79,90 % dan 40,06%. Selanjutnya untuk latihan usaha budidaya, pemeraman media produksi jamur tersebut dapat dilakukan selama 3-5 hari.

Tabel 4. Produksi dan nilai efisiensi konversi biologi jamur kuping pada media yang diperam

Jamur kuping	Waktu peram (hari)	Bobot (gram)		EB (%)	
<i>A. auricula-judae</i>	1	0,0	b	0,00	b
	3	75,35	a	13,22	a
	5	87,38	a	16,36	a
	7	73,1	a	13,66	a
<i>A. polytricha</i>	1	3,25	c	0,81	c
	3	110,25	a	19,43	a
	5	109,88	a	20,56	a
	7	77,88	b	14,57	b

Keterangan: Angka-angka pada masing-masing kolom dalam masing-masing jenis jamur kuping yang diikuti oleh huruf sama tidak berbeda nyata pada uji Tukey $p \leq 0,05$

Penambahan pupuk trisodiumfosfat tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p \leq 0,05$) dibandingkan dengan penambahan pupuk urea yaitu bobot tubuh buah jamur kuping coklat masing-masing 73,94 gram dan 76,69 gram (Tabel 5). Produksi jamur kuping coklat (*A. auricula-judae*) pada media yang ditambah urea tersebut cenderung lebih tinggi, sedangkan produksi jamur kuping hitam (*A. polytricha*) pada media yang ditambah trisodiumfosfat cenderung lebih tinggi. Nilai EB jamur kuping pada media dari kayu sengan kurang dari 16,50%. Nilai EB ini lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian terdahulu yaitu 53,22% (Suprpti dan Djarwanto, 1992), 66,74% (Silverio *et al.*, 1981), dan 70-80% (Luo, 1993).

Inokulasi bibit tidak menunjukkan perbedaan yang nyata ($p \leq 0,05$) terhadap bobot tubuh buah maupun nilai EB. Hasil panen jamur kuping, *A. auricula-judae* HHBI-312 hampir sama dengan HHBI-326, namun untuk latihan kerja selanjutnya dipilih HHBI-312. Sedangkan hasil panen jamur, *A. polytricha* HHBI-331 cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan hasil panen HHBI-318 (Tabel 6). Oleh karena itu, untuk latihan usaha budidaya jamur kuping hitam dipilih *A. polytricha* HHBI-331.

Tabel 5. Produksi dan nilai efisiensi konversi biologi jamur kuping pada media yang ditambah pupuk

Jamur kuping	Penambahan pupuk pada media	Bobot (gram)	EB (%)
<i>A. auricula-judae</i>	Trisuperfosfat	73,94	13,20
	Urea	76,69	14,48
<i>A. polytricha</i>	Trisuperfosfat	87,38	16,36
	Urea	73,10	13,66

Produksi dan nilai EB jamur kuping yang dihasilkan pada kegiatan latihan tersebut umumnya rendah. Hal ini menunjukkan bahwa ketrampilan peserta masih perlu ditingkatkan dengan memperbanyak praktek dan latihan.

Tabel 6. Produksi dan nilai efisiensi konversi biologi media yang diinokulasi bibit jamur kuping

Jamur kuping	Kode bibit	Bobot (gram)	EB (%)
<i>A. auricula-judae</i>	HHBI-312	58,30	10,86
	HHBI-326	59,61	10,76
<i>A. polytricha</i>	HHBI-318	66,00	12,14
	HHBI-331	84,63	15,65

IV. KESIMPULAN

Peserta latihan usaha budidaya jamur berpotensi menjadi tenaga yang trampil, ulet, rajin dan memiliki motivasi kuat, namun umumnya masih lemah dalam pemasaran hasil panen. Rata-rata hasil panen jamur kuping coklat (*Auricularia auriculae-yudae* HHBI-312, HHBI-326) yang dilakukan peserta hampir sama yaitu masing-masing 59,6 gram dan 58,3 gram dengan nilai EB 10,86% dan 10,76%, dan jamur kuping hitam (*Auricularia polytricha* HHBI-318, HHBI-331) masing-masing 66 gram dan 84,6 gram dengan nilai EB 12,14% dan 15,65%. Penambahan pupuk urea pada media tidak menunjukkan perbedaan hasil panen dibandingkan dengan penambahan pupuk trisodiumfosfat. Hasil panen yang tinggi didapatkan pada media yang diperam 3 dan 5 hari. Jamur kuping *A. auricula-judae* HHBI-312 dan *A. polytricha* HHBI-331 dipilih sebagai bibit yang digunakan untuk meneruskan latihan usaha budidaya jamur, dengan waktu pemeraman media 3-5 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang, S.T. and P.G. Miles. 2004. Mushrooms cultivation, nutritional value, medicinal effect, and environmental impact. Second Edition. 477 p. CRC Press.
- Cochran, K.W. 1978. Medical Effects. In Chang, S.T. and W.A. Hayes (Eds.) The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. p.: 169-187. Academic Press. New York.
- Crisan, E.V. and A. Sands. 1978. Nutritional value. In Chang, S.T. and W.A. Hayes (Eds.) The Biology and Cultivation of Edible Mushrooms. p.: 137-168. Academic Press. New York.
- Djarwanto dan S. Suprati. 2004. Budidaya jamur kayu di masyarakat untuk mendukung usaha kecil dan menengah. Prosiding Ekspose Hasil-hasil Litbang Hasil Hutan Dalam Mendukung Program Restrukturisasi Industri Kehutanan, tanggal 16 Desember 2003 di Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor.
- Djarwanto, S. Suprati, A.N. Gintings and Han Roliadi. 2004. Enhancing the enthusiasm of village community through mushroom cultivation. Proceeding of The International Workshop on "Better Utilization of Forest Biomass For Local Community and Environments", March 16-17, 2004, Bogor. pp.: 77-91. Research and Development Center For Forest Products Technology. Bogor-Indonesia.
- FAO. 1982. Growing Jew's ear mushroom. FAO Regular Programme. No. RAPA 55. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Bangkok.
- Luo, X.C. 1993. Biology of artificial log cultivation of *Auricularia* mushroom. In Chang, S.T., J.A. Bushwell and S.W. Chiu (Eds.) Mushroom Biology and Mushroom Products. p.: 129-132. The Chinese University Press. Hong Kong.
- Pasaribu, T., D.R. Permana dan E.R. Alda. 2002. Aneka jamur unggulan yang menembus pasar. PT Gramedia. Jakarta.

- Quimio, T.H. and R. de Guzman. 1982. Taxonomy and basidiocarp development of *Auricularia* mushroom. In Chang, S.T. and T.H. Quimio (Eds) Tropical Mushrooms Biological Nature and Cultivation Methods. P.: 383-395. The Chinese University Press. Hong Kong.
- Steel, R.G.D. and J.H. Torrie. 1990. Principles and procedure of statistic. McGraw Hill Book Company. New York.
- Silverio, C. M., L.S. Vilela, R.L. Guilatco and N.B. Hernandez. 1981. Mushroom culture on enriched composted sawdust. NSDB, Technology Journal VI (4): 22-40.
- Suprpti, S. dan Djarwanto. 1998. Bioconversion of sawdust of five wood species by black ear-mushroom (*Auricularia polytricha*). Proceedings of the Second International Wood Science Seminar. Al.: E23-E28. R & D Center for Applied Physics, LIPI, Indonesia.
- Suprpti, S. dan Djarwanto. 2001a. Pemasyarakatan budidaya jamur tiram pada kelompok tani di Bogor – hambatan dan kendalanya. Prosiding Seminar Keanekaragaman Hayati dan Aplikasi Bioteknologi Pertanian, tanggal 6 Maret 2001 di Jakarta. Hal.: 451-465. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Bioindustri, BPPT. Jakarta.
- Suprpti, S. dan Djarwanto. 2001b. Produktivitas tiga jenis jamur kuping pada dolok diameter kecil 20 jenis kayu. Prosiding Seminar Nasional IV MAPEKI, tanggal 6-9 Agustus 2001 di samarinda. Hal.: VI-59 - VI-65. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Suprpti, S dan Djarwanto. 2004. Penanaman jamur tiram. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan. Bogor. 26 hal.
- Suprpti, S dan Djarwanto. 2009. Pedoman budidaya jamur shiitake dan jamur tiram. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor. 60 hal.

PENGARUH EKSTRAK KULIT BATANG DAN DAUN HALUAR (*Litsea timoriana*) TERHADAP RAYAP TANAH *Coptotermes gestroi*

Didi Tarmadi¹, A. Heru Prianto¹, Ikhsan Guswenrivo¹, F. Danu Tuheteru², Sulaeman Yusuf¹

¹) UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI

Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong- Bogor 16911; e-mail: didi@biomaterial.lipi.go.id

²) Jurusan Kehutanan Universitas Haluoleo

Jl. HAE Makodompit Kampus Bumi Tridharma Anduonohu Kendari

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak kulit batang dan daun haluar (*Litsea timoriana*) terhadap rayap tanah *Coptotermes gestroi*. Serbuk kering kulit batang dan daun haluar diekstrak menggunakan pelarut metanol dengan metode maserasi. Ekstrak metanol kulit batang dan daun haluar dengan konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8%, 10% diaplikasikan pada kertas saring kemudian diumpankan terhadap rayap tanah *C. gestroi*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak kulit batang dan daun haluar memiliki pengaruh terhadap mortalitas rayap tanah *C. gestroi*. Ekstrak kulit batang lebih tinggi memberikan pengaruh terhadap mortalitas *C. gestroi* dibandingkan dengan ekstrak daun. Hasil analisis fitokimia, kulit batang haluar mengandung tanin, saponin, alkaloid, fenolik, flavonoid, triterpenoid, glikosida.

Kata kunci: Haluar (*Litsea timoriana* Span), *Coptotermes gestroi*, mortalitas, penurunan berat

I. PENDAHULUAN

Rayap merupakan serangga hama yang menyebabkan kerusakan pada peralatan rumah tangga, tanaman pertanian dan perkebunan (Elango *et al.* 2012). Rayap diakui sebagai salah satu masalah paling serius pada pemanfaatan kayu yang menyebabkan biodegradasi kayu. Di samping itu, rayap merusak berbagai bahan seperti kertas dan asbes (Bultman *et al.* 1979). Ada sekitar 2500 jenis rayap di dunia dan hanya 10% yang memiliki status sebagai hama dan menyebabkan kerugian ekonomis lebih dari 3 miliar dolar per tahun di seluruh Amerika Serikat (Lewis 1997). Dari 200 jenis rayap yang telah dikenal di Indonesia, jenis rayap tanah *C. gestroi* memiliki sebaran yang luas dan telah menyebabkan kerusakan yang cukup parah. Ditaksir kerugian akibat ekonomis akibat serangan rayap perusak mencapai 224-238 milyar per tahun (Prasetyo, 2004). Sampai saat ini sebagian besar pestisida yang beredar di pasaran mengandung bahan aktif berbahaya seperti klorpyrifos, imidacloprid, phoxim, fenvalerate. Penggunaan bahan-bahan kimia berbahaya tersebut secara luas untuk aplikasi pertanian maupun pemukiman, tentunya sangat membahayakan kesehatan manusia dan lingkungan (Wright *et al.* 1994). Pengendalian menggunakan insektisida konvensional telah menimbulkan masalah yaitu pengaruh terhadap lingkungan dan resistensi sehingga perlu dicari alternatif bahan yang lebih ramah lingkungan (Yoon *et al.* 2007). Salah satu alternatif pengendalian yaitu menggunakan ekstrak herbal dari tanaman obat tertentu (Promsiri *et al.* 2008). Tanaman memiliki potensi sebagai bahan alternatif pengendalian serangga karena didalamnya terkandung senyawa kimia yang bersifat bioaktif (Wink 1993). Beberapa jenis ekstrak tanaman telah diteliti efikasinya terhadap rayap tanah *C. gestroi* seperti daun sirih (Guswenrivo *et al.* 2005), bintaro dan kecubung (Tarmadi *et al.* 2007), *Antiaris toxicaria* dan nimba (Tarmadi *et al.* 2008), tembakau (Prianto *et al.* 2008), *Juniperus virginiana* (Eller *et al.* 2010). Pohon haluar (*Litsea timoriana* Span) telah digunakan oleh penduduk lokal sebagai konstruksi diperairan dan kuat terhadap serangga perusak. Hal ini mengindikasikan bahwa pohon haluar memiliki ketahanan alami yang baik terhadap serangga perusak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ekstrak kulit batang haluar terhadap rayap tanah *C. gestroi*.

II. METODE PENELITIAN

Ekstraksi

Kulit batang dan daun haluar terlebih dahulu dihancurkan menjadi serbuk dengan ukuran 40 mesh. Serbuk kulit batang dan daun kering seberat 250 g diekstrak dengan pelarut metanol dengan metode

maserasi. Ekstraksi dilakukan sampai berwarna bening. Larutan ekstrak kemudian dievaporator pada suhu 40 °C untuk mendapatkan ekstrak kering. Kemudian dikeringkan di atas waterbath.

Prosedur Pengujian Bioassay terhadap Rayap

Uji bioassay dilakukan dengan mengujikan ekstrak yang telah ditentukan konsentrasinya yaitu 4%, 6%, 8%, 10% (w/v). Prosedur pengujian bioassay terhadap rayap mengacu pada penelitian Guswenrivo *et al.* (2005); Prianto *et al.* (2008); Tarmadi *et al.* (2008). Sebanyak 50 ekor rayap pekerja dan 5 ekor rayap prajurit dari jenis *C. gestroi* serta kertas saring (sebagai umpan) yang telah ditetesi ekstrak dimasukkan bersama-sama ke dalam cawan petri yang telah dilapisi plaster paris setebal 3 mm. Sebelum diumpankan, kertas saring yang telah ditetesi ekstrak terlebih dahulu divakum di desikator selama 6 jam untuk menghilangkan pelarut. Pada penelitian ini menggunakan metode umpan paksa (*forced feeding test*) rayap dipaksa memakan kertas saring yang telah ditetesi oleh ekstrak. Pengamatan dilakukan setiap dua hari selama 14 hari. Data yang diamati yaitu persentase mortalitas rayap dan persentase kehilangan berat kertas saring.

$$\text{Persentase mortalitas} = \frac{(R1 - R2)}{R1} \times 100\%$$

dimana:

R1 = Jumlah rayap sebelum pengujian

R2 = Jumlah rayap yang hidup pada saat pengamatan

$$\text{Persentase kehilangan berat} = \frac{(ODW1 - ODW2)}{ODW1} \times 100\%$$

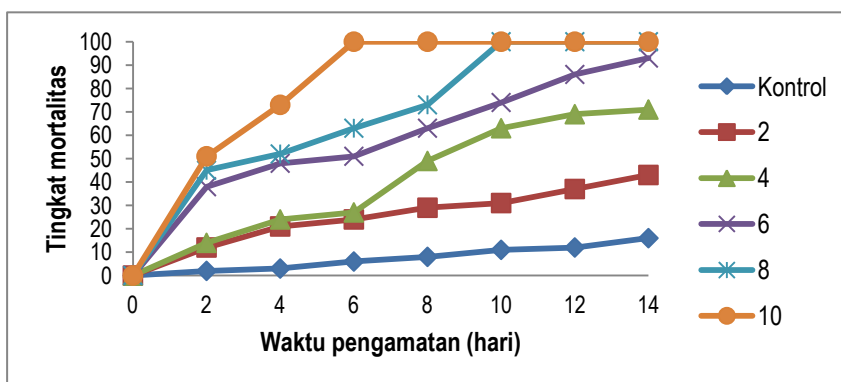
dimana:

ODW1 = Berat kering oven sample sebelum pengujian rayap

ODW2 = Berat kering oven sample setelah pengujian

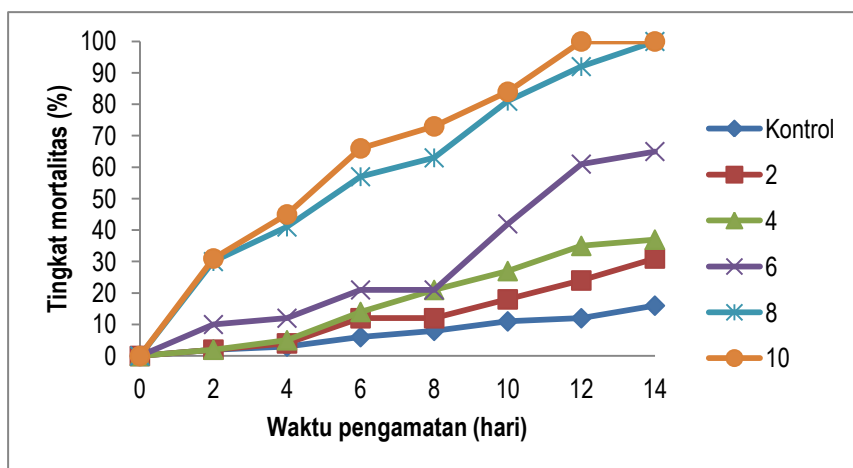
III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar 1 menunjukkan tingkat mortalitas rayap tanah *C. gestroi* setelah memakan kertas saring yang diberi ekstrak kulit batang haluar. Ekstrak kulit batang haluar memberi pengaruh terhadap persentase tingkat mortalitas *C. gestroi*. Jika dibandingkan dengan kontrol pada akhir pengamatan, semua konsentrasi yang diujikan yaitu 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% menyebabkan persentase tingkatan mortalitas *C. gestroi* lebih tinggi. Pada konsentrasi 2%, tingkat mortalitas *C. gestroi* sebesar 43%. Pada konsentrasi 4% sebesar 71%, konsentrasi 6% sebesar 93%. Sedangkan pada konsentrasi 8% dan 10% menyebabkan tingkat mortalitas *C. gestroi* 100%. Dari gambar 1 terlihat juga bahwa terdapat peningkatan persentase mortalitas seiring dengan peningkatan konsentrasi. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan konsentrasi memberikan pengaruh terhadap tingkat mortalitas *C. gestroi*. Selain konsentrasi, waktu pemaparan juga berpengaruh terhadap tingkat mortalitas. Hampir pada semua konsentrasi, tingkat mortalitas meningkat seiring dengan lamanya waktu pengamatan.



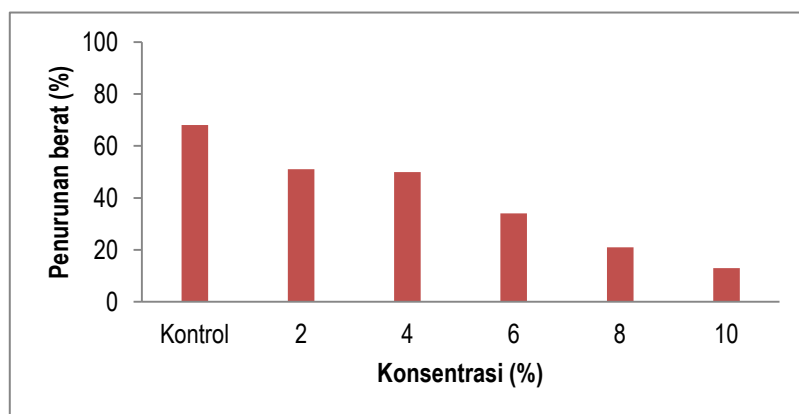
Gambar 1. Tingkat mortalitas rayap tanah *C. gestroi* pada ekstrak kulit batang haluar

Efikasi suatu bahan ekstrak terhadap rayap tanah *C. gestroi* sangat tergantung kepada komponen bioaktif yang terkandung di dalamnya. Tanaman memiliki potensi sebagai bahan alternatif pengendalian serangga karena didalamnya terkandung senyawa kimia yang bersifat bioaktif (Wink 1993). Produk dari alam ini efektif, ramah lingkungan, mudah diurai oleh mikroorganisme, murah, tersedia di berbagai tempat di dunia, dan bersifat selektif (Su dan Mulla 1999 dalam Rajkumar dan Jebanesan 2008). Kandungan senyawa yang bersifat toksik berbeda pada bagian tanaman. Hal ini terlihat dari hasil penelitian. Ekstrak daun memiliki efektivitas yang lebih rendah (gambar 2) jika dibandingkan dengan ekstrak kulit batang.



Gambar 2. Tingkat mortalitas rayap tanah *C. gestroi* pada ekstrak daun Haluar

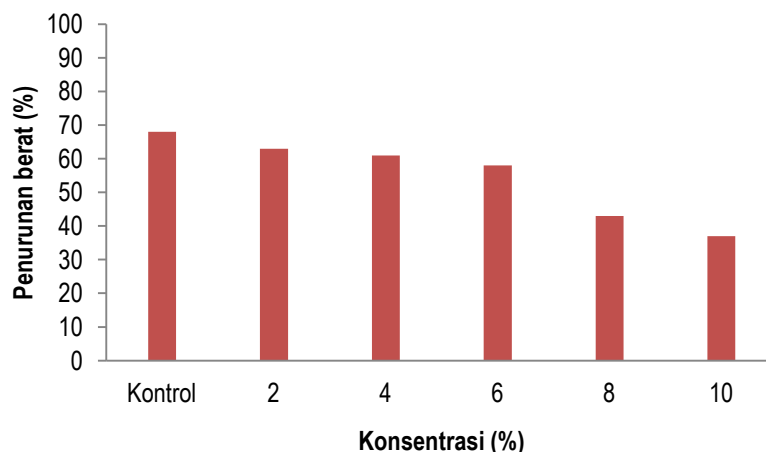
Gambar 2 menunjukkan persentase tingkat mortalitas *C. gestroi* setelah memakan kertas saring yang telah diberi perlakuan ekstrak daun. Mortalitas 100% dicapai pada konsentrasi 8% dan 10% diakhir pengamatan. Hal ini berbeda jika dibandingkan dengan ekstrak kulit batang. Pada kulit batang, mortalitas 100% dicapai pada konsentrasi 8% pada pengamatan hari kesepuluh dan pada konsentrasi 10% pada pengamatan hari keenam. Sehingga dapat diasumsikan bahwa ekstrak kulit batang lebih toksik terhadap rayap tanah *C. gestroi* daripada ekstrak daun. Hal ini mengindikasikan bahwa senyawa yang bersifat toksik sedikit terkandung dalam daun.



Gambar 3. Persentase penurunan berat kertas saring dengan perlakuan ekstrak kulit batang haluar

Tingkat konsumsi rayap terhadap kertas saring menjadi salah satu parameter yang diamati dalam penelitian ini. Besarnya tingkat konsumsi rayap terhadap kertas saring yang telah diberi perlakuan ekstrak kulit batang dan daun dinyatakan dalam persentase penurunan berat. Persentase penurunan berat kertas saring menjadi indikator yang sangat penting karena berpengaruh terhadap efektivitas ekstrak tersebut terhadap rayap tanah *C. gestroi*. Penurunan berat kertas saring akibat peningkatan konsentrasi ekstrak menunjukkan penambahan ekstrak memberikan peningkatan ketahanan kertas saring terhadap serangan

rayap (Fallah 2005). Gambar 3 menunjukkan persentase penurunan berat kertas saring yang telah diberi perlakuan ekstrak kulit batang kemudian diumpungkan terhadap rayap tanah *C. gestroi*. Dari Gambar 3 terlihat bahwa terdapat kecenderungan penurunan persentase penurunan berat kertas saring seiring dengan peningkatan konsentrasi. Pada konsentrasi 2% persentase penurunan berat sebesar 51%, konsentrasi 4% sebesar 50%, konsentrasi 6% sebesar 34%, konsentrasi 8% sebesar 21% dan konsentrasi 10% sebesar 13%. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan konsentrasi ekstrak kulit batang mampu meningkatkan ketahanan kertas saring terhadap serangan rayap tanah *C. gestroi*. Hal senada terlihat pada kertas saring yang diberi perlakuan ekstrak daun. Terdapat kecenderungan penurunan persentase penurunan berat seiring dengan peningkatan konsentrasi. Pada konsentrasi 2% penurunan berat sebesar 63%, konsentrasi 4% sebesar 61%, konsentrasi 6% sebesar 58%, konsentrasi 8% sebesar 43% dan pada konsentrasi 10% sebesar 37%.



Gambar 4. Persentase penurunan berat kertas saring dengan perlakuan ekstrak daun haluar

Walaupun demikian, terlihat bahwa persentase penurunan berat kertas saring yang diberi perlakuan ekstrak daun memiliki nilai yang lebih besar pada semua konsentrasi jika dibandingkan dengan kertas saring yang diberi perlakuan ekstrak kulit batang. Hal ini menunjukkan bahwa kertas saring yang diberi perlakuan ekstrak daun lebih rendah ketahanannya terhadap serangan rayap tanah jika dibandingkan dengan kertas saring yang diberi perlakuan ekstrak kulit batang.

Dari hasil analisis fitokimia, kulit batang haluar mengandung tanin, saponin, alkaloid, fenolik, flavonoid, triterfenoid, glikosida. Alkaloid yang terkandung di dalam buah memiliki aktivitas serangga seperti halnya *Madhuca latifolia* dan *Calophyllum inophyllum* yang memiliki alkaloid yang bersifat racun (Katade *et al.* 2006). Triterpenoid yang diperoleh dari ekstrak metanol daun mimba memiliki aktifitas larvasida seperti halnya senyawa aktif lain dalam tanaman mimba (Siddiqui *et al.* 2002). Monoterpenes memiliki efek toksik terhadap rayap (Cornelius *et al.* 1997). Triterpen dari *Junellia aspera* (Gillies ex Hook) (Verbenaceae) yaitu maslinic acid, daucosterol, and 3b-hydroxy-12-abromine-(28-13)-oxide-oleanane memiliki pengaruh yang tinggi terhadap mortalitas *S. oryzae* sedangkan asam oleanolic dan asam oleanonic memiliki pengaruh yang rendah (Pungitorea *et al.* 2005). Flavonoid merupakan pelindung dari serangan penyakit dan insektisida yang kuat (Harborne 1987). Flavonoid merupakan salah satu jenis golongan fenol yang banyak ditemukan dalam tumbuh-tumbuhan. Flavonoid dapat menimbulkan kelayuan pada saraf dan kerusakan pada spirakel yang dapat mengakibatkan serangga mati. Flavonoid pada *Poncirus trifoliata* memiliki pengaruh terhadap mortalitas larva *A. aegypti* (Rajkumar dan Jebanesan 2008).

IV. KESIMPULAN

Ekstrak kulit batang dan daun haluar (*Litsea timoriana*) memiliki pengaruh terhadap mortalitas rayap tanah *C. gestroi*. Ekstrak kulit batang lebih tinggi memberikan pengaruh terhadap mortalitas *C. gestroi* dibandingkan dengan ekstrak daun. Hasil analisis fitokimia, kulit batang haluar mengandung tanin, saponin, alkaloid, fenolik, flavonoid, triterfenoid, glikosida.

DAFTAR PUSTAKA

- Bultman, J.D., Beal, R.H., Ampong, F.F.K., 1979. Natural resistance of some tropical African woods to *Coptotermes formosanus* Shiraki. *Forest. Prod. J.* 29: 46–51
- Cornelius, M., Grace, J., Yates, J.R., 1997. Toxicity of monoterpenoids and other natural products to the formosan subterranean termite (Isoptera: Rhinotermitidae). *Ecotoxicology* 90: 320–325.
- Elango, G., A. Abdul Rahuman, C. Kamaraj, A. Bagavan, A. Abdus Zahir, T. Santhoshkumar, S. Marimuthu, K. Velayutham, C. Jayaseelan, A. Vishnu Kirthi, G. Rajakumar. Efficacy of medicinal plant extracts against Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*. *Industrial Crops and Products* 36: 524–530.
- Eller, F.J., C.A. Clausenb, F. Green, S.L. Taylor. Critical fluid extraction of *Juniperus virginiana* L. and bioactivity of extracts against subterranean termites and wood-rot fungi. *Industrial Crops and Products* 32: 481–485.
- Falah, S., T. Katayama, Mulyaningrum. 2005. Utilization of bark extractives from some tropical hardwoods as natural wood preservatives: termitidal activities of extractives from barks of some tropical hardwoods. *Proceeding of the 6th International Wood Science Symposium*. Bali, August, 29–31. pp. 323–328.
- Guswenrivo, I., T. Kartika, A.H. Prianto, D. Tarmadi, S. Yusuf. 2005. Pemanfaatan bahan aktif dari daun sirih (*Piper betel* Linn) sebagai bahan anti rayap. *Prosiding Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia VIII*, pp. C-16 – C-20.
- Katade, Puspha, VP, Radika DW, Nirmala. 2006. *Sterculia guttata* seeds extractive - an affective mosquito larvacidea. *Indian Journal of Biology*. Vol 4 August 2006.
- Lewis, V.R., 1997. Alternative control strategies for termites. *J. Agr. Entomol.* 14:291–307.
- Prasetyo, K.W. dan S. Yusuf. 2004. Mencegah dan membasmi rayap secara ramah lingkungan dan kimia. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Prianto, A.H., D. Tarmadi, S. Yusuf. The Nature of antitermite fractionated-compound of *Picrasma javanica* and *Nicotiana tabacum* with column chromatography. *Proceeding of The 5th Pacific Rim Termite Research Group*. Bali, Indonesia, Maret 2008.
- Promsiri S, Amara N, Maleeya K, Usavadee T. 2006. Evaluations of larvicidal activity of medicinal plant extracts to *Aedes aegypti* (Diptera: Culicidae) and other effects on a non target fish. *Insect Science*. 13, 179–188.
- Pungitore, CR., M. Garcia, JC. Gianelloa, M E. Sosab, CE. Tonn. 2005. Insecticidal and antifeedant effects of *Junellia aspera* (Verbenaceae) triterpenes and derivatives on *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Stored Products Research* 41 433–443.
- Rajkumar S & A. Jebanesan. Bioactivity of flavonoid compounds from *Poncirus trifoliata* L. (Family: Rutaceae) against the dengue vector, *Aedesa egypti* L. (Diptera: Culicidae). *Parasitol Res.* 104:19–25.
- Siddiqui BS, Afshan F, Faizi S, Naeem UHNS, Tariq RM. 2002. Two new triterpenoids from *Azadirachta indica* and their insecticidal activity. *J Nat Prod* 65(8):1216–1218
- Tarmadi, D., A.H. Prianto, I. Guswenrivo, T. Kartika, S. Yusuf. 2007. Pengaruh ekstrak bintaro (*Carbera odollam* Gaertn) dan kecubung (*Brugmansia candida* Pers) terhadap rayap tanah *Coptotermes* sp. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. Vol.5. No.1 . Hal. 38–42.
- Tarmadi, D., A.Heru Prianto, KH. Setiawan and S. Yusuf. Antitermite activities of fraction groups derived from *Antiaris toxicaria* and *Azadirachta indica* barks extracts. *Proceeding of The 5th Pacific Rim Termite Research Group*. Bali, Indonesia, Maret 2008.
- Wright, C.G., R.B. Leidy and H.E. Dupree, Jr. 1994. Chlorpyrifos in the air and soil of houses eight years after its application for termite control. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* 52(1):131–134
- Wink, M., 1993. Production and application of phytochemicals from an agricultural perspective. In: van Beek, T.A., Breteler, H. (Eds.), *Phytochemistry and Agriculture*, Vol. 34. Clarendon, Oxford, UK, pp. 171–213
- Yoon C, SH. Kang, SA. Jang, YJ. Kim, GH. Kim. 2007. Reppellent efficacy of caraway and grapefruit oils for *Sitophilus oryzae* (Coleoptera: Curculionidae). *Journal of Asia-Pacific Entomol.* 10(3): 263–267

SIFAT PAPAN PARTIKEL DARI CAMPURAN KAYU AKASIA MANGIUM DAN TONGKOL JAGUNG: UJI RAYAP TANAH *Coptotermes curvignathus* Holmgren

Hikma Yanti, M. Dirhamsyah, M. Idham, Ahmad Yani

Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi campuran kayu akasia mangium dengan tongkol jagung dan kadar perekat terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel serta uji serangan terhadap rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Penelitian ini dilaksanakan di Wood Workshop Fakultas Kehutanan Untan dan PT. Duta Pertiwi Nusantara Pontianak. Faktor yang diteliti meliputi komposisi campuran kayu akasia mangium dengan tongkol jagung: 100% kayu akasia mangium + 0% tongkol jagung (a1), 75% kayu akasia mangium + 25% tongkol jagung (a2), 50% kayu akasia mangium + 50% tongkol jagung (a3), 0% kayu akasia mangium + 100% tongkol jagung (a4), serta kadar perekat 12%, 14% dan 16%. Rancangan penelitian yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dengan metode Faktorial. Sifat papan partikel yang diuji meliputi sifat fisik (kerapatan, kadar air, penyerapan air dan pengembangan tebal), sifat mekanik (keteguhan rekat) dan uji terhadap serangan rayap tanah *C. curvignathus* Holmgren. Hasil penelitian menunjukkan nilai kerapatan 0,4362 – 0,4792 g/cm³, kadar air 9,5282 – 10,0916%, penyerapan air 49,6847 – 95,6083 kg/cm², pengembangan tebal 18,5227 – 9,2008%, keteguhan rekat 1,0013 – 5,8093 kg/cm², kehilangan berat 7,4240 – 10,4770% dan mortalitas rayap 62,4100 – 85,8800%.

Kata kunci: papan partikel, akasia mangium, tongkol jagung, mortalitas, *Coptotermes curvignathus* Holmgren

I. PENDAHULUAN

Kondisi hutan Indonesia menunjukkan produktivitas yang semakin menurun, padahal kebutuhan kayu semakin meningkat. Untuk mengatasi masalah ini maka diperlukan berbagai usaha antara lain efisiensi pemanfaatan kayu, pemanfaatan kayu secara total serta mencari alternatif melalui pengembangan teknologi pengolahan kayu dan bahan berlignoselulosa lainnya. Menurut Prahasto dan Nurfatriani (2001), dalam usaha mengatasi kekurangan kayu sebagai bahan baku bangunan maka salah satu cara yang dapat dilakukan adalah dengan memanfaatkan bahan-bahan bukan kayu seperti limbah tanaman perkebunan yang potensinya cukup besar namun belum dimanfaatkan secara optimal untuk dijadikan bahan baku panel kayu. Salah satu limbah dari tanaman perkebunan yaitu tongkol jagung yang dapat dijadikan alternatif bahan bangunan dan meubel dan juga pemanfaatan kayu akasia mangium (*Acacia mangium* Willd).

Selama ini limbah tongkol jagung hanya dimanfaatkan untuk makanan ternak, bahan baku pembuatan plastik dan arang. Pemanfaatan tongkol jagung masih terbatas dan nilai ekonomis yang diperoleh juga belum tinggi. Oleh karena itu, diperlukan pengembangan teknologi pengolahan tongkol jagung agar terjadi diversifikasi pemanfaatan tongkol jagung sehingga dapat memberikan nilai tambah bagi masyarakat. Upaya pemanfaatan tongkol jagung adalah untuk bahan baku papan partikel. Penelitian papan partikel dari limbah tongkol jagung sampai saat ini belum ada yang melaporkan, karena itu perlu dilakukan penelitian mengenai pemanfaatan tongkol jagung sebagai bahan pembuatan papan partikel.

Kayu akasia mangium (*A. mangium* Willd) merupakan salah satu jenis yang menjadi pilihan untuk dikembangkan di areal HTI, kayu akasia dikenal dengan nama kayu mangium merupakan salah satu anggota suku Fabaceae, yang digolongkan ke dalam tanaman serbaguna tumbuh cepat (*National Research Council* dalam Krisdianto dan Jamaludin, 2004). Kayu mangium saat ini sebagian besar digunakan untuk bahan baku pembuatan pulp dan kertas, disisi lain kayu ini dapat juga digunakan untuk pembuatan papan partikel, kayu pertukangan dan lainnya (Kamaro, 2006). Dilihat dari segi pengolahannya kayu akasia dan tongkol jagung menghasilkan kualitas yang cukup baik sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif bahan baku papan partikel. Alternatif ini dipilih karena dalam pembuatan papan partikel tidak dibutuhkan persyaratan bahan baku yang tinggi.

Di antara faktor biologis, rayap merupakan jenis serangga yang paling banyak menimbulkan kerusakan, khususnya pada bangunan gedung atau perumahan. Sampai saat ini telah tercatat kira-kira 2000 jenis rayap yang tersebar diseluruh dunia, sedangkan di Indonesia telah ditemukan tidak kurang 200 jenis

rayap yang paling banyak menimbulkan kerusakan adalah golongan rayap subteran (rayap tanah) terutama *C. curvignathus* Holmgren (Dinas Kehutanan, 1996).

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan baku (kayu akasia dan tongkol jagung) dan jumlah perekat UF terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel, serta uji serangan rayap tanah *C. curvignathus* Holmgren, untuk mengetahui interaksi antara komposisi dan jumlah perekat UF terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel, serta uji serangan rayap tanah *C. curvignathus* Holmgren dan untuk mengetahui sifat fisik dan mekanik papan partikel yang memenuhi standar. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang pemanfaatan limbah tongkol jagung dan kayu akasia mangium sebagai pembuatan papan partikel serta uji serangan rayap kering *C. curvignathus*. Holmgren, selain itu juga memberikan informasi bahan baku baru bagi industri perkayu.

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Persiapan bahan baku dan pembuatan sampel papan partikel dilaksanakan di Wood Workshop Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura dan pengujian papan partikel dilakukan di Laboratorium PT. Duta Pertiwi Nusantara (DPN), serta uji serangan rayap di Laboratorium Teknologi Kayu Fakultas Kehutanan. Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan dari persiapan, pengerjaan dan pengujian sampai pengolahan data.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu akasia (*A. mangium* Willd) yang diperoleh di sekitar Fakultas Ekonomi UNTAN, tongkol jagung yang diperoleh dari penjual jagung bakar di daerah Tol 2 Kapuas, Perekat urea formaldehida (UF) yang diperoleh dari PT. Duta Pertiwi Nusantara (DPN), Hardener (NH_4Cl) dan rayap tanah *C. curvignathus* Holmgren.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan, oven listrik, timbangan analitik, gelas ukur, baskom plastik, alat pencetak contoh uji, mesin kempa, gergaji potong, pisau/golok, sarung tangan, masker, jam, alat uji sifat fisik dan mekanik (*universal testing machine*), kaliper, alat tulis menulis, kalkulator dan kamera.

Prosedur Penelitian

Persiapan bahan baku

- a. Pengambilan bahan baku
Kayu akasia diambil dari hutan belakang Fakultas Ekonomi Universitas Tanjungpura dengan diameter ± 30 cm. Kayu tersebut ditebang pada ketinggian $\pm 1,30$ m di atas permukaan tanah, kemudian kayu tersebut dipotong dengan panjang masing-masing 1 m dikeringanginkan selama 2 minggu di bawah matahari langsung dan kemudian kayu tersebut dikupas kulitnya. Sedangkan untuk pengambilan tongkol jagung diambil di sekitar daerah Tol 2 kapuas diperoleh dari penjual jagung bakar. Tongkol jagung tersebut sebelum dijadikan partikel dikeringanginkan terlebih dahulu selama 1 minggu di bawah matahari langsung.
- b. Persiapan sebelum pembuatan partikel
Batang akasia yang sudah dikupas kulitnya, kemudian dibersihkan dan diserut menggunakan mesin serutan yang menghasilkan serbuk, serbuk tersebut selanjutnya dikeringkan selama $\pm 3-4$ hari. Sedangkan tongkol jagung yang sudah dijemur selama 1 minggu atau dikeringanginkan dipotong kecil-kecil. Setelah kedua bahan baku tersebut siap kemudian masing-masing bahan digiling dengan alat penggiling untuk dibuat partikel, kemudian masing-masing partikel tersebut diayak dengan ayakan lolos 6 mesh tertahan 10 mesh yang diambil yang tertahan 10 mesh. Partikel kayu akasia dan tongkol jagung yang sudah disiapkan selanjutnya dikeringkan pada suhu $\pm 105^\circ\text{C}$ sampai KA mencapai $\pm 4\%$.
- c. Perbandingan komposisi bahan dalam pembuatan papan partikel adalah sebagai berikut:

Tabel 1. Komposisi bahan yang diperlukan dalam pembuatan lembaran papan partikel

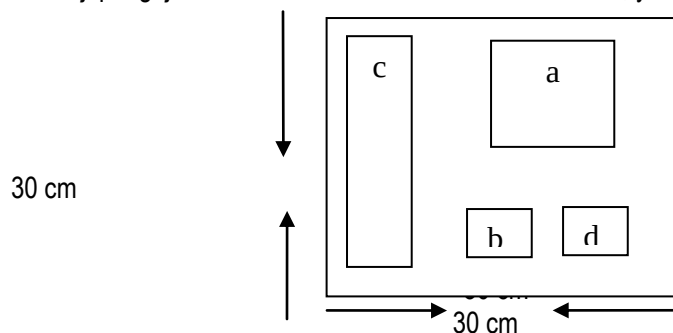
Persentase Perekat UF	Komposisi Akasia : T. jagung	Partikel Akasia : T.jagung	Perekat UF (g)	Perekat UF (g) SC 52%	Katalis NH ₄ CL 0,1 (g) SC 25%	Emulsi Parafin 0,1 (g) SC 40%	Total
12%	100 : 0(a ₁)	401,06 : 0	48,12	92,53	1,60	1	496,19
	75 : 25(a ₂)	300,80 : 100,26	48,12	92,53	1,60	1	496,19
	50 : 50(a ₃)	200,53 : 200,53	48,12	92,53	1,60	1	496,19
	25 : 75(a ₄)	100,26 : 300,80	48,12	92,53	1,60	1	496,19
14%	100 : 0(a ₁)	394,04 : 0	55,16	106,07	1,57	0,98	502,66
	75 : 25(a ₂)	295,53 : 98,51	55,16	106,07	1,57	0,98	502,66
	50 : 50(a ₃)	197,02 : 197,02	55,16	106,07	1,57	0,98	502,66
	25 : 75(a ₄)	98,51 : 295,53	55,16	106,07	1,57	0,98	502,66
16%	100 : 0(a ₁)	387,26 : 0	61,96	119,15	1,54	0,96	508,91
	75 : 25(a ₂)	290,44 : 98,81	61,96	119,15	1,54	0,96	508,91
	50 : 50(a ₃)	193,63 : 193,63	61,96	119,15	1,54	0,96	508,91
	25 : 75(a ₄)	98,81 : 290,44	61,96	119,15	1,54	0,96	508,91

d. Pembuatan lembaran contoh uji

- Lembaran papan partikel dibentuk dari campuran partikel dengan perbandingan antara kayu akasia dan tongkol jagung adalah (100% : 0%), (75% : 25%), (50% : 50%) dan (25% : 75%). Lembaran tersebut dibuat dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm x 0,5 g/cm³.
- Setelah partikel dengan ukuran lolos 6 mesh tertahan 10 mesh disiapkan, selanjutnya dilakukan pencampuran bahan dimana partikel kayu akasia dan tongkol jagung dimasukkan menjadi satu ke dalam plastik besar, sedangkan perekat, katalis dan emulsi dimasukkan kedalam spray penyemprot untuk disemprotkan pada partikel hingga tercampur rata.
- Campuran kelima bahan tersebut selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan berukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm yang sebelumnya telah dialasi atau diberi plat aluminium berukuran 32 cm x 32 cm x 0,5 cm selanjutnya permukaannya ditutup dengan tutup cetakan kemudian diberi tekanan dahulu dengan cara menginjak-injak dengan kaki.
- Setelah lembaran terbentuk, cetakan diangkat secara perlahan-lahan kemudian keempat sisinya diberi ganjalan baja setebal 1 cm sebagai plat penahan untuk memperoleh ketebalan yang diinginkan.
- Selanjutnya dilakukan pengempaan panas dengan mesin tekan panas (mini hot press) pada suhu 170°C dan besar tekanan 27 kg/cm³ selama 20 menit.
- Papan partikel yang dihasilkan kemudian dilanjutkan dengan pengkondisian di dalam ruangan dengan suhu ruangan selama satu minggu agar perekatan lebih sempurna.

e. Proses Pembuatan Contoh Uji

Lembaran papan yang telah jadi kemudian dipotong–potong sesuai dengan ukuran contoh uji (Gambar 1). Ukuran contoh uji pengujian berdasarkan standar JIS A 5908–2003, yaitu:



Gambar 1. Pola Pemotongan Contoh Uji

Keterangan:

- A. = Contoh uji kerapatan dan kadar air (10 x 10 cm).
- B. = Contoh uji daya serap air dan pengembangan tebal 5 x 5 cm.
- C. = Contoh uji Modulus Patah (MOR) dan Modulus Elastisitas (MOE) pada keadaan kering udara, berukuran 5 x 20 cm.
- D. = Contoh uji keteguhan rekat internal / *Internal Bond* (IB) berukuran 5 x 5 cm.

- f. Pengujian Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel
Parameter yang diuji untuk mewakili mutu papan partikel adalah sifat fisik mekanik. Pengujian dilakukan berdasarkan standar JIS A 5908 – 2003 yaitu pengujian sifat fisik (kadar air, kerapatan, penyerapan air dan pengembangan tebal) dan pengujian sifat mekanik (keteguhan rekat).
- g. Pengujian terhadap Serangan Rayap Tanah *C. Curvignathus* Holmgren
Metode yang digunakan untuk pengujian terhadap serangan rayap tanah adalah metode yang dikembangkan oleh Ohmura (1997) dalam Agustina (2003), yaitu: sampel papan partikel yang sudah jadi diletakkan ke dalam botol gelas dengan diameter 4,5 cm dan tinggi 11,5 cm yang telah disterilkan, dimasukkan 30 gram pasir dan 6 ml aquades ke dalam botol untuk menjaga kelembaban. Setelah itu sample uji dimasukkan ke dalam botol gelas, kemudian dimasukkan rayap tanah sebanyak 50 ekor dengan komposisi 90 % pekerja dan 10 % prajurit yaitu 45 pekerja dan 5 prajurit. Selanjutnya bagian mulut botol ditutup dengan kain kasa hitam. Botol pengujian kemudian dimasukkan ke dalam bak plastik yang berisi air setinggi kurang lebih 3 cm dari permukaan bak plastik, yang dimasukkan untuk menjaga kelembaban di sekitar botol pengujian. Selanjutnya bak plastik tersebut disimpan di tempat yang gelap (tanpa cahaya) selama 21 hari pada kondisi suhu ruang dengan kelembaban 70 %. Setelah 21 hari respon yang diukur adalah mortalitas rayap dan kehilangan berat sampel uji.

Perhitungan mortalitas rayap

Mortalitas rayap dinyatakan sebagai perbandingan antara jumlah rayap hidup di akhir pemaparan dengan jumlah rayap awal pada satu contoh uji yang dinyatakan dalam persen (%) menggunakan rumus Sornuwat *et al.* (1995) yaitu:

$$\text{Mortalitas Rayap (\%)} = \frac{N1 - N2}{N1} \times 100 \%$$

dimana: N1 = Jumlah rayap awal (ekor)

N2 = Jumlah rayap hidup di akhir pemaparan (ekor)

Perhitungan kehilangan berat sampel papan partikel

Persentase kehilangan berat contoh uji dilakukan pada akhir minggu ketiga (akhir pengamatan). Untuk menghitung kehilangan berat contoh uji selama pengumpulan berdasarkan Sornuwat *et al.* (1995), yaitu:

$$\text{Kehilangan Berat (\%)} = \frac{W1 - W2}{W1} \times 100 \%$$

dimana: W1 = Berat contoh uji papan partikel sebelum pengujian (gram)

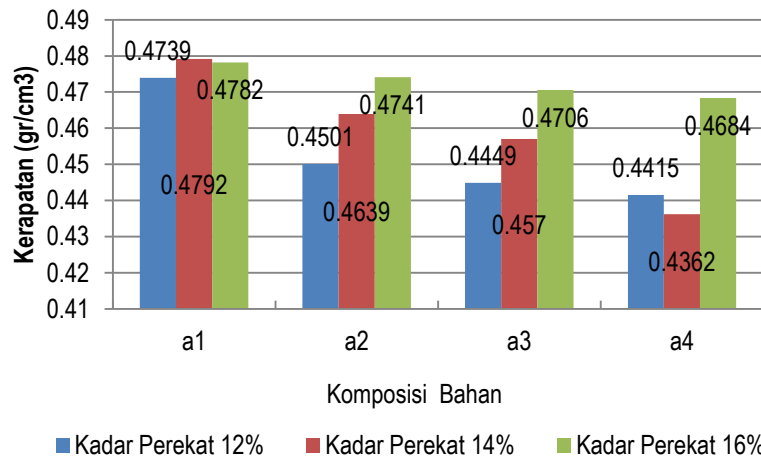
W2 = Berat contoh uji setelah pengujian (gram)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Kerapatan papan partikel terbesar terdapat pada perlakuan a₁b₂ (0,4792 g/cm³) dan kerapatan terkecil terdapat pada perlakuan a₄b₂ (0,4362 g/cm³), seperti terlihat pada Gambar 1.

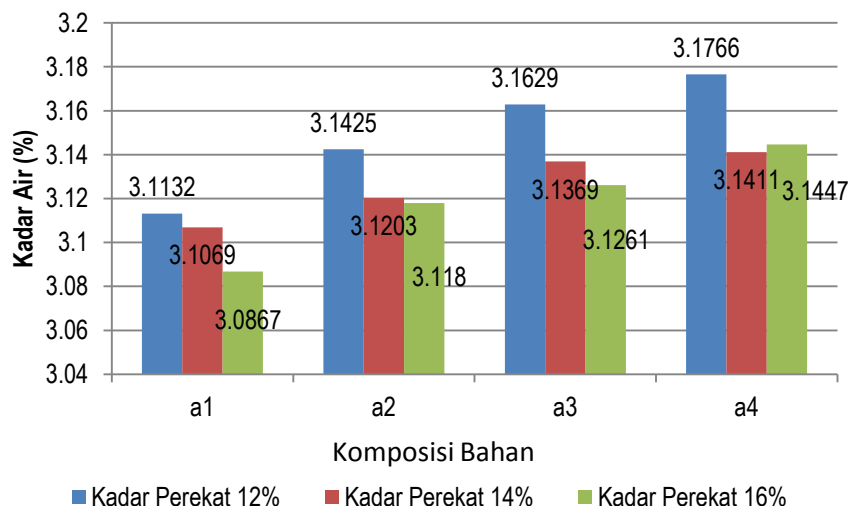
Penambahan tongkol jagung belum dapat meningkatkan kerapatan, sebaliknya kenaikan persentase perekat meningkatkan kerapatan. Menurut Kelly (1977) dalam Yanti (2000), kerapatan papan partikel tergantung pada berat jenis kayu asalnya, kadar perekat dan lamanya saat penekanan panas. Sehingga dengan penggunaan komposisi campuran partikel dari jenis bahan baku yang berbeda serta kadar perekat yang bervariasi untuk setiap contoh uji, maka papan partikel yang dihasilkan akan mempunyai kerapatan yang tidak jauh berbeda. Nilai kerapatan yang dihasilkan memenuhi standar JIS A 5908-2003 untuk papan partikel yang berkerapatan sedang (0,4 - 0,9 g/cm³).



Gambar 1. Histogram komposisi bahan dan kadar perekat terhadap kerapatan papan partikel

Kadar Air

Data hasil pengujian kadar air terbesar terdapat pada perlakuan 25% akasia dan 75% tongkol jagung dengan kadar perekat 12% sebesar 3,1766% dan kadar air terkecil terdapat pada perlakuan 100% akasia dan 0% tongkol jagung dengan kadar perekat 16% sebesar 3,0867%.

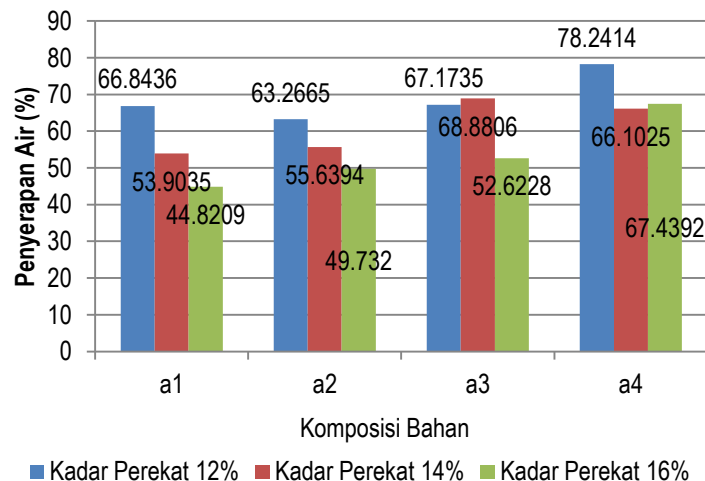


Gambar 2. Histogram komposisi bahan dan kadar perekat terhadap kadar air papan partikel

Papan partikel yang dihasilkan sudah memenuhi standar JIS A 5908-2003 berkisar 5-13%, keadaan ini sesuai dengan Kollman (1975) dalam Yanti (2000) yang menyatakan bahwa kadar air papan partikel lebih rendah daripada kayunya. Di samping itu, partikel kayu akasia mangium dan partikel tongkol jagung yang digunakan untuk pembuatan papan partikel sudah dikeringkan mencapai kadar air 5%.

Penyerapan Air

Penyerapan air terbesar pada perlakuan 25% akasia dan 75% tongkol jagung dengan kadar perekat 12% sebesar 78,2414% dan penyerapan air yang terkecil pada perlakuan 100% akasia dan 0% tongkol jagung dengan kadar perekat 16% sebesar 44,8209%.

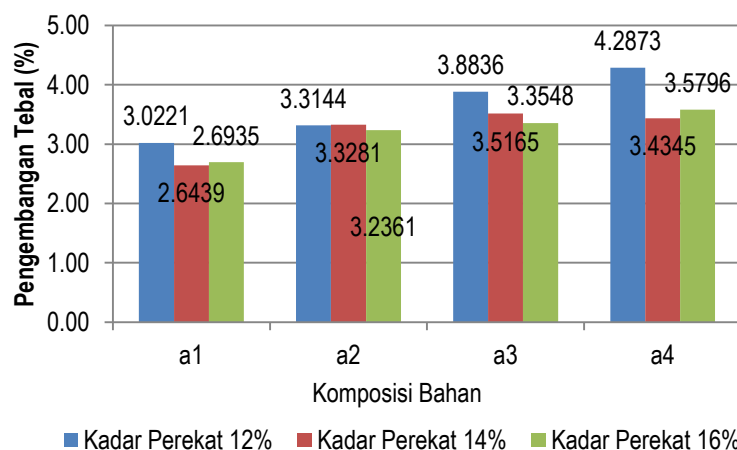


Gambar 3. Histogram komposisi bahan dan kadar perekat terhadap penyerapan air papan partikel

Semakin banyak tongkol jagung yang digunakan dalam pembuatan papan partikel ternyata semakin besar penyerapan air papan partikel. Hal ini disebabkan tongkol jagung bersifat seperti spons dan mempunyai pori-pori yang sangat besar sehingga air mudah masuk ke dalamnya. Suhartini (1991) dalam Rahajeng (1998) menyebutkan bahwa sifat penyerapan air papan partikel berbanding terbalik dengan kerapatannya, dimana dengan meningkatnya kerapatan maka penyerapan air cenderung menurun.

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal terbesar terdapat pada perlakuan 25% akasia dan 75% tongkol jagung dengan kadar perekat 12% sebesar 4,2873% dan yang terkecil terdapat pada perlakuan 100% akasia dan 0% tongkol jagung dengan kadar perekat 16% sebesar 2,6439%.

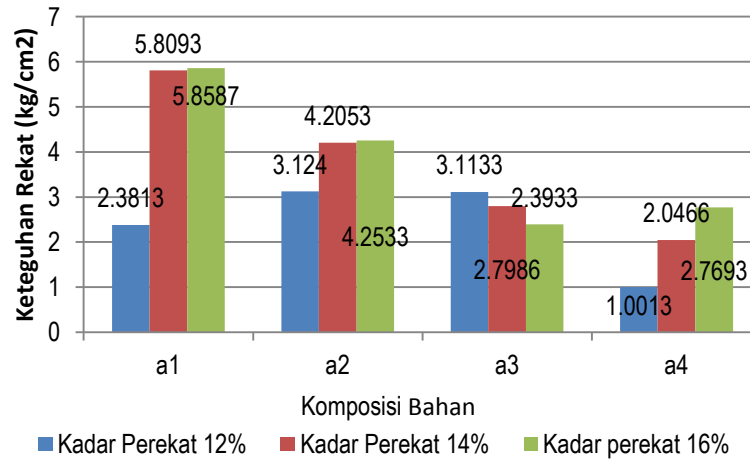


Gambar 4. Histogram komposisi bahan dan kadar perekat terhadap pengembangan tebal papan partikel

Hasil uji pengembangan tebal papan partikel pada setiap kadar perekat menunjukkan bahwa pengembangan tebal semakin menurun dengan bertambahnya kadar perekat. Menurut Setyawati (1997), sifat pengembangan tebal pada dasarnya berkorelasi dengan sifat penyerapan air. Hal ini sesuai dengan pendapat Vital (1980) dalam Ernawati (2008) yang menyatakan variabel yang penting dan berhubungan dengan pengembangan tebal adalah penyerapan air, makin tinggi penyerapan air maka pengembangan tebal akan semakin tinggi pula. Hal ini dikarenakan pengembangan volume masing-masing papan karena penyerapan air akan menyebabkan terbebasnya tegangan akibat penekanan pada saat pengempaan sehingga pengembangan tebal meningkat.

Keteguhan Rekat

Keteguhan rekat terkecil terdapat pada perlakuan 25% akasia dan 75% tongkol jagung dengan kadar perekat 12% sebesar 1,0013 kg/cm² dan keteguhan rekat yang terbesar terdapat pada perlakuan 100% akasia dan 0% tongkol jagung dengan kadar perekat 14% sebesar 5,8587 kg/cm².

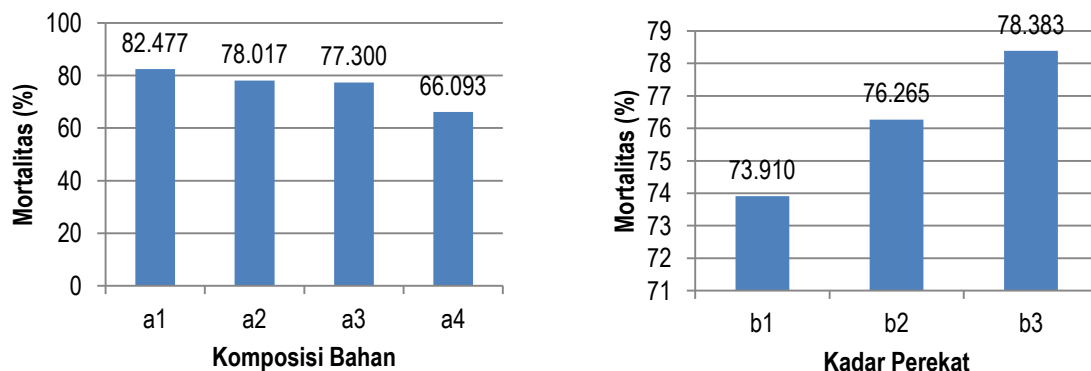


Gambar 5. Histogram komposisi bahan dan kadar perekat terhadap keteguhan rekat papan partikel

Hasil tersebut menunjukkan bahwa papan partikel yang mempergunakan campuran tongkol jagung lebih banyak dalam pembuatannya mempunyai sifat yang lebih rendah. Hal ini disebabkan tongkol jagung terdapat kandungan kimia seperti holoselulosa, alpha selulosa, lignin dan gula. Selain itu, bentuk partikel yang cenderung berbentuk kerikil, sehingga sulit untuk terjadinya ikatan spesifik antar tongkol jagung dengan kayu akasia mangium. Nilai keteguhan rekat meningkat dengan adanya penambahan kadar perekat. Hal ini karena semakin banyak perekat yang digunakan maka akan mengakibatkan ruang kosong di antara partikel akan terisi oleh perekat. Sehingga ikatan diantara partikel dan perekat serta antar partikel itu sendiri akan semakin kuat dan lebih rapat, sehingga nilai keteguhan rekat juga akan meningkat.

Mortalitas Rayap

Nilai rata-rata mortalitas rayap terkecil terdapat pada perlakuan 25% akasia dan 75% tongkol jagung dengan kadar perekat 12% sebesar 62,41 % dan Mortalitas rayap yang terbesar terdapat pada perlakuan 100% akasia dan 0% tongkol jagung dengan kadar perekat 16% sebesar 85,880 %.



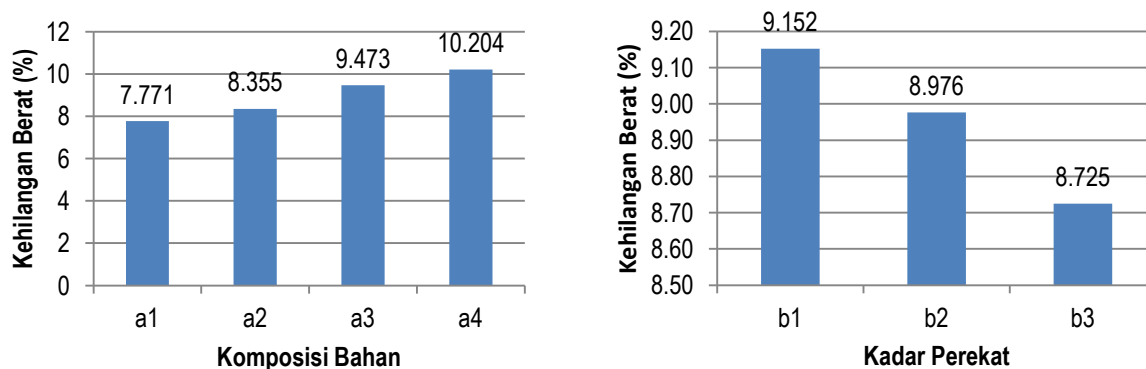
Gambar 6. Histogram komposisi bahan dan kadar perekat terhadap mortalitas rayap papan partikel

Daya racun yang terdapat dalam perekat urea formaldehida dapat membunuh rayap sehingga semakin tinggi kadar perekat maka semakin tinggi juga mortalitas rayap. Hal ini dapat disimpulkan bahwa sampel papan partikel yang diberikan perekat urea formaldehida mengandung senyawa atau zat kimia yang

bersifat racun terhadap rayap. Menurut Suarta (2006), mekanisme kematian rayap yang diakibatkan oleh senyawa bioaktif yang terdapat dalam perekat urea formaldehida yaitu senyawa bioaktif mematikan protozoa yang merupakan simbiosis rayap dalam mendekomposisi selulosa di dalam perut rayap.

Kehilangan Berat

Kehilangan berat terkecil terdapat pada perlakuan 100% akasia dan 0% tongkol jagung dengan kadar perekat 16% sebesar 7,424 % dan kehilangan berat yang terbesar terdapat pada perlakuan 25% akasia dan 75% tongkol jagung dengan kadar perekat 12% sebesar 10,630%.



Gambar 7. Histogram komposisi bahan dan kadar perekat terhadap kehilangan berat papan partikel

Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun sampel papan partikel tidak diberi bahan pengawet, hilangnya kemampuan rayap dalam mengkonsumsi sampel dikarenakan perekat urea formaldehida yang ada pada papan partikel. Tapi semakin banyak tongkol jagung maka semakin tinggi kehilangan berat sampel papan partikel uji. Hal ini disebabkan tongkol jagung yang banyak mengandung gula, pati dan holoselulosa sebagai makanan rayap.

IV. KESIMPULAN

1. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan komposisi campuran 75% kayu akasia mangium dengan 25% tongkol jagung dan kadar perekat 14% di dalam pembuatan papan partikel sudah dapat memenuhi standar JIS dengan nilai kerapatan 0,4638 g/cm³; kadar air 9,7732 %; pengembangan tebal 11,2739 % dan keteguhan rekat 2,3933 g/cm². Sedangkan untuk nilai penyerapan air, belum memenuhi standar JIS A 5908-2003.
2. Pada kadar perekat 12 % sudah mampu membunuh rayap tanah *C. curvignathus* Holmgren dan menghambat mortalitas dan kehilangan berat sampel uji papan partikel. Kehilangan berat tertinggi pada perlakuan 25% akasia dan 75% tongkol jagung dengan kadar perekat 12% sebesar 10,630%; sedangkan untuk mortalitas tertinggi pada perlakuan 100% akasia dan 0% tongkol jagung dengan kadar perekat 16% sebesar 85,880 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, 2003. Pengujian Daya racun kayu laban terhadap serangan rayap tanah (*Coptotermes curvignathus* Holmgren). Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura. (Tidak Dipublikasikan).
- Departemen Kehutanan, 1998, Teknik pembuatan tanaman *Acacia mangium*. Direktorat Jendral Reboisasi, Direktorat HTI, Jakarta.
- JIS A 5908 – 2003. Particleboard. Japanese Industrial Association. Japan.
- Prahasto, H dan Nurfatriani, F. 2001. Analisis kebijakan penyediaan kayu dalam negeri. Jurnal Sosial Ekonomi Vol.2 No.2. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Rahajeng, NVD. 1998. Pengaruh ukuran partikel dan kadar perekat terhadap sifat fisik mekanik papan partikel dari kulit batang sagu. Skripsi Jurusan Kehutanan. Fakultas Pertanian Universitas Tanjungpura. Pontianak (tidak diterbitkan).
- Suarta, S. 2006. Pembuatan biopreservative asap cair cangkang kelapa sawit dan aplikasinya untuk pengawetan kayu. Thesis Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. (*Tidak Dipublikasikan*).
- Sornnuwat,Y, Takahashi, M, Yoshimura, T, Tsunada, K dan Vongkaluang, C. 1995. Natural resistance of seven commercial timbers used in building construction in Thailand to subterranean termite, *Coptotermes gestroi* WASMANN. Japanese Society Of Enviromental Entomology and Zoology
- Yanti, H. 2000, Pengaruh komposisi ukuran kulit buah karet dengan kayu sengon dan lamanya penekanan panas terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel. (Tidak diterbitkan).

HUBUNGAN ANTARA BERAT JENIS DAN KEAWETAN KAYU

Mohammad Muslich dan Sri Ruliaty

Peneliti pada Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.

ABSTRAK

Seratus dua puluh lima buah contoh uji yang berasal dari dua puluh lima jenis kayu Indonesia diuji terhadap penggerek kayu di laut untuk menentukan hubungan antara berat jenis dan keawetan kayu. Masing-masing jenis kayu dibuat contoh uji berukuran 2,5 cm x 5 cm x 30 cm, kemudian direnteng dengan tali plastik, dipasang di perairan Ballang Lombo, Sulawesi Selatan dan diamati setelah enam bulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada hubungan yang nyata antara berat jenis dan keawetan kayu. Keawetan kayu lebih dipengaruhi oleh adanya zat ekstraktif di dalam kayu. Jati (*Tectona grandis* L.f.) mempunyai ketahanan lebih tinggi terhadap penggerek di laut dari pada beberapa jenis keruing (*Dipterocarpus* spp.) dan *Eucalyptus* spp. yang mempunyai berat jenis lebih tinggi.

Kata kunci: Berat jenis, keawetan, jenis kayu, zat ekstraktif

I. PENDAHULUAN

Berat jenis adalah perbandingan berat dan volume kayu dalam keadaan kering udara dengan kadar air sekitar 15 persen. Semakin tinggi berat jenis kayu, keawetannya cenderung akan semakin baik. Akan tetapi banyak dijumpai jenis kayu yang mempunyai berat jenis tinggi, sedangkan keawetannya berada di bawah kayu yang berat jenisnya lebih rendah. Hubungan antara berat jenis dengan keawetan kayu tampaknya kurang berlaku umum dan kurang nyata. Tidak seperti hubungan antara berat jenis dengan kekuatan kayu, semakin tinggi berat jenisnya kayu akan semakin tinggi kelas kuatnya. Dalam hal ini yang lebih berperan terhadap keawetan adalah adanya kandungan zat ekstraktif di dalam kayu.

Keawetan kayu adalah daya tahan suatu jenis kayu terhadap organisme perusak seperti serangga, jamur dan penggerek di laut. Masalah keawetan kayu perlu dikaji lebih lanjut, terhadap organisme apa yang menyerang. Suatu jenis kayu yang tahan terhadap serangan jamur belum tentu tahan terhadap serangan organisme lainnya dan demikian sebaliknya. Kayu yang awet dipakai di bawah atap belum tentu akan awet juga jika dipakai di luar dan berhubungan dengan tanah lembab. Pada pengujian keawetan kayu yang dilakukan di laboratorium, biasanya telah ditetapkan jenis organismenya, sedangkan pengujian di lapangan dapat mencakup beberapa organisme sekaligus. Hasil yang diperoleh dari masing-masing pengujian biasanya akan berbeda, sehingga untuk menentukan kelas awet jenis kayu perlu diperhatikan dalam penggunaannya.

Keawetan jenis kayu sangat dipengaruhi oleh kandungan zat ekstraktifnya yang bersifat fungisida atau insektisida. Zat ekstraktif yang mempunyai pengaruh positif terhadap keawetan kayu adalah zat penol, terpene, alkaloida, saponin, flavonoid, stilbene, terpenoid, glikosida, chinon, tannin dan lain-lainnya (Martawijaya, 1996). Di samping itu, ada zat ekstraktif yang mempunyai pengaruh negatif terhadap daya tahan kayu, misalnya zat pati dan zat gula. Semakin besar kadar zat pati dan zat gula dalam kayu, akan semakin besar intensitas serangan organisme perusak pada kayu.

Di Indonesia terdapat banyak jenis kayu yang memiliki kekuatan mekanis cukup tinggi yang digunakan untuk kayu perkapalan. Pada umumnya kayunya berat, kuat, keras, dan mempunyai keteguhan tinggi, hampir semua sifat-sifat teknis lainnya berbanding lurus dengan berat jenisnya. Akan tetapi hanya beberapa jenis saja yang memiliki daya tahan terhadap penggerek di laut. Pada tulisan ini disajikan hasil pengujian keawetan 25 jenis kayu Indonesia terhadap penggerek di laut untuk membuktikan apakah ada hubungan yang nyata antara berat jenis dan keawetan kayu.

II. METODE PENELITIAN

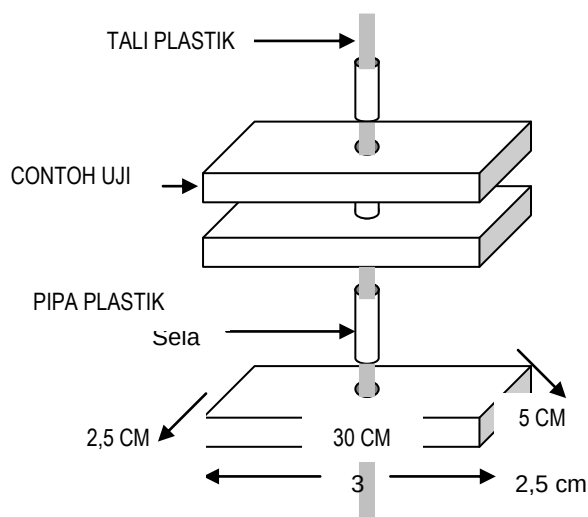
Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di perairan Pulau Ballang Lombo, Sulawesi Selatan. Perairan tersebut mempunyai salinitas sekitar 30–33 per mil, suhu sekitar 28–29 °C, pantainya berkarang, berpasir putih, dan

bebas dari polusi atau limbah buangan. Perubahan salinitas, temperatur, arus dan gelombang pada setiap tahun tidak menunjukkan perbedaan yang menyolok, sehingga populasi penggerek kayu di perairan tersebut dapat berkembang dengan baik (Muslich dan Sumarni, 1987).

Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu 25 jenis kayu yang berasal dari beberapa daerah di Indonesia. Masing-masing jenis kayu dibuat contoh uji berukuran 2,5 cm x 5,0 cm x 30 cm dengan ulangan 5 kali. Semua contoh uji diikat satu sama lain (direnteng) dengan tali plastik, sebagai sekat di antara contoh uji digunakan selang plastik (Gambar 1.) Contoh uji yang sudah direnteng dipasang di perairan Pulau Ballang Lompo secara horizontal seperti yang dilakukan oleh Muslich dan Sumarni (1987).



Gambar 1. Ukuran contoh uji dan cara merenteng

Setelah 6 bulan contoh uji diambil untuk diamati intensitas serangan penggerek pada kayu. Untuk menilai intensitas serangan pada contoh uji, dilakukan dengan membelah bagian tengah permukaan terkecil menjadi dua bagian yang sama. Klasifikasi kelas ketahanan kayu terhadap serangan penggerek di laut, tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi ketahanan kayu terhadap penggerek kayu di laut

Kelas ketahanan	Intensitas serangan (%)	Selang intensitas serangan
I	< 7	Sangat tahan
II	7 – 27	Tahan
III	27 – 54	Sedang
IV	54 – 79	Buruk
V	> 79	Sangat buruk

Sumber: BSN (2006)

Untuk identifikasi jenis penggerek yang menyerang contoh uji, dilakukan pengamatan struktur cangkuk dan bentuk palet dari penggerek serta bekas lubang gerek pada kayu. Identifikasi jenis penggerek tersebut sesuai dengan klasifikasi yang disusun oleh Turner (1971).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar contoh uji kayu yang dipasang di laut selama enam bulan mendapat serangan berat dari famili Teredinidae dan Pholadidae. Dari 25 jenis kayu yang diuji, hanya 3 jenis saja atau 12% termasuk yang tahan terhadap serangan penggerek di laut, sedangkan 22 jenis

lainnya atau 88% termasuk kayu yang tidak tahan. Kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* T. et B) termasuk kayu yang sangat tahan atau termasuk dalam katagori kelas awet I, sedangkan jati (*Tectona grandis* L.f.) dan lara (*Parinari corymbosa* Miq.) termasuk kayu yang tahan atau termasuk dalam katagori kelas awet II. Kelas awet dan berat jenis 25 jenis kayu yang diuji terhadap penggerek di laut, secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 2.

Faktor berat jenis yang tercantum pada Tabel 2 seolah-olah ada hubungan korelasi terhadap kelas awet kayu, misalnya *E. zwageri* mempunyai berat jenis 1,04 sehingga kelas awetnya pun tinggi. Sebaliknya pada jenis kayu lainnya yang mempunyai berat jenis dibawahnya menunjukkan kelas awet yang lebih rendah. Pernyataan adanya hubungan korelasi antara berat jenis dengan keawetan kayu ternyata tidak tepat. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa *Eucalyptus alba*, *E. citriodora*, *E. platyphylla* dan *E. Urophylla* yang masing-masing mempunyai berat jenis relatif tinggi yaitu 0,89, 0,80, 1,02 dan 1,05 ternyata kelas awetnya di bawah *T. grandis* yang berat jenisnya 0,63. Akan tetapi bila diperhatikan lebih lanjut pada genus *Eucalyptus*, secara berturutan ketahanan kayu tersebut tergantung dari berat jenisnya. Semakin tinggi berat jenisnya akan semakin tinggi kelas awetnya. *E. urophylla* dan *E. platyphylla* termasuk kelas awet III, *E. alba* dan *E. citriodora* termasuk kelas awet IV, sedangkan *E. deglupta* yang mempunyai berat jenis paling rendah termasuk kelas awet V. Demikian pula berlaku pada keruing (*Dipterocarpus*), genus yang mempunyai berat jenis tinggi mempunyai kelas awet yang tinggi dibandingkan yang berat jenisnya lebih rendah. *D. costulatus*, *D. cornutus*, *D. apendiculatus*, *D. palembanicus*, dan *D. retusus* yang berturut-turut mempunyai berat jenis 0,90, 0,82, 0,78, 0,76, dan 0,75 mempunyai kelas awet III. Sedangkan *D. hasseltii* mempunyai berat jenis 0,70 termasuk kelas awet IV.

Tabel 2. Kelas awet 25 jenis kayu yang diuji terhadap penggerek di laut

No.	Jenis kayu	Nama daerah	Berat jenis	Intensitas serangan (%)	Kelas awet	Kelas kuat
1.	<i>Acasia mangium</i> Willd.	Mangium	0,73	60	IV	II-III
2.	<i>Bischoffia javanica</i> Bl.	Gadog	0,75	60	IV	II-III
3.	<i>Calophyllum inophyllum</i> L.	Nyamplung	0,69	50	III	II-III
4.	<i>Cassia siamea</i> Lamp.	Johor	0,84	40	III	II-I
5.	<i>Dipterocarpus apendiculatus</i> Schy.	Keruing	0,78	45	III	II-I
6.	<i>Dipterocarpus caudiferus</i> Merr.	Keruing d.lbr.	0,69	75	IV	II
7.	<i>Dipterocarpus costulatus</i> V.Sl.	Keruing gayan	0,90	27	III	I-II
8.	<i>Dipterocarpus cornutus</i> Dyer.	Keruing bulu	0,82	40	III	II
9.	<i>Dipterocarpus hasseltii</i> Bl.	Keruing bunga	0,70	55	IV	II
10.	<i>Dipterocarpus palembanicus</i> V.Sl.	Lagan	0,76	50	III	II
11.	<i>Dipterocarpus retusus</i> Bl.	Keruing	0,75	45	III	II
12.	<i>Drypetes longifolia</i> Pax et Hoff.	Buniyaga	0,78	56	IV	II
13.	<i>Eucalyptus alba</i> Reiw.	Ampupu	0,89	60	IV	II-I
14.	<i>Eucalyptus citriodora</i> Hook.	-	0,80	65	IV	II
15.	<i>Eucalyptus deglupta</i> Bl.	Leda	0,57	85	V	III-IV
16.	<i>Eucalyptus platyphylla</i> F.V.M.	Yua mea	1,02	45	III	I-II
17.	<i>Eucalyptus urophylla</i> S.T.Blake	-	1,05	40	III	I-II
18.	<i>Eusideroxylon zwageri</i> T. et B	Ulin	1,04	0	I	I
19.	<i>Intsia bijuga</i> O.Ktze	Merbau	0,84	45	III	II-I
20.	<i>Parinari corymbosa</i> Miq.	Lara	0,96	25	II	I
21.	<i>Swietenia macrophylla</i> King.	Mahoni	0,61	79	IV	II-III
22.	<i>Tamarindus indica</i> L.	Asam Jawa	0,87	65	IV	II
23.	<i>Tectona grandis</i> L.f.	Jati	0,65	27	II	II
24.	<i>Tetramerista glabra</i> Miq.	Punak	0,76	65	IV	II
25.	<i>Xanthophyllum excelsum</i> Miq.	Seyam	0,68	70	IV	II-III

Oey (1964) menyatakan bahwa hubungan antara berat jenis dengan kelas awet kayu kurang berlaku umum dan kurang nyata. Adanya korelasi tersebut terbatas hanya pada species dalam satu genus. Dalam satu genus, jenis kayu yang lebih berat biasanya akan lebih awet dari pada kayu yang lebih ringan. Lebih lanjut Oey menyatakan bahwa menjalin (*Xanthophyllum stipitatum*), pancal (*Planconella obovata*) dan asem

jawa (*Tamarindus indicus*) yang berturut-turut mempunyai berat jenis 1,04, 1,01 dan 0,84 ternyata hanya sedikit memiliki ketahanan terhadap pembusukan jamur dan serangan dari serangga perusak kayu. Backer (1975) menyatakan bahwa yang lebih berpengaruh terhadap keawetan kayu adalah karena kandungan zat ekstraktifnya yang beracun bukan berat jenis kayunya.

E. zwageri sangat tahan terhadap organisme penggerek di laut karena mempunyai kadar silika yang relatif tinggi sekitar 0,5% (Bianchi, 1932) dan mempunyai zat ekstraktif *eusiderin* turunan dari phenolik yang beracun (Amin dkk., 2002). Sementara *T. grandis* dikelompokkan ke dalam jenis kayu yang tahan terhadap serangan penggerek di laut, karena pada bagian teras kayu terdapat kelompok *quinones* atau yang disebut dengan *techtochinon* yang bersifat racun (Supriana, 1999). Di samping itu, *T. grandis* juga mengandung silika yang relatif tinggi sekitar 0,4% (Bianchi, 1932). Demikian juga pada kayu *P. corymbosa* Miq. termasuk jenis kayu yang tahan terhadap penggerek di laut, karena mempunyai kadar silika yang relatif tinggi sekitar 0,9% (Bianchi, 1932). Southwell dan Bultman (1971) menyatakan bahwa kadar silika merupakan salah satu faktor yang dapat menahan serangan penggerek kayu di laut. Beenson (1946) dalam Supriana (1999) juga menyatakan bahwa ada hubungan antara kadar silika pada kayu dengan daya tahan terhadap penggerek kayu di laut, terutama pada kadar di atas 0,5%.

Hasil identifikasi organisme penggerek yang menyerang contoh uji kayu yaitu *Martesia striata* Linne dari famili Pholadidae, *Teredo bartchi* Clapp., *Diclytifer manni* Wright., dan *Bankia cieba* Clench/Turner dari famili Teredinidae. Serangan Pholadidae hanya berupa lubang gerek yang tegak lurus pada permukaan kayu, panjang dan diameter serangannya sesuai dengan besarnya ukuran cangkuk. Pholadidae menyerang kayu hanya sebagai tempat tinggal saja, sehingga serangannya tidak mengakibatkan kerusakan yang hebat. Meskipun serangan Pholadidae tidak se ganas Teredinidae, tidak berarti harus diabaikan. Kayu yang tahan terhadap serangan Teredinidae, ternyata tidak tahan terhadap serangan Pholadidae. Di perairan yang populasi Pholadidae tinggi, semua jenis kayu akan diserang binatang ini (Anonimus, 1972). Jenis-jenis kayu yang mempunyai ketahanan tinggi terhadap Teredinidae ternyata tidak kebal terhadap serangan Pholadidae (Atwood dan Johnson, 1924). Pholadidae mempunyai genera lebih sedikit, namun distribusinya lebih luas dari pada Teredinidae. Di perairan yang dalam yaitu di laut Pasific dan Atlantic, Pholadidae dikenal sebagai perusak kabel kawat dan pelubang batu (Southwell dan Bulman, 1971). Hal inilah yang menyebabkan semua jenis kayu tidak ada yang kebal terhadap serangan Pholadidae.

IV. KESIMPULAN

Dua puluh lima jenis kayu yang diuji di laut, hanya 3 jenis yang tahan terhadap serangan penggerek di laut, sedangkan 22 jenis lainnya termasuk tidak tahan. Kayu ulin (*Eusideroxylon zwageri* T.et B.) termasuk kelas awet I, sedangkan jati (*Tectona grandis* L.f.) dan lara (*Parinari corymbosa* Miq.) termasuk kelas awet II. Hubungan antara berat jenis dengan kelas awet kayu, tidak berlaku umum atau kurang nyata. Hubungan antara berat jenis dan keawetan terbatas pada jenis yang masih termasuk dalam satu genus, berat jenis yang lebih tinggi akan lebih awet. Organisme penggerek yang menyerang contoh uji yaitu *Martesia striata* Linne dari famili Pholadidae, *Teredo bartchi* Clapp., *Diclytifer manni* Wright., dan *Bankia cieba* Clench/Turner dari famili Teredinidae.

DAFTAR PUSTAKA

- Atwood, W.G. and A.A. Johnson. 1924. Marine structures their deterioration and preservation. National Research Council Washington, D.C.
- Amin, A., Asri, S. dan Muladi, S. 2002. Tinjauan sosiologis dan ekonomis pada bidang agribisnis, sektor kehutanan. Lembaga Penelitian Universitas Mulawarman, Samarinda. http://unmul.ac.id/dat/pub/lemit/tinjauan_sosiologis.pdf. Diakses tanggal 10 Juli 2005.
- Anonymus (1972). Marine borers and methods of preserving timber against their attack. Technical Note No.59. Princes Reborough Laboratory. England.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2006. Uji ketahanan kayu dan produk kayu terhadap organisme perusak kayu, Jakarta. SNI 01-7207-2006.
- Becker, G. 1975. Termites and fungi. Organismen Und Holz International Symposium, Berlin Dahlem.

- Bianchi, A.T.J. 1932. The resistance of some Netherlands East Indian Timbers against the attack of shipworms (Teredo). Fith Pacific Congress, Canada.
- Martawijaya, A. 1996. Keawetan kayu dan faktor yang mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Muslich, M dan G. Sumarni. 1987. Pengaruh salinitas terhadap serangan penggerek kayu di laut pada beberapa jenis kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Bogor, Vol. 4, No. 2 : 46-49.
- Oey Djoen Seng. 1964. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman No. 1. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Southwell, C.R. and J.D. Bultman. 1971. Marine borers resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. Biotropica 3, 1. pp. 81-107. Naval Research Laboratory, Washington D.C.
- Supriana, N. 1999. Rayap dan kayu. Orasi Pengukuhan Ahli Peneliti Utama. Badan Litbang Kehutanan dan Perkebunan, Jakarta.
- Turner, R.D. 1971. Identification of marine wood-boring molluscas: marine borers, fungi and fouling organisms of wood. Organization for Economics Co-operation and Development. Paris.

IDENTIFIKASI DAN TIPE SERANGAN PENGGEREK KAYU DI LAUT PADA BEBERAPA LOKASI

Mohammad Muslich

Peneliti pada Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.

ABSTRAK

Kayu yang digunakan untuk perahu, tiang dermaga, bangunan rumah di pantai tidak luput dari serangan penggerek kayu di laut. Pada umumnya serangan penggerek kayu di laut terdiri atas dua tipe yaitu Mollusca dan Crustacea yang lebih dikenal dengan nama *shipworm* dan *gribble* dicirikan pada bentuk dan cara menyerang kayu. Jenis penggerek kayu di laut yang didapatkan pada beberapa lokasi yaitu *Martesia striata* Linne., *Teredo bataviana* Moll/Roch., *Dicathifer manni* Wright, *Teredo bartschi* Clapp., *Teredo bataviana* Moll/Roch., *Teredo thoracites* Gould., *Nausitora dryas* Dall, *Bankia cieba* Clench./Turner., *Bankia carinata* (Gray), *Sphaeroma* sp. dan *Limnoria* sp.. *Martesia striata* Linne. dijumpai lebih dominan dari jenis lainnya di semua lokasi.

Kata kunci: Penggerek kayu di laut, identifikasi, tipe, *shipworm*, *gribble*

I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara maritim yang lebih kurang dua per tiga wilayahnya terdiri atas lautan, sehingga banyak diperlukan angkutan antar pulau berupa perahu, kapal, tiang pancang dan dermaga yang dibuat dari kayu. Kayu yang digunakan untuk keperluan tersebut tentunya tidak luput dari serangan organisme penggerek di laut atau yang sering disebut dengan "*marine borers*". Serangan penggerek ini sangat merugikan dan berbahaya bila menyerang dermaga, tiang-tiang pelabuhan, bagian-bagian kapal atau perahu. Penyebaran penggerek kayu di laut sangat luas, hampir terdapat di seluruh perairan. Di perairan tropis, penggerek ini dapat berkembang dengan subur dan dapat dijumpai sepanjang tahun.

Keluarga penggerek kayu di laut dibedakan menjadi dua kelompok utama yaitu dari Phylum Mollusca dan Kelas Crustacea, masing-masing mempunyai tanda karakteristik yang berbeda, demikian pula cara penyerangannya. Serangan dari mollusca penggerek kayu biasanya membuat lubang kecil pada permukaan kayu dan lubang gerek yang ada di dalamnya sudah tidak beraturan dan menunjukkan serangan yang hebat. Sedangkan crustacea penggerek kayu, biasanya menyerang tiang pancang atau tiang dermaga pada bagian batas pasang surut air laut dan memberi gambaran seperti bunga karang.

Roch (1961) dalam Suherman *et al.* (1983) melaporkan bahwa cukup banyak jenisnya penggerek kayu di Indonesia yang termasuk famili Teredinidae dan Pholadidae, tetapi belum pernah ditemui dari famili Limnoriidae, Sphaeromatidae dan Cheluridae di Indonesia. Suherman *et al.* (1983) telah melaporkan pertama kali Crustacea penggerek kayu yaitu *Limnoria lignorum* Rathke, *Sphaeroma* sp. dan *Chelura* sp. di perairan Pulau Pari, Kepulauan Seribu.

Usaha inventarisasi jenis-jenis penggerek kayu di Indonesia masih perlu dilakukan, karena yang telah dilaporkan selama ini hanya sebagian kecil saja yang ada di perairan Indonesia. Penelitian ini menyajikan mengenai identifikasi dan tipe serangan penggerek kayu di laut pada beberapa lokasi.

II. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu kayu atau papan yang diambil dari tonggak, tiang pancang, tiang dermaga, bagian-bagian perahu yang telah diserang oleh penggerek kayu di laut. Alat yang digunakan antara lain: *Handheld Salinity, Conductivity and Temperature System, thermometer, scalpel*, botol koleksi, pinset, pisau, gergaji dan sebagainya.

Penelitian ini dilakukan setiap mengunjungi di berbagai lokasi di perairan pantai, muara sungai, tempat reparasi perahu, *log-pond* dan pelabuhan atau dermaga. Masing-masing lokasi diamati salinitasnya, suhu, pasang surut, kecepatan arus, gelombang dan kondisi fisik lainnya (berpasir, berlumpur, berkarang dan lain-lainnya).

Kayu-kayu yang dikumpulkan dari masing-masing lokasi, baik dalam keadaan basah ataupun kering dinilai intensitas serangan dan diidentifikasi organisme yang menyerang. Tanda-tanda serangan dapat dilihat pada permukaan dan bagian dalam kayu berupa bekas lubang gerek yang ada. Untuk identifikasi jenis penggerek, dilakukan pengamatan organ tubuh, struktur cangkuk dan bentuk palet berdasarkan kunci identifikasi yang disusun oleh Turner (1971).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi dan Tipe Serangan

Hasil identifikasi jenis-jenis penggerek yang berhasil dikumpulkan di beberapa lokasi dapat dilihat pada Tabel 1. Masing-masing mempunyai ciri dan tipe serangan yang berbeda. Jenis-jenis penggerek tersebut yaitu *Martesia striata* Linne., *Teredo bataviana* Moll/Roch., *Dicyathifer manni* Wright *Teredo bartschi* Clapp., *Teredo bataviana* Moll/Roch., *Teredo thoracites* Gould., *Nausitora dryas* Dall, *Bankia cieba* Clench./Turner., *Bankia campanullata* Moll./Roch *Bankia carinata* (Gray), *Limnoria* sp. dan *Sphaeroma* sp.

Tabel 1. Penggerek kayu di laut yang dikumpulkan dari berbagai lokasi

No.	Lokasi dan kondisi fisik	Kayu yang diserang	Organisme yang menyerang	Intensitas serangan
1.	Balik papan (Kalimantan Timur) Muara sungai, dekat pantai, berpasir, tidak ada bakau	Bangkirai, meranti merah, Lempung	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia carinata</i> Gray. <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Nausitora donlopi</i> Wright. <i>Teredo thoracites</i> Gould.	Serangan berat
2.	Pontianak (Kalimantan Barat) Muara sungai, dekat pantai, berpasir, tidak ada bakau	Meranti merah, bungur, merbau	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia carinata</i> Gray. <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Teredo thoracites</i> Gould.	Serangan berat
3.	Banjarmasin (Kalimantan Selatan) Muara sungai, dekat pantai, berpasir, tidak ada bakau.	Lempung, merawan, meranti batu, bintangur,	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Sphaeroma</i> sp. <i>Bankia carinata</i> Gray.	Serangan berat
4.	Karangantu (Banten) Pantai, berpasir, tidak ada bakau.	Jangkang, bintangur, meranti batu,	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner. <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Teredo bartschi</i> Clapp.	Serangan berat
5.	Logpond Industri Kayu Lapis PT. Satya Raya Woodbased Industri (Anyer) Dekat muara sungai, berlumpur dan tidak ada bakau	Jenis-jenis kayu untuk kayu lapis	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner. <i>Dicyathifer manni</i> Wright.	Serangan ringan
6.	Pulau Untung Jawa (Tempat reparasi perahu) Pasir putih, berkarang, tidak ada bakau	Perahu rusak, meranti, sepang, malam	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia campanullata</i> Moll./Roch. <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Teredo bartschi</i> Clapp.	Serangan berat
7.	Pulau Rambut (Teluk Jakarta) Pasir putih, berkarang, tidak ada bakau	Jenis-jenis kayu Indonesia ($\pm$ 300 contoh uji)	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner. <i>Bankia campanullata</i> Moll./Roch. <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Teredo bartschi</i> Clapp. <i>Limnoria</i> sp. <i>Sphaeroma</i> sp.	Tidak ada serangan sampai serangan berat
8.	Mauk, Krawang, Cilincing, Eretan (Indramayu) Pantai, muara sungai, berpasir, ada bakau.	Perahu rusak, tonggak,	<i>Martesia striata</i> Linne <i>Teredo bataviana</i> Moll/Roch., <i>Dicyathifer manni</i> Wright <i>Teredo bartschi</i> Clapp.,	Serangan berat

Tabel 1. Lanjutan

No.	Lokasi dan kondisi fisik	Kayu yang diserang	Organisme yang menyerang	Intensitas serangan
9.	Logpond PT. KLI Semarang Pantai Kaliwungu, berpasir, tidak ada bakau.	Jenis-jenis kayu untuk kayu lapis	<i>Martesia striata</i> Linne <i>Teredo bataviana</i> Moll/Roch., <i>Dicyathifer manni</i> Wright	Serangan sedang
10.	Jepara Pantai, tambak dan muara sungai, berpasir, tidak ada bakau	Tonggak, perahu rusak, kayu kelapa	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Sphaeroma</i> sp.	Serangan berat
11.	Logpond PT. Sumber Mas Gresik Pantai, berpasir, berlumpur, ada bakau.	Jenis-jenis kayu untuk kayu lapis	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner <i>Dicyathifer manni</i> Wright. <i>Teredo bartschi</i> Clapp.	Serangan berat
12.	Mamuju (Sulawesi Barat) Pantai, berpasir, berkarang, ada bakau.	Tonggak, kayu rusak, kayu kelapa, merbau, jati	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Teredo bartschi</i> Clapp. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner <i>Dicyathifer manni</i> Wright	Serangan sedang
13.	Pulau Ballang Lompo Berpasir, berkarang, tidak ada bakau.	Jenis-jenis kayu Indonesia ($\pm$ 50 jenis)	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Teredo bartschi</i> Clapp. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner <i>Dicyathifer manni</i> Wright	Tidak ada serangan sampai berat
14.	Pangkajene, Barru, Pare-pare, Palopo (Sulawesi Selatan) Berpasir putih, berkarang, ada bakau.	Tonggak, body kapal, kayu kelapa, merbau, jati	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Teredo bartschi</i> Clapp. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner <i>Dicyathifer manni</i> Wright	Serangan sedang sampai berat
15.	Makassar, Bantaeng, Bulukumba, Birra (Tempat reparasi perahu) Berpasir putih, berkarang, ada bakau.	Kapal rusak, bitti, merbau, nyamplung, medang, jati, bintangur	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Teredo bartschi</i> Clapp. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner <i>Bankia campanullata</i> Moll./Roch <i>Dicyathifer manni</i> Wright	Serangan berat
16.	Sinjai, Watampone Berpasir, ada bakau.	Kapal rusak, bitti, merbau, jati	<i>Martesia striata</i> Linne. <i>Teredo bartschi</i> Clapp. <i>Bankia ciba</i> Clench/Turner	Serangan berat

Mollusca

Beberapa genus dari Phylum Mollusca yang ditemukan yaitu *Bankia*, *Teredo*, dan *Martesia*. *Teredo* dan *Bankia* termasuk famili Teredinidae, sedangkan *Martesia* termasuk famili Pholadidae.

a. *Teredo* dan *Bankia*

Teredo dan *Bankia* mempunyai tubuh lunak, memanjang seperti cacing, kepalanya keras berbentuk bulan sabit jumlahnya sepasang disebut dengan cangkok atau *shell* dilengkapi dengan parut atau kikir yang berguna untuk membuat lubang (Gambar 1). Pada bagian posterior terdapat bangunan yang keras bentuknya seperti dayung disebut dengan palet yang sangat penting artinya untuk identifikasi. Sedangkan untuk mencari makan dan komunikasi digunakan sepasang siphon yang bisa ditonjolkan dan bisa ditarik kembali kemudian ditutup oleh palet. Tipe serangan *Teredo* dan *Bankia* sering disebut dengan *teredine borers* atau *shipworm* (Menon, 1957; Mata dan Siriban, 1972) seperti pada Gambar 2.

Binatang ini membuat lubang kecil di permukaan kayu yang besarnya tidak berarti. Lubang biasanya dibuat tegak lurus terhadap arah serat kayu kemudian membelok sejajar dengan arah serat. Dinding saluran dilapisi dengan substansi yang mengandung kapur. Ukuran saluran tersebut tergantung dari besar tubuhnya yang dipengaruhi oleh kepadatan populasi di dalam kayu. Apabila serangannya sangat berat, saluran yang dibuatnya menjadi tidak beraturan sehingga dapat menyerupai sarang lebah. Panjang tubuh binatang ini berkisar 30-100 cm, diameternya antara 1-1,5 cm. Tetapi apabila populasinya di dalam kayu terlalu tinggi,

maka perkembangan tubuhnya akan terbatas sehingga panjangnya hanya beberapa sentimeter saja dan diameternya kurang lebih 0,5 cm.



Gambar 1. Teredo (A) dan Bankia (B)



Gambar 2. Serangan Teredinidae

Binatang ini dapat berkembang normal di air yang mempunyai salinitas antara 20 – 30 per mill dan lebih banyak dijumpai di perairan tropis. Di bawah salinitas 10 per mill, penggerek kayu di laut akan mati setelah beberapa minggu. Teredo dan Bankia memperbanyak diri dengan bertelur, larvanya yang baru menetas sangat kecil, bergerak bebas, lebih sering berada di permukaan air laut untuk mendapatkan kayu yang cocok sebagai tempat tinggalnya (Atwood dan Johnson, 1924).

b. Martesia

Martesia striata Linne. merupakan salah satu species yang selalu dijumpai pada setiap lokasi, tubuhnya ada di dalam cangkok, bentuknya seperti buah pear (Gambar 3). Panjang cangkok jarang melampaui 2,5 cm, sedangkan diameternya bisa mencapai 2 cm. Lubang gerek biasanya tegak lurus pada permukaan kayu, panjang dan diameter sesuai dengan ukuran cangkoknya. Dinding lubang gerek tidak dilapisi bahan kapur seperti yang didapatkan pada *Bankia* atau *Teredo*.



Gambar 3. *Martesia striata* Linne.



Gambar 4. Serangan Pholadidae

Kerusakan yang disebabkan oleh *Martesia striata* dapat dengan mudah diketahui, berupa pengikisan bagian luar kayu dengan lubang yang dangkal (Gambar 4). Southwell dan Bultman (1971) menyatakan bahwa ada jenis lainnya yaitu *Xylophaga dorsalis* merupakan species yang lebih pendek, panjangnya tidak lebih dari 40 mm, cangkoknya tidak bergaris-garis. Binatang ini selain merusak kayu juga merusak kabel kawat yang ada di laut. *Martesia* yang masih muda berenang bebas dan masuk ke dalam kayu dengan membuat lubang kecil pada permukaan (Atwood dan Johnson, 1924).

Crustacea

Genera yang ditemukan dari kelas Crustacea perusak kayu yaitu *Limnoria* dan *Sphaeroma*. Tubuh *Limnoria* mempunyai panjangnya 1-2 cm, sedangkan lebarnya 0,5-1 cm, bentuknya seperti selop, kepalanya kecil, tubuhnya bersekm dan berakhir dengan ekor yang bentuknya seperti papan berguna untuk menutupi lubang bilamana binatang ini terganggu (Gambar 5).

Serangan *Limnoria* memperlihatkan gambaran seperti bunga karang (Gambar 6). Besar kecilnya gerakan air laut berpengaruh terhadap aktifitas *Limnoria*, semakin besar gerakan air laut akan mendorong *Limnoria* membuat lubang tempat berlindung, sehingga akan memperluas kerusakan. Serangan *Limnoria* disebut dengan "gribble", menyebabkan kerusakan kayu dengan jalan mengebor dan membuat serambi kecil untuk tempat tinggalnya (Menon, 1957; Mata dan Siriban, 1972). Lubang serangan biasanya dalamnya tidak lebih dari 15 mm dan binatang ini bisa bergerak dengan bebas.



Gambar 5. *Sphaeroma* sp.



Gambar 6. Serangan Crustacea

Sedangkan *Sphaeroma* juga terdapat di berbagai perairan, tetapi yang penting terdapat di perairan tropis. *Sphaeroma* juga mirip dengan *Limnoria*, tetapi lebih panjang dan lebih gemuk. Binatang ini panjangnya 5 -15 mm dan diameternya 5 mm, sedangkan membuat lubang gerak diameternya kurang lebih 10 mm dalamnya 70-100 mm. *Limnoria* dan *Sphaeroma* termasuk ordo Isopoda, kedua genera ini memperbanyak diri dengan bertelur. Telur dierami di kantong yang terdapat di antara kaki sebelah bawah (Turner, 1971).

Pengaruh Kondisi Lingkungan

Sebagian besar kondisi lokasi penelitian mempunyai salinitas 29–32 per mill, suhu 28–29 °C, pasang surut 1–5 m, tinggi gelombang sekitar 1–7 m, dan kecepatan arus 0,1– 0,4 m/detik (Tabel 2). Kondisi perairan yang demikian mempunyai pengaturan sirkulasi yang baik dan akan menetralsir adanya pencemaran. Pada pergantian musim, juga tidak akan mengalami perubahan salinitas dan suhu yang berarti, sehingga penggerek kayu di laut dapat hidup dan berkembang dengan subur serta dapat dijumpai sepanjang tahun.

Turner (1966) menyatakan bahwa temperatur dan salinitas merupakan faktor pembatas untuk berkembang biak organisme penggerek di laut. Suhu merupakan salah satu sarana penting selama musim kawin dan setiap species mempunyai suhu optimum untuk bertelur dan perkembangan larvanya. Demikian juga untuk kelangsungan hidupnya, setiap species mempunyai batas toleransi pada salinitas tertentu. Cragg (1979) menemukan dua species yang berbeda dari genus yang sama yaitu *Nausitora hedleyi* Schepman pada salinitas 18 per mill dan *Nausitora dunlopei* Wright. pada salinitas 2 per mill.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa di antara jenis penggerek tersebut yang lebih dominan dan banyak ditemukan dari berbagai lokasi adalah *Martesia striata* Linne. dari famili Pholadidae. Hal ini disebabkan bahwa Pholadidae lebih adaptif dari pada jenis penggerek lainnya. Pada penelitian ini, salah satu lokasi yang paling tidak menguntungkan untuk perkembangan penggerek di laut yaitu di *logpond* PT. Satya Raya Woodbased Industri di Anyer. *Logpond* tersebut merupakan kanal atau tampungan air hujan yang berhubungan dengan sungai sebagai pintu gerbang masuknya balok kayu yang diangkut dari perairan pantai. Salinitas *logpond* pada musim penghujan bisa menurun sampai 10 per mill, sedangkan pada musim kemarau salinitasnya naik mencapai 29 per mill. Perubahan salinitas yang menyolok, disebabkan karena *logpond*

tersebut juga merupakan tadah hujan sehingga bila airnya bertambah, salinitasnya akan menurun. Kondisi *logpond* yang demikian menyebabkan organisme penggerek tersebut tidak dapat berkembang dengan baik, tapi untuk *Martesia striata* pada lokasi tersebut masih bisa bertahan (Muslich dan Sumarni, 1987).

Tabel 2. Kondisi lingkungan di masing-masing lokasi

No	Lokasi	Salinitas (per mill)	suhu (°C)	Kecepatan arus (m/det.)	Pasang surut (m)	Tinggi gelombang (m)
1.	Balik papan	29 - 32	29	0,2 - 0,3	1 - 5	2 - 7
2.	Pontianak	30 - 35	29	0,2 - 0,3	1 - 5	2 - 7
3.	Banjarmasin	29 - 32	29	0,2 - 0,4	1 - 5	2 - 5
4.	Karangantu	30 - 32	28 - 29	0,2 - 0,3	1 - 4	1 - 5
5.	<i>Logpond</i> SRWI Anyer	10 - 29	28 - 29	0,0 - 0,1	1 - 2	-
6.	Pulau Untung Jawa	30 - 34	29 - 30	0,3 - 0,4	1 - 5	1 - 7
7.	Pulau Rambut	30 - 34	29 - 30	0,2 - 0,4	1 - 5	1 - 7
8.	Mauk, Krawang, Cilincing, Eretan	29 - 32	29	0,1 - 0,3	1 - 3	1 - 5
9.	<i>Logpond</i> PT. KLI Semarang	29 - 30	28 - 29	0,1 - 0,3	1 - 3	1 - 5
10.	Jepara	29 - 31	29	0,1 - 0,3	1 - 3	1 - 5
11.	<i>Logpond</i> PT. S. Mas Gresik	29 - 31	29	0,1 - 0,4	1 - 4	1 - 5
12.	Mamuju (Sulbar)	30 - 32	29	0,1 - 0,3	1 - 5	1 - 5
13.	P. Ballang Lompo	30 - 34	29 - 30	0,2 - 0,4	1 - 5	1 - 7
14.	Pangkajene, Barru, Pare-pare, Palopo	30 - 31	29	0,1 - 0,3	1 - 4	1 - 5
15.	Makassar, Bantaeng, Bulukumba, Birra	29 - 32	28 - 29	0,1 - 0,3	1 - 4	1 - 5
16.	Sinjai, Watampone	29 - 31	29	0,1 - 0,2	1 - 3	1 - 5

VI. KESIMPULAN

Organisme penggerek kayu di laut yang ditemukan di berbagai lokasi yaitu *Martesia striata* Linne., *Teredo bataviana* Moll/Roch., *Dicyathifer manni* Wright., *Teredo bartschi* Clapp., *Teredo bataviana* Moll/Roch., *Teredo thoracites* Gould., *Nausitora dryas* Dall, *Bankia cieba* Clench./Turner, *Bankia carinata* (Gray), *Sphaeroma* sp. dan *Limnoria* sp. Masing-masing mempunyai tanda karakteristik dan tipe serangan yang berbeda. Tipe serangan *Teredo* dan *Bankia* dikenal dengan *shipworm*, sedangkan serangan *Limnoria* dan *Sphaeroma* dikenal dengan *gribble*. *Martesia striata* Linne. lebih dominan terdapat di setiap lokasi dibandingkan dengan jenis-jenis lainnya. Kondisi lingkungan perairan sangat menentukan perkembangan organisme penggerek tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Atwood, W.G. and A.A. Johnson. 1924. Marine structures their deterioration and preservation. National Research Council Washington, D.C.
- Cragg, S. 1979. Wood borers in the Purari Delta and some adjacent areas. Ecology of the Purari River catchment (Ed.T.Pert.) Purari River (Wabo) Hydroelectric Scheme, Environmental Studies Vol.10. Office of Environment and Conservation, Central Government Offices, Waigani and Dep. of Minerals and Energy, P.O.Box 2352, Konedobu, Papua New Guinea.
- Mata, P.G. and F.R. Siriban. 1972. Resistance of woods to marine borers. Technical Note, No. 171. FORPRIDE COM. College, Laguna 3720, Philippines.
- Menon, K.D. 1957. A Note on marine borers in Malayan waters. Reprinted from the Malayan Forester, Vol.XX, No.1pp. 1-6. Issued by the Ministry for Agriculture, Kuala Lumpur.
- Muslich, M dan G. Sumarni. 1987. Pengaruh salinitas terhadap serangan penggerek kayu di laut pada beberapa jenis kayu. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Bogor, Vol. 4, No. 2 : 46-49. Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.
- Southwell, C.R. and J.D. Bultman. 1971. Marine borers resistance of untreated woods over long periods of immersion in tropical waters. Biotropica 3, 1. pp. 81-107. Naval Research Laboratory, Washington D.C.

- Suherman, Sumarni, G. dan M. Muslich. 1983. Marine borers di Indonesia. Proceeding Pertemuan Ilmiah Pengawetan Kayu, tanggal 12–13 Oktober di Jakarta. Hal. 39–45. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Turner, R.D. 1966. A survey and illustrated catalogue of the teredinidae. Harvard University, Cambridge, Mass.
- _____. 1971. Identification of marine wood-boring mollusks. Marine borers, fungi and fouling organisms of wood. Organisation for Economics Co-operation and Development, Paris.

KARAKTER LINGKUNGAN DAN KUALITAS CABUTAN *Shorea Macrophylla* DARI PT. GGA DAN KHDTK LABANAN, KALIMANTAN TIMUR

Andrian Fernandes dan Karmilasanti

Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Jl. A W Syahrani no. 68, Samarinda, Kaltim
email: af.andrian.fernandes@gmail.com

ABSTRAK

Shorea macrophylla PS. Ashton merupakan pohon penghasil tengkawang yang tidak berbuah setiap tahun. Sebagai alternatif pengembangbiakannya adalah dengan cara menggunakan cabutan/anakan alam. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas anakan alam adalah karakter lingkungan, yaitu iklim mikro dan kualitas tanah. Penelitian dilaksanakan di areal konservasi in-situ Tengkawang PT. Gunung Gajah Abadi (GGA) dan Plot Strek KHDTK Labanan. Hasil pengamatan parameter lingkungan di PT. GGA memiliki intensitas cahaya yang lebih tinggi dan kadar Nitrogen total dalam tanah yang lebih tinggi daripada plot Strek KHDTK Labanan. Hasil pengukuran anakan alam di PT. GGA memiliki tinggi dan diameter yang lebih besar dibandingkan dengan anakan pada plot Strek KHDTK Labanan. Karena jumlah anakan alam di PT GGA lebih banyak maka variasi tinggi dan diameter anakan juga lebih besar dibandingkan dengan anakan di plot Strek.

Kata kunci: *Shorea macrophylla*, PT. Gunung Gajah Abadi (GGA), Plot Strek KHDTK Labanan, karakter lingkungan, cabutan/anakan alam

I. PENDAHULUAN

Di Indonesia melalui Peraturan Menteri Kehutanan nomor P.35/Menhut-II/2007 telah ditetapkan 558 komoditas HHBK baik nabati maupun hewani yang menjadi urusan kehutanan. Salah satu HHBK yang menjadi andalan di Pulau Kalimantan adalah biji tengkawang sebagai bahan baku lemak nabati (Suharisno, 2009). Al Rasyid *et al.* (1991) menyatakan bahwa kayu dari jenis-jenis dipterokarpa sangat terkenal dan mempunyai nilai perdagangan yang cukup tinggi. Disamping kayu, hasil ikutan lainnya juga sangat terkenal misalnya buahnya, yang terkenal dengan nama buah tengkawang, seperti *Shorea macrophylla* (tengkawang katuko), *S. macroptera* (tengkawang jantung), *S. palembanica* (tengkawang majau), *S. stenoptera* (tengkawang lelon) dan kelompok tengkawang lainnya yang jumlahnya tidak kurang dari 13 jenis ada di Indonesia. Jenis-jenis tengkawang banyak tumbuh alami di Kalimantan dan sebagian kecil di Sumatera.

Ada 4 jenis tengkawang yang buahnya dimanfaatkan sebagai bahan baku lemak nabati, lipstik dan obat-obatan diantaranya adalah : *Shorea macrophylla* (tengkawang katuko), *S. macroptera* (tengkawang jantung), *S. palembanica* (tengkawang majau), *S. stenoptera* (tengkawang lelon). Salah satu jenis tengkawang yang ada di Kalimantan Timur adalah *S. macrophylla*.

Pohon penghasil tengkawang dan jenis meranti lainnya tidak berbuah setiap tahun. Secara periodik panen raya terjadi setelah musim kemarau yang kering sekitar empat tahun sekali. Jumlah biji per kilogram untuk jenis *S. macrophylla* sebanyak 33 biji/kg (Krishnapilay dan Tompsett, 1998).

Oleh karena itu perlu alternatif pengembangbiakannya. Salah alternatif yang dapat digunakan adalah dengan cara menggunakan cabutan/anakan alam. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas anakan alam adalah karakter lingkungan, yaitu iklim mikro dan kualitas tanah.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi

Penelitian ini dilakukan di empat lokasi, meliputi a). PT Gunung Gajah Abadi (PT. GGA) Kab. Kutai Timur, b). Plot Strek KHDTK Labanan, c). Laboratorium Tanah Balai Besar Dipterokarpa Samarinda, d). Laboratorium Tanah PPHT UNMUL, e). Laboratorium Mikrobiologi LIPI.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah GPS, phi-band, thermohigrometer, kaliper. Adapun bahan yang digunakan antara lain tanah yang diambil dari bawah pohon induk, anakan tengkawang yang tumbuh di bawah pohon induk.

Prosedur Kerja

Kedudukan pohon induk tempat anakan diambil, dicatat posisinya dengan menggunakan GPS dan membuat plot untuk memudahkan pemetaan pohon induk dari anakan alam/cabutan yang diambil. Batas pengambilan anakan untuk 1 (satu) pohon induk adalah di sekeliling pohon induk dengan batas selebar tajuk, setelah itu melakukan pengukuran diameter, tinggi bebas cabang dan tinggi total pohon induk.

Di bawah pohon induk diambil contoh uji tanah yang akan diuji sifat mikrobiologi dan hara tanahnya. Pengujian mikrobiologi tanah dilaksanakan di lab Mikrobiologi LIPI. Pengujian hara tanah dilakukan di lab Tanah PPHT Unmul.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kegiatan tersebut dilakukan pada lokasi yang memiliki potensi tengkawang yang cukup banyak yaitu pada plot in-situ jenis *Shorea macrophylla* di PT. GGA dan plot strek KHDTK Labanan. Pada lokasi PT. GGA diperoleh 15 pohon induk yang ada anakan di bawahnya, sedangkan pada plot strek KHDTK Labanan hanya ditemukan 2 pohon induk saja. Adapun karakter pohon induk yang ada anakan di bawahnya dapat dilihat pada Tabel 1 .

Tabel 1. Karakter Pohon Induk

	Jumlah pohon induk	Diameter pohon (cm)	Tbc (m)	Diameter tajuk (m)
<i>Shorea Macrophylla</i> PT. GGA	13	67.8	9.0	11.1
<i>Shorea Macrophylla</i> Labanan	2	109.8	19.0	21.0

Tabel 2. Iklim Mikro Tempat Pengambilan Cabutan/Anakan

	<i>Shorea macrophylla</i> [Labanan]	<i>Shorea macrophylla</i> [PT GGA]
Suhu (°C)	25.0	27.4
Kelembaban udara (%)	81.0	72.3
Intensitas cahaya (lux)	717.0	878.8

Mitchell dan Gu (2010) menjelaskan bahwa unsur nitrogen dan fosfat harus diubah menjadi bentuk yang lebih mudah diserap oleh tumbuhan. Pengubahan unsur tersebut melibatkan mikroorganisme. Bakteri rhizobium mengubah nitrogen menjadi ion nitrat dan bakteri pelarut fosfat mengubah fosfat anorganik menjadi ion fosfat yang dapat diserap tumbuhan. Tabel 3 menunjukkan hasil analisis karakter mikrobiologi tanah tempat pengambilan cabutan/anakan.

Tabel 3. Karakter Mikrobiologi Tanah Tempat Pengambilan Cabutan/Anakan

	<i>Shorea macrophylla</i> labanan	<i>Shorea macrophylla</i> PT GGA
Rhizobium	1.250.000	115.000
Bakteri pelarut fosfat	650.000	95.000
Fungi	30.000.000	3.140.000

Menurut Jhonson (2009), bahwa faktor kesuburan tanah ditentukan oleh jumlah unsur hara. Unsur nitrogen (N), fosfor (P) dan kalium (K) merupakan tiga unsur terpenting yang digunakan agar dapat tumbuh optimum. Berikut hasil analisis sifat kimia tanah tempat pengambilan cabutan/anakan, disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Analisis Sifat Kimia Tanah Tempat Pengambilan Cabutan/Anakan

Unsur	Labanan	PT. GGA
N total (%)	0,07	0,08
C organik (%)	0,81	0,84
C/N rasio	11,00	10,25
P ₂ O ₅ (ppm)	1,20	0,69
K ₂ O (ppm)	44,34	31,46
pH H ₂ O	4,93	4,73

Nitrogen (N) merupakan unsur yang tidak dapat disintesis dalam tubuh tumbuhan, berfungsi untuk mengatur pertumbuhan dan sebagai penyusun DNA (Solomon, Berg dan Martin, 2008). Basra (1994) menjelaskan bahwa unsur nitrogen mengontrol pertumbuhan daun dan pertumbuhan tunas batang. Secara umum, kadar N di area uji PT. Gunung Gajah Abadi lebih besar jika dibandingkan dengan di Labanan.

Jhonson (2009) menjelaskan bahwa C/N rasio yang baik akan menghasilkan pembentukan humus yang efektif dan stabil dalam alam. Pada proses pelapukan oleh mikroorganisme, terjadi pelepasan CO₂ ke udara, pengubahan nitrogen menjadi senyawa yang dapat digunakan oleh tumbuhan dan sisa karbon yang tidak terdekomposisi menjadi CO₂ akan berubah sebagai humus yang stabil.

Fosfor (P) pada tumbuhan berfungsi membantu meningkatkan aktifitas metabolisme (Basra, 1994). Jhonson (2009) menjelaskan bahwa fosfor memiliki fungsi yang sangat penting dalam pembelahan dan perkembangan sel. Walaupun tersedia cukup banyak dalam tanah namun berada dalam bentuk yang tidak dapat digunakan secara langsung oleh tumbuhan.

Uji kandungan Kalium (K) tanah dilihat dari nilai K₂O. Kalium memiliki peran penting dalam transpotasi air dan anion, pertumbuhan meristem dan aktifitas enzim (Basra, 1994). Kalium (K) merupakan hara utama ketiga setelah N dan P, yang diserap dalam bentuk ion K⁺. Kalium tergolong unsure yang mobil dalam tanaman dan berperan terhadap lebih dari 50 enzim baik secara langsung maupun tidak langsung (Rosmakam & Yuwono, 2002).

Kadar P dan K di area PT. GGA memiliki kecenderungan yang lebih kecil dibandingkan dengan di Labanan. Fosfor jumlahnya sedikit dibanding dengan N atau K, tapi merupakan kunci kehidupan. Disebut kunci kehidupan karena P mendorong pertumbuhan akar. Untuk itu, pada tanaman tingkat semai juga perlu P dengan dosis yang sesuai untuk merangsang pertumbuhan akar.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Diameter dan Tinggi pada Semai Jenis *Shorea macrophylla* PT. Gunung Gajah Abadi dan *Shorea macrophylla* dan *Shorea pinanga* Labanan

	<i>Shorea macrophylla</i> labanan	<i>Shorea macrophylla</i> PT GGA
Jumlah	388	965
Rata-rata tinggi	62,37	62,53
Tinggi maksimum	95	128,5
Tinggi minimum	31,5	15,9
Rata-rata diameter	3,93	4,12
Diameter maksimum	10,1	15,13
Diameter minimum	1,09	1,00

Berdasarkan hasil pengukuran tinggi pohon pada semai terlihat bahwa semai jenis *shorea macrophylla* PT. GGA lebih tinggi dibandingkan dengan *Shorea macrophylla* dari KHDTK Labanan, dimana tinggi rata-rata mencapai 62,53 cm. Ini menunjukkan bahwa kandungan nitrogen tanah di bawah tegakan pohon induk *shorea macrophylla* PT. GGA lebih banyak dibandingkan dengan *Shorea macrophylla* Labanan. Hal tersebut sesuai yang dikemukakan (Roger, 2001), pada tumbuhan tingkat tinggi kandungan nitrogen yang lebih banyak dapat mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman. Dan khusus semai *S. macrophylla* PT. GGA diambil pada kondisi semai yang sudah tinggi. Ini dapat dilihat pada tabel 4, dimana tinggi semai bervariasi dari 15-128 cm.

Data Tabel 4 menunjukkan bahwa jumlah anakan PT. GGA lebih banyak, sehingga persaingan dalam mendapatkan nutrisi dan cahaya semakin besar. Gunter *et al.* (2011) menjelaskan bahwa pada tempat yang subur bila tidak didukung dengan faktor cahaya dan tingkat persaingan yang tinggi maka tumbuhan tidak

akan tumbuh optimum. Oleh karena itu tinggi anakan minimum di PT. GGA lebih rendah daripada di Labanan.

Jumlah pohon induk yang ditemukan di PT. GGA lebih banyak, sehingga jumlah anakannya juga lebih banyak. Maka terjadi variasi tinggi dan diameter menjadi lebih banyak di PT. GGA.

IV. KESIMPULAN

1. Lebih banyak ditemukan pohon induk tengkawang yang memiliki anakan di PT. GGA dibandingkan di plot Strek KHDTK Labanan.
2. PT. GGA memiliki intensitas cahaya yang lebih tinggi dan kadar Nitrogen total dalam tanah yang lebih tinggi daripada plot Strek KHDTK Labanan.
3. Hasil pengukuran anakan alam di PT. GGA memiliki tinggi dan diameter yang lebih besar dibandingkan dengan anakan pada plot Strek KHDTK Labanan.
4. Jumlah anakan alam di PT. GGA lebih banyak maka variasi tinggi dan diameter anakan juga lebih besar dibandingkan dengan anakan di plot Strek.

DAFTAR PUSTAKA

- Al Rasyid H, Marfuah, Wijayakusumah H, Hendarsyah D. 1991. *Vedemikum dipterocarpaceae*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.
- Basra, A. S. 1994. *Mechanisms of Plant Growth and Improved Productivity : Modern Approaches*. Marcel Dekker, Inc. New York.
- Gunter, S., M. Weber, B. Stimm, dan R Mosandl. 2011. *Silviculture in the Tropics*. Springer-Verlag. Berlin, Jerman.
- Jhonson, C. 2009. *Biology of Soil Science*. Oxford Book Co. India.
- Krishnapilly, B. and P.B. Tompsett, 1998. Seed Handling. Biogeography and evolutionary systematics of Dipterocarpaceae. In: Apanah, S. and J.M. Turnbull (eds.). *A Review of Dipterocarps: Taxonomy, Ecology and Silviculture*. Bogor: CIFOR.
- Mitchell, R. dan J. D. Gu. 2010. *Environmental Microbiology* 2nd Ed. John Wiley & Son, Inc. USA.
- Roger, M.J.R. 2001. *Handbook of Plant Ecophysiology Techniques*. Kluwer Academic Publishers. New York.
- Rosmakam & Yuwono. 2002. *Ilmu Kesuburan Tanah*. Penerbit Kanasius, Yogyakarta.
- Solomon, E. P., L. R. Berg, dan D. W. Martin. 2008. *Biology* 8th Ed. Thomson Brooks/Cole. USA.
- Suhardi, Faridah E, Iskandar E, Rahayu S, 2006. Mycorrhizal Formation and Growth of *Shorea leprosula* in Bukit Suharto After Using Charcoal and Rockphosphate. *Plantation Technology in Tropical Forest Science*. Springer-Verlag, Tokyo Jepang.
- Suharisno, 2009. *Grand Strategy Pengembangan Hasil Hutan Bukan Kayu Nasional*. Workshop HHBK. Ditjen RLPS. Jakarta.

KARAKTERISASI URUTAN NUKLEOTIDA GEN PENYANDI ENDOGLUKANASE DARI *Aspergillus niger*

Neo Endra Lelana¹, Utut Widyastuti^{2,3}, Nampiah Sukarno^{2,3}

¹ Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan, Bogor; email: neo_3L@yahoo.com

² Departemen Biologi FMIPA, Institut Pertanian Bogor

³ Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Selulase merupakan enzim yang berperan dalam hidrolisis selulosa. Pada *Aspergillus niger*, sistem enzim selulase terdiri atas tiga gen yang menyandi endoglukanase, *eglA*, *eglB* dan *eglC* dan dua gen yang menyandi selobiohidrolase, *cbhA* dan *cbhB*. Tulisan ini menyajikan hasil karakterisasi gen penyandi endoglukanase A (*eglA*) dari isolat *A. niger* lokal Indonesia. Informasi yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar untuk melakukan mutasi terarah dalam rangka meningkatkan aktivitas enzim yang disandikannya. Hasil yang diperoleh menunjukkan gen ini terdiri atas 720 bp dan mengkodekan 239 asam amino. Berdasarkan deduksi asam aminonya, enzim ini tidak mempunyai *carbohydrate binding modul* (CBM). Berdasarkan perbandingan struktur homolog dengan struktur yang sudah diketahui dan residu-residu katalitik yang telah terdefinisi, residu-residu yang berperan dalam fungsi katalitik enzim ini, yaitu Glu116 yang diprediksi sebagai nukleofil dan Glu204 yang diprediksi sebagai donor proton. Sementara situs pengikatan glikosil diprediksi tersusun atas residu Trp (posisi 22, 49, 51, 85, 120, 144), Tyr (61, 98, 115) dan Phe (163, 179).

Kata kunci: *Aspergillus niger*, endoglukanase, gen, karakterisasi

I. PENDAHULUAN

Enzim selulase merupakan salah satu kelompok enzim yang termasuk dalam sistem enzim lignoselulotik yang diproduksi mikroorganisme yang berperan dalam degradasi material sel tumbuhan. Enzim ini termasuk dalam famili glikosida hidrolase (GH). Enzim selulase berperan dalam hidrolisis selulosa dengan memecah ikatan β -1,4-D-glikosidik untuk menghasilkan oligosakarida maupun glukosa. Selain berperan dalam hidrolisis selulosa, enzim selulase digunakan juga untuk keperluan dalam berbagai macam industri, seperti industri pulp dan kertas untuk *deinking* dan modifikasi serat; industri tekstil untuk pelembut katun dan tahap *finishing denim*; industri deterjen untuk perawatan warna, pembersih dan antideposisi; dan industri makanan sebagai pelunak makanan (Zhang *et al.* 2006). Bersama-sama dengan hemiselulase kebutuhan selulase mencapai 20% dari total pasar enzim dunia (Coral *et al.* 2002). Potensi pasar selulase ke depan diprediksi akan meningkat cukup signifikan dengan meningkatnya isu mengenai konversi bahan-bahan selulosa menjadi bioetanol.

Enzim selulase diklasifikasikan menjadi tiga tipe, yaitu endoglukanase (*endo*- β -1,4-*glucanase*, EC 3.2.1.4), selobiohidrolase atau eksoglukanase (*exo*- β -1,4-*glucanase*, EC 3.2.1.91) dan glukosidase (*β -D-glucoside glucohydrolase*, EC 3.2.1.21) (Lynd *et al.* 2002). Hidrolisis selulosa menjadi glukosa merupakan kerja secara sinergis dari ketiga kelompok enzim tersebut. Endoglukanase menghidrolisis ikatan internal selulosa untuk memproduksi ujung rantai baru, eksoglukanase menghidrolisis ujung rantai selulosa untuk menghasilkan selobiosa atau glukosa, dan glukosidase menghidrolisis selobiosa menjadi glukosa. Hidrolisis selulosa oleh endoglukanase bersifat random sehingga degradasi selulosa dapat berlangsung dengan cepat.

Beberapa mikroorganisme diketahui mempunyai kemampuan untuk memproduksi enzim selulase. Namun demikian cendawan diketahui merupakan mikroorganisme utama penghasil selulase. Kelompok cendawan berfilamen seperti *Aspergillus* dan *Trichoderma* merupakan penghasil selulase yang efisien (Gielkens *et al.* 1999) dan saat ini sebagian besar produksi komersial enzim selulase di dunia dihasilkan dari kedua kelompok cendawan tersebut (Kirk *et al.* 2002).

Aktivitas selulase dari *A. niger* sudah dipelajari dan dikarakterisasi (Hurst 1977; Coral *et al.* 2002; Onori *et al.* 2004), termasuk beberapa gen yang menyandikannya. Sistem selulolitik pada *A. niger* terdiri atas tiga gen yang menyandi endoglukanase, *eglA*, *eglB* (van Peij 1998) dan *eglC* (Hasper *et al.* 2002) dan dua gen yang menyandi selobiohidrolase, *cbhA* dan *cbhB* (Gielkens 1999). Namun demikian laporan-laporan mengenai aktivitas CMCase dan informasi genetik strain-strain lokal Indonesia masih sedikit ditemukan.

Tulisan ini menyajikan struktur gen penyandi endoglukanase A dari *A. niger* yang merupakan isolat lokal Indonesia.

II. METODE PENELITIAN

Analisis urutan nukleotida dilakukan terhadap gen penyandi endoglukanase yang diisolasi dari *A. niger* IPB1 yang merupakan isolat lokal Indonesia. Urutan nukleotida yang digunakan merupakan hasil isolasi fragmen cDNA *eglA* yang diurutkan menggunakan DNA sequencer ABI Prism Model 3100 versi 3.7. Urutan nukleotida gen endoglukanase yang dihasilkan selanjutnya dianalisis menggunakan beberapa program yang tersedia. Deduksi asam amino dilakukan dengan menggunakan program *Translate Tools* (Gasteiger *et al.* 2003). Analisis domain dilakukan dengan menggunakan program Pfscan (Claverie & Notredame 2003). *multiple sequence alignment* dilakukan dengan program *Tree based Consistency Objective Function For alignmEnt Evaluation* (T-COFFEE) (Notredame *et al.* 2000), visualisasi *multiple sequence alignment* dengan program Chroma (Goodstadt & Ponting 2001).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Urutan gen *eglA* *A. niger* disajikan pada Gambar 1. Gen *eglA* *A. niger* terdiri atas 720 bp yang menyandi 239 asam amino.

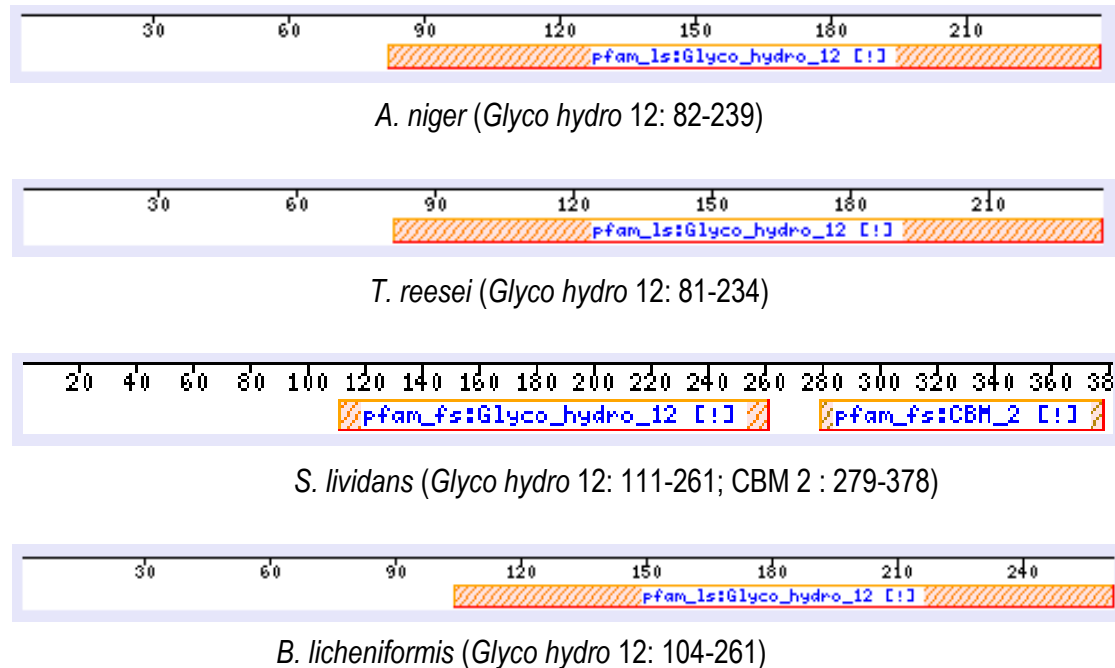
Sequence ID : EglA_niger	Nuk	AA
atgaagctccccgtgacacttgctatgcttgcgccaccgcatgggccagacgatgtgc	60	
M K L P V T L A M L A A T A M G Q T M C		20
tctcaatatgacagtgcctcgagcccccatattcagtgaaaccagaacctctggggcgag	120	
S Q Y D S A S S P P Y S V N Q N L W G E		40
taccaaggcaccggcagccagtggtgtatatgtcaaaaactctccagcagtggtgcatcc	180	
Y Q G T G S Q C V Y V N K L S S S G A S		60
tggcacaccgaatggacctggagcgggtggtgagggaaacagtgaaaagctactctaactct	240	
W H T E W T W S G G E G T V K S Y S N S		80
ggcgttacattttaacaagaagctcgtgagtgatgtatcaagcatccccacctcgggtggaa	300	
G V T F N K K L V S D V S S I P T S V E		100
tggaagcaggacaacaccaacgtcaacgcgatgtcgcgtatgatcttttcaccgcagcg	360	
W K Q D N T N V N A D V A Y D L F T A A		120
aatgtggaccatgctacttctagcggtagctatgaactgatgatttggttgcccgctac	420	
N V D H A T S S G D Y E L M I W L A R Y		140
ggcaacatccagcccattggcaagcaaattgccacggccacagtgaggaggaagtccctgg	480	
G N I Q P I G K Q I A T A T V G G K S W		160
gagtggtggtatggcagcaccaccagggcggtgcggagcagaggacatacagcttcgtg	540	
E V W Y G S T T Q A G A E Q R T Y S F V		180
tcggaaagccctatcaactcatacagtggggccatcaatgcatttttcagctatctcact	600	
S E S P I N S Y S G A I N A F F S Y L T		200
cagaaccaaggctttcccgccagctctcagtagtcaatctgcagtttggaactgag	660	
Q N Q G F P A S S Q Y L I N L Q F G T E		220
gcgttcaccggggggccgggaaccttcacggttgacaactggaccgccagtggtcaactag	720	
A F T G G P A T F T V D N W T A S V N -		239

Gambar 1. Urutan nukleotida *eglA* *A. niger* IPB1 dan deduksi asam aminonya

Analisis domain *EglA* dilakukan menggunakan program Pfscan berdasarkan database Pfam. *EglA* memiliki katalitik domain yang termasuk dalam kelompok Glikosida hidrolase famili 12 (GH12) pada posisi asam amino ke-82 sampai asam amino ke-239 (Gambar 2). Arsitektur *EglA* *A. niger* ini sama dengan arsitektur beberapa anggota famili GH12 lainnya, seperti *Cel12A T. reesei* dan *Cel12A B. Licheniformis*. Arsitektur jenis ini hanya mengandung katalitik domain dan tidak mengandung *carbohydrate binding moduls* (CBM).

Secara umum, kelompok glikosida hidrolase terdiri atas dua domain utama, yaitu katalitik domain dan *carbohydrate binding moduls* (CBM) yang dihubungkan oleh suatu *linker* yang kaya akan prolin (Gambar 3). Posisi domain katalitik maupun domain CBM dapat terdapat pada C-terminal maupun N-terminal. Posisi ini

tidak menentukan spesifisitas suatu enzim (Gilkes *et al.* 1991). Peran domain CBM pada enzim sampai saat ini masih belum jelas. Namun demikian Hashimoto (2006) menyatakan peran utama CBM meningkatkan efisiensi fungsi katalisis enzim-enzim karbohidrase walaupun dengan mekanisme yang belum jelas.



Gambar 2. Perbandingan domain EglA dari berbagai organisme berdasarkan database pfam

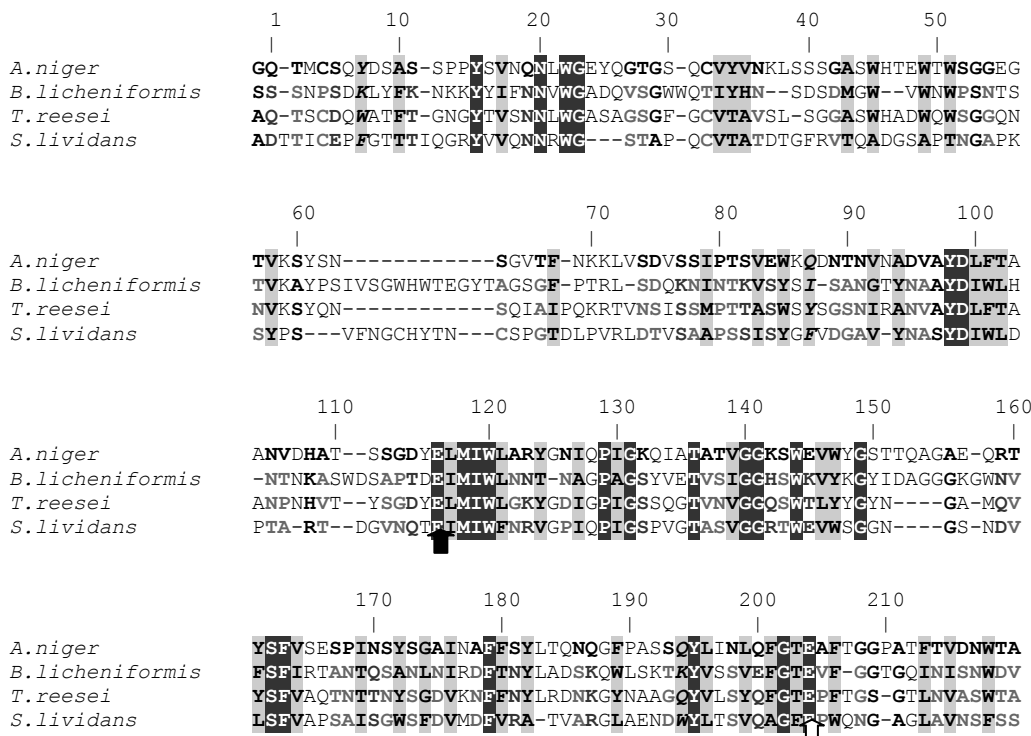


Gambar 3. Domain umum selulase yang terdiri atas domain katalitik dan CBM yang dihubungkan oleh daerah penghubung (*linker*)

GH12 merupakan salah satu famili glikosida hidrolase yang mempunyai aktivitas endoglukanase dan xyloglukan hidrolase. Mekanisme katalisisnya adalah *retaining* dengan Glutamat (Glu) sebagai basa nukleofil maupun donor protonnya. Sampai saat ini GH12 mempunyai sekitar 151 anggota dengan 7 arsitektur yang berbeda. Sebagian besar anggota mempunyai arsitektur tanpa domain CBM. Sementara itu arsitektur dengan kombinasi antara katalitik domain dan domain CBM, seperti pada Cel2B *S. lividans* hanya sedikit.

Berdasarkan perbandingan struktur homolog dengan struktur endoglukanase lain yang sudah diketahui, residu-residu yang berperan dalam fungsi katalitik EglA *A.niger* IPB1 maupun pengikatan substratnya dapat dideduksikan (Gambar 4). Glu116 diprediksi berperan sebagai nukleofil dan Glu204 diprediksi berperan sebagai donor proton. Pada famili GH12, posisi nukleofil ini berdekatan dengan dua residu yang sangat terkonservasi, yaitu Asp99 dan Met118 (Zechel *et al.* 1998; Sandgreen *et al.* 2003).

Situs pengikatan glikosil diprediksikan tersusun atas beberapa residu dengan rantai samping aromatik, seperti Trp, Tyr dan Phe (Sandgreen *et al.* 2003). Mengacu pada beberapa residu yang terlibat dalam pengikatan substrat pada famili GH 12 (Goegedebu *et al* 2002), residu Trp (posisi 22, 49, 51, 85, 120, 144), Tyr (61, 98, 115) dan Phe (163, 179) pada *A. niger* IPB1 diprediksi berperan dalam pengikatan substrat glikosil.



Gambar 4. Kesejajaran urutan asam amino empat enzim GH 12. Posisi residu nukleofil dan donor proton ditunjukkan dengan tanda anak panah hitam dan putih secara berturut-turut.

IV. KESIMPULAN

Hasil karakterisasi menunjukkan *eglA* dari *A. niger* IPB1 merupakan protein yang termasuk dalam anggota famili Glikosida Hidrolase famili 12 dengan residu Glu116 dan Glu 204 berturut-turut sebagai nukleofil dan donor proton.

DAFTAR PUSTAKA

- Clavarie JM and Notredame J. 2003. *Bioinformatics for Dummies*. Wiley Publishing Inc.
- Coral G, Arikan B, Unaldi MN, Guvenmez H. 2001. Some properties of crude carboxymethyl cellulase of *Aspergillus niger* Z10 wild-type strain. *Turk J Biol* 26: 209-213.
- Gasteiger E, Gattiker A, Hoogland C, Ivanyi I, Appel RD and Bairoch A. 2003. ExPASy: the proteomics server for in-depth protein knowledge and analysis *Nuc Acids Res* 31 (13):3784-3788.
- Gielkens MMC, Dekkers E, Visser J, Graaf LH. 1999. Two cellobiohydrolases-encoding genes from *Aspergillus niger* require D-xylose and the xylanolytic transcriptional activator XlnR for their expression. *Appl Environ Microbiol* 65 (10):4340-4345.
- Goedegebuur F, Fowler T, Phillips J, van der Kley P, van Solingen P, Dankmeyer L, Power SD. 2002. Cloning and relational analysis of 15 novel fungal endoglucanases from family 12 glycosyl hydrolase. *Curr Genet* 41:89-98.
- Goodstadt L, Ponting CP. 2001. Chroma:Consensus based-colouring of multiple alignment for publication. *Bioinformatic appl note* 17 (9):845-846.
- Hashimoto H. 2006. Recent structural studies of carbohydrate-binding modules *Cell Mol Life Sci* 63:2954-2967.
- Hasper AA, Dekker E, van Mil M, van de Vondervoort PJI, de Graaff LH. 2002. EglC, a new endoglucanase from *Aspergillus niger* with major activity towards xyloglucan. *Appl Environ Microbiol* 68 (4):1556-1560.

- Hurst PL, Nielsen J, Sullivan PA, Shepperd MG. 1977. Purification and properties of a cellulase from *Aspergillus niger*. *Biochem J* 165:33-41.
- Kirk O, Borchert TV, Fuglsang CC. 2002. Industrial enzymes applications. *Curr Opin Biotechnol* 13: 345-351.
- Lynd, LR, Weimer PJ, van Zyl WH, and Pretorius IS. 2002. Microbial cellulose utilization: fundamentals and biotechnology. *Microbiol and Mol Biol Rev* 66 (3):506-577.
- Notredame C, Higgins DG, Heringa J. 2000. T-Coffee: a novel method for fast and accurate multiple sequence alignments. *J Mol Bio* 302:205-217.
- Onsori H, Zamani MR, Motallebi M, Zarghami N. 2004. Identification of over producer strain of endo- β -1,4-glucanase in *Aspergillus* species: Characterization of crude carboxymethyl cellulase. *African J of Biotechnol* 4 (1): 26-30.
- Sandgreen M, Gualfetti PJ, Shaw A, Gross LS, Saldajeno M, Day AG, Jones A, and Mitchinson C. 2003. Comparison of family 12 glikoside hidrolases and recruited substitutions important for thermal stability. *Prot Sci* 12: 848-860.
- Zechel DI, He S, Dupont C, Withers SG. 1998. Identification of Glu-120 as the catalytic nucleophile in *Streptomyces lividans* endoglucanase *celB*. *Biochem J* 336:139-145.
- Zhang YHP, Himmel ME, Mielenz JR. 2006. Outlook for cellulase improvement: screening and selection strategies. *Biotechnol Adv* 24:452-481.

TEGAKAN *Shorea Polyandra* P. ASHTON UMUR 34 TAHUN DI PT INHUTANI II KOTA BARU, KALIMANTAN SELATAN

Abdurachman dan Lydia Suastati

Balai Besar Penelitian Dipterocarpa Samarinda

ABSTRAK

Pembangunan HTI perlu didukung oleh informasi yang cukup, agar supaya target yang diinginkan dapat tercapai. Kegiatan pembangunan HTI berbasis jenis-jenis dipterocarpa masih memerlukan banyak informasi dari setiap jenisnya. Penelitian ini dilaksanakan pada areal PT Inhutani II Kota Baru yang telah menanam meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton), dengan tujuan untuk mengetahui tegakan yang telah berumur 34 tahun. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa Pola sebaran diameter berbentuk kurva normal seperti pada umumnya hutan tanaman, Terdapat rentang perbedaan yang besar dari nilai diameter maksimum dan minimum, demikian pula pada tinggi, hal ini mengindikasikan adanya persaingan dalam pertumbuhan tanaman. Ada hubungan yang erat antara pertumbuhan tinggi dan diameter dilihat dari nilai koefisien korelasi (0.8) dan hasil analisis varian yang berbeda signifikan. Riap diameter berkisar antara 0,48–1,72 cm/tahun dengan rata-rata 0.89 cm/tahun, sedangkan riap tinggi berkisar antara 0,60–1,36 cm/tahun dengan rata-rata 0,95 cm. Pohon dapat dikatakan cukup ramping dengan rata-rata nisbah tinggi dengan diameter lebih besar dari 100 yaitu sebesar 112.49.

Kata kunci: Struktur tegakan, Meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton), riap

I. PENDAHULUAN

Kayu dari family Dipterocarpaceae seperti meranti merah, meranti putih, meranti kuning, kapur, keruing, Bangkirai, balau, merawan, balangeran, mersawa, giam, kahoi, dan resak merupakan unsur utama yang mendominasi hutan di Kalimantan. Jenis-jenis ini merupakan salah satu penghasil devisa negara karena merupakan bahan baku industri perkayuan dan juga banyak digunakan oleh masyarakat.

Pemanenan pada hutan yang telah dilaksanakan selama beberapa dekade ini mengakibatkan menurunnya potensi hutan sebagaimana yang dinyatakan oleh Soekotjo dan Naiem (2006) luas hutan produksi pada tahun 1990 adalah 59,6 juta ha dan pada tahun 2003 tinggal 27,8 juta ha dengan produksi masing-masing 28 juta m³ dan 11 juta m³. Untuk mendukung produksi kayu yang diprediksi makin menurun perlu dilakukan usaha-usaha penanaman dengan membangun HTI termasuk dari jenis-jenis dipterocarpaceae yang merupakan primadona dari hutan Kalimantan. Untuk hal ini diperlukan berbagai informasi dari berbagai jenis tumbuhan tersebut.

PT Inhutani II Kotabaru mencoba melaksanakan kegiatan penanaman salah satu jenis meranti yaitu *Shorea polyandra* P. Ashton yang di tanam tahun 1976 jarak tanam 3 m x 3 m. Meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton) di Kalimantan dikenal dengan nama damar jangkar atau kalapeh pahit merupakan salah satu jenis dari marga *Shorea* termasuk dalam famili Dipterocarpaceae. Di Indonesia meranti ini tersebar di Kalimantan. Jenis ini tumbuh dalam hutan primer pada berbagai dataran rendah atau di atas perbukitan sampai dengan ketinggian 600 m dpl. Pohon meranti ini sama dengan pohon meranti pada umumnya yaitu memiliki ukuran yang sangat besar, tingginya dapat mencapai 70 m. Dengan ukuran yang besar ini maka kayu ini sangat baik untuk bahan pertukangan. (Soerianegara and Lemmens, 1994). Berdasarkan hal tersebut maka pada tulisan ini akan memberikan informasi pertumbuhan tanaman dari jenis Meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton) pada umur 34 tahun.

II. RISALAH UMUM LOKASI PENELITIAN

Secara geografis PT Inhutani II terletak pada 3°37'–3°45' LS dan 116°05' – 116°15' BT. Berdasarkan administrasi pemerintahan terletak di kabupaten Kota Baru. Berdasarkan peta geologi, wilayah Pulau Laut sebagian besar tersusun dari formasi batuan sedimentasi. Berdasarkan pembentukannya terbagi ke dalam formasi tanjung, formasi pitp, formasi haruyan, dan sebagian kecil formasi diorit. Berdasarkan peta satuan lahan dan tanah atau *land use* lembar 1812 Pulau Laut skala 1 : 250.000 pada areal terdapat tiga unit satuan

lahan utama (SPT), yang terbentuk dari asosiasi tiga jenis tanah utama yaitu Tropudults (PMK), Hydroquepts (Regosol) dan Destropepts (Regosol). Fisiografi hamparan areal Pulau Laut sebagian besar berupa datar dan landai. Dengan ketinggian tempat antara 19–407 m dpl. Puncak perbukitan terdapat pada bagian timur laut pada pegunungan Belimbing (G. Samalawai) yang merupakan kawasan lindung. Menurut klasifikasi iklim Schmidt dan Fergusson (1951), tipe iklim di wilayah Pulau Laut termasuk dalam tipe iklim A, dengan curah hujan rata-rata tahunan sebesar 2.571 mm dan jumlah hari hujan rata-rata tahunan 168,6 hari (Pulau Laut Utara). Suhu udara rata-rata bulanan maksimum terjadi pada bulan Nopember (26,6 °C) dan suhu minimum pada bulan Agustus (26,6 °C). Sedangkan kelembaban nisbi rata-rata bulanan tertinggi terjadi pada bulan Mei (88,6%) dan terendah pada bulan Agustus (82,7%). Data curah hujan pada stasiun pengamatan curah hujan PT Inhutani II Stagen selama 10 Tahun dari 1994–2003 menunjukkan curah hujan tahunan lebih dari 2.500 mm/ tahun kecuali pada tahun 199 –1998 yang hanya mencapai 1000 mm karena pengaruh El Nino. Aksesibilitas areal penanaman dilokasi Pulau Laut sangat tinggi, karena memiliki topografi datar. Akses jalan darat menuju lokasi dapat dicapai melalui jalan poros Kotabaru–Stagen - sebelimbingan

III. METODE PENELITIAN

Pengambilan data

Pengambilan data dilakukan pada tahun 2010, sedangkan bahan penelitiannya adalah tanaman yang telah ditanam pada tahun 1974 dengan jarak tanam 3 m x 3 m pada areal seluas 6 ha. pengambilan data dilakukan dengan membuat plot temporer seluas 100 m² (10 m x 10 m) sebanyak 10 plot untuk pengukuran diameter dan tinggi.

Cara pengukuran

Pengukuran tinggi total pada semua pohon yang masuk dengan menggunakan clinometer. Alat ukur tinggi clinometer dibuat menurut kaidah ilmu ukur segitiga (trigonometri). Dengan perbandingan besaran sudut-sudut yang dibentuk oleh garis-garis pandang pada tinggi pohon berdiri dan dengan bantuan galah yang diketahui panjangnya, maka nilai tinggi diperoleh dengan rumus (Ruchaemi, 2003; Sutarahardja, 1979):

$$H = \frac{H_{top} - H_b}{H_p - H_b} \times 4m$$

H_{top} = Skala persen puncak pohon

H_p = Skala persen ujung galah

H_b = Skala persen dasar pohon

4m = Tinggi galah yang digunakan

Pengukuran diameter setinggi dada dilakukan dengan menggunakan alat ukur panjang sehingga yang diperoleh adalah nilai keliling yang kemudian dikonversi menjadi diameter dibagi dengan nilai pi yaitu 3.14 (dbh = k/π)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

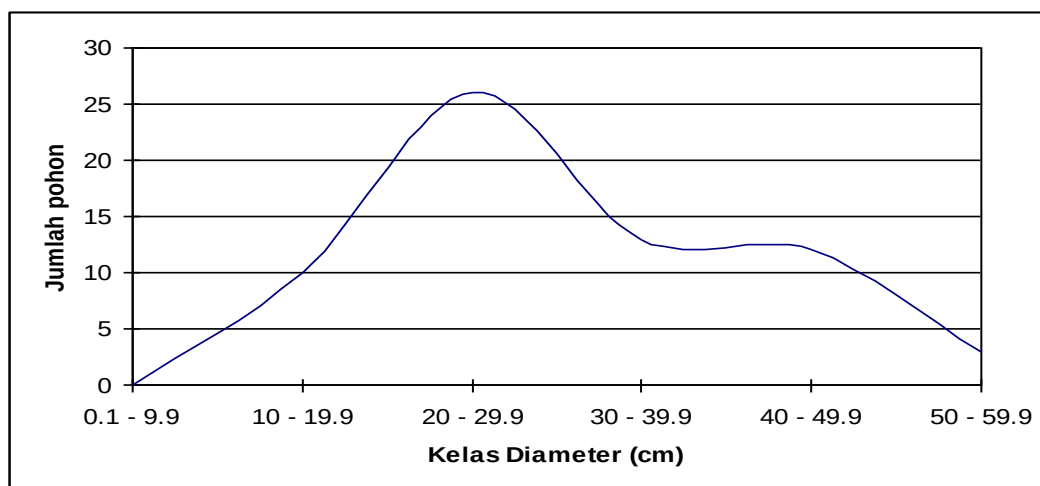
Sebaran Diameter

Pendugaan sebaran diameter dilakukan dengan menyusun tabel distribusi diameter dari hasil pengukuran lapang (Tabel 1). Data diameter diklasifikasikan ke dalam kelas kelas diameter dengan interval 10 cm sehingga menjadi 5 kelas diameter. Sebaran/ distribusi diameter merupakan pendugaan dari struktur tegakan dalam kondisi yang lebih besar (Loetsch *et.al*, 1973).

Tabel 1. Sebaran Diameter *Shorea polyandra* di Kota Baru, Kalimantan Selatan

Kelas Diameter	Jumlah pohon
0.1 - 9.9	0
10 - 19.9	10
20 - 29.9	26
30 - 39.9	13
40 - 49.9	12
50 - 59.9	3

Dari Tabel 1 tersebut terlihat bahwa jumlah pohon terbanyak berada pada kelas diameter pertengahan atau di antara diameter yang terbesar dan terkecil. Bentuk sebaran dari tanaman tersebut dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva sebaran diameter tanaman *Shorea polyandra*

Pada Gambar 1 tersebut terlihat bahwa kurva sebaran diameter hampir menyerupai bentuk lonceng yang berarti menyebar secara normal. Bentuk kurva ini merupakan ciri dari hutan tanaman, seperti terjadi pada tanaman *Dryobalanops sp* di Samboja (Abdurachman dan Suyana, 2009), tanaman *Shorea balangeran* dan tanaman *Shorea leprosula* di Semoi (Abdurachman, 2011). Perlakuan penjarangan di hutan tanaman adalah suatu usaha untuk memperoleh hasil atau volume yang besar sehingga dalam proses yang lebih jauh diperlukan suatu upaya untuk menggeser bentuk kurva ini pada area di sekitar titik puncak ke arah sebelah kanan pada sumbu X sehingga hasil produksi yang diperoleh menjadi besar.

Statistik Tanaman

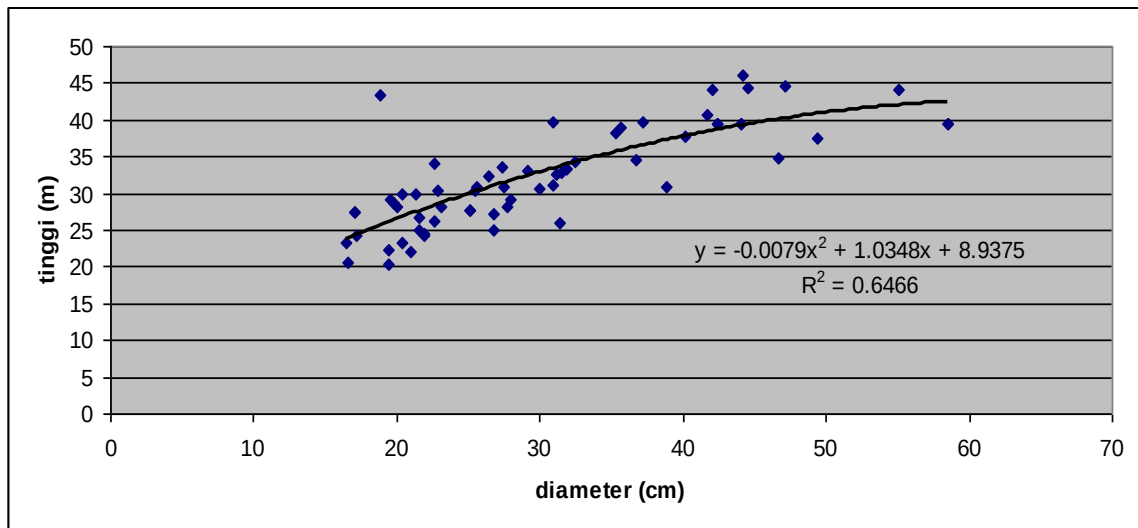
Statistik tanaman yang disampaikan dibawah ini akan memberikan gambaran besarnya diameter dan tinggi sampai pada pengukuran ini dilakukan. Hasil pengukuran tanaman untuk diameter dan tinggi tanaman meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton) yang diukur pada umur 34 tahun disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Statistik diameter dan tinggi tanaman Meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton) di lokasi penelitian

Peubah	Rataan	Maksimum	Minimum	Variasi
Diameter (cm)	30,47	58,57	16,46	118.13
Tinggi (m)	32.23	46.18	20.25	44.79

Dari Tabel 1 diatas terlihat bahwa rentang nilai diameter maupun tinggi dari yang terbesar (maksimum) dan nilai terkecil (minimum) cukup besar dengan kisaran perbandingan 2 sampai 3 kali, kondisi ini menunjukkan bahwa individu pohon dalam tegakan saling bersaing untuk memperoleh ruang tumbuh, sinar matahari dan makanan berupa unsur hara dari tanah, dengan demikian pohon yang tidak mampu

bersaing akan tertekan, sehingga pertumbuhannya lambat. Hal ini dapat dilihat dari keberadaan pohon tersebut lebih kecil dari pohon lainnya walaupun di tanam pada tahun yang sama, bahkan pada keadaan yang lebih ekstrim pohon tersebut akan mati.



Gambar 2. Model regresi hubungan diameter dan tinggi pada pertumbuhan tanaman Meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton) di lokasi penelitian.

Pada Gambar 2 diperlihatkan model hubungan diameter dan tinggi dari tanaman Meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton). Apabila kita perhatikan Gambar 1 tersebut terlihat bahwa semakin besar diameter semakin tinggi pohon tersebut. Untuk melihat hubungan tersebut dilihat dari besarnya nilai koefisien Determinasi dan nilai koefisien korelasi. Hasil perhitungan menunjukkan ada hubungan yang cukup erat antara pertumbuhan diameter dengan pertumbuhan tinggi, dengan nilai koefisien Determinasi (R^2) sebesar 0.6466 atau koefisien korelasi (r) sebesar 0.8041. Selanjutnya keeratan hubungan antara diameter dan tinggi ini dapat diuji dengan nilai r -tabel pada taraf signifikansi 0.01 yang dilihat dari Snedecor and Cochran (1967) memiliki nilai 0,3204 dengan derajat bebas ($n-2$) = 62. Dari hasil perhitungan di atas maka nilai r -hitung (0.8041) > r -tabel (0,3204) sehingga diantara keduanya peubah tersebut terdapat hubungan yang signifikan. Tingkat signifikansi keeratan hubungan antara pertumbuhan diameter dan tinggi ini diuji dengan melakukan analisis varians. Hasil analisis ditunjukkan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Analisis Varians (ANOVA) hubungan pertumbuhan Diameter dan Tinggi untuk tanaman Meranti kuning (*Shorea polyandra* P. Ashton) di lokasi penelitian.

Variabel	Derajat bebas	jumlah kuadrat	Rataan kuadrat	F_{hit}	$F_{tab99\%}$
Regresi	2	1824,8642	912,4321	55,80**	4,97
Sisa	61	997,3528	16,3500		
Jumlah	63	2822,2171			

** Signifikan pada taraf 1%

Hasil analisis varians menunjukkan bahwa besarnya nilai F -hitung > F -tabel, ini berarti bahwa keduanya memiliki hubungan yang sangat signifikan dimana dengan bertambahnya diameter akan berpengaruh terhadap pertumbuhan tinggi.

Riap Tanaman

Hasil perhitungan riap tanaman pertahun (*Mean Annual Increment/MAI*) untuk diameter dan tinggi dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Riap diameter dan tinggi tanaman di lokasi penelitian

Riap	Rataan	Maksimum	Minimum	Variasi	Kesalahan baku
Diameter (cm)	0.8961	1.7226	0.4840	0.1022	0.3197
Tinggi (m)	0.9480	1.3583	0.5956	0.0388	0.1969

Dari Tabel 3, terlihat bahwa rata-ran riap diameter tanaman mencapai 0,90 cm pertahun dan riap rata-ran tinggi tanaman mencapai 0.95 m pertahun. Nilai-nilai ini sebenarnya didapat dari perbedaan nilai riap dengan rentang yang cukup besar sehingga nilai rata-ran ini tidak dapat menggambarkan nilai yang baik untuk dapat dikatakan mewakili dari nilai secara keseluruhan. Pada pohon yang memiliki daya saing yang tinggi akan memiliki riap yang besar dan sebaliknya yang kurang mampu bersaing memiliki riap yang kecil.

Riap pohon sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan tempat tumbuhnya dan faktor genetis yang dibawanya. Sebagaimana yang dinyatakan oleh Husch *et al.* (1982) bahwa riap pohon dipengaruhi oleh kemampuan genetis dari individu yang berinteraksi dengan lingkungan. Pengaruh lingkungan meliputi faktor tanah (sifat fisik dan kimia tanah, kelembaban, dan mikroorganisme; faktor iklim (suhu udara, curah hujan dan sinar matahari); sifat topografi (kelerengan, ketinggian) serta kompetisi (pengaruh individu dari pohon lain, tanaman lain dan binatang).

Kerampingan pohon

Kerampingan pohon adalah memberikan gambaran dari kondisi pohon secara umum yang dihitung berdasarkan perbandingan tinggi dan diameter (H/D). Nilai yang didapat akan menunjukkan bagaimana pohon tersebut membentuk dirinya terhadap daya tahan untuk tetap berdiri tegak. Hal ini dapat digambarkan bila suatu pohon memiliki batang/diameter besar dengan tinggi yang rendah maka secara kasat mata pohon tersebut akan terlihat kokoh, tetapi sebaliknya jika pohon batangnya kecil dengan ketinggian yang tinggi maka pohon tersebut akan mudah roboh.

Suyana (2003) menyatakan bahwa nisbah atau perbandingan tinggi dan diameter adalah angka yang menunjukkan tinggi total dibagi dengan diameter yang masing-masing mempunyai satuan yang sama, sehingga angka yang diperoleh merupakan angka indeks tanpa satuan. Angka ini penting diketahui untuk menilai bentuk arsitektur batang pohon.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-ran H/D sebesar 112.49. Nilai tersebut menunjukkan bahwa pohon ini cukup ramping, karenanya diperlukan perlakuan khusus pada tegakan ini untuk memacu pertumbuhan diameter untuk menghindari pohon terlalu tinggi tanpa ditopang oleh diameter yang besar. Sebagaimana dijelaskan di atas, jika pohon memiliki tinggi yang tidak ditopang oleh diameter yang besar akan memberikan indikasi pohon ini riskan terhadap angin. Nilai kerampingan ini adalah berbanding lurus untuk dapat memberikan informasi kekuatan tanaman. Selanjutnya Sutisna (2000) dalam Suyana (2003) berpendapat bahwa bagi pohon-pohon di hutan alam yang berperawakan bagus mempunyai angka $H/D \leq 100$. Lebih dari 100 berarti pohon "letoy" atau mudah roboh diterpa angin dan apabila kurang berarti pohon kekar.

V. KESIMPULAN

Dari hasil pembahasan di atas maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pola sebaran diameter yang terbentuk menyerupai genta atau kurva Normal, hal ini merupakan ciri khas dari hutan tanaman.
2. Terdapat rentang perbedaan yang besar dari nilai diameter maksimum dan minimum, demikian pula pada tinggi, hal ini mengindikasikan adanya persaingan dalam pertumbuhan tanaman.
3. Terdapat hubungan yang erat antara pertumbuhan tinggi dan diameter dilihat dari nilai koefisien korelasi (0.8) dan hasil analisis varian yang berbeda signifikan.
4. Riap diameter berkisar antara 0,48–1,72 cm/tahun dengan rata-ran 0.89 cm/tahun, sedangkan riap tinggi berkisar antara 0,60–1,36 cm/tahun dengan rata-ran 0,95 cm.
5. Pohon dapat dikatakan cukup ramping dengan rata-ran nisbah tinggi dengan diameter lebih besar dari 100 yaitu sebesar 112.49.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurachman dan A. Suyana 2009. KONDISI TEGAKAN Kapur (*Dryobalanops sp*) di Kawasan Bekas Kebakaran, Samboja, Kalimantan Timur. (*Stand condition of Kapur (Dryobalanops sp) at Ex area fights fire at Samboja, East Kalimantan*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam.
- Abdurachman 2011. Pertumbuhan Shorea Leprosula Pada Umur 5 Tahun Di Semoi, Kabupaten Penajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Prosiding Seminar produktivitas hutan Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda.
- Abdurachman dan S. Purwaningsih 2011. Pertumbuhan Awal Tanaman *Shorea balangeran Burch* pada umur 1 tahun di Semoi, Kabupaten Panajam Paser Utara, Kalimantan Timur. Seminar MAPEKI XIV. Jogjakarta
- Husch, B., C.I Miller and T.W. Beers, 1982. Forest Mensuration. Third Edition. John Willey and Sons. New York.
- Ruchaemi, A. 2003. Ilmu Ukur Kayu. Laboratorium Biometrika Hutan. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Schmidt, F. H. & J. H. A. Ferguson. 1951. Rainfall Type Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea. Verhand 42. Direktorat Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.
- Snedecor, G. and W.G. Cochran. 1967. Statistical Methods Sixth Ed. The Iowa State University Press. Ames Iowa. USA
- Soektojo dan M. Naiem. 2006. SILIN: Menuju Hutan yang Prospektif, Sehat dan Lestari. Warta Kagama Kehutanan. Desember. Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Soerianegara I and R.H.M.J Lemmens (Ed) 1994. Timber Trees: Major Commercial Timber. Plant Resources of South – east Asia PROSEA) No. 5 (1). Bogor.
- Sutarahardja, S. 1979. Ilmu Ukur Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Suyana. A. 2003. Dampak penjarangan terhadap struktur tegakan dan pertumbuhan tegakan di hutan produksi alami PT inhutani I Labanan, kabupaten berau. Tesis Pasca sarjana, Universitas Mulawarman. Samarinda. (tidak diterbitkan)

ARSITEKTUR POHON, DISTRIBUSI AKAR MERANTI DI JALAN SARAD HUTAN ALAM PRODUKSI BEKAS TEBANGAN

Diana Prameswari

Puslitbang Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor; email: diana_eko@yahoo.com

ABSTRAK

Semakin meluasnya penebangan hutan akibat adanya kegiatan *illegal logging*, kebakaran hutan, maka diadakan program penanaman terutama di areal bekas penebangan yang tidak cukup anakan misal nya di jalan sarad dan TPN. Diantara beberapa jenis tanaman yaitu meranti merupakan asli Indonesia dan mempunyai nilai ekonomi tinggi dan banyak manfaatnya. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui arsitektur pohon, distribusi akar meranti dan pertumbuhan di jalan sarad hutan alam produksi. Penelitian ini dilakukan di hutan alam bekas tebangan Kalimantan Tengah. Metodologi penelitian yang digunakan adalah tanaman *Shorea leprosula*, *S. parvifolia*, *S. johorensis* dan *S. fallax* dan pemberian pupuk 50 gram NPK dan 100 gram NPK dan tanpa pemberian pupuk. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum tanaman pohon meranti pada umur 4.5 tahun mampu tumbuh dengan baik di areal jalan sarad. Arsitektur pohon meranti termasuk model Roux dan jumlah perakaran meranti yang diberi pupuk lebih besar /baik daripada yang tidak dipupuk

Kata kunci: arsitektur pohon, akar meranti, jalan sarad, hutan alam produksi

I. PENDAHULUAN

Hutan di Indonesia semakin lama semakin berkurang akibat adanya kegiatan *illegal logging*, kebakaran hutan, perambahan hutan, kegagalan sistem pemeliharaan tegakan pada areal bekas tebangan. Untuk mengantisipasi menurunnya produktivitas kayu dari hutan alam maka perlu diadakan program penanaman terutama di areal bekas penebangan bekas jalan sarad, bekas TPN atau areal lain yang tidak atau kurang memiliki permudaan alami jenis komersial.

Untuk itu pemilihan jenis tanaman perlu dilakukan terutama jenis tanaman yang mempunyai nilai ekonomi, cepat tumbuh, tahan terhadap gulma dan hama penyakit dan dapat memperbaiki tanah (Hamzah, 2002). Jenis-jenis yang dipilih adalah jenis komersial yang akan digunakan sebagai tanaman pengayaan tergantung dari lokasi. Untuk daerah Kalimantan dan Sumatera, maka jenis-jenis meranti merupakan jenis-jenis komersial yang prospektif untuk dipilih. Meranti merupakan salah satu marga dari suku *Dipterocarpaceae*. Meranti tumbuh pada ketinggian mulai dari permukaan laut sampai 800 meter di atas permukaan laut. Beberapa jenis meranti cepat tumbuh yang dapat digunakan untuk materi pembangunan hutan tanaman meranti prospektif, antara lain : *Shorea leprosula*, *Shorea johorensis*, *Shorea platyclados*, *Shorea macrophylla*, *Shorea parvifolia*, *Shorea selanica*, *Shorea fallax* dan *Shorea smithiana*.

Pohon hutan memiliki pertumbuhan yang khas bagi setiap jenis. Setiap jenis pohon mempunyai satu model arsitektur yang tetap . Menurut Halle *et al.* (1978), model arsitektur pohon adalah bangunan suatu pohon sebagai hasil dari pertumbuhan meristematik yg di kontrol secara morfogenetik. Bangunan pohon ini berhubungan dengan pola pertumbuhan batang, percabangan dan pembentukan pucuk terminal. Di hutan tropis dapat dijumpai dapat dijumpai 23 model arsitektur pohon.

Setiap jenis pohon memiliki satu model arsitektur yang tetap, tetapi satu model arsitektur dapat dimiliki oleh berbagai jenis pohon dari famili yang sama atau berbeda. Berdasarkan pengetahuan ini dan pengenalan jenis-jenis pohon yang dijumpai di Indonesia, Sutisna *et al* (1998) menyatakan sekurang-kurangnya terdapat 9 model arsitektur pohon hutan di Indonesia, meliputi : (1) model Attim, (2) Aubreville, (3) Koriba, (4) Massart, (5) Prevost, (6) Rauh, (7) Roux, (8) Scarrone dan (9) Troll. Pada model Roux cabang-cabang pohon tidak ritmik, tetapi menerus pada batang dan batang monopodial dan ortotropik. Jenis- jenis pohon dari model ini yang mudah dikenal ialah pohon *Shorea* sp, *Hopea* sp , kenanga.

Di Indonesia, penelitian tentang model arsitektur pohon dan kaitannya dengan pengayaan di jalan sarad masih sangat jarang dilakukan. Hal ini menyebabkan kurangnya informasi yang dibutuhkan untuk menyertakan aspek model arsitektur pohon dalam pertimbangan pemilihan jenis-jenis yang akan ditanam. Sehubungan hal tersebut perlu dilakukan penelitian tentang arsitektur pohon, distribusi akar dan

pertumbuhan meranti di jalan sarad hutan alam produksi. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui arsitektur pohon, distribusi akar dan pertumbuhan meranti di jalan sarad hutan alam produksi.

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di areal bekas tebangan di jalan sarad IUPHHKA PT. Sarpatim, Kalimantan Tengah dan waktu penelitian dimulai pada tahun 2006 sd Juli 2011.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan bibit meranti (*Shorea leprosula*, *S. parvifolia*, *S. johorensis* dan *S. fallax*), NPK, peta jalan sarad dan peta ITSP. Alat yang digunakan yaitu GPS, kompas, tambang, patok, label pohon cangkul, palu, cat, golok, parang, meteran 50 m, kaliper, alat ukur tinggi, tally sheet, alat tulis, kamera.

Prosedur Penelitian

Pembuatan plot percobaan

Pembuatan petak coba di areal bekas jalan sarad berdasarkan pada hasil overlay peta kontur, peta ITSP dan peta jalan sarad kemudian dilakukan pemilihan plot jalan sarad.

Penyediaan bibit

Bibit yang akan digunakan berasal dari benih yang dikembangkan di persemaian. Kriteria bibit yang digunakan adalah tumbuh baik, sehat, batang lurus, tingginya seragam kira-kira 50-60 cm dan diameter 0,5–0,6 cm. Sebelum ditanam di lapangan bibit dipelihara di persemaian selama 6 bulan.

Penanaman di jalan sarad

- Penentuan titik tanam dengan menggunakan jarak tanam 2.5 m x 2.5 m. Letak lubang tanam berdasarkan bekas track ban tractor (penyaradan kayu) yaitu dua di tepi dan satu di tengah.
- Pembuatan lubang tanam 40 x 40 x 30 cm. Lubang tanam diisi campuran tanah, serasah dan top soil 1:1 (V:V). Penanaman pada lubang tanam yang sudah ditentukan.
- Pemasangan ajir, pemasangan label tanaman dan pembuatan peta tanaman.
- Setelah bibit ditanam, kemudian ditutupi dengan mulsa. Mulsa dapat diperoleh dari sekitar areal atau dengan mengambil dari luar areal dan diberi pupuk NPK 50 gram dan 100 gram.
- Pengamatan yaitu dengan pengukuran tinggi dan diameter bibit.

Arsitektur Pohon

Setelah tanaman berumur 4.5 tahun dilakukan pengamatan arsitektur pohon, khususnya dilakukan terhadap empat jenis pohon (*S.leprosula*, *S. parvifolia*, *S.johorensis* dan *S. fallax*). Dasar pengamatan adalah karakteristik batang, pola percabangan, diferensiasi dan reiterasi cabang serta bentuk tajuk.

Distribusi perakaran

Pohon dari empat jenis *S.leprosula*, *S. parvifolia*, *S.johorensis* dan *S. fallax* yang berumur 4.5 tahun digali dan dikeluarkan /diekspose akarnya. Setelah itu dihitung diameter akar dan jumlah akar dilakukan secara manual dengan menggunakan counter. Jumlah akar dihitung berdasarkan kedudukan akar pada sistem perakaran (tingkat percabangan) menurut klasifikasi Rao dan Ito (1998) yang terdiri dari utama, akar primer, akar sekunder dan akar tersier.

Shoot-root ratio dihitung dari kuadrat diameter batang (d_2) dan jumlah kuadrat semua diameter akar (d_r , $H + V$ roots) dari setiap individu pohon sesuai formula berikut (Van Noordwijk dan Purnomosidhi, 1995; Murniati, 2010).

$$\text{Shoot-root ratio} = \frac{d^2}{\sum_1^n d_r^2}$$

dimana: n = jumlah semua kar (horizontal dan vertikal).

Analisis data

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap dan untuk mengetahui pertumbuhan empat jenis tanaman pada areal bekas jalan sarad yaitu A1 (*Shorea leprosula*), A2 (*S. parvifolia*), A3 (*S. johorensis*) dan A4 (*S. fallax*) dan B0 (tanpa pemupukan, B1 (NPK 50 gram) dan B2 (NPK 100 gram). Setiap tanaman diulang sebanyak tiga kali dalam bentuk jalur tanam dimana setiap jalur tanaman pada setiap tanaman dan setiap perlakuan terdiri dari 45 batang tanaman. Pengukuran tinggi dan diameter tanaman di jalan sarad

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penanaman pada Bekas Jalan Sarad

Untuk mengetahui status hara media tanah di areal jalan sarad yang digunakan untuk kegiatan penanaman pengkayaan maka dilakukan analisis unsur hara. Hasil analisis unsur hara ini bermanfaat untuk mendapatkan informasi status kesuburan unsur hara tanah sehingga diperoleh strategi yang tepat dalam menerapkan perlakuan agar diperoleh pertumbuhan tanaman yang optimal pada kondisi media yang ada. Hasil analisis kandungan unsur hara media tanah di areal bekas jalan sarad secara ringkas disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis unsur hara media tanah di areal bekas jalan sarad di IUPHHK Sarpatim, Kalimantan Tengah

No	Parameter	Plot		
		1 (77AE)	2 (77AE)	3 (78)
1.	pH H ₂ O	4,8	5,2	5,0
2.	pH KCl	4,1	4,4	4,3
3.	C Organik (%)	1,24	1,21	1,32
4.	N Total (%)	0,11	0,10	0,12
5.	C/N rasio	11,3	12,1	11,0
6.	P tersedia Bray I (ppm)	6,3	11,9	8,3
7.	Ca (meq/100 gr)	2,56	7,21	6,06
8.	Mg (meq/100 gr)	1,26	2,48	1,64
9.	K (meq/100 gr)	0,48	0,54	0,42
10.	Na (meq/100 gr)	0,19	0,16	0,18
11.	Total	4,49	10,39	8,30
12.	KTK (meq/100 gr)	12,36	16,74	14,22
13.	Kejenuhan basa (%)	36,3	62,1	58,4
14.	Al ³⁺ dapat ditukar	2,34	0,40	0,48
15.	H ⁺ dapat ditukar	0,62	0,59	0,47
Tekstur :				
16.	Pasir	3,8	4,8	6,2
17.	Debu	41,8	39,7	42,3
18.	Liat	54,4	55,5	51,5

Berdasarkan hasil analisis unsur hara media tanah pada Tabel 1 pada ketiga plot pengambilan sampel tanah kandungan C organik, kandungan N total, P tersedia termasuk, dan KTK termasuk dalam kategori rendah. Hal ini disebabkan pertumbuhan tanaman kurang baik sebagai akibat rendahnya kandungan beberapa hara penting. Untuk itu pada tahap awal bibit yang ditanam perlu diberi bekal untuk perbaikan media tempat tumbuh agar dapat tumbuh dengan baik serta mudah beradaptasi dan perbaikan media tempat tumbuh dapat dilakukan dengan memberikan penambahan pupuk organik maupun pupuk anorganik /kompos.

Kandungan unsur hara N, P, dan K di jalan sarad termasuk dalam kategori rendah sehingga perlu ditambahkan pupuk anorganik seperti NPK. Penambahan pupuk anorganik jenis NPK dimaksudkan untuk membantu pasokan hara N, P, dan K yang sangat penting bagi proses pertumbuhan tanaman. Pupuk NPK diberikan dengan dosis yang berbeda mulai 50 g / tanaman hingga 100 g / tanaman.

Pemberian pupuk NPK akan ditunjukkan pada ekspresi pertumbuhan tanaman. Pengaruh pertumbuhan tanaman akibat penambahan pupuk NPK akan bervariasi pada masing-masing jenis tanaman yang diujikan, hal ini dapat dilihat dari ekspresi pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman.

Pertumbuhan Tanaman pada Areal Bekas Jalan Sarad

Pertumbuhan tanaman (tinggi dan diameter) merupakan salah satu parameter yang paling mudah untuk mengetahui pengaruh bagi perlakuan pemberian pupuk NPK. Untuk mengetahui pengaruh pupuk tersebut, maka dilakukan pengukuran tinggi dan diameter awal saat dilakukan penanaman.

Hasil pengukuran rata-rata pertambahan tinggi dan diameter *Shorea leprosula*, *S. parvifolia*, *S. johorensis*, dan *S. fallax* pada masing-masing jalur dan masing-masing perlakuan penambahan pupuk NPK dan sidik ragam dapat dilihat pada Tabel 2.

Pertumbuhan tinggi beberapa jenis akibat perlakuan pupuk menunjukkan hasil sidik ragam yang tidak signifikan pada masing-masing jenis baik pada umur 4.5 tahun setelah penanaman. Hal ini dapat dilihat pada hasil rekapitulasi uji perbandingan jarak berganda Duncan pertumbuhan tinggi dan masing-masing jenis tanaman akibat perlakuan pupuk yang disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. menunjukkan bahwa perlakuan pupuk NPK hingga dosis 100 g/tanaman belum memberikan pengaruh yang berarti terhadap pertumbuhan tinggi maupun diameter semua jenis tanaman hingga umur 3.5 tahun. Namun demikian untuk jenis tanaman *Shorea leprosula* dan *S. parvifolia* dosis pupuk NPK 100 g/tanaman cenderung menunjukkan respon pertumbuhan tinggi dan diameter yang lebih besar jika dibandingkan dengan tanaman yang tidak dipupuk. Sedangkan untuk jenis *Shorea johorensis* dan *S. fallax* pemberian pupuk NPK dosis 50 g/tanaman akan cenderung menunjukkan respon pertumbuhan tinggi dan diameter yang lebih besar jika dibandingkan dengan kontrol.

Masing-masing jenis yang diujikan menunjukkan pertumbuhan tinggi dan diameter yang beragam. Namun berdasarkan pengamatan dan pengukuran di lapangan, jenis *S. leprosula*, *S. parvifolia*, dan *S. johorensis* menunjukkan pertumbuhan tinggi dan diameter yang lebih baik jika dibanding dengan pertumbuhan *S. fallax*.

Tabel 2. Rekapitulasi Uji perbandingan Berganda Duncan terhadap Pertumbuhan Tinggi dan Diameter beberapa Jenis *Shorea* Umur 4.5 Tahun pada Beberapa Dosis Pupuk NPK

No	Jenis Tanaman	Perlakuan	Tinggi (cm)	Diameter (cm)
1.	<i>Shorea leprosula</i>	Kontrol	726.00 a	19.93 a
		Pupuk NPK 50 gr	817.40 a	23.17 a
		Pupuk NPK 100 gr	728.90 a	21.13 a
2.	<i>Shorea parvifolia</i>	Kontrol	631.00 a	17.40 a
		Pupuk NPK 50 gr	654.30 a	18.20 a
		Pupuk NPK 100 gr	681.50 a	19.27 a
3.	<i>Shorea johorensis</i>	Kontrol	668.87 a	17.80 a
		Pupuk NPK 50 gr	752.47 a	19.60 a
		Pupuk NPK 100 gr	649.0 a	17.20 a
4.	<i>Shorea fallax</i>	Kontrol	430.47 a	11.90 a
		Pupuk NPK 50 gr	401.27 a	11.53 a
		Pupuk NPK 100 gr	381.17 a	10.83 a

Keterangan: Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha > 5\%$

Penambahan pupuk pada semua jenis meranti tidak memberi pengaruh yang nyata baik terhadap pertumbuhan tinggi maupun diameter tanaman hingga umur 4.5 tahun. Hal ini disebabkan oleh pertumbuhan tanaman lebih dipengaruhi oleh pemberian kompos dan lapisan topsoil yang menjadi perlakuan dasar pada semua jenis tanaman pada saat awal penanaman, di samping itu pemberian pupuk anorganik hanya diberikan di awal pada saat penerapan perlakuan tanaman saja.

Dosis pupuk yang diberikan perlu ditingkatkan agar efeknya lebih nyata bagi pertumbuhan tanaman di lapangan mengingat rata-rata bibit yang ditanam memiliki tinggi >50 cm sehingga secara fisiologis bibit telah siap dan mampu beradaptasi dengan kondisi lingkungan baru di lapangan. Beberapa persyaratan yang perlu

dipenuhi agar bibit yang ditanam di lapangan dapat tumbuh dengan baik antara lain: kesesuaian tempat tumbuh, kesesuaian musim tanam, terpenuhinya persyaratan mutu fisik dan fisiologis tanaman, dan kesesuaian teknik penanaman.

Kondisi bibit yang sudah cukup tinggi (> 50 cm) dan diameter yang sudah cukup besar ($> 0,5$ cm) diharapkan dapat membantu kemampuan tanaman untuk lebih mudah beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang baru setelah penanaman di lapangan. Di samping itu penambahan pupuk pada dosis tertentu diharapkan dapat memperbaiki pertumbuhan tanaman sesuai dengan jenis yang diujikan.

Arsitektur Pohon

Model arsitektur dari empat jenis pohon (*S.leprosula*, *S. parvifolia*, *S.johorensis*, *S.fallax*) adalah model roux dengan batang monopodial dan ortotropik. Pada model ini roux cabang-cabang pohon tidak ritmik, tetapi menerus pada batang (Sutisna *et al*,1998.). Roux lebih mempercepat pemanjangan batang, sehingga pembentukan cabang-cabang juga menjadi lebih singkat yang pada akhirnya lebih membentuk pola-pola tajuk yang mengerucut.



Gambar 1. Pohon A = *Shorea leprosula*, B= *S. parvifolia*, C= *S. fallax* dan D = *S. johorensis* umur 4.5 tahun

Distribusi Akar

Dari hasil pengamatan diketahui bahwa akar tersier menghasilkan jumlah akar yang paling banyak daripada jumlah akar sekunder dan akar primer. Jumlah perakaran meranti yang diberi pupuk lebih banyak /baik daripada tidak dipupuk. Hasil uji perbandingan berganda Duncan terhadap jumlah akar primer, sekunder, tersier dengan perlakuan jenis *Shorea* sp umur 4.5 tahun pada beberapa dosis pupuk NPK disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil uji perbandingan berganda Duncan terhadap jumlah akar primer, sekunder, dan tersier dengan perlakuan jenis *Shorea* sp umur 4.5 tahun pada beberapa dosis pupuk NPK.

Jenis	Jumlah		
	Primer	Sekunder	Tersier
<i>S.leprosula</i>	6,6667 A	18,889 A	65,111 A
<i>S.parvifolia</i>	7,0000 A	19,222 A	64,778 A
<i>S.johorensis</i>	6,4444 A	18,444 AB	59,778 A
<i>S.fallax</i>	4,5556 B	14,556 B	46,444 B

Keterangan: huruf yang diikuti oleh angka yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata hingga $\alpha > 1\%$

Untuk jumlah akar primer tidak ada interaksi antara pemupukan dengan jenis tanaman terhadap jumlah akar primer. Pemupukan tidak mempengaruhi jumlah akar primer. Jenis tanaman secara nyata mempengaruhi jumlah akar primer, dimana jenis *S. fallax* menunjukkan jumlah akar primer yang paling sedikit, sedangkan jenis-jenis lainnya tidak saling berbeda nyata dalam menghasilkan jumlah akar primernya. Sedangkan untuk *jumlah akar sekunder* tidak ada interaksi antara jenis dan pemupukan demikian juga perlakuan tunggal masing2 baik pemupukan maupun jenis tanaman tidak berpengaruh terhadap jumlah akar sekunder. Pada *jumlah akar tersier* tidak ada pengaruh nyata interaksi antara jenis dan pemupukan. Jumlah akar tersier secara nyata hanya dipengaruhi oleh jenis tanaman dimana jenis *S.fallax* menunjukkan jumlah akar tersier terendah. Hal ini disebabkan media tanah yang padat sehingga akar sulit menembus tanah sehingga pertumbuhan akar terhambat. Sesuai dengan hasil penelitian Rusdiana *et al* 2000 bahwa jumlah akar primer mencapai 7 %, akar sekunder 43 % dan akar tersier 50 % yang berasal dari bibit sengan umur 6 bulan yang berasal dari generatif sedangkan pada bibit surian yg berasal dari stek batang umur 60 hari akar dari bagian pangkal memiliki jumlah paling banyak 44,52% dibandingkan dengan bagian tengah 30,43% dan ujung 25,06%.

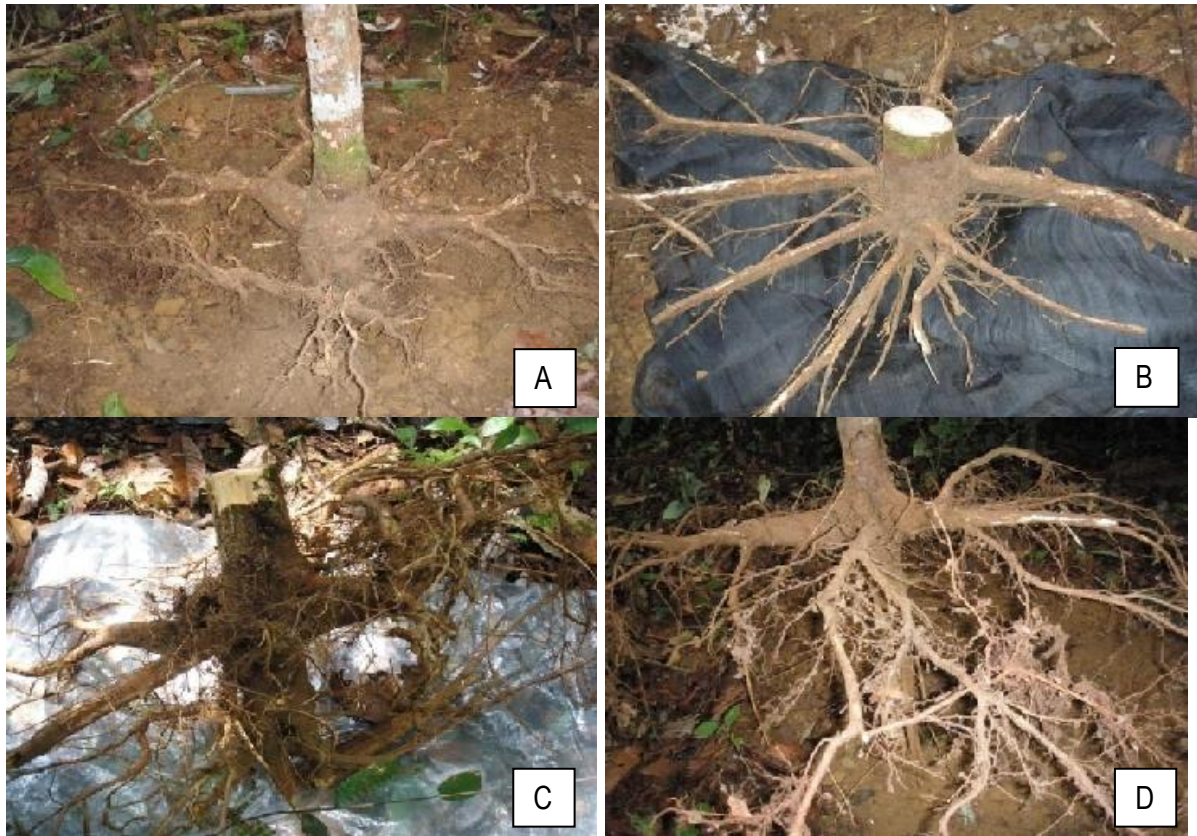
Untuk melihat *shoot root ratio* maka diadakan uji perbandingan berganda Duncan berdasarkan jenis *Shorea* sp pada beberapa dosis pupuk NPK disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rekapitulasi uji perbandingan berganda Duncan terhadap *shoot-root ratio* berdasarkan jenis *Shorea* sp umur 4.5 tahun pada beberapa dosis pupuk NPK

Jenis	Pupuk		
	Tanpa pupuk B0	50 gram NPK B1	100 gram NPK B2
<i>S.leprosula</i> A1	92,8 F	119,9 E	66,9 H
<i>S.parvifolia</i> A2	91,4 G	164,0 B	58,6 I
<i>S.johorensis</i> A3	50,6 I	243,5 A	128,6 C
<i>S.fallax</i> A4	42,8 J	64,1 H	120,7 D

Keterangan: huruf yang diikuti oleh angka yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata hingga $\alpha > 1\%$

Secara nyata terdapat interaksi antara jenis tanaman dan pemupukan terhadap *shoot root ratio*. Interaksi antara jenis *S.johorensis* dengan dosis pemupukan NPK 50 gram menghasilkan *shoot root ratio* tertinggi dibanding dengan perlakuan lainnya. Hal ini disebabkan diameter pohon *S.johorensis* lebih besar /tinggi dibandingkan dengan jenis *Shorea* lainnya. Pengaruh pemupukan NPK ikut mempengaruhi pertumbuhan diameter dan tinggi pohon. Schroth (1995) melaporkan kasus, di tengah Togo, di mana pohon *Senna siamea*, dan *Akasia auriculiformis* umur 4 tahun akarnya dapat menembus tanah yang padat. Berdasarkan hasil penelitian Murniati (2010) *shoot root ratio* mahoni, sungkai dan kemiri lebih tinggi daripada sukun hal ini dikarenakan pertumbuhan diameter pohon tersebut lebih besar.



Gambar 2. Distribusi Akar pohon dari empat jenis Shorea sp (A = *Shorea leprosula*, B = *S. parfivolia*, C = *S. fallax* dan D = *S. johorensis*)

Distribusi perakaran merupakan fungsi dari spesies, umur pohon, lingkungan dan unit ukuran. Dari sisi lingkungan keberadaan lapisan atas yang mengandung humus yang tinggi dan beraerose baik, kandungan hara dan kelembaban yang tinggi menyebabkan perakaran halus berkembang sangat besar pada horizon bagian atas sehingga konsekuensinya terjadi sistem perakaran yang dangkal. Dari sisi unit ukuran, distribusi perakaran sepenuhnya pada biomasa akar, luas permukaan akar, atau panjang akar penyerap. Sistem perakaran merupakan jumlah biomasa yang penting, biasanya 20 sampai 25 persen produksi berat kering total dan harus diperhitungkan bila mempertimbangkan produktivitas hutan total. Sesuai pula menurut Festus *et.al.* (2004) dalam multispecies agroecosystems distribusi akar tanaman tergantung pada tanaman genotipe, sifat-sifat tanah, gizi semangat status dan tanaman dan juga faktor-faktor lain.

IV. KESIMPULAN

1. Areal bekas jalan sarad memiliki unsur hara rendah, sehingga perlu perbaikan (pupuk anorganik NPK atau organik).
2. Jenis *Shorea leprosula*, *S.parfivolia*, *S.johorensis* dan *S.fallax* termasuk arsitektur pohon roux
3. Jumlah perakaran meranti yang diberi pupuk lebih besar daripada yang tidak dipupuk. shoot root ratio pada
4. Adanya interaksi antara jenis tanaman dan pemupukan terhadap shoot root ratio. Interaksi antara jenis *S.johorensis* dengan NPK 50 gram menghasilkan shoot root ratio tertinggi dibanding dengan perlakuan lainnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Festus KA., E.C. Rowe, S.J.Livesley, F.R.Kwesiga, B.Vanlauwe and J.C.Alegre. 2004. Tree Root Architecture. In: Van Noordwijk M , G.Cadish and C.K.Ong (eds). *Below-ground Interactions in Tropical Agroecosystems Concepts and Models with Multiple Plant Components*. pp. 61-81. CABI Publishing.
- Hamzah, M.H. 2002. Enrichment and rehabilitation in the permanent forest estate. Proyek ITTO PD 115 / 90 (Rev.i (F). Forest Departement Peninsular . Malaysia
- Halle, F., R.A.A. Oldeman and P.B. Tomlinson. 1978. Tropical trees and forests . An architectural analysis. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg. New York. 441 hal.
- Murniati. 2010. Arsitektur pohon, distribusi perakaran, dan pendugaan biomasa pohon dalam sistem Agroforestry. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. VII No.2 : 103-117.
- Rao, T.P. and O.Ito, 1998. Differences in root system morphology and root respiration in relation to nitrogen uptake among six crop species. Japan Agriculture Research Quarterly 32 : 97 – 103.
- Rusdiana, O., Y. Fakuara, C. Kusmana dan Y. HidayatY. 2000. Respon pertumbuhan akar tanaman sengon (*Paraseriantes falcataria*) terhadap kepadatan dan kandungan air tanah podsolik merah kuning. Journal Manajemen Hutan Tropika Vo. 6 No. 2: 43 – 53.
- Schroth, G. 1995. Tree root characteristics as criteria for species selection and system designs in agroforestry. *Agroforestry Systems* 30. 125 – 143.
- Sutisna U, Kalima T, Purnadjaja. 1978. Pedoman pengenalan pohon hutan di Indonesia. Prosea Network Office Yayasan Prosea Bogor, Pusat Diklat Pegawai & SDM Kehutanan.
- Van Noordwijk, M. and P. Purnomosidhi. 1995. Root architecture in relation to tree-soil-crop interactions and shoot pruning in agroforestry. *Agroforestry System* 30 : 161-173.
- Yayat, Y. 2010. Pertumbuhan akar primer, sekunder dan tersier stek batang bibit surian (*Toona sinensis* Roem). Wana Mukti Forestry Research Journal Vol. 10 (2) : 1-8. April 2010.

RESPON MORFOLOGI SEMAI GAHARU (*Aquilaria malaccensis* Lamk) TERHADAP PERBEDAAN TEKNIK PEMBERIAN DAN KONSENTRASI PUPUK ORGANIK CAIR

Marjenah

Laboratorium Silvikultur Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman
Kampus Gunung Kelua Jl. Ki Hajar Dewantara P.O. Box 1013

Telp. (0541) 735 089; 749 068 Fax. (0541) 735 379 Samarinda 75116; email: marjenah_umar@yahoo.com

ABSTRACT

Agarwood, aloeswood, eaglewood and gaharu are all names for the resinous, fragrant and highly valuable heartwood produced primarily by *Aquilaria* species, in the family Thymeleaceae. *Aquilaria malaccensis* although there are 17 species in the genus and eight are known to produce agarwood. Production of agar wood may be influenced both by genetic and environmental factors but the general understanding is that the fragrant oleoresin that permeates the heartwood of some trees is produced as a response to wounding and/or fungal infection. Agarwood contains more than 12 chemical components that can be extracted. They have a wide use in medicine. Agarwood is harvested by felling and then splitting trees open. External signs of the presence of agarwood are not always obvious. *Aquilaria* trees are often cut down indiscriminately in the search for those containing agarwood. The high value of agarwood products is also stimulating illegal harvest and trade in several range countries. Wood without or with low content of resin can be used for boxes, interior or veneer. The inner fibrous bark has occasionally been used locally as raw material for clothing and ropes. *Aquilaria malaccensis* is the only species listed on CITES Appendix II. This article sought to evaluated effect of organic liquid fertilizer on growth of *Aquilaria* seedling, fertilizing application techniques, different fertilizer concentration, and to determine the best treatment combination. Research was carried out in nursery belong Forestry Faculty Mulawarman University Samarinda. Completely Randomized Design (CRD) was chosen as research design. Combination between treatment 2 cc/l fertilizer concentration and leaf spraying application technique provides the best result for all research parameters.

Key words: agarwood, liquid fertilizer, fertilizing application techniques, growth.

I. PENDAHULUAN

Gaharu merupakan komoditas elit dari Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) yang mempunyai prospek cukup baik guna dikembangkan untuk diekspor. Pada saat ini negara-negara yang menjadi tujuan utama ekspor gaharu dari Indonesia dalam jumlah besar adalah Eropa, Arab, dan Cina. Menurut Asosiasi Pengusaha Gaharu Indonesia (ASGARIN), ekspor gaharu pada tahun 2003 untuk jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk. sebesar 50 ton/tahun dan jenis *A. filarial* van Tiegh. sebesar 125 ton/tahun. Saat ini harga gaharu super dapat mencapai Rp. 10.000.000,-/kg (Anonim, 2004).

Adanya permintaan yang cukup tinggi dari luar negeri terhadap gaharu semakin meningkat di Indonesia. Padahal, tidak semua pohon gaharu menghasilkan gubal gaharu. Para pemburu dengan pengetahuan yang sangat minim melakukan penebangan secara sembarang tanpa upaya budidaya. Akibatnya populasi pohon penghasil gaharu semakin menurun (Susilo, 2003).

Masyarakat mencari gaharu dengan cara menebang semua pohon gaharu di hutan alam karena tidak dapat membedakan mana pohon berisi mana yang kosong. Akibatnya pohon penghasil gaharu menjadi langka. Untuk mengatasi kelangkaan tersebut dipandang sangat penting untuk membudidayakan gaharu sebagai hasil hutan non kayu yang bernilai tinggi yang pelaksanaannya dilakukan oleh masyarakat.

Dengan terganggunya keseimbangan alam, tentu saja berpengaruh terhadap populasi tumbuhan termasuk ekosistem hutan secara berlebihan akhir-akhir ini, mengakibatkan rusaknya ekosistem yang di dalamnya terdapat sumber plasma nutfah hasil hutan non kayu. Salah satu hasil hutan non kayu Kalimantan Timur adalah gaharu, yang realisasi ekspornya untuk tahun 1979–1991 mencapai 94,90 ton (Anonim, 1991).

Kehadiran gaharu selalu diburu orang, fenomena ini tercium oleh dunia luar. Pada konvensi ke – 9 CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species*) di Florida, Amerika Serikat pada

November 1994, diputuskan pohon species malaccensis masuk appendix II. Artinya anggota family Thymeleaceae itu dibatasi perdagangannya (Anonim, 2009).

Kemudian pada konvensi CITES tanggal 3–14 Oktober 2004 di Bangkok, gaharu tetap dimasukkan ke dalam appendix II, karena semakin sulitnya mendapatkan gaharu di hutan alam. Begitu pula upaya yang dilakukan oleh Departemen Kehutanan RI sejak tahun 2005 lalu telah menurunkan kuota ekspor menjadi hanya 125 ton/tahun (Anonim, 2005).

Berdasarkan hal tersebut di atas, dalam rangka mengusahakan pelestarian jenis penghasil gaharu tersebut dari kepunahannya maka jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk sebagai salah satu jenis pohon penghasil gaharu perlu diupayakan pembudidayaannya. Dalam hal ini sebelum terlanjur potensi yang langka itu benar-benar punah, maka perlu diwujudkan dengan usaha pembudidayaan melalui kegiatan persemaian.

Pada kegiatan di persemaian banyak hal yang perlu dipertimbangkan untuk dapat memproduksi bibit yang baik dan sehat. Salah satu usaha untuk mendapatkan semai yang baik di persemaian adalah dengan cara pemupukan, hal ini dianggap perlu karena dalam pertumbuhan setiap anakan memerlukan pupuk sebagai salah satu faktor penentu dalam pertumbuhannya (Novizan, 2001).

Dalam arti luas, pupuk adalah suatu bahan yang digunakan untuk mengubah sifat fisik, kimia, atau biologi tanah sehingga menjadi lebih baik bagi pertumbuhan tanaman. Termasuk dalam pengertian ini adalah pemberian bahan kapur dengan maksud untuk meningkatkan pH tanah yang asam, pembenah tanah untuk memperbaiki sifat fisik tanah (Rosmarkam dan Yuwono, 2006).

Setiap bahan yang ditambahkan ke dalam tanah untuk memasok unsur hara bagi pertumbuhan tanaman dapat dianggap sebagai pupuk. Istilah pupuk dapat digunakan untuk mencakup tanaman hijau penutup tanah, pupuk kandang, atau bahan sejenis (Marjenah, 2012).

Pemupukan adalah pemberian pupuk dalam dosis yang tepat sehingga keseimbangan unsur hara dapat dipertahankan dalam tanah dan tersedia bagi tanaman (Sutejo, 1995). Pemupukan dilakukan dalam rangka meningkatkan produktivitas tanaman. Pemupukan terhadap tanaman perlu dilakukan, karena bisa merangsang pertumbuhan, memperbaiki pertumbuhan, dan meningkatkan hasil sesuai dengan keinginan.

Pemupukan yang biasa dilakukan adalah pemupukan menggunakan pupuk kimia yang banyak dijual di pasaran, misalnya pupuk tunggal N (urea), pupuk P (P₂O₅), K (KCl), atau pupuk majemuk seperti NK, NP, PK atau NPK. Pupuk NPK merupakan pupuk majemuk cepat tersedia yang paling dikenal saat ini.

Pemakaian pupuk kimia yang terus menerus dapat menimbulkan kerugian, baik pada tanaman, pada tanah, maupun pada lingkungan di sekitar tempat pemupukan. Kerugian pada tanaman misalnya pertumbuhan tanaman kurang maksimal, sehingga hasil yang diperoleh tidak sesuai dengan yang diharapkan. Kerugian pada tanah, berupa perubahan pada struktur tanah menjadi padat, menimbulkan efek racun bagi tanaman, dan dapat mematikan kehidupan organisme tanah. Kerugian pada lingkungan, dapat terjadi pencemaran atau polusi, terutama di sungai atau air tanah.

Sehubungan dengan hal tersebut di atas, serta semakin mahalnya harga pupuk kimia akibat pencabutan subsidi pupuk kimia oleh pemerintah, semakin menurunnya kesuburan tanah, semakin tingginya kesadaran akan bahaya residu pupuk kimia terhadap kesehatan manusia, dan adanya trend pertanian organik; penggunaan pupuk kimia mulai dialihkan kepada pupuk organik.

Pupuk organik menempati urutan pertama dalam rangkaian budidaya tanaman karena jenis pupuk ini digunakan sebagai pupuk dasar sehingga aplikasinya dilakukan paling awal serta dalam jumlah paling besar. Senyawa atau unsur-unsur organik yang merupakan kandungan utama pupuk ini dapat dimanfaatkan oleh tanaman setelah melalui proses dekomposisi di dalam tanah. Jadi, cara aplikasi yang efektif pupuk organik adalah dengan dimasukkan ke dalam tanah, meskipun akhir-akhir ini telah banyak pupuk organik cair yang dapat diaplikasikan melalui daun (Marsono dan Sigit, 2001).

Pertumbuhan tanaman tidak hanya dipengaruhi oleh kandungan unsur hara dalam tanah, tetapi juga dipengaruhi oleh kondisi faktor dari luar, misalnya: curah hujan, cahaya, dan temperatur. Sedangkan faktor dari dalam yaitu ketahanan terhadap iklim, laju fotosintesis, respirasi, aktivitas enzim, dan diferensiasi sel (Gardner, dkk., 1991).

Pengaruh lingkungan pada pertumbuhan tanaman dapat dibedakan ke dalam pengaruh merusak yang dipaksakan, yang dikendalikan oleh lingkungan dan respon untuk beradaptasi yang dikendalikan oleh tanaman.

Kerusakan, yang dapat ditunjukkan sebagai luka yang nyata (kematian dari bagian tanaman atau semua bagian tanaman) atau hanya penurunan pertumbuhan karena kelainan fungsi fisiologis merupakan peristiwa yang biasa ditemui.

Terjadinya kerusakan mencerminkan berkurangnya resistensi pada bagian-bagian dari tanaman tersebut, dan resistensi tanaman terhadap kerusakan sangatlah bervariasi (Fitter dan Hay, 1992). Dikemukakan pula bahwa respon untuk beradaptasi merupakan pengendali yang halus atas resistensi terhadap kerusakan. Dimana resistensi itu terjadi mungkin berbalik (biasanya bersifat fisiologis) atau tidak berbalik (biasanya bersifat morfologis).

Selanjutnya Levitt (1972) dalam Fitter dan Hay (1992) telah menggunakan terminologi fisika untuk membedakan strain yang elastis yang mampu berbalik, dari strain yang plastis yang tidak dapat balik, sebagai respon terhadap tekanan lingkungan. Oleh karena itu, tekanan yang sama, misalnya pencahayaan dapat menyebabkan respon fisiologis (yang berbalik) dalam aktivitas fotosintesis pada semak belukar yang berkayu, tetapi menimbulkan respon morfologis (yang tidak berbalik) pada gulma atau tanaman-tanaman yang dibudidayakan. Kedua respon tersebut bersifat adaptif dalam kaitannya dengan lingkungan tanaman yang normal, dan keduanya memerlukan fleksibilitas fenotipe.

Pada kegiatan di persemaian banyak hal yang perlu dipertimbangkan untuk dapat menghasilkan bibit yang baik dan sehat. Salah satu usaha untuk memperoleh semai yang baik di persemaian adalah dengan cara pengaturan pemupukan dan teknik atau cara pemberian pupuk, hal ini dianggap perlu karena dalam pertumbuhan setiap anakan memerlukan unsur hara sebagai faktor penentu utama dalam pertumbuhan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui respon morfologis semai gaharu terhadap pemberian pupuk organik cair dan cara pemberian pupuk yang berbeda terhadap pertumbuhan semai *Aquilaria malaccensis* Lamk

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di areal persemaian Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman Gunung Kelua Samarinda. Waktu yang diperlukan untuk penelitian ini $\pm$ 6 bulan, termasuk di dalamnya kegiatan persiapan bedengan, persiapan bahan tanaman, pemindahan bahan tanaman ke polybag yang baru, penataan tanaman, penomoran tanaman, pengukuran/pengamatan, analisis di laboratorium, pengolahan data, penulisan dan pembahasan hasil penelitian.

Bahan dan Peralatan serta Objek Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pupuk organik cair (POC) NASA (kandungan aktifnya adalah N 0,12%; P₂O₅ 0,03%; K 0,31%; Ca 60,40 ppm; S 0,12%; Mg 16,88 ppm; Cl 0,29%; Mn 2,46 ppm; Fe 12,89 ppm), Top soil, bahan-bahan habis pakai seperti label untuk penandaan semai, polybag ukuran 20 cm x 15 cm, dan lain-lain.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah micro caliper untuk mengukur diameter semai, meteran kayu untuk mengukur tinggi semai, Leaf Area Meter (LAM) Hitachi type MK-2 untuk mengukur luas daun, Data logger Li-COR 1000 untuk merekam data temperatur, kelembaban udara, dan intensitas cahaya, kamera dan alat tulis; serta alat-alat yang berhubungan dengan kegiatan di persemaian. Objek penelitian ini adalah semai *Aquilaria malaccensis* Lamk umur 6 bulan.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini dibuat dalam Rancangan Acak Lengkap pola faktorial. Faktor-faktor yang digunakan terdiri dari 2 faktor yaitu faktor A (konsentrasi pupuk organik cair) dan faktor B (teknik pemberian pupuk), dengan perincian sebagai berikut:

Faktor A terdiri atas 3 level, yaitu :

- a₁ = konsentrasi POC NASA 2 cc/l
- a₂ = konsentrasi POC NASA 3 cc/l
- a₃ = konsentrasi POC NASA 4 cc/l

Faktor B (teknik pemberian pupuk) terdiri atas 2 kategori, masing-masing:

- b₁ = teknik penyemprotan pada daun
- b₂ = teknik penyiraman pada media tanam

Dari kedua faktor tersebut dihasilkan 6 kombinasi perlakuan sebagai berikut: 1) a_1b_1 ; 2) a_1b_2 ; 3) a_2b_1 ; 4) a_2b_2 ; 5) a_3b_1 ; 6) a_3b_2 . Setiap kombinasi diulang 3 kali, sehingga terdapat 18 satuan perlakuan, dan ditambah kontrol (a_0b_0). Masing-masing satuan perlakuan ditanam sebanyak 15 bibit, jadi secara keseluruhan ada 315 bibit yang diamati dalam penelitian ini. Uji lanjutan yang digunakan adalah Duncan Multiple Range Test (DMRT). Pemberian pupuk dilakukan satu minggu sekali. Parameter yang diamati dalam penelitian ini adalah tinggi (cm), diameter (mm), jumlah daun (helai), dan luas daun (cm²).

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum Tanaman

Keadaan awal tanaman setelah dipindahkan ke polybag dan ditata dalam bedengan serta keadaan akhir tanaman diperlihatkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Keadaan semai *Aquilaria malaccensis* Lamk pada awal dan akhir pengamatan

No.	Parameter	Nilai Pengamatan	
		Awal	Akhir
1.	Tinggi (cm)	19,24 ± 2,88	25,16 ± 5,62
2.	Diameter (mm)	2,91 ± 0,71	3,55 ± 1,00
3.	Jumlah Daun (helai)	10,42 ± 6,35	16,38 ± 8,80
4.	Luas daun (cm ²)		123,22 ± 103,83

Persen Hidup Tanaman

Persen hidup semai *Aquilaria malaccensis* Lamk yang disusun berdasarkan perlakuan konsentrasi pupuk organik cair dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Persen hidup tanaman semai *Aquilaria malaccensis* Lamk dikelompokkan berdasarkan konsentrasi pupuk organik cair (POC)

Konsentrasi POC (cc/l)	Jumlah Semai		Persen Hidup (%)
	Tanam	Hidup	
0	45	44	97,78
2	90	90	100
3	90	89	98,89
4	90	87	96,67

Dari Tabel 2 beberapa hal yang dapat disampaikan:

1. Persen hidup tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan konsentrasi POC 2 cc/l, diikuti oleh konsentrasi POC 3 cc/l dan 0 cc/l (tanpa pemupukan), sedangkan persen hidup tanaman yang terendah adalah pada konsentrasi POC 4 cc/l.
2. Kematian tanaman terjadi pada pemupukan yang menggunakan konsentrasi tinggi (4cc/l). Hal ini diduga pada konsentrasi pupuk yang tinggi tanaman mengalami keracunan sehingga layu dan mati.

Hasil penelitian Marjenah dan Panduwina (2008) terhadap semai jati diketahui bahwa keracunan terjadi karena pada dosis tinggi pupuk yang dilarutkan oleh air penyiraman terlarut dalam konsentrasi yang tinggi. Pada perlakuan tanpa pemupukan jumlah semai yang mati lebih sedikit, hal ini diduga karena tanah topsoil yang digunakan sebagai media pertumbuhan semai sudah mengandung unsur hara yang dibutuhkan oleh semai untuk pertumbuhannya.

Sebagaimana dikemukakan oleh Novizan (2001), bahwa penggunaan pupuk yang berlebihan dapat menyebabkan kematian pada semai. Ini diakibatkan karena jika kelebihan, tanaman tampak terlalu subur, ukuran daun menjadi lebih besar, batang menjadi lunak dan berair sehingga mudah rebah dan diserang penyakit. Bahkan bunga yang telah terbentuk akan mudah rontok. Tanah idealnya dapat menyediakan sejumlah unsur hara penting yang dibutuhkan oleh tanaman. Penyerapan unsur hara oleh tanaman semestinya dapat segera diperbaharui sehingga kandungan unsur hara di dalam tanah tetap seimbang. Penggunaan pupuk yang salah dapat menyebabkan in efisiensi pada proses produksi.

Lain daripada itu, dengan ukuran dan volume polybag yang sama, mempunyai kemampuan yang sama pula dalam hal menampung media. Bila ke dalam polybag tersebut ditambahkan pupuk dalam dosis yang tinggi, maka pupuk tersebut terlarut dalam konsentrasi yang tinggi. Kondisi yang demikian membahayakan bagi tanaman, khususnya tanaman tingkat semai. Pengaruh perlakuan cara pemupukan terhadap pertumbuhan tanaman diperlihatkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Persen Hidup Tanaman Semai *Aquilaria malaccensis* Lamk Dikelompokkan Berdasarkan Cara Pemberian Pupuk

Cara Pemberian Pupuk	Jumlah Semai		Persen Hidup (%)
	Tanam	Hidup	
Penyemprotan pada daun	135	135	100
Penyiraman pada media tanam	135	131	97,04
Tanpa pemupukan	45	44	97,78

Dari Tabel 3 beberapa hal yang dapat disampaikan:

1. Persen hidup tanaman tertinggi terdapat pada perlakuan penyemprotan pada daun, diikuti oleh perlakuan tanpa pemupukan, dan penyiraman pada media tanam.
2. Perlakuan pemupukan dengan perlakuan penyemprotan pada daun mempunyai nilai yang tertinggi, hal ini diduga penyemprotan pada daun lebih efektif bila dibandingkan dengan perlakuan pemupukan melalui penyiraman pada media tanam.

Perlakuan pemberian pupuk dengan cara penyemprotan pada daun terbukti lebih efektif dibandingkan dengan perlakuan pemberian pupuk melalui penyiraman pada media. Hal ini diduga pupuk organik cair yang diaplikasikan melalui daun penyerapan haranya lebih cepat dibanding pupuk yang diberikan lewat akar (media), karena larutan pupuk tersebut dapat diserap juga oleh daun dan batang tanaman. Jadi, bukan hanya akar yang dapat mengisap unsur-unsur yang terkandung dalam pupuk, tetapi juga daun-daunan dan batang tanamanpun dapat melakukannya. Itulah sebabnya, tanaman yang dipupuk dengan cara penyemprotan pada daun akan lebih cepat menumbuhkan tunasnya dibandingkan dengan yang dipupuk dengan cara diberikan lewat akar (media) saja.

Proses pemasukan unsur hara melalui daun terjadi karena adanya difusi dan osmosis melalui lubang stomata. Mekanismenya berhubungan langsung dengan proses membuka dan menutupnya stomata. Membukanya stomata merupakan proses mekanis yang diatur oleh tekanan turgor dari sel-sel penutup, sedangkan turgor sendiri berbanding langsung dengan kandungan karbon dioksida dari ruang di bawah stomata. Meningkatnya tekanan turgor akan membuka lubang stomata, dan pada saat itu unsur hara akan berdifusi ke dalam lubang stomata bersamaan dengan air. Berkurangnya tekanan turgor akan menutup lubang stomata.

Respon Morfologis Semai *Aquilaria malaccensis* Lamk dan Pengaruh Perlakuan Terhadap Pertumbuhan

Karakteristik morfologis yang diamati/diukur dalam penelitian ini adalah batang (tinggi dan diameter) dan daun (luas daun dan penambahan jumlah daun). Tinggi semai diukur dari permukaan tanah sampai pangkal percabangan daun paling atas. Pengukuran diameter semai dilakukan pada tanda yang dibuat pada pangkal semai *Aquilaria malaccensis* Lamk (± 2 cm dari permukaan tanah).

Dari hasil pengukuran tinggi dan diameter semai selama 3 bulan penelitian, diperoleh hasil seperti ditampilkan dalam Tabel 4. Dari Tabel 4 beberapa hal yang dapat dikemukakan:

1. Untuk meningkatkan pertumbuhan tinggi dan diameter semai *Aquilaria malaccensis* Lamk., konsentrasi pupuk organik cair yang terbaik adalah 2 cc/l.
2. Cara pemberian pupuk yang berpengaruh signifikan terhadap pertambahan tinggi dan diameter semai *Aquilaria malaccensis* Lamk. adalah penyemprotan pada daun.

Pengaruh konsentrasi pupuk organik cair (POC) yang terbaik untuk pertambahan tinggi adalah pada konsentrasi 2 cc/l. Bila dibandingkan dengan konsentrasi yang lain, konsentrasi 2 cc/l memberikan pertambahan tinggi yang terbaik, yaitu 7,42 cm. Lain daripada itu, pada pertambahan diameter yang terbaik adalah pada konsentrasi 3 cc/l, yaitu 0,76 mm; meskipun menunjukkan angka yang tidak signifikan dengan konsentrasi 2 cc/l pada taraf 5%, yaitu 0,74 mm. Sehingga dapat dikemukakan juga bahwa konsentrasi 2 cc/l juga memberikan pengaruh yang baik terhadap pertambahan diameter. Dengan demikian dapat dikemukakan

bahwa dalam penelitian ini konsentrasi POC 2 cc/l memberikan pengaruh yang terbaik pada penambahan tinggi dan diameter.

Tabel 4. Pertambahan Tinggi Semai (cm) dan Diameter (mm) semai *Aquilaria malaccensis* Lamk Berdasarkan Konsentrasi POC dan Cara Pemberian Pupuk Selama 3 Bulan Pengamatan

Perlakuan	Pertambahan Tinggi (cm)	Pertambahan Diameter (mm)
Konsentrasi POC:		
0 cc/l	4,88 ^a	0,31 ^a
2 cc/l	7,42 ^b	0,74 ^b
3cc/l	5,43 ^a	0,76 ^b
4 cc/l	5,23 ^a	0,57 ^a
Cara Pemupukan		
Penyemprotan pada daun	6,59 ^b	0,73 ^b
Penyiraman pada media tanam	5,46 ^a	0,65 ^a
Tanpa pemupukan	4,88 ^a	0,31 ^a

Keterangan: Nilai rata-rata yang bernotasi sama pada kolom yang sama tidak signifikan (pada taraf 5%).

Pengaruh pemupukan terhadap jumlah daun dan luas daun semai *Aquilaria malaccensis* Lamk. selama 3 bulan penelitian, diperoleh hasil seperti ditampilkan dalam Tabel 5.

Tabel 5. Jumlah Daun dan Luas Daun Berdasarkan Dosis Pupuk dan Cara Pemberian Pupuk Selama 3 Bulan Pengamatan

Perlakuan	Jumlah Daun (helai)	Luas Daun (cm ²)
Konsentrasi POC:		
0 cc/l	5,81 ^a	98,33 ^a
2 cc/l	7,88 ^b	290,83 ^b
3cc/l	4,33 ^a	218,67 ^a
4 cc/l	5,53 ^a	254,67 ^a
Cara Pemupukan:		
Penyemprotan pada daun	6,07 ^b	138,18 ^b
Penyiraman pada media tanam	5,76 ^a	116,54 ^a
Tanpa pemupukan	5,81 ^a	98,33 ^a

Keterangan: Nilai rata-rata yang bernotasi sama pada kolom yang sama tidak signifikan (pada taraf 5%).

Dari Tabel 5 beberapa hal yang dapat dikemukakan:

1. Pertambahan jumlah daun dan luas daun semai *Aquilaria malaccensis* Lamk., yang terbaik adalah pada konsentrasi pupuk organik cair 2 cc/l.
2. Cara pemberian pupuk yang berpengaruh signifikan terhadap pertambahan jumlah daun dan luas semai *Aquilaria malaccensis* Lamk. adalah penyemprotan pada daun.

Selama 3 bulan pengamatan terhadap semai *Aquilaria malaccensis* Lamk. yang diberi perlakuan perbedaan konsentrasi POC dan perbedaan cara pemupukan menunjukkan hasil bahwa cara pemberian pupuk yang berbeda menunjukkan pengaruh yang signifikan baik terhadap jumlah daun maupun luas daun.

Pada perlakuan perbedaan konsentrasi POC, yang terbaik adalah dosis 2 cc/l yang berpengaruh signifikan baik pada jumlah daun maupun luas daun. Hal ini disebabkan pupuk organik cair yang diterima oleh tanaman tersedia dalam jumlah yang sesuai dengan yang dibutuhkan oleh tanaman. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan dalam Anonim (2010), bahwa pupuk organik cair NASA memiliki unsur hara yang sangat lengkap yang dapat berperan dalam memacu pertumbuhan perkecambahan biji, pertumbuhan akar, merangsang pengumbian, fase vegetatif/pertumbuhan tanaman serta memperbanyak dan mengurangi kerontokan bunga dan buah.

Pada konsentrasi POC 3 cc/l dan 4 cc/l pertambahan jumlah daun dan luas daunnya tidak signifikan. Hal ini diduga karena pada konsentrasi tersebut unsur hara yang diberikan tidak diserap secara maksimal. Sesuai dengan anjuran perusahaan bahwa untuk tanaman/bibit buah-buahan, tanaman perkebunan dan tanaman kehutanan, dosis yang dianjurkan adalah 1 -2 cc/l air (Anonim, 2010). Lain daripada itu, keadaan ini dipengaruhi juga oleh faktor genetik tanaman yang diteliti (dalam hal ini *Aquilaria malaccensis* Lamk.) dan

waktu penelitian yang relatif singkat (3 bulan). Namun demikian secara keseluruhan, pemberian pupuk organik cair tidak berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan semai, dimana pada penelitian ini tidak terjadi keracunan pada tanaman akibat konsentrasi pupuk yang tinggi yang dapat menimbulkan kematian pada tanaman dalam jumlah besar.

IV. KESIMPULAN

Dari hasil penelitian, pengolahan data, dan pembahasan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Konsentrasi POC yang menunjukkan pengaruh signifikan terhadap pertumbuhan tinggi, pertumbuhan diameter, jumlah daun dan luas daun adalah konsentrasi POC 2 cc/l.
2. Cara pemberian pupuk yang menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tinggi, pertumbuhan diameter, jumlah daun, dan luas daun adalah cara penyemprotan pada daun.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1991. Statistik Kehutanan Provinsi Kalimantan Timur. Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Timur. Samarinda. 68 hal.
- Anonim, 2004. Kebijakan Pengembangan Usaha Budidaya Gaharu. Prosiding Temu Usaha Gaharu. Kerja sama Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Timur, Direktorat Bina Usaha Perhutanan Rakyat, Balai Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Mahakam Berau. Samarinda.
- Anonim, 2005. Pelatihan Nasional Budidaya dan Pengolahan Gaharu. <http://btic.biotrop.org/gaharu.htm>.
- Anonim, 2009. Gaharu: Harta di Kebun. Trubus 470 – Januari 2009. Hal 10 – 28.
- Anonim, 2010. Pupuk Organik Cair NASA. PT Natural Nusantara. Dipublikasikan pada: <http://www.naturalnusantara.co.id>. Diakses tgl 2 Mei 2012 pukul 13:28 Wita.
- Gardner, P.F. B.R. Pearce., and L.R. Mitchell. 1991. Fisiologi Tanaman Budidaya. Universitas Indonesia. Jakarta.
- Marjenah, 2012. Manajemen Pembibitan. Penerbit CV. Putra Media Nusantara. Surabaya.
- Marjenah dan H. Panduwinata, 2008. Pengaruh Pemupukan dan Naungan Terhadap Perubahan Warna Daun dan Kandungan Klorofil Semai Jati. Jurnal Rimba Kalimantan. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Volume 13 No. 2 Des. 2008. Hal 112 – 116.
- Marsono, dan P. Sigit. 2001. Pupuk Akar. Jenis & Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Novizan. 2001. Petunjuk Pemupukan yang Efektif. Agro Media Pustaka. Jakarta.
- Rosmarkam, A. dan N. W. Yuwono, 2006. Ilmu Kesuburan Tanah. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Susilo, K. A. 2003. Sudah Gaharu Super Pula. Budidaya Gaharu dan Masalahnya. Penerbit Pustaka Sinar Harapan. Jakarta.
- Sutejo, M. M. 1995. Pupuk dan Cara Pemupukan. PT Rineka Cipta. Jakarta.

KONSENTRASI KARBON (C) DALAM BIOMASSA TANAMAN *Shorea parvifolia* PADA AREAL OPERASIONAL SILIN DI DUA IUPHHK HUTAN ALAM DI KALIMANTAN

Asef K. Hardjana dan S. Yuni Indriyanti

Peneliti di Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Jl. A. W. Syahrani No. 68 Sempaja Samarinda Telp. (0541) 206364 Fax. (0541) 742298; email: diptero@ymail.com

ABSTRAK

Nilai konsentrasi karbon (C) dalam biomassa pada vegetasi berkayu menurut SNI 7724:2011 adalah 0,47 dan tidak menutup kemungkinan nilai tersebut tidak menjadi baku dan akan berubah bila telah melalui uji di laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang persentase (%) konsentrasi C dalam biomassa tanaman *Shorea parvifolia* yang ditanam di areal oprasional dengan program SILIN (Silvikultur Intensif). Objek dalam penelitian ini adalah tanaman *Shorea parvifolia* yang ditanam tahun 2006 dengan program SILIN di areal operasional IUPHHK-HA PT. ITCI Kayan Hutani (IKANI) dan IUPHHK-HA PT. Erna Djuliawati. Prosedur penelitian adalah membuat plot pengamatan seluas 1 ha dengan panjang ke empat sisinya adalah 100 m di areal operasional dengan program SILIN. Kemudian dilakukan inventarisasi pada setiap tanaman yang masuk dalam plot pengamatan dan dilakukan pengambilan sampel organ batang pada tanaman dengan teknik pengeboran pada tiga titik. Kemudian sampel-sampel tersebut dianalisa persentasi kadar karbonnya di laboratorium. Jumlah tanaman yang diamati di PT. IKANI adalah 172 tanaman dan di PT. Erna Djuliawati adalah 148 tanaman, dan pada masing-masing lokasi diambil 6 pohon sebagai pohon sampel. Dari hasil penelitian diperoleh nilai konsentrasi C pada tanaman *Shorea parvifolia* di PT. IKANI adalah 56,708% (0,57), sedangkan di PT. Erna Djuliawati adalah 50,360% (0,50). Hal ini menunjukkan bahwa dengan jenis tanaman yang sama dan perlakuan yang sama tidak menjadikan nilai konsentrasi karbon dalam biomassa menjadi sama pula. Dengan demikian dalam penentuan nilai konsentrasi karbon dalam biomassa pada suatu jenis pohon sebaiknya tidak disama ratakan dengan jenis yang lainnya, terutama hamparan lahan yang jenisnya homogen dan ditanam pada areal yang berbeda tempat tumbuhnya. Karena dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai dari kemampuan tanaman dalam meneskuestrasi dan menyimpan cadangan karbon dari atmosfer di dalam perhitungannya nanti.

Kata kunci: Biomassa, Nilai Konsentrasi Karbon, Tanaman *Shorea parvifolia*

I. PENDAHULUAN

Dalam konteks mitigasi perubahan iklim, sektor kehutanan khususnya hutan sebagai objeknya memiliki kontribusi dan peran penting dalam terjadinya perubahan iklim ini. Hutan dapat menjadi sebagai *sink* atau penyerap dan menyimpan karbon maupun berperan sebagai *source* atau pengemisi karbon. Aktivitas manusia ataupun alam yang menyebabkan terjadinya deforestasi dan degradasi kawasan hutan akan mengakibatkan meningkatnya emisi karbon ke atmosfer (*source*), sedangkan aforestasi, reforestasi dan kegiatan tanam menanam dan konservasi hutan akan meningkatkan penyerap dan penyimpan karbon dari atmosfer (*sink*).

Kegiatan penanaman pada kawasan hutan bekas tebangan merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan produktivitas hutan alam di Indonesia. Khususnya di Kalimantan, kegiatan tersebut dilakukan dengan program Silvikultur Intensif (Silin) atau Sistem Tebang Pilih Tanaman Indonesia Intensif (TPTII). Kegiatan tersebut dapat juga dikategorikan sebagai salah satu bentuk kegiatan tanam menanam dan konservasi hutan untuk menggantikan dan memulihkan kembali objek penyerap dan penyimpan karbon, sehingga secara bertahap dapat meningkatkan penyerapan dan penyimpanan karbon dari atmosfer.

Hutan alam merupakan penyimpan karbon tertinggi bila dibandingkan dengan sistem penggunaan lahan untuk pertanian, karena keragaman pohonnya yang tinggi, dengan tumbuhan bawah dan serasah di permukaan tanah yang banyak (Hairiah dan Rahayu, 2007). Penanaman pohon berkayu berumur panjang yang ditanam pada areal hutan yang telah terdegradasi dengan pola tertentu, seperti hutan tanaman murni maupun agroforestri diperkirakan dapat menyimpan karbon lebih besar dari pada tanaman pertanian. Banyak jenis yang sudah dikenal dan ditanam dalam hutan tanaman di daerah tropis, memiliki umur relatif pendek, dan daur pertumbuhan yang kurang dari 20 tahun. Jika penanaman hutan dipertimbangkan sebagai suatu pilihan temporer untuk menyimpan karbon selama beberapa dekade, maka jumlah karbon yang

dipindahkan dari atmosfer selama dekade sepanjang daur (dengan syarat, tanpa ada panen sebelumnya) adalah sama dengan karbon tegakan yang dipanen pada masak tebang, sedangkan rata-rata jumlah karbon yang dipindahkan dari atmosfer setiap tahunnya adalah setara dengan rata-rata pertumbuhan riap tahunan (MAI) (Schroeder, 1992).

Kemampuan tanaman hutan dalam menyerap karbon dari atmosfer tergantung pada tingkat pertumbuhan dan jenisnya. Tingkat penyerapan karbon sebanding dengan tingkat pertumbuhan tanaman, pada tanaman muda tingkat penyerapan karbon sangat tinggi sedangkan pada tanaman dewasa pengikatan dan pelepasan karbon relatif seimbang (Kyrklund, 1990 dalam Tampubolon *et al.* 2001). Sehingga rosot karbon hutan tanaman sangat ditentukan oleh luas tanaman yang ada serta ekstensifikasinya, jenis tanaman, produktivitas tanaman (riap) dan kondisi tanah. Jenis pohon yang pertumbuhannya cepat pada tapak berkaulitas baik akan menghasilkan riap yang tinggi yang berarti dapat mengikat karbon dalam jumlah yang tinggi pula (Tampubolon *et al.*, 2001). Oleh karena itu, hutan tanaman yang ditanami dengan jenis-jenis tanaman berkayu dan diarahkan untuk menghasilkan kayu akan mengikat karbon dalam jangka waktu yang relatif lebih lama.

Seperti halnya di program Silin ini, tanaman yang menjadi prioritas dikembangkan adalah jenis dari famili Dipterocarpaceae yang merupakan tanaman hutan berkayu dan menjadi primadona untuk diproduksi. Salah satunya adalah jenis *Shorea parvifolia*, tanaman ini merupakan jenis cepat tumbuh dari beberapa jenis cepat tumbuh lainnya di famili Dipterocarpaceae. Potensi serapan karbon pada tanaman *Shorea parvifolia* yang ditanam di areal operasional Silin belum banyak dikaji. Dengan demikian sebagai tahap awal perlu dilakukan penelitian untuk memperoleh informasi mengenai persentase konsentrasi karbon di dalam biomasanya, walaupun nilai konsentrasi karbon (C) dalam biomassa pada vegetasi berkayu menurut SNI 7724:2011 adalah 0,47. Tidak menutup kemungkinan nilai tersebut tidak menjadi baku dan akan berubah bila telah melalui uji di laboratorium. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan informasi tentang persentase (%) konsentrasi C dalam biomassa tanaman *Shorea parvifolia* yang ditanam di areal operasional dengan program Silin. Dan diharapkan informasi ini menjadi data awal untuk kemudian dapat menentukan model pendugaan serapan karbon pada jenis tersebut berdasarkan tempat tumbuhnya, sehingga hasil yang didapatkan untuk menduga penyerapan dan penyimpanan karbon dalam skala luasan menjadi akurat, tanpa harus menebang pohon.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada areal operasional program Silin di IUPHHK-HA PT. ITCI Kayan Hutani (PT. IKANI) Kalimantan Timur dan IUPHHK-HA PT. Erna Djuliawati, Kalimantan Tengah. Kedua IUPHHK-HA tersebut merupakan perusahaan model untuk menerapkan program Silin, dan keduanya telah melakukan kegiatan Silin ini sejak Tahun 2005/2006.

Tanah dan Iklim

Jenis tanah di IUPHHK-HA PT. IKANI termasuk jenis Podsolik Merah Kuning dengan pH antara 4-5, sedangkan untuk IUPHHK-HA PT. Erna Djuliawati 44% termasuk jenis Latosol dan sebesar 56% termasuk jenis Podsolik Merah Kuning (Suyana, 2010). Menurut klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson (1951) ke dua lokasi termasuk tipe iklim A dengan rata-rata curah hujan 382,23 mm/bulan dan hari hujan 13,42 hari/bulan di PT. IKANI, di PT. Erna Djuliawati rata-rata curah hujan 299,92 mm/bulan dan rata-rata hari hujan 19,83 hari/bulan (Suyana, 2010).

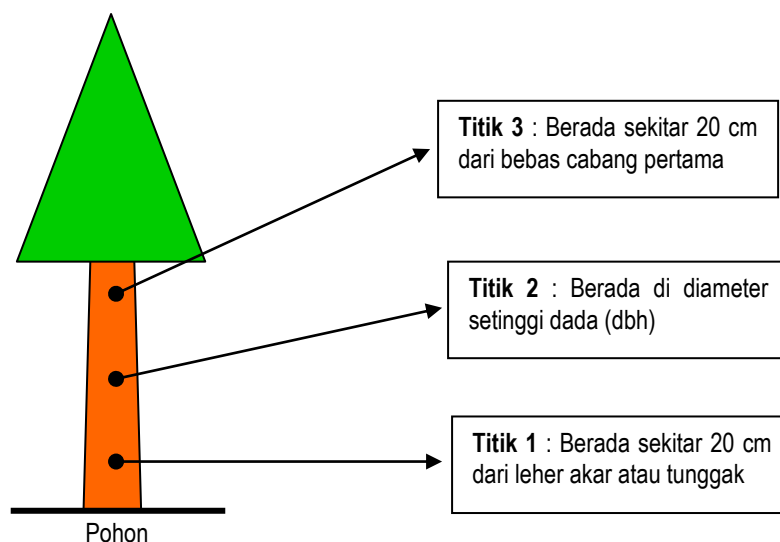
Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan adalah sampel kayu dari hasil pengeboran batang tanaman sampel. Kemudian peralatan yang digunakan antara lain bor batang atau bor riap ($\varnothing$ 5 mm dan 10 mm), pahat, palu, cawan porselen, timbangan digital dan tanur atau furnace.

Prosedur Penelitian

Prosedur penelitian dimulai dengan kegiatan pengumpulan data sekunder dan informasi lainnya yang berkaitan dengan kegiatan penelitian di lapangan, berikut langkah-langkah kegiatan yang dilakukan di lapangan, yaitu:

- 1) Observasi lokasi penelitian dilakukan dengan tujuan untuk memperoleh informasi mengenai riwayat pengelolaan hutan yang dikelola dengan program Silin dan menentukan lokasi pembuatan plot sampel.
- 2) Pembuatan plot sampel dilakukan pada areal operasional Silin yang telah ditentukan sebelumnya, areal operasional Silin tersebut merupakan areal penanaman bekas tebangan sehingga telah teridentifikasi kondisi dan riwayat tanaman. Luas plot sampel adalah 1 ha dengan bentuk bujur sangkar, dimana panjang setiap sisi petak 100 m. Bentuk plot sampel ini disesuaikan dengan kondisi tanaman yang ditanam dengan sistem jalur, selain itu bentuk plot sampel ini dapat memudahkan dalam pengerjaan inventarisasi. Untuk menghilangkan atau menghindari efek tepi (*border effect*) pembuatan petak ukur dilakukan pada tengah-tengah blok tanaman dan jauh dari jalan utama, sehingga dapat mewakili tegakan dari segi keseragaman dan keamanannya.
- 3) Kegiatan pengukuran parameter pertumbuhan tanaman yaitu diameter dan tinggi, pada semua tanaman pokok yang masuk dalam plot sampel.
 - a. Pengukuran diameter tanaman menggunakan phiband atau caliper. Pengukuran tinggi dari permukaan tanah disesuaikan dengan kondisi percabangan atau tajuk tanaman.
 - b. Pengukuran tinggi tanaman menggunakan galah/tongkat meter, hagameter atau alat digital sejenisnya. Pengukuran tinggi tanaman total dilakukan dari permukaan tanah sampai dengan tajuk tertinggi dari tanaman tersebut.
- 4) Pengambilan dan pengukuran sampel merupakan salah satu komponen penting untuk mengetahui kerapatan kayu, biomassa hingga karbonnya. Kegiatan dimulai dengan mengebor dan mengambil bagian batang (kulit, gubal, teras) pada tanaman yang berdiameter ≥ 10 cm atau diameter terbesar dari setiap jalur tanaman. Pengambilan sampel pada bagian batang tersebut dilakukan sebanyak 3 kali untuk setiap tanaman dan pada setiap plot dilakukan pengambilan sampel sebanyak 6 tanaman.
- 5) Kemudian sampel kayu tersebut ditimbang berat basah nya saat baru diambil dan setelah itu diolah di laboratorium untuk mengetahui berat keringnya. Selanjutnya melakukan analisa kadar C organik dengan terlebih dahulu menganalisa kadar abunya.
- 6) Dasar penetapan kadar abu adalah dengan cara pengabuan pada suhu 550–600 °C, sehingga bahan organik menjadi CO₂ dan logam menjadi oksida logamnya. Bobot bahan yang hilang merupakan bahan organik yang dapat dikonversi menjadi kadar C organik setelah dikalikan faktor 0,58 (Balai Penelitian Tanah, 2005).



Gambar 1. Pohon sampel yang dilakukan pengeboran untuk mengambil sampel kayunya.

Pengolahan dan Analisis Data

Pengolahan data dimulai dari mencatat dan menginput data-data biomassa yang akan dianalisis maupun yang telah dianalisis di laboratorium, kemudian data direkapitulasi untuk memudahkan dalam pembahasannya. Dalam pengolahan dan analisis data untuk mencari kadar abu, kadar bahan organik dan kadar C organik digunakan rumus perhitungan yang dikembangkan oleh Balai Penelitian Tanah (2005) sebagai berikut:

$$\begin{aligned}\text{Kadar abu (\%)} &= W_2 / W \times f_k \times f_{ki} \times 100 \\ \text{Kadar bahan organik (\%)} &= (W - W_2) / W \times f_k \times f_{ki} \times 100 \\ \text{Kadar C-organik (\%)} &= \text{kadar bahan organik} \times 0,58\end{aligned}$$

dimana:

W_2 = berat abu dalam g

W = berat contoh dalam g

f_{ki} = faktor koreksi bahan ikutan = $(100 - \% \text{ bahan ikutan})/100$

f_k = faktor koreksi kadar air = $100/(100 - \% \text{ kadar air})$

0,58 = faktor konversi bahan organik ke karbon

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengambilan sampel dengan teknik pengeboran lebih difokuskan pada organ batang pohon atau tanaman yang menjadi sampel, dikarenakan dari beberapa hasil penelitian yang telah dilakukan menyatakan bahwa kandungan biomassa dan karbon terbesar pada organ pohon berkayu khususnya adalah organ batang. Hardjana (2011) menyatakan bahwa pada tanaman *Shorea leprosula* organ tanaman yang memiliki kandungan biomassa terbesar adalah batang yaitu 67,58%. Begitu pula pada tanaman *Acacia mangium* memiliki kandungan biomassa pada batang sebesar 69,20% (Hardjana, 2010), dan tanaman *Acacia crasscarpa* biomassa terbesar adalah batang dengan presentasi sebesar 60,03% (Rahmat et al. 2007). Dengan kandungan biomassa terbesar dalam batang, sehingga diasumsikan bahwa nilai konsentrasi karbon dalam biomassa pohon dipengaruhi oleh organ batang.

Biomassa tanaman dapat digunakan untuk mengkonversi atau menghitung karbon yang tersimpan pada tanaman tersebut dengan menggunakan asumsi nilai konsentrasi karbon. Konsentrasi karbon dalam biomassa pohon bervariasi sesuai dengan jenis pohon dan tempat tumbuhnya. Hardjana (2010) menyebutkan bahwa persentase kandungan karbon dalam biomassa tanaman *Acacia mangium* umur 6 tahun di HTI PT. Surya Hutani Jaya adalah 33,98%, sedangkan untuk tanaman meranti dari jenis *Shorea leprosula* umur 6 tahun di IUPHHK-HA PT. ITCIKU memiliki persentase kandungan karbon sebesar 56,62% (Hardjana, 2011). Hairiah dan Rahayu (2007) menyatakan bahwa konsentrasi karbon dalam biomassa pohon pada berbagai tipe lahan adalah 46%. Sementara itu Brown and Lugo (1986) mengasumsikan bahwa persentase kandungan karbon dalam biomassa adalah sekitar 50%. Dari hasil penelitian di areal operasional Silin pada IUPHHK-HA PT. IKANI dan PT. Erna Djulawati menyebutkan bahwa nilai konsentrasi karbon dalam biomassa organ batang pada tanaman *Shorea parvifolia* yang ditanam sejak tahun 2006, untuk IUPHHK-HA PT. IKANI rata-rata nilai konsentrasi karbonnya adalah 56,71% (0,57) dan pada IUPHHK-HA PT. Erna Djulawati rata-rata nilai konsentrasi karbonnya adalah 50,36% (0,50).

Pada umumnya pengusahaan hutan tanaman di Kalimantan lebih menilai organ batang pada tanaman tersebut sebagai nilai produksi atau nilai jual yang dinyakan dalam meterkubik (m^3). Satuan isi ini dapat dikonversi ke satuan berat (kg atau ton) yang kemudian dapat dihitung untuk mengetahui potensi biomassa dalam satuan pohon maupun hektar. Kemudian untuk mengetahui potensi karbonnya dapat dihitung dengan memasukkan hasil perhitungan biomassa dikali dengan nilai konsentrasi karbon berdasarkan jenis tanaman dan tempat tumbuhnya. Jadi formula pendekatan untuk menghitung kandungan karbon pada tanaman *Shorea parvifolia* sebagai berikut:

$$KT = BK \times 0,57 \text{ atau } 0,50$$

dimana:

KT : Jumlah karbon tersimpan (kg/ha)

BK : Berat kering biomassa (kg/ha)

0,57 : Konsentrasi C dalam biomassa (IUHPPK-HA PT. IKANI, Kaltim)

0,50 : Konsentrasi C dalam biomassa (IUHPPK-HA PT. Erna Djulawati, Kalteng)

Jumlah tanaman secara keseluruhan yang diamati pertumbuhannya adalah sebanyak 320 tanaman yang terbagi menjadi 172 tanaman di PT. IKANI dan 148 tanaman di PT. Erna Djulawati, sedangkan yang menjadi tanaman sampel untuk di bor adalah sebanyak 6 pohon pada masing-masing lokasi. Dari hasil rekapitulasi dapat diasumsikan bahwa perbedaan diameter setinggi dada maupun tinggi pohon pada tanaman sampel tidak berpengaruh terhadap porsi nilai konsentrasi karbon yang ada dalam biomassa masing-masing pohon (lihat Tabel 1 dan 2).

Tabel 1. Porsi nilai konsentrasi karbon dalam biomassa tanaman terhadap diameter dan tinggi pohon sampel di areal operasional Silin IUPHHK-HA PT. IKANI, Kalimantan Timur.

No. Pohon Sampel	Dbh (cm)	Tinggi (m)	Konsentrasi Karbon (%)
1	8	8,5	48,355
2	10,4	6,5	58,035
3	8,2	9,15	61,236
4	5,8	6	56,863
5	5	6	58,534
6	5,5	5,6	57,223
Rata-rata	7,15	6,96	56,708

Tabel 2. Porsi nilai konsentrasi karbon dalam biomassa tanaman terhadap diameter dan tinggi pohon sampel di areal operasional Silin IUPHHK-HA PT. Erna Djulawati, Kalimantan Tengah.

No. Pohon Sampel	Dbh (cm)	Tinggi (m)	Konsentrasi Karbon (%)
1	12.3	6.8	38.808
2	9.1	6.3	36.929
3	10.8	9.86	42.903
4	11.8	11.25	66.549
5	9.7	7.79	58.064
6	10.9	11.06	58.911
Rata-rata	10.75	8.84	50.360

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa dari enam pohon sampel pada masing-masing lokasi memiliki konsentrasi karbon dalam biomassa yang berbeda-beda, walaupun dengan kondisi diameter yang hampir sama, begitu pula bila ditinjau dari tingginya. Kondisi ini menunjukkan bahwa porsi konsentrasi karbon dalam biomassa pada tanaman *Shorea parvifolia* tidak berbanding lurus dengan diameter ataupun tinggi tanaman dikarenakan bervariasi nilai konsentrasi karbon dalam biomassa pada tanaman tersebut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari hasil penelitian ini, maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Dengan jenis tanaman yang sama dan perlakuan yang sama bahkan lokasi yang sama tidak menjadikan nilai konsentrasi karbon dalam biomassa menjadi sama pula.
2. Sebaiknya dalam penentuan nilai konsentrasi karbon dalam biomassa pada suatu jenis pohon tidak disama ratakan dengan jenis yang lainnya, terutama hamparan lahan yang jenisnya homogen dan ditanam pada areal yang berbeda tempat tumbuhnya. Karena dapat mempengaruhi besar kecilnya nilai dari kemampuan tanaman dalam mensekuestrasi dan menyimpan cadangan karbon dari atmosfer didalam perhitungannya nanti.
3. Pendugaan cadangan karbon dengan metode pengeboran ini lebih mengefisienkan waktu, biaya dan tenaga di lapangan.

Saran

Dari hasil penelitian ini juga dapat disarankan bahwa dalam rangka penyempurnaan penelitian ini ke depan diharapkan faktor iklim, tanah, vegetasi disekitarnya dan waktu pengambilan sampel dengan mempertimbangkan musim, cuaca dan waktu peredaran sinar matahari juga menjadi salah satu faktor yang perlu untuk ditelaah dan menjadi perhatian serius.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standar Nasional, 2011. SIN 7724:2011. Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon – Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (*Ground based forest carbon accounting*). ICS 65.020. Jakarta.
- Balai Penelitian Tanah, 2005. Petunjuk Teknis. Analisa Kimia Tanah, Tanaman, Air dan Pupuk. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. Departemen Pertanian. Bogor.
- Hairiah, K., dan S. Rahayu. 2007. Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. ICRAF Southeast Asia. Bogor.
- Hardjana, A. K. 2010. Potensi Biomassa dan karbon Pada Hutan Tanaman Acacia mangium di HTI PT. Surya Hutani Jaya, Kalimantan Timur. Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan Vol. 7 No. 4 Edisi Khusus 2010, hal 237-249. Bogor.
- Hardjana, A. K. 2011. Membangun Persamaan Alometrik Biomassa tanaman Shorea leprosula di Areal IUPHHK-HA Pt. ITCIKU Kalimantan Timur. Jurnal Penelitian Dipterokarpa Vol. 5 No. 1 Juni 2011, hal 1-10. Samarinda.
- Rahmat, M., A. Sumadi dan A. B. Hidayat. 2007. Pendugaan Serapan Karbon Hutan Tanaman Acacia crassiparva Umur 2 dan 3 Tahun di HTI PT. SBA Wood Industries. Prosiding Workshop Sintesa Hasil Penelitian Hutan Tanaman Tahun 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Schroeder, P. 1992. Carbon Storage Potential of Short Rotation Tropical Tree Plantations. *Forest Ecology and Management*, 50 (1992) 31-41. Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam.
- Soekotjo, 1976. Ekologi Umum. Yayasan Pembina Fakulti Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Suyana, A. 2010. Uji Coba Pertumbuhan Tiga Kelas Mutu Bibit Meranti Merah di Tiga Hak Pengusahaan Hutan Model di Kalimantan. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam. Vol. VII No. 1 : 1-11, 2010. Bogor.
- Tampubolon, A. P., R. T. Kwatrina, A. Sukmana, D. Puspasari dan Sugiarti. 2001. Fungsi Rosot Karbon Tanaman Mangium dan Karet serta Implementasi Pengelolaannya. Seminar Optimalisasi Nilai Sumberdaya Hutan untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat.

INISIASI TUNAS MAHANG PUTIH MELALUI TEKNIK KULTUR JARINGAN

Rina Bogidarmanti dan Hani Sitti Nuroniah

Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan; Kampus Balitbang Kehutanan
Jl. Gunung Batu No.5, Po.Box.331, Bogor; Telp.(0251) 8631238, Fax. (0251) 7520005
email: rinabogidarmanti@yahoo.com dan nuroniah@yahoo.com

ABSTRAK

Mahang putih (*Macaranga hypoleuca* Muell. Arg) merupakan jenis alternatif yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan baku pulp. Penguasaan teknik silvikultur khususnya perbanyakan secara vegetatif jenis tersebut belum dikuasai sepenuhnya sehingga diperlukan pemanfaatan teknik kultur jaringan untuk mengatasi permasalahan tersebut. Percobaan yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui jenis eksplant serta kombinasi zat pengatur tumbuh yang sesuai untuk induksi sistem pertunasan mahang putih. Media induksi yaitu WPM (*Wood Plant Medium*) dikombinasikan dengan BAP (*Benzyl amino purine*) (0; 0,5 dan 1,0 mg/l), NAA (*Napthalene Acetic acid*) (0; 0,1 dan 0,5 mg/l) serta IBA (*Indole butyric acid*) (0,1; 0,5 dan 1,0 mg/l). Pemberian kombinasi zat pengatur tumbuh tidak berpengaruh nyata terhadap induksi pertunasan, sedangkan perlakuan secara tunggal berpengaruh nyata. Media penggandaan tunas terbaik yaitu menggunakan media WPM + 0,5 mg/l BAP. Rata-rata jumlah tunas yang terbentuk pada medium yg ditambahkan BAP 0,5 mg/l yang berasal dari tunas apeks yaitu 7 buah, sedangkan yang berasal dari tunas aksiler 5 buah.

Kata kunci: Mahang putih, inisiasi tunas, kultur jaringan.

I. PENDAHULUAN

Mahang putih (*Macaranga hypoleuca* Muell.Arg) termasuk dalam famili Euphorbiaceae merupakan salah satu jenis alternatif sebagai bahan baku pulp (Suhartati *et al*, 2008). Berdasarkan kriteria pulp yang meliputi berat jenis, komponen kimia kayu, dimensi serat dan turunan dimensi serat, jenis tersebut masuk dalam kriteria kelas kayu I-II (Mindawati *et al*, 2009). Mahang putih di Indonesia tumbuh tersebar di Sumatera, Kalimantan dan Sulawesi. Habitus mahang yaitu berbentuk pohon dengan ukuran sedang hingga tinggi dapat mencapai 30 m, dengan diameter sekitar 50 cm. Jenis ini merupakan jenis pioner pada bekas tebangan di hutan dipterocarp dataran rendah, dapat tumbuh juga pada lahan gambut dan mineral (podsolik) pada ketinggian tempat 100-1000 m dpl dengan tipe iklim A-C (Silk, 2001).

Pada dasarnya teknik silvikultur jenis alternatif tersebut belum seluruhnya dikuasai, terutama dalam hal perbanyakannya. Pada umumnya perbanyakan jenis mahang dapat dilakukan dengan dua cara yaitu secara generatif dan vegetatif. Perkembangbiakan secara vegetatif bisa dilakukan dengan cara konvensional (misalnya dengan cangkok dan stek) atau dengan kultur jaringan. Perbanyakan vegetatif dengan cara stek pucuk menggunakan teknik KOFFCO (*Komatsu Forda Fog Cooling System*) untuk jenis Mahang putih menghasilkan persen hidup 74% setelah 3 bulan, dan bila bahan stek berupa stump maka persen tumbuh dilaporkan baru mencapai 6,67-35% (Rahmayanti dan Ardhriyanti, 2008). Kondisi tersebut masih belum memadai untuk memenuhi kebutuhan bibit mahang dalam jumlah besar.

Dengan kendala tersebut, maka diperlukan teknik pembibitan lain yang dapat mendukung perolehan bahan tanaman dalam jumlah besar. Alternatif lain untuk menghasilkan bibit dalam jumlah yang besar adalah dengan metode kultur jaringan. Metode kultur jaringan memiliki kelebihan sebagai seperti; pengadaan bibit tidak tergantung musim sehingga kontinuitas penyediaan bibit terjamin, bibit dapat diproduksi dalam jumlah banyak dengan waktu yang relatif lebih cepat, bibit yang dihasilkan seragam dan memiliki sifat yang sama dengan induknya, dalam proses pembibitan bebas dari gangguan hama, penyakit, dan deraan lingkungan lainnya.

Tujuan dari penelitian ini adalah tersedianya teknologi perbanyakan jenis mahang putih secara vegetatif. Adapun sasaran penelitian adalah mendapatkan formula dan bahan kultur jaringan (eksplan) yang tepat untuk penyediaan bibit mahang putih dengan menggunakan metode kultur jaringan.

II. METODOLOGI PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Kegiatan penelitian dilaksanakan selama sembilan bulan terhitung mulai bulan April sampai dengan bulan Desember tahun 2011 di Services Laboratory bagian Kultur Jaringan, SEAMEO-BIOTROP di Bogor.

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan tanaman sebagai eksplan berasal dari daerah Muara Takus Kabupaten Pasaman Barat, Sumatera Barat yaitu berupa tunas apek dan tunas aksiler. Media kultur adalah media dasar *Wood Plant Medium* (WPM). Zat pengatur tumbuh yaitu NAA, BAP dan IBA dengan berbagai konsentrasi. Sterilisasi eksplan menggunakan NaOCl₂, tween, alkohol 70%, fungisida, bakterisida dan aquades steril. Alat-alat yang digunakan meliputi *laminar air flow cabinet*, alat-alat diseksi (pinset, scalpel dan gunting), lampu spiritus, timbangan analitik, alat-alat gelas standar (erlenmeyer, gelas ukur, labu ukur, pipet), botol kultur, autoklaf, kompor gas, dan pH meter.

Metode Penelitian

Sterilisasi bahan tanaman: Dilakukan dalam dua tahap yaitu: tahap pertama, eksplan dicuci sampai bersih dari kotoran yang menempel, kemudian eksplan dicuci dengan air steril ditambah tween 3 tetes sambil dikocok; kemudian eksplan direndam dengan larutan fungisida 0,2 % selama 60 menit kemudian dibilas tiga kali, lalu direndam dalam larutan bakterisida 0,2 % selama 60 menit terus dibilas dengan air steril tiga kali tahap kedua, sterilisasi di dalam *laminar airflow cabinet*, dimana eksplan yang sudah bersih tersebut direndam ke dalam larutan NaOCl₂ (*Natrium hipoklorit*) 10% selama 10 menit, kemudian dibilas dengan air steril sebanyak 4-5 kali, kemudian direndam lagi dengan larutan NaOCl₂ 10% selama 10 menit dan dibilas dengan air steril 4-5 kali. Selanjutnya eksplan direndam dalam alkohol 70 % sesaat kemudian dibilas dengan air steril sebanyak lima kali. Setelah itu eksplan dikeringkan diatas kertas saring dan segera ditanam di media dasar WPM. Setelah tiga hari sampai empat belas hari diamati persentase eksplan yang terkontaminasi dan yang tidak terkontaminasi.

Induksi pertunasan: Eksplan tunas yang hidup dan tidak terkontaminasi ditanam di media perlakuan untuk induksi penggandaan tunas, yaitu media dasar WPM ditambah kombinasi perlakuan konsentrasi sitokinin BAP (0, 0,5, 1 mg/l) dan auksin NAA (0,1; 0,05 dan 1,0 mg/l) serta IBA (0,1; 0,5 dan 1,0 mg/l). Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap dalam Faktorial. Setiap perlakuan dilakukan dalam 4 ulangan (atau tergantung jumlah tunas yang tersedia). Kultur disimpan di rak kultur dalam ruangan yang bersih dan steril, dengan suhu ruangan 24 ± 29°C dan kelembaban relatif 60-70% selama 6 minggu. Penyinaran dilakukan selama 16 jam/hari dengan menggunakan lampu TL 40 watt 220 volt yang diletakan 40 cm diatas botol kultur. Parameter pengamatan yaitu: lamanya eksplan bereaksi membentuk tunas, persentase eksplan yang berhasil membentuk tunas, jumlah tunas yang dihasilkan setiap eksplan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sterilisasi Eksplan

Hasil sterilisasi eksplant dengan menggunakan dua macam sumber eksplan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Jumlah dan persentase eksplan hasil sterilisasi pada media prekondisi setelah 14hari

Kondisi eksplan	Tunas apek		Tunas aksiler	
	jumlah	Persentase	Jumlah	persentase
Hidup	104	76 %	102	70 %
Kontaminasi	32	24 %	35	24 %
Browning	0	0 %	9	6 %
Total	136	100 %	146	100 %

Induksi Tunas

Eksplan tunas steril pada media prekondisi dipindahkan ke media perlakuan untuk menginduksi penggandaan tunas. Media yang digunakan yaitu media dasar WPM ditambah kombinasi perlakuan konsentrasi sitokinin BAP 3 taraf konsentrasi yaitu (0; 0,5; 1 mg/l) dan auksin IBA 4 taraf konsentrasi (0; 0,1; 0,5; 1 mg/l) auksin NAA 4 taraf (0; 0,01; 0,05; 0,1 mg/l). Hasil perlakuan berupa rata-rata jumlah tunas dan kalus yang terbentuk disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata jumlah tunas dan kalus hasil pemberian auksin dan sitokinin pada induksi pertunasan mahang

Perlakuan Media	Tunas apek		Tunas aksiler	
	Jumlah tunas	Persen kalus	Jumlah tunas	Persen kalus
1	1	10	1	10
2	7	20	5	10
3	6	10	5	10
4	1	60	2	60
5	1	80	2	80
6	1	40	0	60
7	1	60	0	60
8	1	80	1	80
9	4	40	2	80
10	1	80	1	100
11	1	80	1	80
12	0	80	1	80
13	1	10	1	10
14	6	20	5	10
15	4	10	5	10
16	1	40	1	40
17	1	80	1	80
18	1	80	2	80
19	1	80	1	80
20	1	60	1	60
21	1	80	0	80
22	1	80	1	80
23	1	80	0	80
24	1	80	0	80

Berdasarkan hasil pengamatan menunjukan pembentukan kalus terjadi pada pangkal bawah eksplan dalam medium perlakuan yang mengandung auksin (IBA 0,1 mg/l dan NAA 0,1 mg/l). Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa interaksi antara auksin dan sitokinin tidak berpengaruh nyata terhadap penggandaan tunas, namun masing-masing zat pengatur tumbuh tersebut berpengaruh nyata terhadap penggandaan tunas. Hasil uji Benferroni perlakuan NAA (0,01 mg/l) berbeda dengan perlakuan NAA (0,05 dan 0,10 mg/l). Semakin tinggi konsentrasi auksin berpengaruh negatif terhadap penggandaan tunas, pertumbuhan tunas cenderung kearah perpanjangan tunas. Hal ini disebabkan auksin dapat mengakibatkan meningkatnya dominasi apikal dan pemanjangan sel (Bhojwani dan Razdan, 1983). Selain itu, penambahan auksin (IBA 0,1 mg/l dan NAA 0,01 mg/l) pada medium induksi dapat merangsang timbulnya kalus pada eksplan sehingga menghambat penggandaan tunas.

Reaksi perkembangan tunas umumnya mulai terlihat pada 10-14 hari setelah ditanam di media perlakuan. Hasil penggandaan tunas hasil pemberian interaksi BAP dapat merangsang pertumbuhan tunas pada umur 7 hari, setelah ditanam dan pada umur 14 hari sudah terjadi penggandaan tunas terutama pada perlakuan BAP dengan konsentrasi sebesar 0,5 mg/l ataupun 1 mg/l baik pada tunas apek maupun tunas aksiler, seperti terlihat pada Gambar 1 dan 2.



Gambar 1. Pertumbuhan tunas aksiler 14 hari



Gambar 2. Pertumbuhan tunas apek 14 hari

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pemberian perlakuan sitokinin (BAP) dan auksin (NAA) tidak berpengaruh nyata terhadap penggandaan tunas, namun pemberian sitokinin secara tunggal berpengaruh nyata terhadap penggandaan tunasnya. Penambahan sitokinin BAP dapat merangsang penggandaan tunas dibandingkan tanpa BAP. Hal ini disebabkan BAP adalah sitokinin yang dapat merangsang pembelahan sel dan dapat menekan efek dominasi apikal, sehingga tunas cenderung untuk penggandaan diri dengan pertumbuhan tunas lebih pendek-pendek. Penggandaan tunas oleh BAP telah banyak dilaporkan lebih efektif untuk jenis pohon dan diantara sitokinin lainnya, BAP adalah paling banyak digunakan pada mayoritas jenis tanaman berkayu (Bonga, 1987). Beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan BAP 1,5 mg/l dan NAA 0,025 mg/l efektif untuk menginisiasi tunas *Gmelina arborea* (Wulandari, 2002). Perkembangan tunas dalam media dengan konsentrasi BAP 0,5 mg/l pada tunas apek mendapatkan rata-rata 7 tunas dan pada tunas aksiler rata-rata 5 tunas (Gambar 3 dan Gambar 4), dan pada konsentrasi BAP 1 mg/l rata-rata jumlah tunas untuk apek 6 tunas pada aksiler 5 tunas. Menurut Pierik (1987), sitokinin seperti kinetin, 2iP dan BAP pada konsentrasi 0,1–10,0 mg/l aktif dalam merangsang pembentukan tunas-tunas adventif tetapi menghambat pembentukan akar.

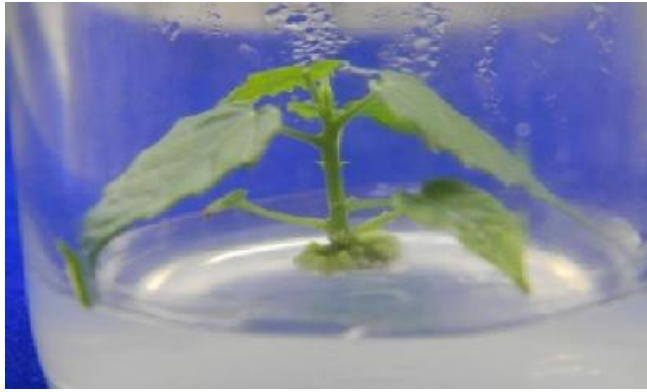


Gambar 3. Pertumbuhan tunas apek umur 6 minggu pada media BAP 0,5 mg/l



Gambar 4. Pertumbuhan tunas aksiler umur 6 minggu pada media BAP 0,5 mg/l

Hasil dari penggandaan tunas dilanjutkan atau disubkultur pada media perpanjangan dengan komposisi media WPM tanpa zat pengatur tumbuh dengan konsentrasi gula 20 gr/l. Perpanjangan tunas membutuhkan waktu selama 4 minggu hingga eksplan dengan tinggi rata-rata 2–3 cm (Gambar 5), untuk persiapan disubkultur ke media perakaran



Gambar 10 . Perpanjangan tunas umur 4 minggu

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil percobaan dapat diperoleh kesimpulan sebagai berikut :

- Sterilisasi eksplan tunas apek dan aksiler jenis mahang putih dapat dilakukan dengan menggunakan bahan fungisida dan bakterisida yang sama, namun yang membedakan adalah konsentrasi NaOCl_2 (*natrium hipoklorit*) dan waktu perendaman. Untuk tunas apek konsentrasi 10% selama 10 menit dan tunas aksiler konsentrasi 15 % selama 15 menit.
- Media penggandaan tunas mahang putih yaitu menggunakan media dasar WPM (*Woody Plant Medium*) ditambah BAP 0,5 mg/l.
- Jumlah rata-rata tunas yang terbentuk dengan penambahan BAP 0,5 mg/l dari eksplant berupa tunas apek yaitu sebanyak 7 buah dan tunas aksiler sebanyak 5 buah.

DAFTAR PUSTAKA

- Bhojwani, S. S. And M. K. Razdan, 1983. *Plant Tissue Culture : Theory and Practice*. Elsevier. New York.
- Bonga, J.P., 1987. Clonal propagation of mature trees : Problem and possible solution. Dalam Bonga J. P. And Durzan D. J. (ed) *Cell and Tissue Culture in Forestry Vol. 1* Martinus Nijhoff Publishers. Dordrecht.
- Mindawati, N., R Bogidarmanti, HS Nuroniah, AS Kosasih, Suhartati, S Rahmayanti, A Junaedi, E Rachmat dan Y Rochmayanto. 2009. *Silvikultur jenis alternatif penghasil kayu pulp*. Sintesa Hasil Penelitian. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Bogor.
- Pierik, R.L.M. 1987. *In Vitro Culture of Higher Plants*. Martinus Nijhoff Publishers. Boston/ hal. 344.
- Rahmayanti, S dan Y Ardhyanti, 2008. *Teknik silvikultur jenis alternatif dan prioritas HTI pulp*. Laporan Hasil Penelitian. Tidak dipublikasikan. BPHPS Kuok.
- Slik, J.W.F. 2001. *Macaranga and Mallotus (Euphorbiaceae) as indicators for disturbance in the lowland dipterocarp forest of East Kalimantan, Indonesia*. The Tropenbos Foundation Wageningen, The Netherlands.
- Sosef, MSM., LT Hong and S. Prawirohatmojo. 1998. *Plant resources of South East Asia No 5(3). Timber trees: Lesser-known timbers*. Prosea Foundation Bogor, Indonesia.
- Suhartati, A.B. Supangat, A. Junaedi, Sunarto dan E. Nurrohman. 2008. *Inventarisasi dan eksplorasi jenis alternatif pulp*. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Hutan Penghasil Serat. Kuok. Tidak diterbitkan.
- Wulandari, R.S. 2002. *Pengaruh Pemberian Auxin Dan Sitokinin Terhadap Pertumbuhan Eksplan Kultur Jaringan Pada Gmelina arborea Linn*. Tesis Program Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada. 63 Halaman (Tidak dipublikasikan).

NODULASI TIGA JENIS POHON FABACEAE LOKAL SULAWESI TENGGARA YANG DIINISIASI DENGAN FUNGI MIKORIZA ARBUSKULA

Husna, Faisal Danu Tuheteru, Asrianti Arif

Staf Pengajar Jurusan Kehutanan Unhalu, Kendari; email: faisaldanu_28@yahoo.com
Jl. HAE. Mokodompit, Kampus Hijau Anduonohu, Kendari. Sulawesi Tenggara

ABSTRAK

Aplikasi fungi mikoriza arbuskula dilaporkan dapat meningkatkan nodulasi akar tanaman legum. Penelitian nodulasi pada tiga jenis lokal Sulawesi Tenggara, (*Pericopsis mooniana* THW., *Albizia saponaria* dan *A. splendens*) telah dilakukan. Review hasil penelitian menunjukkan bahwa aplikasi fungi mikoriza dapat mempercepat pembentukan bintil akar pada tanaman *A. splendens* dan meningkatkan jumlah bintil akar pada ketiga tanaman tersebut baik pada tanah mineral maupun media tanah lahan pasca tambang nikel. Peningkatan ini dapat berimplikasi terhadap serapan N tanaman dan pada akhirnya dapat meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman.

Kata kunci: Fungi mikoriza Arbuskula, Legum, Nodulasi, Sulawesi Tenggara

I. PENDAHULUAN

Sebagian besar tanaman daratan ($\pm 80\%$) dapat berasosiasi dengan kelompok fungi yang disebut Fungi mikoriza arbuskula (FMA). FMA merupakan sumberdaya alam hayati potensial yang terdapat di alam dan dapat ditemukan di berbagai ekosistem serta dapat dijadikan sebagai pupuk hayati/pupuk biologis (Mansur, 2003; Smith and Read, 2008). Jenis ini potensial dijadikan pupuk hayati karena memiliki peran dalam perbaikan kesuburan tanah dan meningkatkan pertumbuhan tanaman (van der Heijden *et al.*, 2006). Peran tersebut terjadi melalui; 1) peningkatan serapan unsur hara terutama P (Smith and Read, 2008; Harrison *et al.*, 2010), 2) meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan (Ruiz-Lozano and Aroca, 2010), salinitas (Giri and Mukerji, 2004), logam berat (Rao and Tak, 2001), 3) melindungi akar tanaman dari serangan pathogen akar (Pozo *et al.*, 2010), 4) FMA dapat menghasilkan zat pengatur tumbuh seperti auksin, giberelin dan cytokinin (Ludwig-Müller, 2010), 5) FMA dapat memperbaiki struktur dan agregasi tanah (Nichols, 2008), serta 6) menstimulasi nodulasi dan fiksasi nitrogen pada tanaman legum (Muleta, 2010).

Beberapa publikasi menginformasikan bahwa tanaman legum berasosiasi baik dengan Ektomikoriza dan FMA. Taksa penting seperti Caesalpinoideae umumnya berasosiasi dengan ektomikoriza, taksa Papilionoideae dengan FMA dan Mimosoideae dapat berasosiasi dengan keduanya (Grove & Le Tacon, 1993 dalam Frioni *et al.* 1999). Hasil review Wang and Qiu, (2006) melaporkan bahwa sekitar 282 jenis legum berasosiasi dengan FMA. Kolonisasi FMA dilaporkan dapat meningkatkan nodulasi tanaman legume. Inokulasi ganda FMA dan rhizobium meningkatkan nodulasi dan fiksasi nitrogen, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indicus* dan *Zizyphus mauritiana* (Guissou *et al.*, 1998). *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium* dan *Albizia falcataria* (De La Cruz *et al.*, 1988), *Centrolobium tomentosum* (Marques *et al.*, 2001), *Dalbergia nigra* (Santiago *et al.*, 2002), *Acacia holosericea* (Andre *et al.*, 2005) dan *Acacia Senegal* (Colonna *et al.*, 1991).

Tujuan pembuatan makalah ini adalah untuk mereview beberapa hasil penelitian dan publikasi jurnal terkait dengan nodulasi (waktu dan jumlah bintil akar yang terbentuk) pada tiga jenis pohon yang tumbuh alami di Sulawesi tenggara dari family Fabaceae. Focus review terhadap nodulasi ketiga legume yang diinisiasi oleh FMA. Ketiga jenis pohon tersebut adalah *Pericopsis mooniana* THW, *Albizia saponaria* dan *Albizia splendens*. Kayu kuku (*P. mooniana* THW) adalah salah satu jenis tumbuhan tropik dari famili Papilionaceae yang tumbuh alami di Kabupaten Kolaka, Sulawesi Tenggara (Whitmore *et al.*, 1989; La Djunaha, 1995) dan termasuk jenis penghasil kayu mewah (Soerianegara & Lemmens, 1994). Berdasarkan status konservasi dari IUCN Red List Categories tahun 1994, kayu kuku telah dikategorikan dalam status rawan (VU A1c,d).

A. saponaria dan *A. splendens* digolongkan dalam Mimosoideae (Sprent, 2009) dan termasuk kelompok tanaman hutan yang lambat tumbuh (*Slow growth species*) (Nielsen, 1992) serta potensial untuk

kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan (Djogo, 1997). Selain itu, *A. splendens* termasuk jenis di lindungi di Indonesia (WCMC, 1991 dalam UNEP-WCMC, 2007).

II. HUBUNGAN FUNGI MIKORIZA DENGAN TANAMAN LEGUM

Secara umum FMA dapat berasosiasi baik dengan tanaman legum (Wang and Qiu, 2006). Pengaruh FMA terhadap peningkatan pertumbuhan tanaman legum telah direview oleh Muleta (2010). Menurut Muleta (2010) bahwa pengaruh FMA dapat secara langsung dan tidak langsung. Pengaruh langsung terjadi melalui stimulasi produktivitas tanaman, perbaikan (penyerapan) unsur hara terutama P, N, Cu, Fe dan Zn, meningkatkan ketahanan tanaman terhadap kekeringan, logam berat dan salinitas. Sedangkan pengaruh tidak langsung terjadi melalui penekanan terhadap gulma, stimulasi fiksasi nitrogen, perbaikan struktur dan agregasi tanah, menghambat pathogen tanah menginfeksi akar tanaman, stimulasi aktivitas biologi tanah, peningkatan penyimpanan karbon tanah serta mengurangi hilang unsur hara akibat pencucian.

Telah banyak dilaporkan dalam beberapa publikasi bahwa FMA telah teruji secara signifikan dapat meningkatkan pertumbuhan dan biomassa tanaman serta serapan unsur hara tanaman legum. FMA dapat meningkatkan total biomassa, P dan N *Erythrina berteroana* masing-masing sebesar 769%, 801% dan 411% dibanding kontrol (Cooperband *et al.*, 1994). *Glomus fasciculatum* dan *G. macrocarpum* meningkatkan biomassa dan serapan P dan N *Cassia siamea* (Giri *et al.*, 2005). Pada kondisi stress air, FMA dapat meningkatkan *Gliricida sepium* (Jack) dan *Leucaena leucocephala* (Lam.) (Fagbola *et al.*, 2001) serta *Acacia nilotica* dan *L. leucocephala* (Muthukumar *et al.*, 1990). Giri and Mukerji, (2004) melaporkan bahwa pada kondisi cekaman salinitas FMA dapat meningkatkan pertumbuhan *Sesbania aegyptiaca* dan *S. grandiflora*. Sharma *et al* (1996) melaporkan bahwa aplikasi FMA lokal dapat meningkatkan biomassa dan serapan P *Acacia nilotica* var. *cupriformis*. *Acaulospora spinosa* dapat meningkatkan total berat kering dan serapan N, P dan K tanaman *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indicus* dan *Zizyphus mauritiana* (Guissou *et al.*, 1998).

Inokulasi ganda FMA dan rhizobium meningkatkan nodulasi dan fiksasi nitrogen, *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indicus* dan *Zizyphus mauritiana* (Guissou *et al.*, 1998). *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium* dan *Albizia falcataria* (Dela Cruz *et al.*, 1988), *Dalbergia nigra* (Santiago *et al.*, 2002), *Acacia holosericea* (Andre *et al.*, 2005) dan *Acacia Senegal* (Colonna *et al.*, 1991). Inokulasi ganda FMA dan rhizobium dapat meningkatkan pertumbuhan dan serapan N pada tanaman *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium* dan *Albizia falcataria* (Dela Cruz *et al.*, 1988), *Dalbergia nigra* (Santiago *et al.*, 2002) dan *Acacia Senegal* (Colonna *et al.*, 1991).

III. NODULASI JENIS LEGUM LOKAL SULAWESI TENGGARA

Hasil review menunjukkan bahwa waktu pembentukan dan jumlah bintil akar pada ketiga jenis tanaman tercepat dan terbanyak ditemukan pada tanaman bermikoriza. Tampak pada Gambar 1 bahwa bintil akar pada tanaman *A. splendens* bermikoriza sudah terbentuk pada pengamatan 2 minggu setelah aplikasi FMA, sedangkan pembentukan bintil akar pada tanaman tidak bermikoriza terjadi pada umur 6 minggu setelah aplikasi FMA. Cepat terbentuknya bintil akar pada tanaman diduga karena sudah terjadi kontak atau kolonisasi FMA pada akar tanaman. Dengan demikian dapat menstimulir atau menginisiasi terbentuknya bintil akar.

Pembentukan bintil akar yang diinisiasi oleh aplikasi FMA pada ketiga jenis legum disajikan pada Tabel 1, 2 dan 3. Tampak bahwa aplikasi FMA lokal Sultra maupun Mycofer Bogor dapat membantu pembentukan jumlah bintil akar ketiga tanaman. Dari ketiga jenis tersebut, tanaman kayu kuku cenderung memiliki jumlah bintil akar yang banyak dibanding dua jenis lainnya dengan peningkatan mencapai lebih dari 2700 % dibandingkan dengan jumlah bintil pada perlakuan tanpa bermikoriza. Jika didasarkan media tumbuh, terdapat kecenderungan rendahnya jumlah bintil akar pada media tanah bekas tambang nikel dibandingkan dengan tanah mineral, khususnya tanah podsolik merah kuning.

Meningkatnya jumlah bintil ini diduga terkait dengan adanya perbaikan serapan fosfor yang dibutuhkan rhizobium (Sprent, 2009; Husna, 2010; Javaid, 2010; Muleta, 2010). Peningkatan tersebut dapat mendukung ketersediaan nitrogen yang merupakan unsur makro esensial yang sangat dibutuhkan bagi pertumbuhan dan biomassa tanaman. Peningkatan biomassa pada ketiga jenis tanaman juga dapat dimaknai karena didukung oleh serapan P dan fiksasi nitrogen yang terjadi pada nodul akar tanaman.

Hasil-hasil penelitian ini sama dengan beberapa penelitian pada tanaman tropika seperti *Acacia auriculiformis*, *Acacia mangium* dan *Albizia falcataria* (De La Cruz *et al.*, 1988), *Acacia Senegal* (Colonna *et al.*, 1991), *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indicus* dan *Zizyphus mauritiana* (Guissou *et al.*, 1998). *Gliricidia sepium* dan *Leucaena leucocephala* (Lam.) (Fagbola *et al.*, 2001) dan *Dalbergia nigra* (Santiago *et al.*, 2002), *Erythrina berteroana* (Cooperband *et al.*, 1994), *Acacia nilotica* dan *Albizzia lebbeck* (Sharma *et al.*, 2001), *Sesbania aegyptiaca* dan *S. grandiflora* (Giri dan Mukerji, 2004), *Cassia siamea* (Giri *et al.*, 2005).

Rendahnya bintil akar pada media tanah bekas tambang nikel diduga karena keberadaan Ni dan logam berat lainnya dapat menurunkan dan menghambat perkecambahan spora, menghambat pertumbuhan hifa dan kolonisasi FMA (Gohre and Paszkowski, 2006 dalam Husna, 2010). Selain itu, keberadaan Ni juga langsung dapat mempengaruhi nodulasi pada tanaman legume (Vivas *et al.*, 2006).

Tabel 1. Nodulasi *Pericopsis mooniana* THW yang diinisiasi FMA

No	Perlakuan FMA	Bintil akar (g)	Berat Kering Tanaman (g)	Media Tanah	Pustaka
1.	5 g FMA Mycofer IPB & Ampas sagu segar 20 g	19.67 (perlakuan kontrol tidak terbentuk bintil akar)	1,219 (41) **	Tanah Tambang Nikel	Husna (2010)
2.	<i>Glomus</i> sp. 2*	30 (2900)	2,118 (193)	PMK	Ridwan <i>et al</i> (2011)
3.	10 g FMA Mycofer IPB	57,5 (2775)	2,9 (64)***	PMK	Iskandar (2010)

Keterangan : * FMA *Glomus* sp. 2 yang diisolasi dari bawah tegakan Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW); **Persentase peningkatan terhadap control; *** berat kering pucuk

Tabel 2. Nodulasi *Albizia saponaria* yang diinisiasi FMA

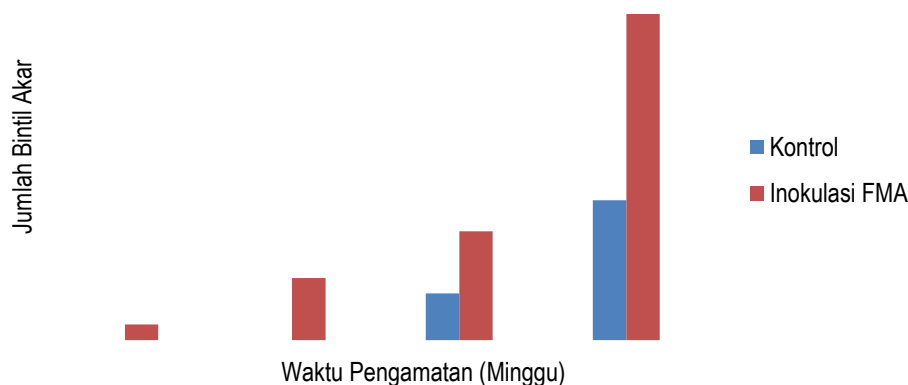
No	Perlakuan FMA	Bintil akar (g)	Berat Kering Tanaman (g)	Media Tanah	Pustaka
1.	20 g FMA*	35,3 (1077)**	11.74 (1115)	PMK	Tuheteru & Husna (2011)
2.	10 g FMA*	11,33 (1591)	3.107 (1109)	PMK	Tuheteru <i>et al</i> (2011a)
3.	10 g FMA*	3,67 (447)	0.810 (309)	Tanah Tambang Nikel	Tuheteru <i>et al</i> (2011b)
4.	10 g FMA*	23,67 (786)	-	PMK	Said <i>et at</i> (2011)

Keterangan : * FMA (campuran *Glomus* sp.1., *Glomus* sp. 2., *Acaulospora* sp. 1 dan *Acaulospora* sp. 2) yang diisolasi dari bawah tegakan Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW); **Persentase peningkatan terhadap control

Tabel 3. Nodulasi *Albizia splendens* yang diinisiasi FMA

No	Perlakuan FMA	Bintil akar	Bintil akar efektif	Berat Kering Tanaman (g)	Media Tanah	Pustaka
1.	5 g FMA Mycofer IPB	22 (144)**	-	-	PMK	Said <i>et at</i> (2011)
2.	10 g FMA*	22 (164)	21 (265)	3.263 (56)	PMK	Budiarti (2012)

Keterangan : * FMA (campuran *Glomus* sp.1., *Glomus* sp. 2., *Acaulospora* sp. 1 dan *Acaulospora* sp. 2) yang diisolasi dari bawah tegakan Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW); **Persentase peningkatan terhadap control



Gambar 1. Histogram jumlah bintil akar pada *A.splendens* Miq pada umur 2,4,6 dan 12 MST (Budiarti, 2012).

IV. KESIMPULAN

Aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) secara umum dapat mempercepat pembentukan bintil akar dan meningkatkan jumlah bintil akar yang terbentuk pada ketiga jenis pohon legume lokal Sulawesi Tenggara. Dengan demikian FMA berpotensi untuk dikembangkan sebagai pupuk hayati dalam mendukung pertumbuhan dan keberhasilan penanaman tanaman di lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Budiarti, S. 2012. Nodulasi Tanaman Legum *Albizia Splendens* Miq Yang Diinokulasi Dengan Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal Sulawesi Tenggara (Skripsi). Jurusan Kehutanan Faperta Unhalu. Kendari.
- Colonna J.P., Thoen, D., Ducousso, M. dan Badji, S. 1991. Comparative Effect of *Glomus mosse* and P Fertilizer on Foliar Mineral Composition of *Acacia senegal* Seedlings Inoculated with Rhizobium. *Mycorrhiza*, 1: 35–38.
- Cooperband, L.R., Boerner, R.E.J. dan Logan, T.J. 1994. Humid Tropical Leguminous Tree and Pasture Grass Responsiveness to Vesicular-Arbuscular Mycorrhizal Infection. *Mycorrhiza*, 4: 233–239
- De La Cruz, R.E., Manalo, M.Q., Agnggan, N.S. dan Tambalo, J.D. 1988. Growth of Three Legume Trees Inoculated With VA Mycorrhizal Fungi and Rhizobium. *Plant and Soil*, 108: 111–115.
- Djogo APY. 1997. Use of Albizia and Paraserianthes species in small-scale farming systems in Indonesia. Proceedings International workshop on albizia and paraserianthes species. Winrock International Institute for Agricultural Development United Nations Development Program Food and Agriculture Organization Regional Forest Tree Improvement Project (FORTIP) PICOP Resources, Inc. Filipina. Hal: 27-37.
- Fagbola, O., Osonubi, O., Mulongoy, K. dan Odunfa, S.A. 2001. Effects of Drought Stress and Arbuscular Mycorrhiza on The Growth of *Gliricidia sepium* (Jacq). Walp, and *Leucaena leucocephala* (Lam.). de Wit. in simulated eroded soil conditions. *Mycorrhiza*, 11: 215–223.
- Frioni, L., H. Minasian & R. Voltovicz. 1999. Arbuscular mycorrhizae and ectomycorrhizae in native tree legumes in Uruguay. *Forest Ecology and Management* 115: 41-47.
- Giri, B. dan Mukerji, K.G. 2004. Mycorrhizal Inoculant Alleviates Salt Stress in *Sesbania aegyptiaca* and *Sesbania grandiflora* Under Field Conditions: Evidence for Reduced Sodium and Improved Magnesium Uptake. *Mycorrhiza*, 14: 307–312
- Giri, B., R. Kapoor and dan Mukerji, K.G. 2005. Effect of the arbuscular mycorrhizae *Glomus fasciculatum* and *G. macrocarpum* on the growth and nutrient content of cassia siamea in a semi-arid Indian wasteland soil. *New Forests* 29: 63-73.

- Guisso, T., Ouadba, A.M.J.M., Guinko, S. dan Duponnois, R. 1998. Response of *Parkia biglobosa*, *Tamarindus indica*, *Zizyphus mauritiana* to Arbuscular Mycorrhizal Fungi in a Phosphorus-Deficient Sandy Soil. *Biology and Fertility Soil*, 26: 194–198
- Harrison, M.J., Pumplin, N., Breuillin, F.J., Roslyn, D., Noar dan Hee-Jin, P. 2010. Phosphate Transporters in Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis. (Chapter 6). In: Koltai, H. and Kapulnik, Y. (Eds.), *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Pp. 117–167. Springer, New York.
- Husna. 2010. Pertumbuhan Bibit Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW) melalui aplikasi Fungi Mikoriza Arbuskula (FMA) dan Ampas Sagu pada Media Tanah Bekas Tambang Nikel (Tesis). Pascasarjana Unhalu. Kendari.
- Iskandar, F. 2010. Peningkatan Kualitas Bibit Kayu Kuku (*Pericopsis Mooniana* Thwaites) Yang Diberi Fungi Mikoriza Arbuskula Dan Tepung Tulang [Skripsi]. Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Unhalu. Kendari.
- Javadi, A. 2010. Role of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Nitrogen Fixation in Legumes [Chapter 17]. In: Khan, M.S. et al., (Eds.). *Microbes for Legume Improvement*. Pp. 409–426. Springer, New York.
- La Djunaha. 1995. Pertumbuhan Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* THW.) di Lamedai-Tangketada Kolaka Sulawesi Tenggara [Tesis]. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Ludwig-Müller, J. 2010. Hormonal Responses in Host Plants Triggered by Arbuscular Mycorrhizal Fungi [Chapter 8]. In: Koltai, H. and Kapulnik, Y. (Eds.). *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Pp. 169–190. Springer, New York.
- Mansur, I. 2003. Gambaran Umum Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA). Makalah Technical Assistance Penelitian Mikoriza. Fakultas Pertanian Universitas Haluoleo. Kendari.
- Marques A.P.G.S., Oliveira R.S., Samardjieva K.A., Pissarra Y., Range A.O.S.S and castro P.M.L. 2007. *Solanum nigrum* grown in contaminated soil : Effect of arbuscular mycorrhizal fungi on zinc accumulation and histolocalisation. *Environmental pollution* 145: 691–699.
- Muleta, D. 2010. Legume response to arbuscular Mycorrhizal fungi inoculation in Sustainable Agriculture. In: Khan, M.S. (Eds.) *Microbes for Legume Improvement*. Pp. 293–323. Springer, New York.
- Nichols, K.A. 2008. Indirect Contributions of AM Fungi and Soil Aggregation to Plant Growth and Protection. In: Siddiqui, Z.A., Akhtar, M.S., Futai, K. (Eds.), *Mycorrhizae: Sustainable Agriculture and Forestry*. Pp. 177–194. Springer, New York.
- Nielsen LC. 1992. Flora Malesiana Series I-Spermatophyta Flowering Plants Volume 11, part 1. Foundation Flora Malesiana. Leiden.
- Pozo, M.J., Jung, S.C., López-Ráez, J.A. dan Azcón-Aguilar, C. 2010. Impact of Arbuscular Mycorrhizal Symbiosis on Plant Response to Biotic Stress: The Role of Plant Defence Mechanisms [Chapter 9]. In: Koltai, H. dan Kapulnik, Y. (Eds.), *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Pp. 193–207. Springer, New York.
- Rao, A.V. dan Tak, R. 2001. Influence of mycorrhizal fungi on the growth of different tree species and their nutrient uptake in gypsum mine spoil in India. *Applied Soil Ecology*, 17: 279–284
- Ridwan, M., LD Masrul., M.R Tahir dan N. Marlina. 2011. Konservasi *Ex-Situ* Kayu Kuku (*Pericopsis mooniana* Thw) dengan Teknologi Fungi Mikoriza Arbuskula Lokal. Laporan Program Kreativitas Mahasiswa Dikti. Jakarta.
- Ruiz-Lozano, J.M. dan Aroca, R. 2010. Host Response to Osmotic Stresses: Stomatal Behaviour and Water Use Efficiency of Arbuscular Mycorrhizal Plants [Chapter 11]. In: Koltai, H. and Kapulnik, Y. (Eds.). *Arbuscular Mycorrhizas: Physiology and Function*. Pp. 239–256. Springer, New York.
- Said, S., A. Salim., Usman & Safryana. 2011. Uji Efektifitas Fungi Mikoriza Arbuskula (Fma) Indegenous Terhadap Pertumbuhan *Albizia Saponaria* (Laur.) Miq Dan *Albizia Splendens* Miq. Skala Rumah Kaca. Laporan Program Kreativitas Mahasiswa Dikti. Jakarta
- Santiago, G.M., Garcia, Q. dan Scotti, M.R. 2002. Effect of post-planting inoculation with *Bradyrhizobium* sp and mycorrhizal fungi on the growth of Brazilian rosewood, *Dalbergia nigra* Allem. ex Benth., in two tropical soils. *New Forests*, 24: 15–25
- Sharma, M.P., Bhatia, N.P. dan Adholeya, A. 2001. Mycorrhizal dependency and growth responses of *Acacia nilotica* and *Albizia lebbek* to inoculation by indigenous AM fungi as influenced by available soil P levels in a semi-arid Alfisol wasteland. *New Forests*, 21: 89–104
- Smith, S.E. dan Read, D.J. 2008. Mycorrhizal symbiosis. Third ed. Academic Press, New York.

- Soerianegara, I dan Lemmens, R.H.M.J. 1994. *Plant Resources of South-East Asia 5 (1) Timber trees : Major Commercial Timbers*. Prosea. Bogor
- Sprent, J.I. 2009. *Legume Nodulation, A Global Perspective*. Wiley-Blackwell, USA.
- Tuheteru, FD & Husna. 2011. Pertumbuhan dan biomassa *Albizia saponaria* yang diinokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula lokal Sulawesi Tenggara pada media tanah pasca tambang nikel. *Silvikultur Tropika* 02 (03) : 143-148.
- Tuheteru, FD., Husna & A. Arif. 2011b. Respon pertumbuhan dan ketergantungan *Albizia saponaria* (Lour.) Miq terhadap inokulasi Fungi Mikoriza Arbuskula lokal Sulawesi Tenggara pada media tanah pasca tambang nikel. *Berita Biologi* 10 (5) : 605-612.
- Tuheteru, FD., Husna & LD. Alimuddin. 2011a. Respon pertumbuhan dan ketergantungan *Albizia saponaria* (Lour.) Miq terhadap Fungi Mikoriza Arbuskula lokal Sulawesi Tenggara. *Biota* 16 (2) : 252-261.
- UNEP-WCMC. 2007. *Strategies for the sustainable use and management of timber tree species subject to international trade : South East Asia*. UNEP-WCMC. Cambridge, UK.
- van der Heijden, M.G.A., Streitwolf-Engel, R., Riedl, R., Sabine, S., Neudecker, A., Ineichen, K., Boller, T., Wiemken, A. dan Sanders, I.R. 2006. Mycorrhizal contribution to plant productivity, plant nutrition and soil structure in experimental grassland. *New Phytologist*, 172: 739–752.
- Vivas, A., Biro B., Nemeth T., barea J.M and Azcon R. 2006. Nickel-tolerant *Brevibacillus brevis* and arbuscular mycorrhizal fungus can reduce metal acquisition and nickel toxicity effect in plant growing in nickel supplemented soil. *Soil Biology & Biochemistry* 38:2694-2704.
- Wang, B. dan Qiu, Y.L. 2006. Phylogenetic distribution and evolution of mycorrhizas in land plants. *Mycorrhiza*, 16: 299–363.
- Whitmore, T.C., Tantra, I.G.M and Sutisna, U. 1989. *Tree Flora of Indonesia Check List for Sulawesi*. Forest Research and Development Centre, Forestry of Departemen. Bogor.

POTENSI DAN PENYEBARAN SURIAN (*Toona sinensis* Roem.) DI JAWA BARAT

Yoyo Suhaya¹, Aos M. Akyas², Titin Supriatun³, Imam Wahyudi⁴

¹ Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

² Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran

³ Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran

⁴ Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

ABSTRAK

Surian (*Toona sinensis* Roem) merupakan salah satu jenis cepat tumbuh dengan sifat dekoratif (tekstur, kilap dan corak) yang mirip dengan jati. Memiliki corak alur lingkaran tumbuh yang jelas dengan warna permukaan kayu merah kecoklatan. Jenis ini populer dan banyak ditanam di hutan-hutan rakyat di wilayah Jawa Barat. Penelitian ini bertujuan untuk menyusun data potensi dan penyebaran kayu surian di Jawa Barat serta mendeskripsikan kondisi ekologi. Metode pengambilan contoh menggunakan teknik *cluster bertingkat* dengan *Intensitas sampling* (IS) 100% untuk cluster tingkat 1 (seluruh kabupaten yang memiliki / sentra tegakan surian), 30% cluster tingkat 2 yaitu kecamatan, 30% cluster tingkat 3 yaitu desa. Intensitas sampling pada sampel desa terpilih ditentukan sebesar 0.1%. Potensi kayu surian di Jawa Barat (tahun 2010) sebesar 163.877,9 m³ menyebar pada 9 kabupaten dan 52 kecamatan dengan sebaran kondisi ekologi yaitu pada ketinggian 600–1400 m dpl (rata-rata pada 700-1200 m dpl), tipe iklim basah (B) hingga agak kering (E) dan dominan pada tipe iklim agak basah (C), jenis tanah umumnya pada latosol (kandungan liat tinggi).

Kata kunci: *Toona sinensis*, potensi kayu, penyebaran.

I. PENDAHULUAN

Perkembangan jumlah penduduk di Indonesia yang semakin meningkat telah menyebabkan permintaan yang tinggi terhadap bahan baku kayu, baik kayu konstruksi maupun kayu untuk produk dekoratif. Kebutuhan kayu yang tinggi menuntut pengembangan jenis-jenis kayu cepat tumbuh, seperti sengon (*Paraserianthes falcataria*), gmelina (*Gmelina arborea*), mahoni (*Swietenia macrophylla*), surian (*Toona sinensis* Roem) dan lain-lain. Surian merupakan salah satu jenis cepat tumbuh dengan sifat dekoratif (tekstur, kilap dan corak) yang mirip dengan jati. Memiliki corak alur lingkaran tumbuh yang jelas dengan warna permukaan kayu merah kecoklatan. Jenis ini cukup populer dan banyak dikembangkan masyarakat dalam pengembangan hutan rakyat di wilayah Jawa Barat.

Untuk mengetahui seberapa besar potensi kayu surian yang tersedia tentu saja diperlukan pendataan yang akurat. Penelitian ini merupakan penelitian survey yang melakukan pendataan terhadap potensi dan penyebaran surian khususnya di wilayah Jawa Barat. Tujuan dari penelitian ini adalah menyusun data potensi dan penyebaran kayu surian di Jawa Barat serta mendeskripsikan kondisi ekologi.

II. METODE PENELITIAN

Tahapan kegiatan penelitian ini diawali dengan pengumpulan data sekunder untuk mengetahui sebaran geografis dan sebaran ekologi (ketinggian, curah hujan dan jenis tanah), kemudian dilakukan pengambilan sampel untuk memperoleh data potensi kayu di lapangan.

Pengumpulan Data Sekunder

Jenis data sekunder yang dikumpulkan dan dipelajari, antara lain:

- Data Statistik Kabupaten untuk kabupaten terpilih (kabupaten yang memiliki sebaran / sentra penyebaran Surian).
- Statistik Kehutanan Provinsi Jawa Barat dan Statistik Kehutanan per Kabupaten terpilih.

- c. Buku Monografi Kecamatan atau Kecamatan dalam angka, untuk kecamatan terpilih.
- d. Profil desa, untuk desa contoh (desa terpilih).
- e. Data ketinggian tempat / lokasi.
- f. Data curah hujan di Jawa Barat
- g. Data sebaran jenis tanah di Jawa Barat.

Pengumpulan Data Primer

Pengambilan data primer dilakukan dengan cara pengambilan contoh (*sampling*) pada tegakan surian dengan parameter yang diukur di lapangan meliputi: diameter (dbh), tinggi, dan jumlah pohon per ha.

Intensitas pengambilan contoh

Pengambilan contoh menggunakan teknik *cluster* bertingkat. Besarnya *intensitas sampling* (IS) pada masing-masing *cluster* adalah 100 persen atau sensus untuk *cluster* tingkat 1 yaitu Kabupaten/Kota yang memiliki /sentra tegakan surian (seluruh kabupaten yang memiliki/sentra tegakan surian dijadikan sebagai unit sampling), *cluster* tingkat 2 yaitu kecamatan ditetapkan sebesar 30% dan tingkat 3 ditetapkan sebesar 30%. Sedangkan untuk intensitas sampling pada contoh desa terpilih ditentukan sebesar 0.1%.

Penentuan unit sampling

Unit sampling ditentukan berdasarkan metode *cluster* bertingkat. Yang menjadi *cluster* tingkat satu adalah Kabupaten/kota, *cluster* tingkat dua adalah Kecamatan dan *cluster* tingkat tiga adalah Desa.

- (1) Penentuan sampling pada *cluster* tingkat 1 (Kabupaten)
Jumlah Kabupaten yang memiliki tegakan surian di wilayah Jawa Barat berdasarkan data sekunder adalah 10 kabupaten yaitu: Kabupaten Sumedang, Majalengka, Kuningan, Ciamis, Tasikmalaya, Garut, Bandung, Bandung Barat, Cianjur, dan Sukabumi.
- (2) Penentuan sampling pada *cluster* tingkat 2 (Kecamatan)
Penentuan jumlah unit sampling pada *cluster* tingkat dua (kecamatan) berdasarkan IS 30%. Langkah pertama yang dilakukan adalah mengetahui jumlah kecamatan (JK) pada contoh kabupaten yang terpilih, setelah itu menetapkan jumlah unit contoh kecamatan, yaitu: $JK \times 30\%$. Setelah diketahui jumlah unit contoh kecamatan yang akan disampling maka ditentukan secara *purposive* nama kecamatan yang akan disampling dengan pertimbangan potensi tegakan surian yang ada.
- (3) Penentuan sampling pada *cluster* tingkat 3 (Desa)
Unit contoh desa ditentukan berdasarkan jumlah desa berpotensi surian yang ada di kecamatan terpilih. Prosedurnya sama seperti menentukan unit contoh kecamatan. Jumlah unit contoh desa ditentukan dari jumlah desa berpotensi surian di kecamatan terpilih dikali IS (30%). Seperti pada contoh kecamatan, lokasi desa contoh harus tersebar merata pada kelas potensi surian di desa (terwakili desa dengan potensi yang tinggi dan rendah). Pertimbangan lain dalam penentuan lokasi desa contoh adalah tipe distribusi tegakan surian. Dalam hal ini yang menjadi prioritas sebagai desa contoh adalah desa yang memiliki tegakan surian yang mengelompok pada satu hamparan.
Prosedur dalam penentuan unit sampling ini dimulai dengan pengumpulan data sekunder yaitu data penyebaran surian pada masing-masing kabupaten terpilih (berpotensi surian). Data yang harus diketahui meliputi data nama dan jumlah kecamatan dari kabupaten terpilih yang memiliki potensi penyebaran surian, nama dan jumlah desa dari setiap kecamatan terpilih (kecamatan yang memiliki sebaran surian), luas kecamatan terpilih, luas desa terpilih, serta potensi surian dari setiap desa contoh.

Teknik penempatan petak ukur

Petak ukur (PU) berukuran 0,1 ha (25 m x 40 m), ditempatkan pada unit sampling *cluster* tingkat 3 (desa) pada lokasi desa terpilih, dengan intensitas sampling 0,1 %. Apabila kondisi tegakan surian di desa contoh mengelompok pada satu hamparan lahan minimal 4 ha, maka penempatan PU dilakukan secara *systematic random sampling*, dengan jarak antar PU minimal 200 m. Bila tegakan surian yang ada di desa terpencar-pencar dalam satuan populasi (kelompok) yang berukuran kecil maka PU dibuat dengan ukuran 0,1 ha (25 m x 40 m) minimal satu buah.

Langkah-langkah dalam pembuatan Petak Ukur (PU):

1. Menetapkan jumlah Petak Ukur dalam desa contoh yaitu luas tegakan surian dalam satu desa dikali 1% kemudian di bagi 0,1 ha. Luas tegakan surian dalam satu desa didekati dengan data sekunder/ monografi desa atau bila tidak ada melalui wawancara dengan masyarakat/staf di kantor desa.
2. Lokasi yaitu koordinat dan ketinggian PU diukur menggunakan GPS
3. Menentukan lokasi PU berikutnya secara sistematis arah-kiri kanan PU awal, serta depan belakang dengan jarak 200 m (jarak lapang).
4. Data yang dicatat dalam PU meliputi; jumlah pohon, diameter setinggi dada (dbh), tinggi pohon, tinggi bebas cabang, dan umur pohon (bila ada).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi dan Penyebaran Kayu Surian (*Toona sinensis* Roem) di Jawa Barat

Hasil survey dan pengamatan yang dilakukan pada 75 titik petak ukur (PU) yang tersebar pada sembilan kabupaten di Jawa Barat diperoleh data penyebaran kayu surian (*Toona sinensis* Roem) di Jawa Barat. Data potensi dan penyebaran surian Jawa Barat seperti disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 1. Surian di Jawa Barat menyebar pada bagian tengah (dataran tinggi dan pegunungan) wilayah Jawa Barat, mulai dari wilayah bagian timur, yaitu Kabupaten Kuningan hingga wilayah bagian barat, yaitu Kabupaten Cianjur.

Total keseluruhan potensi kayu surian di Jawa Barat berdasarkan data hasil pengamatan dalam penelitian ini (tahun 2010) diketahui sebesar 163.877,9 m³.

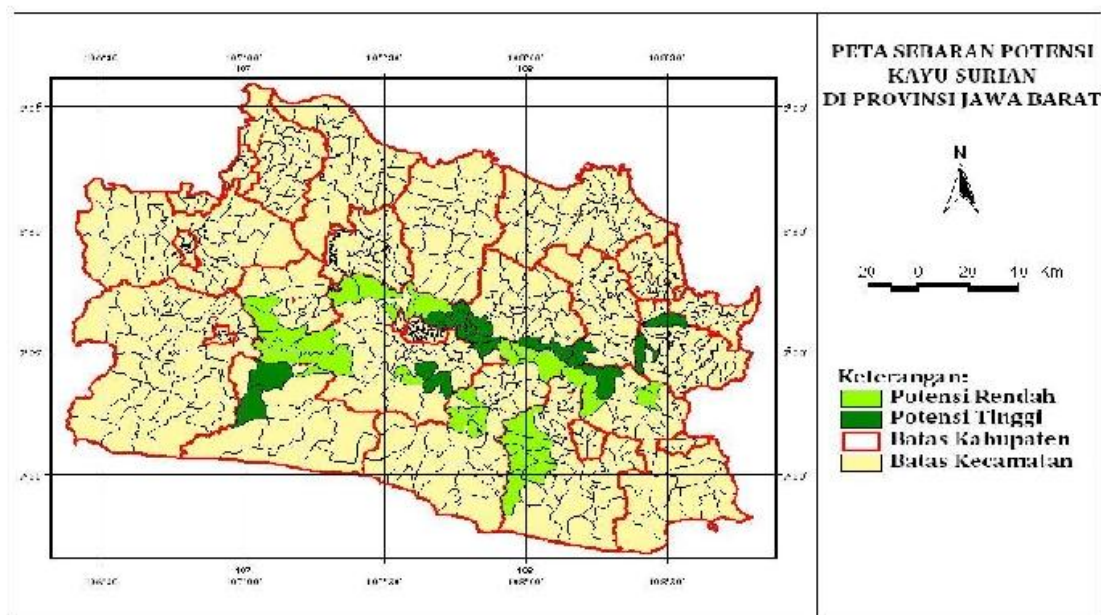
Tabel 2. Sebaran dan potensi kayu surian di Jawa Barat

No	Kabupaten	Potensi (m ³)	Lokasi Kecamatan
1.	Kuningan	6.855,7	Darma, Kadugede dan Cilimus (3)
2.	Ciamis	12.833,1	Cihaurbeuti, Panumbangan, Panjalu, Sukamantri, Rajadesa, dan Jatinegara (6)
3.	Tasikmalaya	17.489,3	Salawu, Sodonghilir, Pager Ageung, Puspa Hiyang, Taraju, Bojong Gambir, dan Cigalontang (7)
4.	Majalengka	243,0	Lemah Sugih (1)
5.	Sumedang	57.510,4	Pamulihan, Cimanggung, Tanjungsari, Sukasari, Jatinangor, Wado, dan Cibugel (7)
6.	Garut	25.556,0	Cisurupan, Bayongbong, Cigedug, Sukaesmi, Samarang, Limbangan, Selaawi, dan Malangbong (8)
7.	Bandung	3.880,5	Pacet, Arjasari, Cimaung, Cicalengka, Cilengkrang dan Cimenyan (6)
8.	Bandung Barat	10.899,4	Lembang, Parongpong, Cisarua, Ngamprah, Gunung Halu Rongga, Cikalong Wetan, dan Cipeundeuy (8)
9.	Cianjur	28.853,5	Kadupandak, Sukanagara, Campaka, Cibeber, Cugenang dan Gekbrong (6)
Total 1 - 9		163.877,9	

Potensi kayu surian terbesar terdapat di Kabupaten Sumedang, sebesar 57.510,4 m³, diikuti oleh Kabupaten Garut dengan potensi sebesar 25.556,0 dan potensi terkecil di Kabupaten Majalengka sebesar 243,0 m³. Beberapa kabupaten lain di wilayah Jawa Barat yaitu Kabupaten Bekasi, Karawang, Subang, Purwakarta, Indramayu, Cirebon, Sukabumi dan Bogor berdasarkan informasi awal dan data sekunder tidak terdapat potensi kayu surian, sehingga dianggap tidak ada potensi. Atau kalau pun ada ternyata setelah dilakukan survey lapangan jumlahnya diabaikan karena potensinya terlalu kecil, contohnya Kabupaten Sukabumi.

Bila diasumsikan daur tebang rata-rata pohon surian adalah 12 tahun maka Jawa Barat setiap tahun dapat mensuplai kayu surian sebanyak 13.656,49 m³. Jumlah ini sepertinya masih sangat kecil bila dibandingkan dengan kebutuhan kayu saat ini. Dengan jumlah penduduk Jawa Barat sebanyak lebih kurang

43 juta jiwa dan kebutuhan perumahan sebanyak 2,9 juta unit dibutuhkan kayu untuk perumahan lebih kurang 9 juta m³ (satu rumah membutuhkan 3-5 m³ kayu). (Pemda Jawa Barat, 2011).



Gambar 2. Peta sebaran potensi surian di Jawa Barat

Di samping sebagai bahan baku pembuatan kusen rumah, pintu, jendela dan perabotan rumah tangga lainnya (meja, kursi, lemari dan lain-lain), beberapa perusahaan kayu saat ini mulai melirik surian sebagai bahan baku venir untuk produk kayu lapis dan LVL (*Laminated Veneer Lumber*). Selain memiliki corak yang menarik, kayu surian diketahui sangat mudah dikupas dan menghasilkan sifat perekatan yang sangat baik (Karliati dan Alamsyah, 2011). Kondisi ini merupakan peluang untuk pengembangan kayu surian ke depan karena memiliki prospek pasar yang cukup baik.

Sebaran Kondisi Ekologi Tanaman Surian di Jawa Barat

Secara ekologi berdasarkan ketinggian, tipe curah hujan dan jenis tanah diketahui bahwa tanaman surian menyebar terutama pada wilayah bagian tengah Jawa Barat yang merupakan dataran menengah hingga dataran tinggi dengan ketinggian antara 600 sampai 1400 m di atas permukaan laut. Tidak ditemukan sebaran surian pada dataran rendah di bawah 500 m dpl atau daerah pesisir pantai. Rata-rata ketinggian dari semua petak ukur (PU) yang dibuat adalah 927 m dpl dengan standar deviasi sebesar 208 m. (Kisaran ketinggian menjadi 719 1.135 dan jika dibulatkan menjadi 700–1200 m dpl).

Ketinggian tempat diketahui berhubungan dengan unsur-unsur curah hujan, suhu, dan konfigurasi lapangan. Semakin tinggi tempat, suhu semakin rendah. Hubungan antara ketinggian dengan suhu digambarkan dengan rumus: $T_{\text{drop}} = 0,5^{\circ}\text{C}/100 \text{ m} = 0,005^{\circ}\text{C}/\text{m}$ (setiap ketinggian naik 100 meter suhu akan berkurang 0,5 °C) (Geiger, 1965 dalam Fritts, 1976). Semakin tinggi tempat maka wilayah konfigurasi lapangnya semakin kasar dan keadaan lerengnya semakin terjal. Lahan pada ketinggian antara 500-1.000 m di atas permukaan laut secara umum mempunyai karakteristik fisik merupakan wilayah peralihan iklim, dari iklim dataran rendah (panas) ke iklim dataran tinggi yang sejuk dan umumnya memiliki curah hujan cukup tinggi. Sedangkan lahan pada ketinggian lebih dari 1.000 m di atas permukaan laut umumnya mempunyai karakteristik fisik dengan topografi berbukit-bukit sampai berlereng terjal dan memiliki udara yang sejuk. Sejauh ini lahan-lahan pada ketinggian ini lebih banyak diarahkan sebagai Kawasan Hutan / Kawasan Lindung dan ditanami pepohonan.

Berdasarkan sebaran tanaman surian yang didapat, jenis ini secara habitat cocok pada ketinggian tempat, yaitu pada dataran tinggi. Ketinggian merupakan faktor yang berpengaruh terhadap pertumbuhan tanaman/ pohon surian. Ketinggian tempat diketahui secara langsung berpengaruh terhadap suhu, kelembaban udara dan banyaknya sinar matahari. Pada tempat yang lebih tinggi suhu udara menjadi lebih

rendah, dengan kelembaban tinggi. Pada tempat yang lebih tinggi atau dataran tinggi sinar matahari juga cenderung lebih sedikit dikarenakan umumnya lebih berawan atau berkabut. Jenis tanaman / pohon yang cocok ditempatkan di daerah tinggi adalah dari kelompok jenis dengan tingkat penguapan yang tinggi walaupun berada pada lokasi dengan potensial evaporasinya rendah. Di dataran tinggi yang iklimnya dingin (suhu rendah), dengan kelembaban yang tinggi dan intensitas cahaya matahari rendah, potensial laju evaporasi menjadi rendah.

Berdasarkan karakteristik kayu diketahui bahwa struktur kayu surian yang memiliki susunan pori tata lingkaran (*ring porous wood*) dapat mengangkut air dalam batang dengan kecepatan yang lebih tinggi dibandingkan struktur kayu dengan pola susunan pori tersebar (Fitter dan Hay, 1987). Fitter dan Hay (1987) menjelaskan bahwa pohon-pohon yang berlubang pori membentuk cincin /ring porous (termasuk beberapa spesies *deciduous*), air bergerak paling banyak pada cincin / lingkaran terluar dari sel-sel pori (pembuluh) yang besar dengan diameter 60-400 μm , yang dibentuk pada musim pertumbuhan. Karena konduktifitas hidraulik yang tinggi pada sel-sel serabut atau pori yang lebar ini, pohon-pohon dengan lubang pori membentuk cincin (pola tata lingkaran) dapat mengangkut air dengan kecepatan yang jauh lebih besar (normalnya antara 15-45 meter per jam) dari pada pohon dengan lubang pori tersebar yang hanya 1-6 meter per jam. Kemampuan evapotranspirasi yang tinggi ini diduga menjadi penyebab surian di Jawa Barat cocok untuk tumbuh dan menyebar di dataran tinggi.

Curah hujan pada lokasi sebaran surian berkisar antara 1.562 – 3.458 mm per tahun. Curah hujan terendah yaitu sebesar 1.562 mm/th pada wilayah Kecamatan Selaawi Kab. Garut, dan curah hujan tertinggi yaitu sebesar 3.458 mm/th pada wilayah Kecamatan Cisarupan Kab. Garut. Dengan melihat kisaran sebaran curah hujan, secara umum surian di Jawa Barat menyebar pada curah hujan yang cukup tinggi yaitu di atas 1500 mm per tahun, diduga dalam pertumbuhannya jenis surian ini membutuhkan banyak air. Berdasarkan tipe sebaran curah hujan (Q%) tanaman surian menyebar pada nilai Q antara 19,28-101,1% atau menyebar pada tipe iklim (Schmidt-Ferguson) pada iklim B (iklim basah) sampai dengan iklim E (agak kering). Sebaran paling banyak adalah pada iklim basah (B) dan iklim agak basah (C).

Berdasarkan peta sebaran jenis tanah di Jawa Barat, surian dapat tumbuh pada jenis-jenis tanah *Latosol* dan *Andosol* (berdasarkan klasifikasi tanah Sistem Dudal-Supraptohardjo) atau order tanah *Inceptisol*, *Ultisol*, *Oxisol*, *Alfisol* dan *Andisol* (USDA Soil Taxonomy). Surian di Jawa Barat paling banyak tersebar pada jenis-jenis tanah *latosol*. Jenis tanah *latosol* diketahui merupakan jenis tanah yang mempunyai distribusi kadar liat tinggi (lebih atau sama dengan 60%) (Hardjowigeno, 1993). Tanah dengan kandungan liat tinggi umumnya mempunyai kemampuan menyerap air yang tinggi. Dengan banyak menyebar pada jenis tanah ini dapat diartikan bahwa surian merupakan jenis tanaman yang membutuhkan banyak air.

Tabel 2. Kondisi Eksisting Variabel Kondisi Ekologi Sampel Kayu Surian

No	Kondisi Ekologi	Nilai	Kriteria / Kelas
1	Ketinggian (m dpl)	700 – 1200	Dataran Tinggi
2	Tipe Hujan (Q%)	25,42 – 101,1	Basah (B) – Agak Kering (E)
<u>Fisik Tanah :</u>			
3	Tebal Topsoil (cm)	30 – 58	-
4	<i>Bulk Density</i> (g/cm ²)	1,05 – 1,29	-
5	Kerapatan Partikel	2,43 – 2,80	-
6	Pori Total (%)	44 – 57	-
7	Kelas Tekstur	Liat $\geq$ 50%	Liat
<u>Kimia Tanah :</u>			
8	pH	4,6 – 5,7	Masam – Agak Masam
9	C-organik (%)	0,87 – 2,22	Sangat Rendah - Sedang
10	N-total (%)	0,07 – 0,19	Sangat Rendah - Rendah
11	Nisbah C/N	12 – 14	Sedang
12	P-potensi (mg/100g)	18 – 266	Rendah – Sangat Tinggi
13	K-potensi (mg/100g)	12 – 57	Rendah - Tinggi
14	P-tersedia (ppm)	1,0 – 18,4	Sangat Rendah - Sedang
15	K-tersedia (ppm)	67 – 552	Sangat Tinggi
16	KTK	7,08 – 13,25	Rendah

Sumber Klasifikasi : Pusat Penelitian Tanah, 1983 dalam Hardjowigeno, S. 2001.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Potensi kayu surian di Jawa Barat (tahun 2010) sebesar 163.877,9 m³ dengan potensi kayu dan penyebaran, yaitu :

1. Kuningan 6.855,7 m³, tersebar di Kecamatan Darma, Kadugede dan Cilimus.
2. Ciamis 12.833,1 m³, tersebar di Kecamatan Cihaurbeuti, Panumbangan, Panjalu, Sukamantri, Rajadesa, dan Jatinegara.
3. Tasikmalaya 17.489,3 m³, tersebar di Kecamatan Salawu, Sodonghilir, Pager Ageung, Puspa Hiyang, Taraju, Bojong Gambir, dan Cigalontang.
4. Majalengka 243,0 m³, tersebar di Kecamatan Lemah Sugih.
5. Sumedang 57.510,4 m³, tersebar pada Kecamatan Pamulihan, Cimanggung, Tanjungsari, Sukasari, Jatinangor, Wado, dan Cibugel.
6. Garut 25.556,0 m³, tersebar di Kecamatan Cisarupan, Bayongbong, Cigedug, Sukaresmi, Samarang, Limbangan, Selaawi, dan Malangbong.
7. Bandung 3.880,5 m³, tersebar di Kecamatan Pacet, Arjasari, Cimaung, Cicalengka, Cilengkrang dan Cimenyan.
8. Bandung Barat 10.899,4 m³, tersebar di Kecamatan Lembang, Parongpong, Cisarua, Ngamprah, Gunung Halu Rongga, Cikalong Wetan, dan Cipeundeuy.
9. Cianjur 28.853,5 m³, tersebar di Kecamatan Kadupandak, Sukanagara, Campaka, Cibeber, Cugenang dan Gekbrong.

Kondisi ekologi sebaran surian pada ketinggian 600–1400 m dpl (rata-rata pada 700-1200 m dpl), tipe iklim basah (B) hingga agak kering (E) dan dominan pada tipe iklim agak basah (C), jenis tanah umumnya pada latosol (kandungan liat tinggi).

SARAN

Data potensi melalui survey sampling pada hutan rakyat memiliki kelemahan dikarenakan sebaran surian pada hutan rakyat sangat bervariasi baik kerapatan tegakan maupun variasi umur tanaman, dan lokasi lebih bersifat spot-spot kecil. Untuk memperoleh data yang lebih akurat untuk data hutan rakyat dibutuhkan kerjasama dengan pemerintahan seluruh desa di Jawa Barat supaya dapat memasukkan data potensi kayu dalam monografi desa.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitter A.H., and R.K. Hay. 1987. Environmental Physiology of Plants. Academic Press. Harcourt Brace Javanovich, Publisher. London. 423p
- Fritts. 1976. Tree Ring and Climate. Academic Press. London-New York- San Francisco.
- Harjowigeno, S. 1993. Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademi Pressindo. Jakarta. 274 hal.
- Karliati, T. dan E.M. Alamsyah. 2011. Surian (*Toona sinensis* Roem) Sebagai Alternatif Bahan Baku Produk Rekatan Kayu Masa Depan (II) : Laminated Veneer Lumber (LVL). Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) 2011. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Pemda Jabar. 2011. Jawa Barat Masih Butuh Banyak Rumah Layak. <http://www.jabarprov.go.id/index.php/subMenu/informasi/berita/detailberita/252>. [18 Juni 2011]

KORELASI GENOTIPIK DAN FENOTIPIK ANTARA KARAKTER MORFOLOGI DENGAN KARAKTER KAYU SURIAN

Yayat Hidayat¹ dan Yoyo Suhaya²

^{1,2}Program Studi Rekayasa Kehutanan, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB
email: yayat@sith.itb.ac.id, yoyo@sith.itb.ac.id

ABSTRACT

Study of genetic variation of surian (*Toona sinensis* Roem) is still limited on small scale populations, especially on forest plantation. The genetic information is needed for tree improvement program. In the research of genetic variation, generally focus only morphological traits without concern on wood traits. It is important to know what kind relationship among morphological traits and wood traits. The wood density, fiber length, fiber diameter and lumen diameter are most important wood traits to consider in the tree improvement program. Their properties can be predicted by morphological properties, if they are significant correlation among them. This research was done aiming at determining genetic correlation and phenotypic correlation among morphological traits and wood traits. As many 40 mother trees of surian were sampled from four seed stand population in Java. The correlation analysis was done on the morphological traits (stem and canopy) and wood traits (wood density, fiber length, fiber diameter and lumen diameter) via multivariate analysis and analysis of covariance using Minitab 15 program. The result showed that there are some morphological characters (canopy and trunk) have significant genotypic and phenotypic correlations with the wood characters, namely hardness and thick bark. These characters can be used to predict the quality of wood and used as selection criteria in order to get quality of wood.

Key words: *Toona sinensis*, genetic correlation, phenotypic correlation

I. PENDAHULUAN

Surian (*Toona sinensis* Roem) merupakan jenis pohon menggugurkan daun (*deciduous trees*), famili Meliaceae yang berpotensi sebagai substitusi kayu jati. Kelebihan dari kayu surian adalah memiliki berat yang ringan serta awet sehingga sangat cocok untuk digunakan pada bangunan-bangunan bertingkat tinggi, karena dapat mengurangi beban pada bangunan tersebut. Kayu surian lebih tahan terhadap serangan penggerek batang misalnya *marine borer attack*, oleh karena itu kayu surian sering digunakan untuk bahan perkapalan (*ship*) (Heyne, 1987). *T. sinensis* juga potensial untuk digunakan sebagai pestisida pembasmi hama boktor (Hidayat dan Kuvaini, 2005a); penghambat penyebaran sel-sel kanker ovarium (Chang *et al.*, 2006); dan antioxidant (Wang *et al.*, 2007). Senyawa bermanfaat yang terkandung dalam daun surian antara lain: *triterpenes*, *phenolic* (Edmonds and Staniforth, 1998), *flavonoids*, *anthraquinones* (Luo *et al.*, 2001), *kaempferol*, *quercetin*, *rutin*, *catechin*, *linoleic acid* (Tsai *et al.*, 2001).

Informasi variabilitas genetik surian sangat diperlukan untuk program pemuliaan pohon surian agar dapat berjalan terarah dan efektif. Informasi tersebut dapat dikumpulkan dari serangkaian data riset. Hingga saat ini penelitian mengenai variasi genetik surian di Indonesia masih belum banyak dilakukan. Penelitian variasi genetik pada populasi uji keturunan surian hasil eksplorasi di Pulau Jawa telah dilakukan Hidayat (2010) dengan menggunakan marka RAPD (*Randomized Amplified polymorphic DNA*). Hasilnya menunjukkan bahwa diversitas genetik surian sebesar 24.5 %. Nilai diversitas genetik tersebut lebih rendah dari hasil yang dilakukan oleh Wang *et al.* (2008) yang meneliti keragaman genetik surian dari 26 populasi di daratan China.

Kualitas kayu dapat ditentukan dari sifat fisik dan dimensi seratnya, tergantung kepada tujuan pemakaian kayunya. Untuk tujuan pemakaian kayu pertukangan, sifat kerapatan kayu merupakan aspek terpenting, sedangkan untuk pulp sifat dimensi serat yang lebih penting. Menurut Zobel dan Talbert (1984) perbedaan kerapatan antar pohon di dalam satu tegakan umumnya terjadi secara genetik, sedangkan perbedaan kerapatan kayu antar provenans umumnya dikendalikan oleh faktor lingkungan kecuali untuk beberapa kondisi ekstrim. Panjang sel secara umum dikontrol oleh genetik dan merupakan genetik adaptif. Hasil-hasil penelitian menunjukkan adanya korelasi yang kuat

antara kerapatan kayu dengan sifat mekanis, kekerasan, ketahanan abrasi dan nilai kalor (Kollmann dan Cote, 1968).

Menduga kualitas kayu dari karakter morfologi pohon berdiri adalah sangat penting, namun karakter morfologi apa yang memiliki korelasi yang kuat dengan sifat kayu belum banyak diketahui. Secara teoritis kuat lemahnya korelasi genetik dan fenotipik antara karakter morfologi dan kualitas kayu dapat dianalisis secara statistik. Korelasi ini penting untuk menentukan karakter morfologi penting (karakter kunci) dalam menduga kualitas kayu. Sifat kayu yang sering diukur untuk menilai kualitas kayu antara lain kerapatan dan dimensi serat (panjang, tebal dan lebar lumen). Kerapatan, panjang dan tebal serat diduga berpengaruh kuat terhadap kekuatan kayu (Zobel dan Talbert, 1984). Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakter morfologi penting yang dapat dijadikan sebagai karakter kunci untuk menduga kualitas kayu surian. Informasi ini sangat berguna untuk melakukan seleksi karakter unggul pada pohon induk surian untuk pembangunan sumber benih berkualitas.

II. METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon induk surian dari empat populasi tegakan benih yang telah disertifikasi oleh Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Jawa Madura, yaitu Tegakan benih Terseleksi (TBS) Jatinangor, Tegakan Benih Teridentifikasi (TBI) Kendal, TBI Sumedang dan TBI Tasikmalaya. Dari setiap populasi sumber benih tersebut diambil sampel masing-masing 10 pohon induk, untuk pengukuran karakter batang, tajuk, sifat fisik kayu dan dimensi seratnya. Pengukuran karakter morfologi terdiri atas karakter batang dan tajuk. Metode pengukuran karakter morfologi batang dan daun tersebut mengacu kepada Hidayat 2010. Karakter batang yang diukur meliputi: tinggi total, tinggi bebas cabang, diameter batang, kekekaran batang, tebal kulit, kelurusan, tinggi dan lebar banir serta volume batang. Karakter tajuk yang diukur meliputi: panjang dan lebar tajuk, jumlah cabang pembentuk tajuk, sudut percabangan tajuk, panjang dan lebar daun, dan panjang petiol.

Pengambilan sampel kayu dilakukan terhadap sepuluh pohon induk surian yang sama saat pengukuran karakter morfologi. Pengambilan sampel kayu dilakukan dengan metode pengeboran menggunakan bor riap tanpa harus menebang pohon. Sampel kayu tersebut kemudian diukur kerapatan dan dimensi seratnya. Kerapatan kayu dihitung dari massa per volume kayunya dalam kondisi kering tanur. Pengukuran dimensi serat meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding sel, dilakukan dengan metode Kasmudjo (1998). Proses pemisahan serat (*maserasi sel*) dilakukan menurut metode *Franklin* (Nawawi, 1997). Penilaian kualitas serat untuk tujuan bahan pulp mengacu kepada standar rasio Runkel (Runkel, 1952) dan dokumen LPHH no 75 (LPHH, 1996).

Analisis data diawali dengan analisis korelasi Pearson terhadap pasangan karakter morfologi (batang dan tajuk) dengan karakter kualitas kayu (sifat fisik dan dimensi serat). Pasangan karakter yang memiliki korelasi kuat dan secara statistik signifikan, dianalisis lebih lanjut untuk menduga nilai koefisien korelasi genotip (r_g) dan koefisien korelasi fenotipnya (r_f) melalui *multivariate analysis of variance* (MANOVA). Nilai r_g dan r_f dari karakter yang berpasangan dihitung menggunakan rumus korelasi sederhana menurut Singh dan Chaudary (1979). Uji signifikansi menggunakan uji t menurut Singh dan Chaudhary (1979). Proses analisis data menggunakan program MINITAB versi 15 (Minitab® Inc., 2006).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil analisis korelasi Pearson terhaap 120 pasangan karakter antara karakter morfologi (20 karakter) dan karakter kayu (6 karakter), diperoleh 11 pasangan memiliki korelasi yang signifikan (Tabel 1.). Hanya dua karakter daun yang memiliki korelasi signifikan dengan sifat kayunya yaitu karakter panjang tajuk (PTJ) dan rasio panjang dan lebar daun (RPLD). Pada karakter morfologi batang, terapat 4 karakter yang memiliki korelasi signifikan dengan sifat kayu yaitu karakter diameter batantg (DBH), kekokohan batang (RTD), tebal kulit batang (TKB) dan lebar banir (LBB). Karakter morfologi batang tersebut memiliki korelasi dengan sifat susut tangensial (StT), kerapatan kayu (KrK), panjang serta (PjS), diameter serat (DmS), diameter lumen (DmL) dan tebal dinding serat (TdS).

Tabel 1. Korelasi antar sifat morfologi dan kualitas kayu yang memiliki nilai korelasi Person signifikan.

No	Korelasi antar dua karakter		Nilai korelasi Pearson	
	Karakter morfologi	karakter kayu	r	p-value
1.	Diameter batang (DBH)	Diameter serat (DmS)	0.338*	0.033
2.	DBH	Diameter lumen (DmL)	0.353*	0.026
3.	Kekekaran batang (RTD)	Panjang serta (PjS)	-0.394*	0.012
4.	RTD	DmS	-0.427**	0.006
5.	RTD	DmL	-0.427**	0.006
6.	Tebal kulit batang (TKB)	Kerapatan kayu (KrK)	0.333*	0.036
7.	TKB	DmS	0.545**	0.000
8.	TKB	DmL	0.549**	0.000
9.	Lebar banir (LBB)	Susust tangensial (StT)	-0.335*	0.035
10.	Panjang tajuk (PTj)	Tebal dinding serat (TdS)	-0.409**	0.009
11.	Rasio panjang lebar daun (RPLD)	DmS	-0.328*	0.039

Keterangan: * menunjukkan signifikan pada selang kepercayaan 95%

** menunjukkan sangat signifikan paa selang kepercayaan 99%.

Adanya korelasi yang signifikan antara beberapa pasangan karakter mengindikasikan bahwa terdapat korelasi yang kuat antara karakter morfologi dengan karakter kualitas kayunya. Perubahan yang terjadi pada karakter morfologi tertentu akan diikuti oleh perubahan karakter kayunya, pada pasangan karakter yang memiliki nilai korelasi yang signifikan. Untuk mengetahui apakah terjadi korelasi genotipik dan korelasi fenotipik yang signifikan pada sebelas pasangan karakter tersebut maka dianalisis dengan analisis kovarian menurut Singh an Chaudary (1979) hasilnya ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Korelasi fenotip dan genotip antara karakter morfologi dengan sifat kayu surian

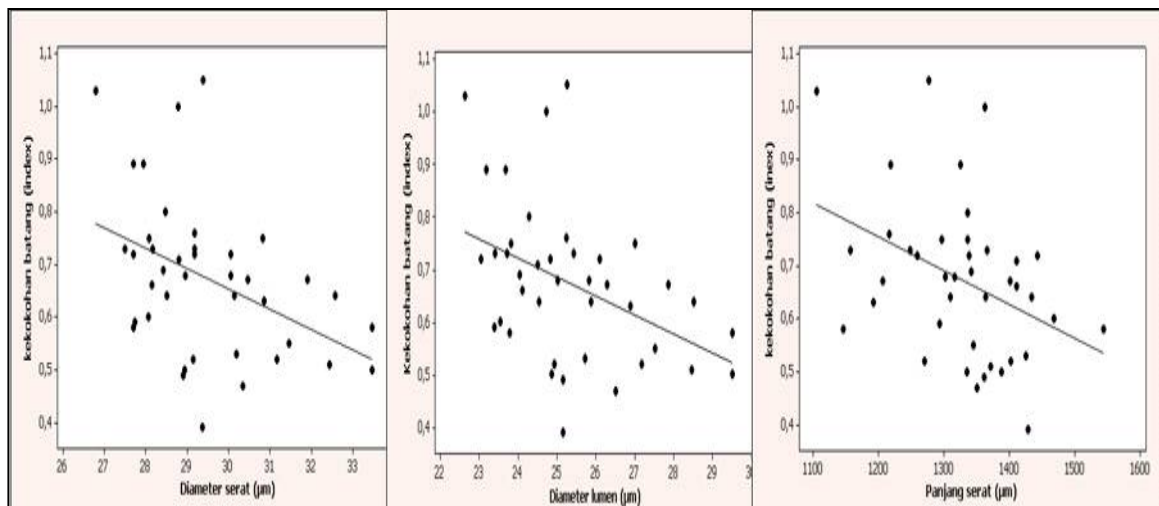
No.	Korelasi antara dua karakter		Nilai koefisien korelasi	
	karakter morfologi	karakter kayu	r_g	r_f
1.	Diameter batang (DBH)	Diameter serat (DmS)	-0.08	0.18
2.	DBH	Diameter lumen (DmL)	-0.06	0.20
3.	Kekokohan batang (RTD)	Panjang serta (PjS)	-0.77**	-0.64**
4.	RTD	DmS	-0.50**	-0.42**
5.	RTD	DmL	-0.45**	-0.42**
6.	Tebal kulit batang (TKB)	Kerapatan kayu (KrK)	0.92**	0.45**
7.	TKB	DmS	0.66**	0.51**
8.	TKB	DmL	0.37*	0.41**
9.	Lebar banir (LBB)	Susust tangensial (StT)	-0.30	-0.27
10.	Panjang tajuk (PTj)	Tebal dinding serat (TdS)	0.38*	-0.15
11.	Rasio panjang lebar daun (RPLD)	DmS	-0.46**	-0.44**

Keterangan: * menunjukkan signifikan pada selang kepercayaan 95%

** menunjukkan sangat signifikan paa selang kepercayaan 99%.

Hasil analisis korelasi genotipik dan fenotipik antara karakter morfologi batang dan tajuk dengan karakter kayu surian menunjukkan terdapat dua karakter pertumbuhan batang yang memiliki hubungan yang signifikan dengan karakter kayunya yaitu karakter kekokohan batang (RTD) dan tebal kulit batang (TKB). Kekokohan batang merupakan nilai rasio antara tinggi batang dengan diameternya pada kondisi ideal. Kekokohan batang memiliki hubungan yang bersifat negatif dengan panjang serat, diameter serat serta diameter lumen (Gambar 1).

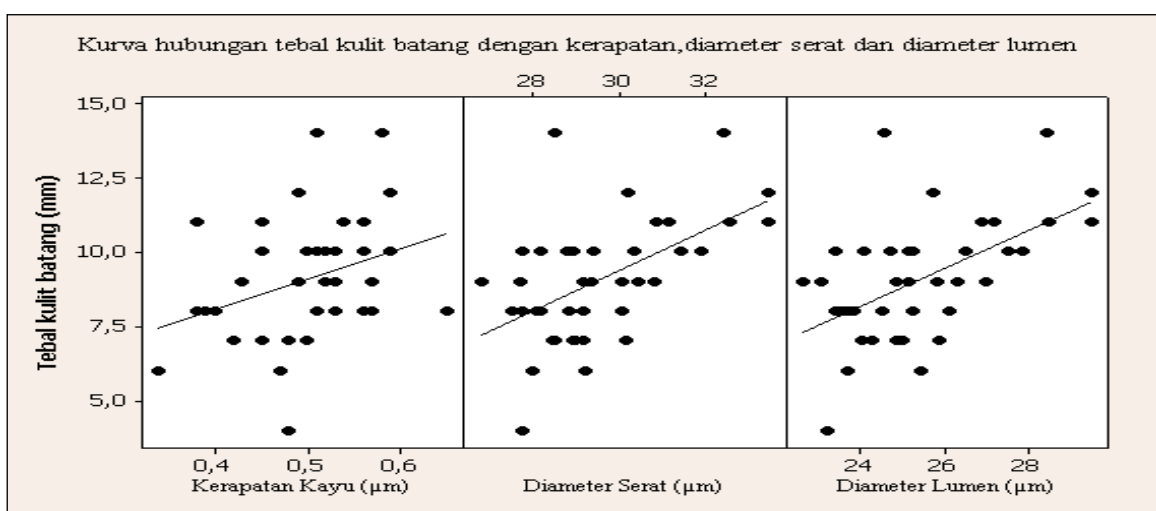
Pada kondisi RTD lebih besar dari kondisi ideal berarti pertumbuhan dipacu ke arah tinggi bukan ke arah diameter batang. Kondisi ini sering terjadi pada saat tanaman muda (pembibitan). Jika RTD terlalu besar maka kondisi batang menjadi tidak kokoh, tumbuh melengkung tidak mampu menahan beban tajuk dan terpaan angin. Jika RTD terlalu besar berarti proses pembelahan sel berlangsung cepat sedangkan proses elongasi sel atau serat kayu tidak maksimal, sehingga serat kayu yang dihasilkan akan lebih pendek serta dengan diameter serat dan lumen lebih kecil.



Gambar 1. Hubungan antara karakter kekokohan batang dengan karakter diameter serat (kiri), diameter lumen (tengah) dan panjang serat (kanan)

Hubungan antara kekokohan batang dengan dimensi serat kayu surian bersifat negatif dan nyata artinya jika nilai kekokohan batang semakin rendah maka dimensi sel akan semakin bertambah. Hal tersebut menunjukkan adanya mekanisme internal dari pohon pada saat kondisi kurang menguntungkan bagi pertumbuhan. Informasi ini sangat berharga untuk melakukan seleksi terhadap karakter dimensi serat yang diinginkan melalui manipulasi karakter morfologi RTD. Menurut Zobel dan Talbert (1984), karakter tinggi dan diameter batang merupakan karakter kuantitatif yang mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungannya. Namun ketika karakter tersebut ditransformasi ke dalam rasio tinggi dan diameter memiliki korelasi genotipik yang sangat nyata dan searah dengan dimensi serat. Dimensi serat kayu lebih dikendalikan oleh faktor genetik daripada lingkungannya.

Tebal kulit batang (TKB) memiliki nilai korelasi genotipik yang sangat tinggi serta nilai korelasi fenotipik yang sedang dengan karakter kerapatan kayu. Hubungan keduanya bersifat positif. Semakin tebal kulit batang semakin tinggi kerapatan kayunya. Tebal kulit batang juga mempunyai hubungan yang bersifat positif dan sangat nyata dengan karakter diameternya, serta nyata dengan diameter lumennya. Semakin tebal kulit batang maka diameter serat dan lumen pada kayunya semakin besar pula (Gambar 2).



Gambar 2. Hubungan antara tebal kulit batang dengan kerapatan kayu, diameter serat dan diameter lumen.

Pohon surian memiliki karakter tebal kulit batang yang relatif tipis dan beralur dalam. Kulit batang merupakan hasil proses pembelahan sel kambium ke arah luar (floem), sedangkan kayu merupakan hasil pembelahan sel ke arah dalam (xylem). Perbandingan kecepatan pembelahan floem dan xylem adalah 1 : 6 (Daniel, *at. all*, 1989). Apabila pembelahan floem meningkat maka laju pembelahan xylem menurun. Akumulasi pembelahan floem akan menyebabkan kulit kayu semakin tebal sedangkan sel-sel pada kayu (serat) termanipulasi akibat tekanan kulit sehingga membentuk kerapatan kayu lebih tinggi.

Karakter morfologi tajuk yang penting hubungannya dengan kualitas serat adalah karakter rasio panjang dan lebar daun (RPLD). Karakter RPLD merupakan parameter pseudo kuantitatif. Karakter RPLD memiliki korelasi genotipik dan fenotipik yang tidak searah dan sangat signifikan dengan karakter diameter serat. Semakin besar nilai RPLD semakin kecil ukuran diameter serat. Pada kondisi RPLD yang tinggi, daun surian memiliki bentuk daun yang lebih ramping dan panjang, sedangkan pada RPLD rendah bentuk daunnya lebih membulat. Dengan demikian dapat diduga bahwa pohon surian yang memiliki bentuk daun lebih membulat diameter seratnya akan lebih besar.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa terdapat beberapa karakter morfologi yang mempunyai korelasi genotipik dan fenotipik yang sangat erat dan searah dengan karakter kayu, yaitu karakter kekokohan batang, tebal kulit batang, dan rasio panjang-lebar daun. Karakter tersebut dapat digunakan untuk menduga kerapatan kayu dan dimensi serat serta dapat dimanfaatkan untuk kriteria seleksi tidak langsung.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Rektor Institut Teknologi Bandung, yang telah memberikan dana penelitian, sehingga penelitian ini dapat terlaksana.

DAFTAR PUSTAKA

- Chang H.L., Hsu H.K., Su J.H., Wang P.H., Chung Y.F., Chia Y.C., Tsai L.Y., Wu Y.C. and Yuan S.F. 2006. The fractionated *toona sinensis* leaf extract induces apoptosis of human ovarian cancer cells and inhibits tumor growth in a murine xenograft model. *Gynecol. Oncol.* 102:309-314
- Daniel, T.W., Helms, J.A., and Baker. F.S. 1992. *Prinsip-Prinsip Silvikultur*. Gajamada University Press. Yogyakarta. 651p.
- Edmonds J.M and Staniforth M. 1998. *Toona sinensis* : Meliaceae Curtiss Botanical Magazine 15: 186-193
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan Berguna Indonesia*. Pusat Peneliti dan Pengembangan Departmen Kehutanan. Jakarta.
- Hidayat, Y. 2005a. Kefektifan Ekstrak Daun Surian (*Toona sinensis*) dalam Pengendalian Larva Boktor (*Xystrocera festiva*. Pascoe). *Jurna Agrikultura* 16 (2) : 133-136. Volume 16, Nomor 2. Fakultas Pertanian Universitas Padjadjaran. Bandung.
- Hidayat, Y. 2005b. *Tree Improvement Strategy of Surian (Toona sinensis. Roem) : Preliminary result*. J. Wanamukti Forestry. 3 (2) : 103-109
- Hidayat, Y. 2010. Morphological Variation of Surian (*Toona sinensis* Roem) Candidate Plus Trees Collected from Community Forest Populations in West Java and Central Java. *Prosiding Promoting Biodiversity, Rainforest Protection, and Economic Development in Indonesia*. Editors: I. Z. Siregar, W. Lorenz, Despal. The German DAAD Alumni Workshop. pp 57-67.
- Kasmudjo. 1998. Cara Penentuan Proporsi Tipe Sel dan Dimensi Sel Kayu. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM.
- Lembaga Penelitian Hasil Hutan Bogor. 1976. Laporan No. 75. LPHH. Bogor.
- Lemmens, R.H.J., I. Soerianegara and W.C. Wong. 1995. *Plant Resources of South-East Asia 5. (2) Timber trees : Minor commercial timbers*. Prosea. Bogor. pp 492-498
- Luo, X.D., Wu, S.H., Ma, Y.B., and Wu, D.G. 2001. Studies on chemical constituents of *Toona sinensis*. *Chinese Traditional and Herbal Drugs* 32: 390-391

- Nawawi, D.S. 1997. Persiapan, Pemasakan an Pengujian Pulp. Jurusan Teknologi Hasil Hutan . Fakultas Kehutanan IPB. Tidak dipublikasikan.
- Sass, J.E. 1961. Botanical Microtechnique. The IOWA State University Press. Iowa.
- Singh, R.K. and Cahudhary, B.D. 1979. Biometrical Methods in Qunatitative Genetic Analysis . Kaylan Publisher Idiana New Delhi.
- Tsai I.L., Jeng Y.F., Duh C.Y. and Chen I.S. 2001. Cytotoxic consituants from the leaves of *Litsea akoensis*. Chinesse Pharm. J. 53:291-301
- Wang K. J., Yang C.R. and Zhang Y.J.. 2007. Phenolic antioxidants from Chinese toon (fresh young leaves and shoots of *Toona sinensis*) . Food Chem. 101: 365-371
- Wang W.y, Geng C.H. Zhang Y.L., Shi X. and Ye J.N. 2007. CEED separation and determination of seasonal content variants of some active ingredients in *Toona sinensis* (A. Juss). Roem leaves. Chromatographia 66: 697-701
- Zobel, B and Talbert, J. 1984. *Applied Forest Tree Improvement*. John Willey and Sons. New York.

UJICoba MODEL REHABILITASI MANDIRI

Asmanah Widiarti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi
Jln. Gunung Batu No. 5 Bogor

ABSTRAK

Sudah kita ketahui bersama, kondisi sumber daya alam dan lingkungan di Indonesia saat ini dalam keadaan yang memprihatinkan, meskipun kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan telah berlangsung lebih dari lima dasawarsa. Beberapa pihak bahkan mengungkapkan kegagalan, luas lahan kritis lebih besar dibandingkan laju keberhasilan rehabilitasi lahan dan hutan. Hal ini diantaranya disebabkan pelaksanaan kegiatan rehabilitasi yang umumnya bersifat *top down* atau instruksi dan bersifat keproyekan sehingga masyarakat diperlakukan sebagai sasaran proyek bukan sebagai mitra pemerintah. Namun di tengah keprihatinan semakin menyusutnya luas tutupan hutan di Jawa, hutan rakyat swadaya berkembang luas melebihi luas tutupan hutan negara. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan model alternatif rehabilitasi lahan dan mengetahui sejauh mana kemampuan masyarakat melaksanakan kegiatan rehabilitasi lahan secara mandiri dan bagaimana tingkat keberhasilannya. Penelitian ini dilakukan melalui penelitian aksi (*action reseach*) yaitu dengan membangun plot uji coba model rehabilitasi mandiri oleh 2 (dua) kelompok tani di Kabupaten Sukabumi. Pendekatan yang digunakan dalam uji coba rehabilitasi mandiri adalah dari bawah ke atas atau *bottom up* dan bersifat partisipatif, dimulai dari perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi kegiatan rehabilitasi. Kegiatan penelitian aksi ini mendapat respon sangat baik dari masyarakat. Persen hidup tanaman di atas 75 % dan pertumbuhannya juga cukup baik. Kegiatan rehabilitasi mandiri ini diharapkan menjadi model alternatif rehabilitasi lahan dan mampu mengurangi beban pemerintah dalam upaya mengurangi lahan kritis.

Kata kunci: hutan rakyat, kelompok tani, proyek, kegiatan, rehabilitasi lahan

I. PENDAHULUAN

Sudah kita ketahui bersama, kondisi sumber daya alam dan lingkungan di Indonesia saat ini dalam keadaan yang memprihatinkan, dalam sepuluh tahun terakhir laju degradasi hutan mencapai hingga 3,8 juta hektar per tahun (MKI, 2004). Sementara di Jawa Barat laju degradasi hutan antara 45 - 60 ribu hektar per tahun (BKSDA Jawa Barat, 2010 dalam Anonim, 2010). Hal ini menyebabkan kawasan tutupan hutan di Jawa Barat diperkirakan hanya tinggal 10 % dari yang semula sebesar 22,5 % dari luas daratan total. Tanda-tanda adanya degradasi hutan sering kita saksikan bersama dengan terjadinya banjir berulang kali di musim penghujan dan di musim kemarau dengan semakin berkurangnya ketersediaan air akibat menyusutnya sumber air di permukaan tanah dan sumber air di bawah tanah (Junaedi, 2007). Hal ini berkaitan dengan pendapat Soemarwoto (1992), dimana hutan berperan menaikkan laju resapan air ke dalam tanah sehingga mengurangi risiko banjir dan meningkatkan cadangan air tanah. Jadi secara umum, hutan sangat berperan untuk stabilisasi dan optimalisasi aliran air.

Kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan telah berlangsung melewati masa yang panjang, yakni lebih dari lima dasawarsa silam, dimulai dari pencanangan Gerakan penghijauan (tahun 1951), Proyek INPRES Penghijauan dan Reboisasi (tahun 1970), Program Sengonisasi di tahun 1990), lalu dilanjutkan dengan GERHAN (2003) dan yang saat ini sedang berjalan adalah program KBR (2010). Luas lahan kritis di dalam dan di luar kawasan hutan di tahun 2000 masih tercatat seluas 23,24 juta ha dan pada 2006 bertambah menjadi 30,19 juta ha (Renstra Kemenhut: 2010-2014 dalam Al. (2011). Berbagai persepsi muncul terhadap keberhasilan kegiatan rehabilitasi hutan dan lahan, bahkan dikatakan Nawir dkk, (2005) keberhasilannya masih diragukan. Nyatanya laju bertambahnya luas lahan kritis lebih besar dibandingkan laju keberhasilan rehabilitasi lahan dan hutan.

Di tengah keprihatinan semakin menyusutnya luas tutupan hutan di Pulau Jawa, hutan rakyat berkembang luas, dan menurut data tahun 2003 terdapat 1.151.000 ha (RLPS, 2004) dan pada tahun 2009 meningkat menjadi 2.531.403,55 ha. Luasan tersebut setara dengan 19,17 % dari daratan Pulau Jawa, dan lebih besar dari luasan hutan negara (BPKH XI, 2009). Selanjutnya diinformasikan bahwa 80% dari luas hutan rakyat tersebut merupakan hasil swadaya masyarakat (Djayapertjunda, 2003).

Hasil pembelajaran dari keberhasilan hutan rakyat swadaya masyarakat, ternyata kunci utamanya adalah masyarakat dalam hal ini petani, yang terlibat secara penuh mulai dari perencanaan, pilihan jenis pohon, penanaman dan petani sungguh-sungguh memelihara serta memonitor pertumbuhannya. Faktor – faktor inilah diantaranya yang mempengaruhi keberhasilan pertumbuhan tanaman pada pembangunan hutan rakyat secara swadaya masyarakat. Hal ini mengisyaratkan bahwa masyarakat memiliki kemampuan untuk melakukan rehabilitasi lahan (Widiarti dan Sukaesih, 2005).

Selama ini program-program yang dilakukan pemerintah termasuk rehabilitasi hutan dan lahan, umumnya pelaksanaannya bersifat *top down* atau instruksi (Darwo *et al*, 2005) dan bersifat keproyekan sehingga masyarakat diperlakukan sebagai sasaran proyek bukan sebagai mitra pemerintah dalam menanggulangi lahan kritis (Awang, 2005). Kondisi ini menyebabkan program-program rehabilitasi lahan di beberapa daerah mengalami kegagalan atau bahkan dilaporkan gagal. Beberapa hal diantaranya disebabkan bibit kurang cukup umur tanam, bibit tanaman yang diberikan tidak sesuai dengan keinginan masyarakat, bibit rusak saat pengangkutan, penanaman tidak tepat waktu dll. (Gintings, 2005).

Pemerintah sudah mengeluarkan dana cukup besar untuk kegiatan rehabilitasi, dengan standar biaya per hektar yang semakin meningkat dari tahun ke tahun, sementara jumlah luas lahan kritis juga meningkat terus, maka tidak mungkin dapat diatasi oleh dana yang berasal pemerintah saja. Untuk mendukung program pemerintah dalam merehabilitasi lahan kritis khususnya yang terdapat di luar kawasan, maka diperlukan model alternatif rehabilitasi lahan kritis dengan pendekatan yang lain, yaitu yang bersifat *bottom up* dan partisipatif (Sumarsono, 1996). Dengan pendekatan ini perencanaan rehabilitasi lahan dimulai dari petani dan kelompok tani secara partisipatif. Hasilnya diharapkan dapat mengurangi tingkat kegagalan dan meningkatkan partisipasi masyarakat dalam rehabilitasi lahan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana kemampuan masyarakat melaksanakan kegiatan rehabilitasi lahan secara mandiri dan bagaimana tingkat keberhasilannya.

II. METODE PENELITIAN

Pendekatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penelitian aksi (*action research*) uji coba rehabilitasi mandiri. Pengambilan sampel lokasi dipilih secara sengaja (*purposive*) (Singarimbun dan Sofian, 1982) yaitu di Desa Buniwangi dan Desa Sampora, Kecamatan Pelabuhan Ratu, Kabupaten Sukabumi, untuk memudahkan pengamatan karena letaknya tidak terlalu jauh dari Bogor. Kegiatan uji coba rehabilitasi mandiri diselenggarakan bekerja sama dengan petani sebagai peserta, pemerintahan desa, Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Sukabumi dan Lembaga Swadaya Masyarakat (LSM) Latin. Waktu penelitian selama 3 tahun yaitu antara 2006-2008. Untuk mendukung dan memfasilitasi keseluruhan proses pelaksanaan rehabilitasi mandiri tidak membentuk kelembagaan yang baru melainkan memanfaatkan kelompok tani yang sudah ada namun sudah tidak aktif lagi. Petani sebagai peserta dari desa Buniwangi tergabung dalam Kelompok Tani Mandiri Wangi dan dari Desa Sampora dalam Kelompok Tani Mahoni. Peserta adalah warga masyarakat yang memiliki lahan kritis, usia berkisar 25-45 tahun yang bermukim di desa. Adapun penanggung jawab kegiatan adalah kepala desa setempat.

Prosedur kerja uji coba rehabilitasi mandiri terdiri dari : 1) kegiatan *Participatory Rural Appraisal* (PRA), 2). pembinaan/penguatan kelembagaan kelompok tani, 3) pelatihan persemaian untuk meningkatkan kemampuan petani khususnya dalam menghasilkan bibit tanaman kayu-kayuan yang berkualitas, 4) penyiapan lahan penanaman, 5) pemberian insentif pemeliharaan tanaman, 6) monitoring dan evaluasi pelaksanaan dan persen tumbuh tanaman dan pertumbuhan tanaman, 7) sosialisasi dan diskusi hasil uji coba rehabilitasi mandiri.

Bibit yang dihasilkan dari pelatihan persemaian selanjutnya ditanam pada lahan masing-masing peserta. Untuk keberhasilan tanaman di lapangan, kepada peserta diberikan insentif untuk pemeliharaan tanaman yang besarnya didiskusikan bersama demikian juga termin atau waktu pemberian insentif diputuskan melalui kesepakatan bersama.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam tulisan ini yang akan dibahas adalah lebih kepada alur proses kegiatan uji coba model rehabilitasi mandiri dengan menggunakan pendekatan dari bawah ke atas (*bottom up approach*) dan

dilakukan secara partisipatif mulai dari perencanaan, pelaksanaan hingga evaluasi oleh petani masyarakat sesuai dengan prosedur tahapan kerja di lapangan.

Participatory Rural Apraisal (PRA)

Langkah awal dalam kegiatan uji coba rehabilitasi mandiri adalah melakukan *Participatory Rural Apraisal* (PRA) dan diskusi terbuka berkaitan dengan hal-hal sebagai berikut :

- Sosialisasi manfaat dan pentingnya merehabilitasi lahan dan hutan
- Pemilihan jenis pohon yang diinginkan masyarakat dan secara bersama-sama menentukan yang paling sesuai dengan pertimbangan biofisik- ekologis lahan, persyaratan tumbuh, social, ekonomi dan budaya.
- Penetapan komitmen pemeliharaan tanaman dan kesepakatan besarnya insentif biaya pemeliharaan tanaman, serta menentukan termin atau waktu pemberian insentif. Komitmen dan kesepakatan dibuat secara profesional dengan menghadirkan saksi dan ditandatangani masing-masing peserta dan diketahui kepala desa. Keprofesionalan diharapkan berpengaruh terhadap kepuasan kedua belah pihak dan mendukung kualitas kerja yang baik untuk lebih menjamin keberhasilan RHL.
- Inventarisasi luasan lahan yang harus direhabilitasi dan jumlah bibit yang dibutuhkan.

Pembinaan/Penguatan Kelembagaan Kelompok Tani

Seperti diuraikan di awal, dalam kegiatan uji coba rehabilitasi mandiri ini tidak membentuk kelompok tani baru melainkan memanfaatkan kelompok tani yang pernah ada, namun sudah lama vakum atau tidak ada kegiatan. Pembinaan dan penguatan kelembagaan dilakukan oleh penyuluh dari Dinas Kehutanan setempat dan LSM Latin. Pendekatan yang digunakan lebih menggali potensi modal sosial yang ada di masyarakat, yaitu diantaranya menumbuhkan kerjasama atau budaya gotong royong dan berusaha memecahkan masalah dengan cara musyawarah. Selain itu kelompok tani diajak untuk lebih menggali potensi-potensi ekonomi dari sumberdaya yang ada di desa untuk dikembangkan.

Pelatihan Pembuatan Persemaian

Dalam kegiatan rehabilitasi, salah satu penentu keberhasilannya adalah tersedianya bibit yang berkualitas. Oleh karena itu diperlukan peningkatan pengetahuan petani dalam hal persemaian agar mampu membuat bibit yang berkualitas. Pelatihan pembuatan persemaian dilakukan selama 3 hari (1 hari teori, 2 hari praktek di lapangan). Persemaian dibangun secara gotong royong dan selanjutnya persemaian akan menjadi milik kelompok. Sedangkan bibit yang dihasilkan dari pelatihan pembuatan persemaian dimanfaatkan untuk penyediaan bibit bagi rehabilitasi lahan di wilayah yang bersangkutan dan bila memungkinkan selanjutnya untuk dijual. Tenaga pelatih untuk pembuatan persemaian didatangkan yang sudah profesional. Jenis tanaman yang dicoba pembibitannya adalah jenis pilihan yang sudah diputuskan saat PRA, terdiri dari jenis kayu-kayuan dan buah-buahan, yang mana diantaranya untuk kayu-kayuan adalah sengon, mahoni, suren dan manglid, sedangkan untuk buah-buahan adalah duriann dan petai.

Hasil pelatihan persemaian cukup menggembirakan dari rencana dihasilkan sebanyak ± 5000 bibit ternyata realisasinya menjadi > 9000 bibit. Hal ini disebabkan jumlah bibit yang dihasilkan dari pelatihan ternyata cukup tinggi (persen hidup $> 85\%$ dimana semula hanya diperhitungkan persen hidup 50%). Keberhasilan persemaian tidak lepas dari minat petani yang cukup tinggi, sehingga persemaian dirawat dengan baik. Setelah bibit cukup umur selanjutnya ditanam oleh masing-masing peserta sesuai dengan kebutuhan bibit untuk luasan lahan yang akan direhabilitasi.

Penyiapan Lahan Penanaman

Penyiapan lahan dilakukan oleh peserta, sebelumnya diberikan percontohan cara penyiapan lahan dengan teknik penanaman menurut kaidah teknik silvikultur yang dipandu oleh penyuluh lapang. Dengan model ini waktu penanaman dapat dilakukan lebih tepat waktu dan sesuai dengan kondisi iklim wilayah setempat. Dengan model ini untuk lokasi lahan kritis yang sangat jauh sukar dijangkau menjadi lebih mudah karena lokasi persemaian dibangun di wilayah yang bersangkutan sehingga kualitas bibit tetap terjaga. Selama ini bibit sering diterima dalam kondisi rusak akibat pengangkutan bibit.

Volume kegiatan uji coba rehabilitasi mandiri memang sebaiknya tidak terlalu besar, karena akan lebih baik apabila dilakukan secara bertahap sedikit demi sedikit agar hasilnya dapat optimum dan sesuai harapan. Volume yang terlalu besar cenderung menyulitkan dalam melakukan pengawasan baik dari segi keberhasilan

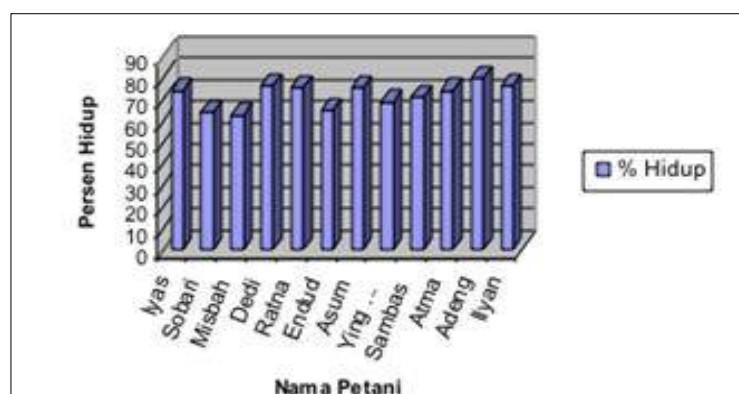
tanaman dan evaluasi terhadap keberhasilan kegiatan rehabilitasi (Nawir *et al.*, 2008). Dengan model ini, status kepemilikan lahan dan tanaman lebih akurat karena dibuat komitmen dengan masyarakat secara professional.

Pemberian Insentif Pemeliharaan Tanaman

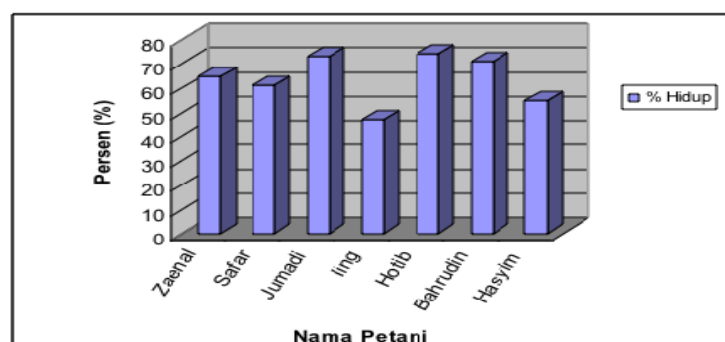
Kegiatan pemeliharaan tanaman penting dilakukan karena diantaranya merupakan factor kunci keberhasilan tanaman di lapangan. Besarnya insentif pemeliharaan dilakukan melalui proses diskusi yang cukup terbuka dan semua dipersilahkan mengungkapkan pendapatnya. Hal ini agar tidak terjadi kekecewaan dan berakibat pada kegagalan pertumbuhan tanaman di lapangan. Dari hasil kesepakatan, besarnya insentif untuk biaya pemeliharaan tanaman sebesar Rp.1500,- /pohon dan diberikan dalam 3 termin (per 6 bln) yaitu 40% setelah tanaman 6 bulan, 30% setelah tanaman 1 tahun dan 30% setelah tanaman berumur 1,5 tahun.

Monitoring dan Evaluasi Pelaksanaan dan Persen Tumbuh Tanaman dan Pertumbuhan Tanaman

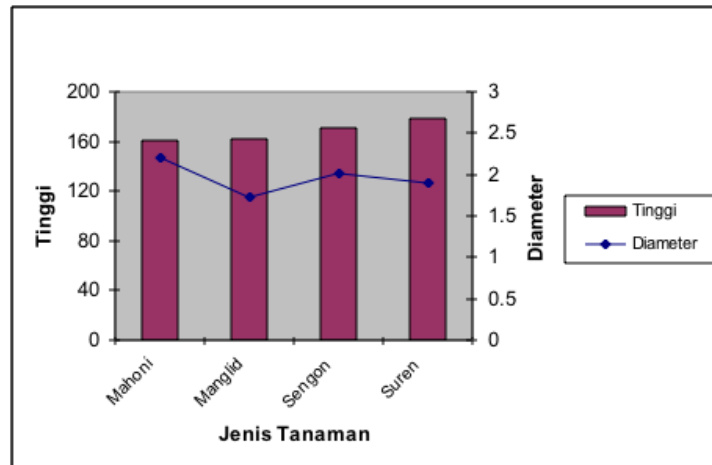
Evaluasi pertumbuhan tanaman dilakukan secara bersama-sama, untuk memudahkan karena cukup banyak peserta dengan satuan pemilikan lahan yang sempit maka dikelompokkan dalam blok penanaman satu hamparan. Dalam satu blok dipilih seorang penanggung jawab. Evaluasi pertumbuhan dilakukan secara bersama-sama oleh peserta dalam blok masing –masing, selanjutnya dilaporkan kepada ketua kelompok tani dan diketahui oleh kepala desa. Rata-rata persen hidup dan pertumbuhan tanaman hasil rehabilitasi mandiri pada masing-masing blok untuk Kelompok Tani Mandiri Wangi dan Kelompok Tani Mahoni Sampora setelah tiga kali pengamatan (umur tanaman satu setengah tahun) dapat dilihat pada Grafik 1, 2 dan 3.



Grafik 1. Persen hidup tanaman KT Mandiri Wangi setelah 18 bulan di lapangan.



Grafik 2. Persen hidup tanaman KT Mahoni Sampora setelah 18 bulan



Grafik 3. Rata-rata Tinggi dan Diameter tanaman Rehabilitasi Mandiri Umur 18 bulan

Dari hasil evaluasi yang dilakukan secara bersama, nampak persen tumbuh dan pertumbuhan tanaman menunjukkan hasil yang cukup baik yaitu untuk persen hidup tanaman mencapai diatas 75 % demikian juga tampilan tanaman menunjukkan pertumbuhan cukup baik. Diharapkan setelah tanaman berumur lebih dari satu setengah tahun di lapangan kondisinya lebih stabil dan mengindikasikan keberhasilan pertumbuhan tanaman rehabilitasi mandiri.

Sosialisasi Dan Diskusi Hasil Uji Coba Rehabilitasi Mandiri

Setelah selesai kegiatan uji coba rehabilitasi mandiri yaitu berlangsung selama 3 tahun, hasilnya disosialisasikan di tingkat kabupaten. Hal ini dimaksudkan agar mendapat masukan dari berbagai pihak untuk penyempurnaan model rehabilitasi mandiri. Kegiatan penelitian aksi ini diharapkan dapat menjadi model alternative rehabilitasi lahan di luar kawasan. Hasil sosialisasi uji coba rehabilitasi mandiri adalahnya diperoleh keunggulan sebagai berikut :

1. Jenis tanaman dipilih secara bersama-sama oleh masyarakat berdasarkan pertimbangan ekologis, ekonomi dan sosial.
3. Kualitas bibit lebih prima baik dari segi kecukupan umur dan ukuran bibit.
4. Waktu penanaman lebih tepat waktu dan dengan teknik penanaman yang baik.
5. Pemilihan lokasi lahan yang akan direhabilitasi lebih akurat dan fair
6. Evaluasi pertumbuhan tanaman dilakukan bersama-sama, sehingga tidak ada manipulasi laporan keberhasilan.
7. Dengan menggali modal social yang ada di masyarakat, biaya rehabilitasi lahan lebih murah.
8. Masyarakat lebih diberdayakan dan dapat menjadi mitra pemerintah dalam kegiatan rehabilitasi lahan.
9. Model ini bisa menjadi model perencanaan bersifat *bottom up* dan bersifat partisipatif mulai dari kegiatan perencanaan, pelaksanaan hingga evaluasi dan berjenjang mulai dari tingkat petani, kelompok tani, desa, kecamatan dst kabupaten dan provinsi hingga menjadi perencanaan nasional.

Dengan model rehabilitasi mandiri, masyarakat memiliki akses yang sama mulai dari perencanaan, pelaksanaan sampai dengan evaluasi dan monitoring. Melalui pendekatan *bottom up* dan menggali modal social yang ada, masyarakat mampu meningkatkan partisipatif masyarakat dalam kegiatan rehabilitasi lahan. Disamping itu masyarakat mampu menyediakan bibit yang berkualitas dan tingkat keberhasilan tanaman di lapangan lebih tinggi. Di masa yang akan datang diharapkan model ini akan mampu mengurangi beban pemerintah dalam upaya mengurangi lahan kritis.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Rehabilitasi lahan mandiri ini merupakan pendekatan lain kegiatan rehabilitasi lahan dan hutan yang selama ini dilakukan, yaitu dari keproyekan menjadi gerakan pengembangan potensi ekonomi yang berbasis sosial dan ekologi, dengan memanfaatkan dan mengembangkan modal sosial-budaya yang dimiliki masyarakat (gotong royong) dan pemberdayaan masyarakat serta mempermudah akses kelola masyarakat dalam pengelolaan dan pemanfaatan kegiatan rehabilitasi lahan.
2. Perencanaan dari bawah (*bottom up*), model rehabilitasi mandiri, merupakan usaha rehabilitasi yang didasari atas data dan informasi yang sebenarnya dibutuhkan di lapangan karena kegiatannya mulai dari perencanaan, kesepakatan aturan, pelaksanaan dan pemantauannya dilakukan secara bersama-sama oleh petani. Selanjutnya secara berjenjang dari petani, kelompok tani di tingkat desa, tingkat kecamatan, tingkat kabupaten hingga provinsi. Mekanisme ini dapat dimanfaatkan dalam rangka perencanaan, pelaksanaan dan evaluasi rehabilitasi lahan tingkat nasional.

Saran

Saat ini pengembangan modal sosial, pemberdayaan masyarakat dan penggalan potensi pengembangan ekonomi petani harus menjadi perhatian penyuluh lapangan sebagai pendamping untuk penguatan kelembagaan dan peningkatan kapabilitas masyarakat. Sehubungan dengan itu penyediaan jumlah dan kualitas penyuluh kehutanan perlu mendapat perhatian Kementerian Kehutanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Al. 2011. Optimalkan Penyuluh Untuk Sukseskan Gerhan. Rumusan Diskusi Diskusi Panel “Menyongsong Peningkatan Gerakan Indonesia Menanam Pohon” pada 9 Agustus 2011 di Manggala Wanabakti, Jakarta. Sumber : <http://agroindonesia.co.id>. Diunduh 5 Juli 2012.
- Anonim. 2010. Ratusan Ribu Hektare Lahan di Jawa Barat Kritis. Sumber : <http://www.tempo.co>. 16 Desember 2010. Diunduh 21 Juni 2011.
- Awang, S. A. 2005. Petani, Ekonomi dan Konservasi. Aspek Penelitian dan Gagasan. Pustaka Hutan Rakyat. Debut Press. Yogyakarta.
- Balai Pemantapan Kawasan Hutan (BPKH) XI. 2009. XI. Sumber: <http://dishutbun-banten.com/>. Diakses 6 Mei 2011.
- Darwo, A.P. Tampubolon dan A. Sukmana. 2005. Hasil Evaluasi Tanaman Gerhan di DTA Danau Toba Provinsi Sumatera Utara. Prosiding Ekspose Hasil-Hasil Penelitian Balai Litbang Kehutanan Sumatera tahun 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor
- Djajapertjunda, S. 2003. Pengembangan Hutan Milik di Jawa. ALQAPRINT Jatinangor. Bandung.
- Direktorat Bina Usaha Perhutanan Rakyat. 2004. Data Potensi Hutan Rakyat. Direktorat Jenderal Rehabilitasi Lahan dan Perhutanan Sosial. Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Gintings, A.Ng. 2005. Kajian peraturan perundang-undangan Gerhan dan Implikasi Teknis di lapangan. Presentasi pada “ National Workshop Review of Rehabilitation Initiatives : Lesson from the past di Cifor, Bogor 22-23 Febuari 2005. Bogor.
- Junaedi, D. 2007. Kritisnya Rehabilitasi lahan kritis. Pikiran Rakyat, 14 Oktober 2007. Sumber : <http://www.pikiran-rakyat.com>. Diunduh 5 Juli 2012.
- Majalah Kehutanan Indonesia, 2004. “Pemantapan Pengelolaan Kawasan Hutan” Melengkapi 5 Target Sukses Menteri Kehutanan 2005-2009. (Editorial). Edisi VII/2004. Pusat Informasi Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta.
- Nawir, A.A., Murniati, L. Rumboko. 2008. Rehabilitasi Hutan di Indonesia, Akan kemanakah arahnya setelah lebih dari tiga dasawarsa ?. CIFOR. Gramedia. Jakarta.
- Singarimbun, M. dan E. Sofian, 1982. Metoda Penelitian Survei. LP3ES. Jakarta.
- Soemarwoto. 1992. Indonesia dalam kancah isu global lingkungan global/Otto Soemarwoto. Gramedia. Jakarta.

- Sumarsono, A. 1996. Perencanaan Pembangunan Daerah Secara Partisipatif guna Kesejahteraan Rakyat. Sumber : <http://www.scribd.com>. Diunduh 15 Juli 2005.
- Widiarti, A dan Sukaesih. 2005. Karakteristik Kebun Campuran. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Vol. II No. 6/ 2005. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam. Bogor.

PERSEPSI MASYARAKAT NELAYAN TENTANG PENTINGNYA PELESTARIAN KAWASAN KONSERVASI

Emi Roslinda dan Uke Natalina

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura; Jalan Imam Bonjol Pontianak
email: eroslinda71@gmail.com; ukenatalina@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini menekankan pada persepsi masyarakat nelayan akan pentingnya kawasan konservasi. Pendekatan partisipatif menggunakan kategorisasi diterapkan pada masyarakat di Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS), Kalimantan Barat. Temuan menunjukkan bahwa 'sungai' adalah kategori sumberdaya alam yang paling penting bagi masyarakat nelayan. Ini merupakan tempat mereka mencari nafkah dan untuk peningkatan kesejahteraan baik secara langsung maupun tidak langsung. 'Sungai' memiliki nilai-nilai warisan dan berisi begitu banyak sumberdaya untuk dihargai dan secara nyata berguna sebagai tempat bagi ikan. Untuk masa depan, 'sungai' diprediksi akan tetap penting bagi masyarakat lokal terutama untuk hasil ikan. Nilai 'sungai' yang luar biasa dibandingkan dengan jenis sumberdaya alam lainnya dalam menyediakan berbagai macam barang dan jasa sangat dihargai. Selain itu, nilai sumberdaya alam lainnya, seperti hutan tetap dianggap penting. Namun, nilainya lebih kecil dibanding sungai. Ini memungkinkan untuk mempertimbangkan perbaikan dalam pengelolaan sumberdaya alam yang lebih baik dan juga melindungi nilai-nilai lokal.

Kata kunci: Persepsi, kawasan konservasi, pendekatan partisipatif, TNDS

I. PENDAHULUAN

Masyarakat melayu merupakan mayoritas penghuni dari kampung-kampung nelayan yang ada di dalam kawasan Taman Nasional Danau Sentarum (TNDS), dan mereka sudah hidup di daerah ini sebelum Danau Sentarum ditetapkan sebagai kawasan konservasi. Selain masyarakat melayu, terdapat pula masyarakat dayak iban yang tinggal di dalam kawasan, dan keduanya bergantung pada sumberdaya alam untuk mata pencaharian mereka (Aglionby 1996; Harwell 1997). Masyarakat melayu memanfaatkan sumberdaya perairan yang ada di TNDS untuk mata pencaharian mereka dan hampir secara eksklusif bergantung pada sumberdaya perikanan. Sementara masyarakat dayak lebih banyak memanfaatkan sumberdaya hutan.

Danau Sentarum ditetapkan sebagai kawasan yang dilindungi dimulai pada tahun 1982, yaitu sebagai Suaka Margasatwa dengan SK No 757/Kpts/Um/10/1982. Tahun 1994, Danau Sentarum ditetapkan sebagai Kawasan *Ramsar*. Dan pada tahun 1999 melalui SK No 34/Kpts-II/1999 Danau Sentarum ditetapkan sebagai taman nasional. Penetapan Danau Sentarum sebagai kawasan konservasi didasarkan pada keunikan area serta keanekaragaman hayati yang terkandung didalamnya.

Penetapan Danau Sentarum sebagai kawasan konservasi telah merubah kondisi sumberdaya alam dan posisi masyarakat yang tinggal di dalam kawasan dalam memanfaatkan sumberdaya alam yang ada. Sebelumnya masyarakat merupakan pengelola dan memang masyarakat adalah pengelola sesungguhnya di kawasan ini (Colfer *et al.* 1999; Dennis *et al.* 2001; Indriatmoko 2008; Wadley *et al.* 2010). Masyarakat membagi wilayah perairan di dalam wilayah-wilayah kerja yang dikelola dan dikuasai oleh kampung-kampung nelayan tertentu. Penetapan sebagai kawasan konservasi merampas semua hak kelola yang ada. Situasi ini menjadi tekanan pada sumberdaya alam yang ada di Danau Sentarum, yang saat ini telah terkena masalah klasik 'ekonomi vs konservasi'. Masalah ini khususnya yang berkaitan dengan wilayah kerja masyarakat yang dianggap menjadi kendala dalam usaha perlindungan, pengawetan dan pemanfaatan (terbatas) yang diemban oleh suatu kawasan konservasi. Hal ini diperparah dengan arus desentralisasi, dimana pihak Pemerintah Daerah (Pemda) menganggap kawasan konservasi merupakan lahan untuk dapat meningkatkan Pendapatan Asli Daerah (PAD), sehingga kemudian timbul konflik dalam pengelolaan TNDS.

Terjadinya degradasi sumberdaya alam yang ada di TNDS, menunjukkan tidak berhasilnya usaha konservasi. Tidak berhasilnya usaha konservasi yang bersifat sentralisasi, *top-down*, implementasi kebijakan dan peraturan perundang-undangan tentang sumberdaya alam yang seragam, serta tidak melibatkan masyarakat lokal dan pemangku kepentingan lainnya (Roslinda *et al.* 2012), tampaknya merupakan faktor yang mempersulit usaha konservasi di TNDS. Banyak penelitian yang telah dilakukan di TNDS, namun tampaknya belum memberikan manfaat bagi pihak pengelola dan pembuat keputusan untuk menggunakan data tersebut. Terlebih lagi bagi masyarakat lokal. Banyak pihak yang berkepentingan dengan TNDS belum mengetahui dan memahami apa pentingnya sumberdaya alam dan kawasan TNDS bagi masyarakat lokal.

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk memahami persepsi masyarakat lokal khususnya nelayan yang tinggal di Seksi Pengelolaan Taman Nasional (SPTN) Semitau mengenai kebutuhan dan kepentingan mereka pada sumberdaya alam yang ada di TNDS dengan menggunakan metode skoring. Penelitian ini mencoba melihat nilai-nilai yang dimiliki oleh masyarakat lokal yang mungkin belum diketahui oleh pihak luar dan diharapkan hasilnya dapat dipergunakan sebagai rekomendasi dalam pelaksanaan konservasi melalui partisipasi masyarakat lokal.

II. METODE PENELITIAN

Persepsi yang dimaksud dalam penelitian ini adalah yang berkaitan dengan konsep nilai dan kepentingan. Nilai pada penelitian ini adalah pandangan-pandangan masyarakat lokal terhadap sumberdaya alam. Kepentingan adalah segala sesuatu yang berhubungan dengan apa yang sedang dinilai dan lebih menekankan pada penilaian relatif dan bersifat subjektif. Ini berarti bergantung pada pengetahuan dan pengalaman pribadi seseorang. Ketika melakukan penilaian, lebih ditekankan pada konsep 'nilai umum', 'manfaat' (bermanfaat, sangat bermanfaat) dan 'kepentingan' (penting, sangat penting) bukan nilai yang berkaitan dengan harga. Metode yang digunakan adalah melalui pendekatan partisipasi yang bertujuan agar responden dapat berpartisipasi selama penelitian dilakukan. Penilaian dilakukan dengan pengkategorisasian dari apa yang dinilai menjadi tiga tingkatan yaitu kurang, ya, dan sangat, sebagai contoh di kepentingan menjadi kurang penting, penting dan sangat penting.

Lokasi penelitian adalah TNDS yaitu di Seksi Pengelolaan Taman Nasional (SPTN) II Semitau yang terletak pada 00°42' - 00°53' LU dan 111°55' - 112°7' BT dengan luas sekitar 48.514,6 ha. Tiga desa dipilih sebagai lokasi penelitian dari 5 desa yang ada di SPTN Semitau. Pemilihan desa dilakukan secara sengaja dengan pertimbangan di tiga desa tersebut terdapat kampung-kampung nelayan permanen yang telah memiliki rukun nelayan dan aturan nelayan dalam pemanfaatan sumberdaya alam sungai dan danau. Desa Laut Tawang diwakili oleh Kampung Kenelang, Desa Sekulat diwakili oleh Kampung Pengembung dan Desa Dalam diwakili Kampung Tekenang.

Pengumpulan data primer dilakukan melalui wawancara dengan menggunakan kuisioner. Selanjutnya, data-data tersebut ditabulasi dan dianalisis secara deskriptif. Berdasarkan nilai yang diperoleh dari jawaban kuisioner. Kemudian dilakukan wawancara dengan tokoh masyarakat seperti ketua rukun nelayan dan tetua desa untuk meyakinkan kembali hasil dari nilai dan kepentingan yang telah diperoleh.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pentingnya sungai bagi masyarakat nelayan danau sentarum

Sungai merupakan tipe lahan terpenting bagi masyarakat nelayan (Tabel 1), baik secara langsung maupun tidak langsung. Sungai bermanfaat secara langsung karena menyediakan berbagai jenis ikan yang dapat dikonsumsi, sumber air rumah tangga dan merupakan sumber mata pencaharian utama masyarakat. Sedangkan manfaat sungai secara tidak langsung yaitu sebagai urat nadi kehidupan dan perekonomian, sarana transportasi utama bagi masyarakat di dalam kawasan TNDS. Hutan dinilai penting oleh masyarakat nelayan karena hutan merupakan wilayah adat masyarakat berupa kerinan (merupakan tanah/lokasi yang berupa genangan air menyerupai kolam alam tempat berkumpulnya ikan di saat musim kemarau), tempat budidaya madu (masyarakat di Danau Sentarum melakukan budidaya madu hutan dengan meletakkan tikung di dahan-dahan pohon di hutan), dan juga sebagai sumber pemenuhan kebutuhan bahan material bangunan, konstruksi perahu, dan bahan peralatan lainnya. Untuk tipe lahan-lahan yang lain seperti bekas

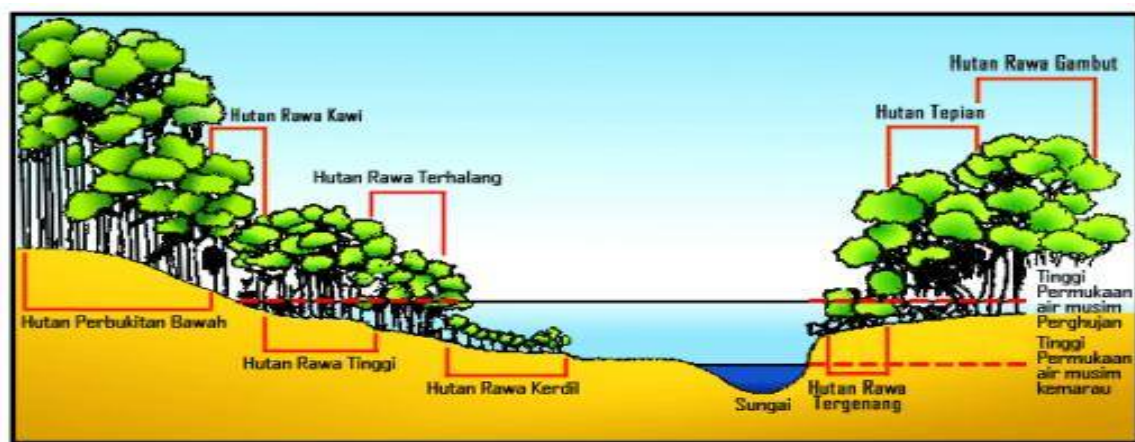
perkampungan dan ladang dinilai kurang penting karena saat ini tidak memberikan manfaat; sementara perkampungan dan kebun dinilai penting karena memberikan manfaat bagi masyarakat.

Tabel 1. Nilai kepentingan untuk tipe-tipe lahan pada masyarakat TNDS

Desa	Tipe-tipe lahan					
	Kampung	Bekas Kampung	Kebun	Ladang	Sungai	Hutan
Laut Tawang	Penting	Kurang	Penting	Kurang	Sangat	Penting
Sekulat	Penting	Kurang	Penting	Kurang	Sangat	Penting
Dalam	Penting	Kurang	Penting	Kurang	Sangat	Penting

Masyarakat Desa Laut Tawang menilai pentingnya danau lindung (kerinan lubang) di wilayah sungai (perairan), yang merupakan lokasi yang tepat untuk pengembangan areal konservasi *in-situ* dari spesies endemik Kalimantan yaitu siluk merah (*Scleropages formosus*) sebagai suatu hal yang sangat bermanfaat terutama bagi perekonomian masyarakat. Sementara itu di Desa Sekulat menilai pentingnya sungai sebagai penghasil ikan baik untuk konsumsi dan sumber mata pencaharian, karena selain dijual dalam bentuk ikan segar di desa ini telah menghasilkan hasil olahan ikan berupa kerupuk kering dan kerupuk basah yang terkenal di wilayah kabupaten di sekitarnya (Kabupaten Kapuas Hulu dan Kabupaten Sintang). Masyarakat Desa Dalam juga menilai bahwa sungai sangat berperan dalam menopang kehidupan mereka, baik dari hasil ikannya juga sebagai alat penghubung masyarakat yaitu sebagai sarana transportasi. Sebagai sarana transportasi sungai, masyarakat merasa perlu melakukan perlindungan terhadap sungai dan hutan di daerah hulunya. Karena jika air kering, biaya transportasi masyarakat bisa menjadi dua sampai tiga kali lebih besar. Untuk itu sungai-sungai ini telah mereka lindungi dengan peraturan adat yang dimiliki oleh setiap kampung nelayan. Peraturan adat telah membantu upaya-upaya pelaksanaan perlindungan sungai, agar tidak terjadi pemanfaatan yang berlebihan, seperti penggunaan alat tangkap tertentu dan lain-lain. Bahkan di Kenelang telah dirancang untuk pengukuhan danau lindung untuk konservasi siluk merah sebagai cadangan masa depan. Di samping sebagai penghasil ikan, sungai juga merupakan sumber penyediaan air untuk kebutuhan rumah tangga bagi semua desa-desa di dalam kawasan TNDS. Walaupun saat penelitian dilakukan diakui bahwa kualitas air di TNDS sudah sangat menurun, dikarenakan degradasi lingkungan dan hutan yang terjadi di daerah yang lebih hulu.

Hutan juga merupakan lahan yang memiliki nilai penting bagi masyarakat setelah sungai. Hutan merupakan tempat ikan jenis tertentu berkembang biak (*sprawning ground*), hutan merupakan tempat masyarakat membudidayakan lebah madu secara tradisional, hutan sebagai sumber berbagai bahan baku : kayu, tanaman obat, kayu bakar, dan lain-lain. Di TNDS secara keseluruhan terdapat tujuh tipe hutan (Gambar 1), yang masing-masing memberikan manfaat yang berbeda bagi masyarakat. Walaupun mempunyai nilai yang sangat penting bagi masyarakat, tapi di masyarakat melayu tidak memiliki aturan adat yang mengatur dalam pemanfaatan dan pengelolaan hutan. Berbeda dengan masyarakat dayak, yang juga merupakan penduduk (minoritas) di dalam kawasan TNDS. Masyarakat dayak memiliki aturan tentang pemanfaatan dan pengelolaan hutan.



Gambar 1. Profil dan tipe hutan di kawasan TNDS [sumber: Data Statistik Balai TNDS, 2011]

Masyarakat nelayan di SPTN Semitau pada umumnya hanya berprofesi sebagai nelayan, hanya sedikit dari masyarakat yang memiliki ladang dan kebun sehingga nilai kebun kurang penting dibanding hutan dan sungai. Walaupun secara umum masyarakat menyatakan kebun itu penting, karena melihat hasil kebun karet ternyata menjanjikan, dari yang sudah mengusahakannya terlebih dahulu. Sementara itu nilai kurang penting diperoleh dari ladang karena memang masyarakat melayu/nelayan tidak begitu ingin mengusahakannya, apalagi 3 tahun terakhir, ladang-ladang di dalam kawasan TNDS mengalami gagal panen.

Norma sosial masyarakat nelayan Danau Sentarum

Norma sosial mengacu pada aturan formal dan informal dalam pemanfaatan barang milik bersama dan akan memfasilitasi tindakan kolektif (Narayan & Cassidy 2001; Putnam *et al.* 1993). Norma sosial dan nilai-nilai dapat dianggap sebagai regulator untuk apa yang dianggap sebagai benar dan salah dalam masyarakat (Coleman 1990) yang dapat mempengaruhi perilaku individu (Agrawal & Gibson, 1999). Dalam konteks kebijakan lingkungan, norma sosial dapat mempengaruhi sikap terhadap lingkungan sampai batas tertentu bahkan menyebabkan perilaku terhadap lingkungan (Miller & Buys 2008). Selain itu, persepsi tertentu mungkin bertentangan dengan bukti ilmiah tentang masalah degradasi lingkungan (Pretty, 2003) sehingga menghalangi pemahaman masalah lingkungan dari masyarakat dan konsekuensinya untuk diperkenalkan dalam agenda kebijakan ke depannya.

Dari hasil wawancara dengan Ketua Rukun nelayan dan aparat desa, masyarakat melayu Danau Sentarum telah berupaya untuk melakukan perlindungan terhadap sungai dan danau, yaitu melalui peraturan nelayan. Setiap desa memiliki aturan masing-masing, dan di antara desa terjadi saling hormat menghormati terhadap aturan yang ada. Aturan tersebut secara detail mengatur pengelolaan dan pemanfaatan sungai agar sungai dapat terus menerus menghasilkan ikan. Secara umum aturan berisi tentang wilayah kerja nelayan, warga luar yang ikut mencari ikan, alat yang digunakan, dan termasuk sanksi bagi yang melanggar setiap aturan yang telah dibuat dan disepakati.

Contohnya di daerah Nanga Kenelang Desa Laut Tawang, masyarakat memiliki aturan nelayan yang dibuat secara bersama, kemudian terus dimusyawarahkan dengan masyarakatnya. Aturan adat ini sudah merupakan aturan tertulis. Terakhir kesepakatan aturan nelayan Nanga Kenelang disepakati pada keputusan Rapat Kerja Pengurus Nelayan beserta segenap unsur masyarakat Nanga Kenelang Desa Laut Tawang pada 7 Maret 2010. Dalam aturan nelayan masyarakat Nanga Kenelang terdapat aturan-aturan yaitu mengenai: 1) Empang Kemarau (pengelolaan sungai yang membagi wilayah kerja masyarakat pada sungai-sungai di nanga kenelang dengan cara undian); 2) aturan ketika musim kemarau (berisi aturan untuk tamu atau nelayan luar yang ingin mencari ikan di dalam wilayah kerja Nanga Kenelang); 3) aturan ketika musim ikan hias (berisi cara penangkapan ikan hias yang harus dilakukan); 4) aturan mengenai jermal/bubu umpan ikan; 5) aturan tentang muara sungai; 6) aturan mengenai utas/umpan; 7) aturan mengenai tabung ikan hias; 8) aturan mengenai empang empikas; 9) aturan tentang penyarak; 10) aturan tentang anak ikan toman; dan aturan tentang anak ikan toman; 11) aturan tentang penyetruman dan tuba. Dalam aturan-aturan tersebut juga memuat tentang sanksi, bila masyarakat melanggar. Contohnya: 1) melanggar aturan mengenai jermal akan dikenakan sanksi sebesar Rp 100.000 sampai dilelang/dijual; 2) melanggar aturan mengenai empang empikas dikenakan sanksi Rp 500.000; 3) melanggar aturan tentang anak ikan toman dikenakan sanksi Rp 1.000.000; dan 4) melanggar aturan tentang penyetruman dan tuba dikenakan sanksi sebesar Rp 1.500.000.

Selain aturan yang tertulis, pada masyarakat ada kegiatan-kegiatan bersama lainnya dalam pengelolaan sumberdaya perairan, yaitu kegiatan jala zakat dan ngerinan. Kegiatan jala zakat adalah kegiatan menangkap ikan yang dilakukan bersama-sama oleh anggota kelompok nelayan. Hasil jala zakat dibawa pulang oleh masing-masing nelayan. Penentuan sungai untuk dilakukan jala zakat ditentukan oleh masing-masing ketua nelayan. Kerinan merupakan tanah lokasi baik berupa genangan air menyerupai kolam alam tempat berkumpulnya ikan di saat musim kemarau, hal ini dikarenakan debit air yang cukup stabil disaat musim kemarau. Kegiatan kerinan juga merupakan kegiatan menangkap ikan secara bersama-sama oleh masyarakat dalam satu rukun nelayan. Berbeda dengan jala zakat hasil dari kerinan ini ditujukan untuk dinikmati bersama-sama dan sebagian dijual untuk mengisi kas kampung (senampun).

Peraturan mengenai sungai ini bila dikaji merupakan kejelasan *property right* tentang penguasaan areal kerja, sehingga tidak terjadi konflik antara masyarakat dalam wilayah kerja masing-masing. Aturan seperti ini dalam konteks kebijakan lingkungan, dapat mempengaruhi sikap terhadap lingkungan sampai

batas tertentu bahkan menyebabkan perilaku terhadap lingkungan (Miller & Buys 2008). Sementara kegiatan seperti jala zakat dan ngerinan merupakan gambaran kegiatan bersama masyarakat dalam menjalin kekompakan bersama dan juga merupakan ajang silaturahmi. Peraturan yang telah berlaku di masyarakat menunjukkan bahwa masyarakat memiliki persepsi yang tinggi terhadap kawasan yang telah memberikan manfaat bagi pemenuhan kebutuhan hidup mereka, dan oleh karena itu masyarakat merasa perlu untuk melestarikan kawasan tersebut.

Perubahan sosial dalam masyarakat nelayan Danau Sentarum

Sumber pencaharian utama masyarakat Danau Sentarum dari hasil penelitian adalah 98% langsung dari sungai dan 2% dari yang lainnya. Sumber pencaharian dari sungai ini adalah dengan bekerja sebagai nelayan, baik sebagai nelayan tangkap dan nelayan budidaya. Namun saat ini masyarakat mulai mengeluhkan kesulitan untuk memenuhi kebutuhan mereka dari sungai, baik kebutuhan untuk konsumsi sehari-hari, pemenuhan jumlah ikan sebagai sumber mata pencaharian mereka, dan kebutuhan akan air bersih untuk pemenuhan kebutuhan domestik rumah tangga. Hal ini dikarenakan wilayah sungai dan danau telah mengalami penurunan kualitas air dan kuantitas hasil tangkapan. Selain itu terjadinya penebangan liar, kebakaran hutan dan pengembangan kebun sawit di sekitar ekosistem

Danau Sentarum juga diduga turut mempengaruhi ekosistem danau. Hal ini berpengaruh pada kondisi ekonomi masyarakat lokal, yang dirasakan menjadi semakin sulit. Kondisi ini menyebabkan terjadinya perubahan sosial dalam masyarakat. Adanya proses pembangunan dan intervensi dari pihak luar di kawasan mereka turut mempengaruhi terjadinya perubahan tersebut. Perubahan sosial yang terjadi, yaitu yang menyangkut perubahan persepsi dan gaya hidup masyarakat di dalam kawasan.

Terjadi perubahan persepsi tentang sungai, yang dulunya merupakan sumber pemenuhan kebutuhan hidup, saat ini tidak lagi sepenuhnya dapat memenuhi kebutuhan hidup mereka. Adanya tekanan dan minat orang luar terhadap sumberdaya perairan di Kawasan Danau Sentarum mengakibatkan masyarakat lokal tidak lagi sepenuhnya memenuhi aturan yang berlaku. Semakin banyaknya nelayan musiman, introduksi spesies eksotik, memperparah keadaan ini dan juga merupakan permasalahan pokok dalam pengelolaan TNDS (Heri *et al.* 2010). Ini adalah contoh ketidakberdayaan masyarakat lokal pada legalitas yang berlaku, sehingga untuk memenuhi kebutuhan hidup mereka, masyarakat melakukan kegiatan-kegiatan yang melanggar aturan yang telah mereka sepakati bersama. Misalnya mengabaikan aturan untuk tidak menggunakan bubu warin untuk menangkap ikan, karena dapat mengancam keberlanjutan sumberdaya ikan yang ada, karena anak-anak ikan turut tertangkap. Keadaan ini terjadi karena masyarakat nelayan dihadapkan pada pilihan antara tetap patuh dan memegang peraturan nelayan dan kebutuhan masyarakat untuk meningkatkan taraf hidup mereka. Perubahan pada gaya hidup masyarakat dapat dilihat dari barang-barang yang dimiliki (TV, kulkas, antenna parabola, VCD dan karaoke, handphone). Selain itu ibu-ibu rumah tangga pun lebih senang menggunakan kompor gas daripada kayu bakar. Umumnya perubahan persepsi dan gaya hidup dapat dilihat pada generasi muda dari masyarakat nelayan. Dari hasil wawancara, kepala keluarga yang masih muda lebih mengusahakan perikanan budidaya dalam keramba dibanding menangkap ikan ke tempat yang lebih jauh ketika musim basah tiba.

IV. KESIMPULAN

Sungai menurut masyarakat nelayan Danau sSentarum merupakan tipe lahan mata pencaharian yang terpenting. Kepentingan masyarakat akan sungai ditentukan oleh manfaat yang diberikan sungai kepada masyarakat, yaitu: 1) sebagai sumber mata pencaharian baik secara langsung maupun tak langsung; 2) sebagai sumber air untuk kebutuhan domestik; 3) sebagai prasarana transportasi. Tipe lahan lainnya dinilai masyarakat kurang penting dibanding sungai, seperti hutan yang juga dianggap penting, namun mempunyai tingkat kepentingan yang lebih rendah dibanding sungai. Kepentingan masyarakat terhadap sungai ditandai dengan adanya aturan nelayan di masing-masing kampung nelayan, yang ditujukan untuk menjaga kelestarian sungai.

Dengan mempertimbangkan nilai-nilai penting sungai dan hutan bagi masyarakat lokal, maka dapat menjadi pertimbangan dalam mencapai keberhasilan pelaksanaan konservasi di dalam kawasan konservasi. Nilai-nilai lokal ini dapat menjadi bahan masukan bagi pengambilan keputusan pengelolaan kawasan konservasi. Dukungan pemerintah, baik daerah dan nasional sangat diperlukan dalam usaha menjaga nilai-

nilai lokal yang dimiliki masyarakat nelayan tidak hilang tergerus perubahan jaman disebabkan desakan pemenuhan kebutuhan ekonomi. Di sisi lain, dapat juga digunakan untuk menjadi alternatif pelaksanaan konservasi yang lebih baik dan dapat diaplikasikan. Alternatif lainnya adalah mungkin dapat menjadi pertimbangan untuk pihak luar, sebagai misal: pengembangan perkebunan kelapa sawit di sekitar kawasan TNDS, akan dapat menimbulkan dampak negatif pada mata pencaharian masyarakat nelayan, karena hal tersebut diambil tanpa mempertimbangkan nilai-nilai penting sumberdaya pada masyarakat lokal.

DAFTAR PUSTAKA

- Aglionby, J. 1996. Final report of the Associate Professional Officer (Environmental Economist) Volume I: *Economic Issues in Danau Sentarum National Park*. UK-Indonesia Tropical Forest Management Programme: Conservation.
- Agrawal A & Gibson CC. 1999. Enchantment and disenchantment: The role of community in natural resources conservation. *World Development* 27(4):629-649.
- Balai Taman Nasional Danau Sentarum. 2011. *Data Statistik Taman Nasional Danau Sentarum 2010*. Sintang.
- Coleman. 1990. *Foundations of social theory*. Cambridge MA: Belknap Press of Harvard University Press.
- Colfer CJP, Wadley RL, Venkateswarlu P. 1999. Understanding local people's use of time: a precondition for good comanagement. *Environmental Conservation* 26:41-52.
- Dennis R, Colfer CJP, Puntodewo A. 2001. Forest cover change analysis as a proxy: sustainability assessment using remote Sensing and GIS in West Kalimantan, Indonesia. Pages 262-387 in Colfer CJP and Byron Y (ed). *People managing forests: the links between human wellbeing and sustainability*. Resources for the Future/Center for International Forestry Research, Washington, D.C., USA.
- Harwell, E.E. 1997. *Law and Culture in Resource Management: An Analysis of Local Systems for Resource Management in the Danau Sentarum Wildlife Reserve, West Kalimantan, Indonesia*. Indonesia-UK Tropical Forest Management Programme and Wetlands International Indonesia Programme.
- Heri V, Yuliani EL, Indriatmoko Y. 2010. Interacting threats and challenges in protecting Danau Sentarum. *Borneo Research Bulletin*. <http://www.thefreelibrary.com/5.+Interacting+threats+and+challenges+in+protecting+danau+sentarum.-a0254265423>
- Indriatmoko Y. 2010. Rapid human population growth and its impacts on Danau Sentarum. *Borneo Research Bulletin*. <http://www.thefreelibrary.com/6.+Rapid+human+population+growth+and+its+impacts+on+danau+sentarum.-a0254265424>.
- Miller E and Buys L. 2008. The impact of social capital on residential water-affecting behaviors in drought-prone Australian community. *Society and Natural Resources* 21(3): 244-257.
- Narayan D and Cassidy MF. 2001. A dimensional approach to measuring social capital : Development and validation of social capital inventory. *Current Sociology* March 2001. Vol 49(2). London-Thousand Oaks CA-Ned Delhi : Sage Publication
- Pretty J. 2003. Social capital and the collective management of resources. *Science* 302: 1912-1914.
- Putnam RD. 1993. The prosperous community social capital and public life. *The American Prospect* 4: 1-11.
- Roslinda E, Darusman D, Suharjito D, Nurrochmat DR. 2012. Analisis pemangku kepentingan dalam pengelolaan Taman Nasional Danau Sentarum Kabupaten Kapuas Hulu Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* 18 (2): 78-85.
- Wadley R.L, Colfer CJP, Dennis R, Aglionby J. 2010. The 'social life' of conservation: lesson from Danau Sentarum. *Ecology and Society* 15(4): 39. [online] URL: <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss4/art39/>

PENGARUH WAKTU PENYIMPANAN DALAM SUHU RUANG TERHADAP TINGKAT KEASAMAN MADU

Yelin Adalina

Peneliti pada Puslitbang Konservasi dan Rehabilitasi
Jl. Gunung Batu No 5, Bogor; Telp. (0251) 863324; 7520067, Fax (0251) 8638111
email: yelinadalina@yahoo.com

ABSTRAK

Kualitas madu di Indonesia pada umumnya mengandung kadar air yang tinggi sehingga rentan terhadap fermentasi. Madu yang disimpan dalam waktu yang sangat lama akan berubah komposisinya. Asam mempengaruhi kestabilan madu terhadap mikroorganisme serta cita rasa dan aroma madu. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan tingkat keasaman berbagai jenis madu dari jenis lebah *Apis mellifera* yang disimpan pada suhu ruang (28°C) selama tiga bulan penyimpanan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, lima jenis madu yang diperoleh dari peternak lebah madu *Apis mellifera* dari berbagai lokasi. Analisis komposisi kimia madu dilakukan di Laboratorium Puslitbang Hasil Hutan, Bogor. Parameter yang diamati adalah: kadar air, pH dan keasaman madu. Data dianalisis secara deskriptif. Data yang diperoleh dibandingkan dengan standar kualitas madu Indonesia, yaitu SNI 01-3545-2004. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar air jenis madu karet dan madu mete meningkat selama penyimpanan dua bulan. Empat jenis madu yang kadar keasamannya memenuhi standar SNI 2004, yaitu maksimum 50 meq/kg madu. Keasaman ke-lima jenis madu meningkat pada penyimpanan satu bulan. Peningkatan keasaman disebabkan karena sel khamir yang tumbuh dan berkembang dalam madu.

Kata kunci: Penyimpanan, madu, keasaman

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Madu merupakan bahan pangan yang berguna bagi kesehatan tubuh terutama sebagai sumber energi, karena madu mengandung gula sederhana yang dapat langsung diserap oleh tubuh. Komposisi kimia madu terdiri atas karbohidrat, air, protein, vitamin, mineral, dan zat-zat atau senyawa lain yang sangat kompleks. Zat-zat yang terkandung dalam madu sangat kompleks dan sampai saat ini telah teridentifikasi sekitar 181 jenis zat (Sihombing, 1997). Kandungan zat makanan yang banyak ini dapat mengungkapkan keanekaragaman khasiat madu (Siregar, 2002).

Madu dapat dikatakan merupakan makanan yang stabil karena tidak akan rusak oleh bakteri maupun jamur yang bisa merusak makanan, namun demikian fermentasi serta perubahan komposisi baik kimia maupun fisik sangat mudah terjadi pada madu apabila kondisi penyimpanan madu tidak optimum (Krell, 1996; NHB, 2000).

Salah satu kendala madu yang dipanen di Indonesia (tanpa pemanasan) mempunyai kadar air yang tinggi yaitu 19-25%, hal tersebut disebabkan Indonesia mempunyai kelembaban yang tinggi, yakni berkisar 60-90%. Madu yang mempunyai kadar air lebih dari 20% rentan terhadap fermentasi karena kadar air yang tinggi dapat memacu perkembangbiakan sel khamir.

Selain kadar air yang sulit dikendalikan, penyimpanan madu di Indonesia juga sangat berpotensi mengubah komposisi madu. Suhu optimum untuk penyimpanan madu adalah di bawah 10°C (52°F) atau 21-27°C (70-80°F) dalam wadah yang kedap udara (NHB, 2000). Semakin tinggi suhu penyimpanan, maka kadar keasaman semakin meningkat. Suhu optimum dalam penyimpanan madu seperti yang disarankan oleh *National Honey Board* (NHB) sangat sulit dicapai di Indonesia. Oleh karena itu seberapa besar perubahan kadar keasaman madu yang diakibatkan oleh penyimpanan pada kondisi yang ada di Indonesia.

Tujuan penelitian

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui perubahan tingkat keasaman berbagai jenis madu dari jenis lebah *Apis mellifera* yang disimpan pada suhu ruang (28°C) selama tiga bulan penyimpanan.

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Puslitbang Hutan dan analisis komposisi kimia madu dilakukan di Laboratorium Puslitbang Hasil Hutan, Bogor. Penelitian dilaksanakan selama empat bulan, yaitu bulan Mei sampai bulan Agustus 2010.

Lokasi pengambilan sampel madu dari berbagai lokasi, yaitu di Kabupaten Kediri (jenis madu sonobrit dan madu mete), Cimangkok di Kabupaten Sukabumi (jenis madu kapuk dan madu rambutan), dan Yogyakarta (jenis madu karet). Pengambilan contoh madu langsung dari peternak lebah madu *Apis mellifera*, agar pemalsuan madu dapat dihindari.

Bahan dan Peralatan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, lima jenis madu dari jenis lebah *Apis mellifera*, yaitu: Madu rambutan, madu mete, madu sonobrit, madu karet dan madu kapuk. Setiap jenis madu yang diperlukan untuk penelitian ini sebanyak satu kg. Adapun peralatan yang digunakan adalah: refraktometer, pH meter, pipet, corong, erlemeyer, labu ukur dan bahan penunjang penelitian lainnya.

Prosedur Kerja

Madu yang diperoleh dari berbagai lokasi dari jenis lebah *Apis mellifera* disimpan di dalam ruangan/kamar biasa (suhu $\pm 28^{\circ}\text{C}$), kelembaban 70-80%. Untuk mengetahui perubahan keasaman madu selama penyimpanan, maka dilakukan analisis awal penyimpanan dan pengamatan dilakukan setiap satu bulan selama tiga bulan penyimpanan. Analisis madu dilakukan di Laboratorium Puslitbang Hasil Hutan, Bogor pada saat awal penyimpanan, satu bulan, dua bulan dan tiga bulan penyimpanan. Hasil analisis dibandingkan dengan standar mutu madu Indonesia. Untuk mengetahui perubahan komposisi kimia madu, peubah yang diamati adalah kadar air, nilai pH dan tingkat keasaman madu.

Kadar air (%)

Sampel madu dioleskan pada kaca Refraktometer lalu dibaca skala atau indeks biasanya. Hasil pembacaan indeks bias dikoreksikan terhadap suhu 20°C . Indeks bias ditambah 0,00023 per $^{\circ}\text{C}$ bila suhu pembacaan di atas 20°C atau dikurangi 0,00023 per $^{\circ}\text{C}$ bila suhu pembacaan di bawah 20°C . Indeks bias tersebut dikonversikan menjadi kadar air.

Tingkat keasaman madu Metode Titrimetri

Sepuluh gram madu dilarutkan dalam 75 ml air suling bebas CO_2 , diaduk dengan pengaduk magnet, diukur dan dicatat pH dengan alat pH meter. Kemudian dititrasi dengan NaOH 0,05 N (bebas karbonat) sampai diperoleh pH 8,5. Setelah itu secara cepat dimasukkan 10 ml NaOH 0,05 N ke dalam larutan yang dititrasi tadi. Larutan tersebut dititrasi kembali dengan HCl 0,05 N sampai diperoleh pH 8,3. Hasilnya dinyatakan sebagai miliekivalen asam per 1.000 gram madu.

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif. Data yang diperoleh dibandingkan dengan standar kualitas madu Indonesia, yaitu SNI 01-3545-2004.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air

Di Indonesia standar mutu madu diatur dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) yakni SNI 01-3545-2004. Kadar air madu menurut SNI 01-3545-2004, yaitu maksimal 22%. Kadar air madu sangat beragam, tergantung pada kadar air sumber nektar dan iklim. Bila kadar air nektar tinggi, kadar air madu yang dihasilkan cenderung tinggi (Maurizio 1979).

Pada awal penyimpanan dari lima jenis madu yang diteliti dan memenuhi standar SNI 2004 adalah jenis madu mete, madu rambutan dan madu karet, sedangkan dua jenis madu lainnya, yaitu madu kapuk dan madu sonobrit melebihi batas SNI 2004. Tingginya kadar air di dalam madu dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya adalah besarnya kadar air nektar, cara pematangan nektar oleh lebah, iklim, cara dan waktu pemanenan, cara pemrosesan serta kondisi penyimpanan (White, 1992). Kadar air dalam madu akan mempengaruhi keawetan madu, semakin tinggi kadar air madu maka semakin cepat madu mengalami fermentasi sehingga madu cepat mengalami kerusakan (Winarno, 1982).

Selama penyimpanan tiga bulan menunjukkan bahwa kadar air jenis madu kapuk dan madu sonobrit tidak mengalami perubahan, sedangkan tiga jenis madu lainnya mengalami perubahan. Lama penyimpanan mempengaruhi kadar air madu karet dan madu mete. Kadar air jenis madu mete dan madu karet cenderung mulai meningkat seiring dengan bertambahnya waktu penyimpanan yaitu selama dua bulan penyimpanan. Penelitian Siregar (2002) memberikan hasil yang sama yaitu, kadar air madu yang disimpan pada suhu 28°C (suhu kamar) selama penyimpanan empat bulan lebih tinggi daripada yang disimpan selama dua bulan, yaitu 17,6% pada penyimpanan empat bulan dan 17,5% pada penyimpanan dua bulan. Kenaikan kadar air ini bukan disebabkan oleh penyerapan air dari lingkungan karena madu disimpan dalam wadah yang tertutup rapat, melainkan disebabkan oleh aktivitas khamir penyebab fermentasi. Achmadi (1991) mengemukakan bahwa peningkatan kadar air dalam madu selama penyimpanan merupakan salah satu efek dari hasil proses fermentasi lanjutan yang disebabkan oleh khamir. Meningkatnya kadar air sejalan dengan meningkatnya jumlah khamir yang terdapat dalam madu. Sel khamir dalam madu akan mendegradasi gula, khususnya glukosa dan fruktosa. Glukosa dirombak oleh khamir menjadi alkohol dan CO₂. Alkohol akan bereaksi dengan O₂ dan membentuk asam asetat, CO₂ dan air yang akan mempengaruhi kadar keasaman, rasa serta aroma dari madu yang terfermentasi (Achmadi, 1991).

Kadar air jenis madu rambutan cenderung berfluktuasi selama penyimpanan. Pada penyimpanan selama satu bulan kadar airnya menurun dan meningkat kembali pada penyimpanan dua bulan. Penelitian penyimpanan madu juga dilakukan oleh Anggraeni (2002) yang menunjukkan bahwa kadar air madu *Accacia mangium* dari jenis lebah *Apis cerana* yang disimpan pada suhu 28°C bervariasi selama penyimpanan. Faktor yang menyebabkan bervariasinya kadar air selama penyimpanan kemungkinan akibat adanya khamir yang ada di dalam madu. Pada suhu 28°C kadar air meningkat sejalan dengan meningkatnya jumlah khamir dan sebaliknya menurun ketika jumlah khamir menurun.

Madu yang mempunyai kadar air lebih dari 20% rentan terhadap fermentasi karena kadar air yang tinggi dapat memacu perkembangan sel khamir. Madu dengan kadar air kurang dari 17% aman terhadap fermentasi, karena pertumbuhan sel khamir dihambat (Achmadi 1991).

Tabel 1. Kadar air madu selama penyimpanan pada suhu 28°C

Lama penyimpanan (Bulan)	Jenis Madu				
	Kapuk	Mete	Rambutan	Sonobrit	Karet
	Kadar air (%)				
Awal penyimpanan	24,0	20,5	22,0	28,0	19,9
1 bulan	24,0	20,6	21,8	28,0	20,0
2 bulan	24,0	20,9	22,0	28,0	20,4
3 bulan	24,0	20,9	21,7	28,0	20,4



Gambar 1. Jenis madu dari berbagai lokasi dari jenis lebah *Apis mellifera*

Nilai pH

Nilai pH ke-lima jenis madu yang diteliti pada awal penyimpanan berkisar 3,6 - 4,0. Hal ini mendekati dengan hasil penelitian Kartini (1986) yang menunjukkan bahwa nilai pH madu di Indonesia sekitar 3,38-5,34. Nilai pH yang rendah ini dapat mempengaruhi kestabilan madu terhadap mikroorganisme dan citarasa dan aroma madu (Sihombing, 1997).

Selama penyimpanan hampir semua jenis madu yang diteliti pH-nya menurun kecuali jenis madu rambutan. Selama penyimpanan dua bulan pH ke-empat jenis madu menurun dan pH-nya tetap setelah penyimpanan tiga bulan. Madu bersifat asam dengan kisaran pH 3,2 - 4,5. pH madu yang rendah ini mendekati pH cuka, tetapi karena kandungan gula yang tinggi membuat madu terasa manis bukan kecut seperti cuka (Matheson, 1884). pH madu dipengaruhi oleh kandungan asam organik dan anorganik. Asam organik yang dominan dalam madu adalah asam glukonat yang merupakan hasil perombakan glukosa oleh enzim. Selain asam glukonat terdapat juga asam asetat, butirat, sitrat, malat, piroglutamat dan suksinat (White, 1979). Asam-asam organik ini sangat menentukan citarasa, aroma dan daya tahan madu terhadap mikroorganisme (Sihombing, 1997). Keasaman madu ditentukan oleh disosiasi ion hidrogen dalam larutan air, tetapi sebagian besar ditentukan oleh kandungan berbagai mineral lainnya seperti Ca, Na, dan K. Madu yang banyak mengandung mineral pHnya akan tinggi (Sihombing, 1997).

Tabel 2. Nilai pH madu selama penyimpanan pada suhu 28°C

Lama penyimpanan (Bulan)	Jenis Madu				
	Kapuk	Mete	Rambutan	Sonobrit	Karet
	pH				
Awal penyimpanan	3,90	3,60	3,60	3,70	4,00
1 bulan	3,80	3,50	3,60	3,60	3,70
2 bulan	3,70	3,40	3,60	3,50	3,60
3 bulan	3,70	3,40	3,60	3,50	3,60

Tingkat Keasaman Madu

Keasaman merupakan kriteria penting dalam menentukan kualitas madu. Asam mempengaruhi kestabilan madu terhadap mikroorganisme serta cita rasa dan aroma madu (White, 1979). Keasaman madu menurut SNI 2004 yaitu maksimal 50 meq/kg madu. Pada awal penyimpanan hanya empat jenis madu yang memenuhi standar SNI 2004, yaitu jenis madu mete, madu rambutan, madu sonobrit dan madu karet.

Tabel 1. Tingkat keasaman madu selama penyimpanan pada suhu 28°C

Lama penyimpanan (Bulan)	Jenis Madu				
	Kapuk	Mete	Rambutan	Sonobrit	Karet
	Tingkat Keasaman (meq/kg madu)				
Awal penyimpanan	59,98	24,04	30,29	31,74	32,80
1 bulan	66,44	28,62	39,70	37,91	35,35
2 bulan	57,75	19,58	34,33	29,46	27,90
3 bulan	47,83	12,07	24,44	19,54	19,10

Pada penyimpanan satu bulan kadar keasaman kelima jenis madu yang diteliti meningkat, dengan peningkatan keasaman setiap jenis madu bervariasi, yaitu berkisar antara 2,55- 9,41 meq/kg madu. Peningkatan keasaman mungkin disebabkan karena kenaikan jumlah khamir. Aktivitas khamir dapat meningkatkan keasaman madu. Khamir tersebut merombak sebagian gula pereduksi menjadi asam asetat. Asam asetat inilah yang mungkin meningkatkan keasaman madu (Achmadi 1991). Penelitian Chai *et al.* (1988) menunjukkan bahwa kadar asam bebas semakin meningkat bersamaan peningkatan suhu penyimpanan, sedangkan Ghazali *et al.* (1995) menyatakan bahwa keasaman madu tidak dipengaruhi oleh pemanasan dan suhu penyimpanan melainkan oleh lama penyimpanan. Penelitian Siregar (2002) menunjukkan bahwa keasaman madu randu dari jenis lebah *Apis mellifera* dipengaruhi oleh suhu dan lama penyimpanan baik yang disimpan pada suhu 3°C maupun 28°C. Keasaman madu yang disimpan pada suhu 28°C lebih tinggi daripada yang disimpan pada suhu 3°C, yaitu 39,35 meq/kg madu pada penyimpanan suhu 28°C dan 38,10 meq/kg madu pada penyimpanan suhu 3°C.

Setelah penyimpanan dua bulan tingkat keasaman madu semakin menurun dibandingkan pada penyimpanan satu bulan. Hal ini mungkin disebabkan karena kandungan khamir yang terdapat dalam madu menurun. Penelitian Anggraeni (2002) dengan melakukan penyimpanan jenis madu *Accacia mangium* dari jenis lebah *Apis cerana*, yang menunjukkan bahwa lama penyimpanan berpengaruh terhadap keasaman, sedangkan suhu dan interaksinya tidak berpengaruh nyata. Semakin lama waktu penyimpanan maka keasaman juga semakin meningkat. Hasil penelitian ini berbeda dengan hasil penelitian Anggraeni (2002), hal ini disebabkan karena perbedaan jenis madu dan jenis lebah yang diteliti.

IV. KESIMPULAN

1. Lama penyimpanan mempengaruhi kadar air jenis madu karet dan madu mete, sedangkan jenis madu kapuk dan madu sonobrit tidak mengalami perubahan.
2. Kadar air madu karet dan madu mete meningkat selama penyimpanan dua bulan.
3. Nilai pH semua jenis madu yang diteliti menurun kecuali jenis madu rambutan selama penyimpanan dua bulan.
4. Keasaman semua jenis madu meningkat pada penyimpanan satu bulan.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmadi, S. 1991. Analisa Kimia Produk Lebah Madu dan Pelatihan Laboratorium Pusat Perlebahan Nasional Parungpanjang. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam IPB, Bogor.
- Anggraeni, T. 2002. Umur Simpan Madu Akasia Pada Suhu Refrigerator dan Suhu Ruang Berdasarkan Kadar Air, Jumlah Khamir Serta Keasaman. [Skripsi]. Bogor. Institut Pertanian Bogor.
- Badan Standariosasi Nasional. 2004. Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-3545-2004:Madu. Badan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Chai, E. H., W.C. Chung and J.H. Youn. 1988. Changes in storage quality of acacia and buckwheat honeys. J Korean Agric. Chem. Soc. 31 (1): 58-64.
- Ghazali, H. M., T. C. Ming, and D. M. Hashim. 1995. Effects of microwave heating on storage and prpperties of starfruit honey. Apicultural Abstract 46 (1): 97.
- Kartini, A. A. 1986. Komposisi kimia berbagai jenis mandu di Indonesia. Prosiding Lokakarya Pembudidayaan lebah Madu Untuk Peningkatan Kesejahteraan Masyarakat, Sukabumi, 20-22 Mei 1986. Perum Perhutani, Jakarta.
- Krell, R. 1996. Value-added Products from Beekeeping. FAO Agricultural Services Bull, No 124, FAO, Roma.
- Matheson, A. 1884. Practical Beekeeping in New Zealand. P.D. Hasselberg, Government Printer, Wellington, New Zealand.
- Maurizio, A. 1979. How bees make honey, *In*: Crane, E. (ed). Honey: A Comprehensive Survey. Heinemann, London.
- National Honey Board (NHB), 2000. A. Reference Guide From The National Honey Board. [Http://www.nhb.org](http://www.nhb.org)
- Sihombing, D.T.H. 1997. Ilmu Ternak Madu. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Siregar, H. 2002. Pengaruh Metode Penurunan Kadar Air, Suhu dan Lama Penyimpanan Terhadap Kualitas Madu Randu. [Tesis]. Bogor. Program Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- White, J. W. 1979. Physical characteristic of honey. *In*: Crane, E. (ed).Honey : Comprehensive Survey. Heinemann, London.
- White, J.W. 1992. Quality Evaluation of Honey. Role of HMF and Diastase Assays, Technecial. Seminar of Honey Standard, Testing Procedures and Quality Control. May 25,1992, Riyadh.
- Winarno, F.G. 1982. Madu : Teknologi, Khasiat dan Analisa. Pusat Pengembangan Teknologi Pangan, Bogor.

POTENSI PERLEBAHAN DI HUTAN MANGROVE

Kuntadi dan Asmanah Widarti

Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan
Jl. Gunung Batu 5 Bogor 16610; email: Kuntadi10@yahoo.com

ABSTRAK

Mangrove merupakan kawasan hutan yang menjembatani antara ekosistem daratan dengan ekosistem lautan. Mangrove termasuk kawasan hutan yang berpotensi mendukung kegiatan perlembahan, namun tidak semua jenis tumbuhan mangrove merupakan sumber pakan lebah madu. Untuk mengetahui kegiatan perlembahan di hutan mangrove dan jenis tumbuhan mangrove yang potensial sebagai sumber pakan lebah madu telah dilakukan penelitian eksploratif di beberapa kawasan mangrove di Indonesia. Penelitian dilakukan dengan cara survey guna mengetahui usaha perlembahan masyarakat di kawasan mangrove, potensi dan daya dukung mangrove, serta jenis-jenis tumbuhan yang potensial sebagai sumber pakan lebah. Hasil penelitian menunjukkan mangrove merupakan habitat bagi lebah hutan *Apis dorsata*. Kondisi hutan yang tidak terlalu baik menyebabkan jumlah sarang yang dapat ditemukan relatif sedikit, produktivitasnya pun relatif kecil. Kegiatan perlembahan, khususnya pemungutan madu hutan, di hutan mangrove hanya menjadi kegiatan sampingan yang sifatnya insidental. Kegiatan budidaya lebah *Apis cerana* di hutan mangrove tidak berkembang, diduga karena pembungaan tanaman mangrove bersifat musiman sehingga tidak tersedia cukup makanan sepanjang tahun. Terdapat sedikitnya 14 jenis tumbuhan mangrove yang dapat berfungsi sebagai sumber pakan lebah madu, empat di antaranya termasuk penghasil madu yang utama, yaitu *Excoecaria agallocha* (buta-buta), *Sonneratia alba* (prepat/pedada), *Sonneratia caseolaris* (prepat/pedada), dan *Xylocarpus granatum* (nyirih).

Kata kunci: Mangrove, potensi, perlembahan.

I. PENDAHULUAN

Hutan mangrove merupakan suatu ekosistem hutan yang sangat unik, yaitu sebagai penyambung (*interface*) antara ekosistem daratan dengan ekosistem lautan, dan merupakan salah satu sumberdaya alam yang mempunyai fungsi produksi, perlindungan, dan pelestarian alam. Hutan mangrove tumbuh di rawa-rawa berair payau yang berada di garis pantai, yakni di tempat-tempat yang terjadi pelumpuran dan akumulasi bahan organik, dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut.

Keberadaan hutan mangrove sangat menentukan dan menunjang tingkat perkembangan sosial dan perekonomian masyarakat pantai. Hutan mangrove merupakan sumber berbagai produksi hasil hutan yang bernilai ekonomi, seperti kayu, sumber pangan, dan lain-lain. Selain itu, pada beberapa tipe ekologi wilayah pantai, mangrove berfungsi sebagai pencegah intrusi air laut.

Tumbuhan di hutan mangrove terdiri dari beberapa jenis, biasanya membentuk zona-zona vegetasi sebagai akibat dari perbedaan adaptasi terhadap variasi lingkungan fisik. Jenis-jenis *Rhizophora* biasanya tumbuh di bagian yang paling luar yang berhadapan langsung dengan gempuran ombak laut. Pada laut yang lebih tenang, zona terluar biasanya didominasi tumbuhan *Avicennia* sp. Di bagian dalam yang tanahnya relatif kering, tumbuhan mangrove yang dominan adalah *Xylocarpus* sp., *Lumnitzera* sp., *Heritiera* sp., dan *Excoecaria* sp.

Hutan mangrove memiliki fungsi sebagai habitat bagi berbagai jenis satwa, baik akuatik maupun terrestrial. Menurut Anwar dan Hendra (2007), keragaman hayati fauna di hutan mangrove termasuk cukup tinggi. Hal ini menunjukkan bahwa di hutan mangrove cukup tersedia sumber pakan bagi kehidupan fauna di dalamnya.

Di antara satwa-satwa yang memanfaatkan mangrove sebagai habitat dan sumber pakan, salah satunya adalah lebah madu. Di Bangladesh, kawasan mangrove menjadi habitat bagi lebah hutan *Apis dorsata*. Madu yang dihasilkan dari hutan mangrove di kawasan Sundarbans seluas 10.000 km² diperkirakan

sekitar 130 – 185 ton per tahun. Nektar terutama dihasilkan oleh tiga species tumbuhan mangrove, yaitu *Aegiceras corniculatum*, *Ceriops decandra*, dan *Sonneratia apetala* (Burgett, 2000). Sementara itu, di wilayah hutan mangrove Qinglan, Pulau Hainan, China, tumbuhan yang termasuk anggota *Sonneratia* merupakan jenis paling penting sebagai sumber nektar dan polen bagi lebah madu *A. cerana cerana* (Yi-Feng *et al.*, 2006). Sebaliknya, di Brazil, *Avicennia* bukan termasuk tumbuhan mangrove yang penting bagi lebah madu, melainkan *Laguncularia racemosa* (Barth and Luz, 1998). Sedangkan di Vietnam bagian utara, menurut Crane *et al.* (1998), musim pembungaan *Bruguiera gymnorhiza* dimanfaatkan untuk menggembalakan lebah madu *A. mellifera* dan *A. cerana*. Lebih lanjut, Crane *et al.* (1998) menyebutkan bahwa tumbuhan mangrove *S. alba*, *A. officinalis*, *A. alba*, *C. tagal*, *C. decandra*, *B. gymnorhiza*, *Rhizophora mucronata*, *Acanthus ilicifolius*, *A. corniculatum*, dan *Excoecaria agallocha*, termasuk tumbuhan penghasil pakan lebah. Zmarlicki (1994) juga menyatakan ada sembilan jenis tumbuhan mangrove yang menjadi sumber nektar dan serbuk sari yang penting bagi lebah madu.

Indonesia merupakan negara dengan hutan mangrove terluas di dunia, yaitu mencapai luas 4,5 juta hektar yang tersebar mulai dari Sumatra hingga Papua. Luasan tersebut sama dengan sekitar 25% luas hutan mangrove di dunia dan sama dengan 3,8 % dari total luas hutan Indonesia. Ini merupakan potensi yang sangat besar bagi produksi madu apabila tumbuhan yang ada merupakan sumber pakan yang baik bagi lebah madu.

Dalam upaya penyelamatan eksistensi hutan alam, termasuk hutan mangrove, Indonesia harus segera meninggalkan ketergantungan terhadap produk kayu dan beralih ke produk bukan kayu (Hasil Hutan Bukan Kayu). Secara ekologis, mengembangkan usaha perlembahan lebih menjamin kelestarian lingkungan karena, di samping tidak merusak pohon seperti halnya pemanfaatan hasil kayu, lebah madu bahkan meningkatkan populasi dan keragaman tumbuhan melalui peran penyerbukannya. Secara ekonomis, usaha perlembahan dapat meningkatkan pendapatan sehingga dapat membantu memperbaiki kesejahteraan masyarakat sekitar kawasan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi mangrove sebagai sumber pakan lebah madu. Hasil penelitian diharapkan akan bermanfaat bagi para pengelola kawasan hutan mangrove dan masyarakat sekitar yang akan memanfaatkan kawasan mangrove sebagai sumber pendapatan dari kegiatan perlembahan.

II. METODE PENELITIAN

Lokasi Penelitian

Survei dan eksplorasi kegiatan perlembahan di kawasan hutan mangrove dilaksanakan di kawasan mangrove TN Alas Purwo di Banyuwangi (Jatim), segara anakan di Cilacap (Jateng), Kubu Raya (Kalbar), dan Tembilahan (Riau). Lokasi ditentukan berdasarkan informasi yang diperoleh dari berbagai pihak, baik dari instansi pemerintah maupun masyarakat, yang memiliki informasi awal tentang perlembahan di sekitar kawasan mangrove.

Bahan dan Alat

Penelitian dilakukan di kawasan hutan mangrove. Bahan-bahan yang diperlukan antara lain peta kawasan, informasi awal, alkohol untuk mengawetkan specimen lebah, buku identifikasi, daftar kuisener, dll. Sedangkan peralatan yang diperlukan yaitu meteran, parang, peta kerja, kamera foto, kompas, kantong plastik, alat tulis, dll.

Prosedur Kerja

Survei Sosek

Survei dilakukan di wilayah yang telah diketahui dan diperoleh informasi adanya masyarakat yang mengeksploitasi hasil hutan madu di kawasan mangrove. Pengambilan desa contoh dilakukan secara sengaja (*purposive sampling*). Di desa-desa contoh, responden dipilih secara acak (*random*) di antara pemungut madu hutan dan anggota masyarakat yang berpengalaman berburu madu atau budidaya lebah di kawasan mangrove. Pengumpulan data dan informasi dilakukan melalui wawancara, diskusi, pengamatan dan pengukuran langsung di lapangan. Data dan informasi yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan

sekunder, baik yang sifatnya kualitatif maupun kuantitatif, untuk mengetahui kontribusi usaha perlebahan di kawasan hutan mangrove terhadap pendapat masyarakat sekitar kawasan.

Jenis dan Potensi Tumbuhan Mangrove

Pada lokasi terpilih dilakukan survei potensi dan daya dukung kawasan hutan mangrove, yaitu dengan mempelajari kelimpahan tumbuhan mangrove yang potensial sebagai sumber pakan lebah madu. Pengukuran dan pengamatan vegetasi dilakukan di tiga atau empat tempat (plot pengukuran) untuk masing-masing lokasi penelitian. Di setiap tempat pengukuran dibuat plot pengukuran vegetasi tingkat pohon berukuran 10 X 10 m dengan jumlah ulangan sebanyak tiga kali. Semua pohon dicatat nama jenis dan diukur diameter serta tinggi totalnya.

Untuk mengetahui jenis mangrove yang potensial sebagai sumber pakan lebah madu dilakukan melalui dua cara, yaitu pengamatan langsung dan pengumpulan data sekunder dari hasil wawancara. Pengamatan langsung dilakukan pada saat musim pembungaan mangrove dengan mencatat jenis tumbuhan yang dikunjungi lebah madu. Untuk itu dibuat tiga plot pengamatan ukuran 10 X 10 m sepanjang garis diagonal. Jenis lebah yang mendatangi bunga dari setiap jenis tumbuhan mangrove di plot pengamatan dicatat. Wawancara mengenai jenis-jenis bunga mangrove yang dikunjungi lebah dilakukan pada saat di lapangan tidak dijumpai masa pembungaan tanaman. Responden yang dijadikan nara sumber adalah para pemburu madu hutan.

Analisa Data

Data hasil survei diolah dengan menggunakan metode tabulasi dan dianalisis secara deskriptif kuantitatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Perlebahan di hutan mangrove

Survei kegiatan perlebahan di hutan mangrove dilakukan di empat wilayah, yaitu Jawa Timur, Jawa Tengah, Kalimantan Barat, dan Riau. Status dan fungsi kawasan serta jenis kegiatan perlebahan yang ada di masing-masing wilayah tertera di Tabel 1.

Tabel 1. Lokasi dan fungsi kawasan mangrove serta jenis kegiatan perlebahan yang dilakukan masyarakat.

No.	Lokasi Survei	Propinsi	Luas Mangrove (Ha)	Fungsi Kawasan	Jenis Kegiatan Perlebahan
1.	TN Alas Purwo	Jatim	750	Konservasi	Pemungutan madu lebah hutan budidaya
2.	Segara Anakan, Cilacap	Jateng	8.495	Konservasi	Pemungutan madu lebah hutan budidaya
3.	Ds. Dabong, Kec. Kubu, Kab. Kubu Raya	Kalbar	6.570	Lindung	Pemungutan madu lebah hutan
4.	HPH PT. Kandelia Alam, Kec. Kubu, Kab. Kubu Raya	Kalbar	18.130	Produksi	Pemungutan madu lebah hutan
5.	Ds. Batang Tumu, Kec. Mandah, Kab. Indragiri Hilir	Riau	15.015	Produksi	Pemungutan madu lebah hutan

Hasil survei menunjukkan bahwa kawasan hutan mangrove merupakan habitat bagi lebah hutan (*Apis dorsata*). Hal ini terlihat dari adanya kegiatan pemungutan madu lebah hutan di semua wilayah yang disurvei, meskipun dengan intensitas dan produktivitas yang berbeda-beda antara lokasi. Kondisi mangrove yang ada di masing-masing kawasan sangat menentukan peran dan fungsinya sebagai habitat lebah hutan, sebagaimana terlihat dari intensitas perjumpaan para pemungut madu hutan dengan sarang lebah hutan pada setiap musim panen. Berdasarkan data yang dihimpun dari hasil wawancara dengan masyarakat setempat terlihat bahwa jumlah sarang lebah yang dapat ditemukan pada satu musim panen madu berhubungan dengan kondisi hutannya. Di lokasi hutan mangrove yang tingkat kerusakan hutannya relatif

kecil, contohnya hutan lindung di Desa Dabong (Kec. Kubu, Kab. Kubu Raya, Prop. Kalbar) dan hutan TN Alas Purwo (Prop. Jatim), jumlah sarang lebah yang dapat ditemukan lebih banyak dibandingkan dua lokasi lainnya, yaitu Desa Batang Tumu (Kec. Mandah, Kab. Indragiri Hilir, Prop. Riau) dan Desa Ujung Halang (Kab. Cilacap, Prop. Jawa Tengah). Tingkat kerusakan kawasan hutan mangrove di dua lokasi yang terakhir relatif cukup berat, baik karena penebangan resmi dan alih fungsi kawasan seperti yang terjadi di hutan mangrove Desa Batang Tumu, maupun akibat-akibat lainnya seperti halnya yang terjadi di kawasan mangrove Segara Anakan di Cilacap. Tabel 2 memperlihatkan jumlah sarang lebah hutan yang dapat ditemukan di musim pemanenan madu lebah hutan di masing-masing lokasi.

Tabel 2. Jumlah pemungut madu dan jumlah sarang *Apis dorsata* yang ditemukan di musim pemanenan madu

No.	Lokasi Penelitian	Jumlah sarang	Jumlah Pemungut Aktif
1.	TN Alas Purwo, Jatim	3 - 4	-
2.	Desa Ujung Halang, Cilacap, Jateng	0 - 1	1
3.	Desa Dabong, Kalbar	5 - 10	3
4.	Desa Batang Tumu, Riau	1 - 3	3

Jumlah sarang lebah hutan yang dapat ditemukan pada setiap musim panen madu tersebut di atas tergolong sangat kecil bila dibandingkan dengan jumlah sarang yang terdapat di hutan daratan. Di hutan alam daratan, pada musim panen madu dapat ditemukan ratusan sarang lebah hutan di satu kawasan hutan. Bahkan, merupakan hal yang sangat lumrah dijumpai di hutan alam daratan satu buah pohon ditempati puluhan sarang *A. dorsata* (Oldroyd & Wongsiri, 2006; Hadisoesilo & Kuntadi, 2007). Perbedaan lainnya yang cukup menonjol pada lebah hutan di hutan mangrove dan di hutan alam daratan, yaitu kebiasaannya membangun sarang. Di hutan mangrove umumnya hanya ditemukan satu sarang di satu pohon, sementara di hutan alam daratan kebanyakan beragregasi dalam jumlah banyak di satu pohon. Selain itu, pohon tempat bersarang di hutan mangrove selalu berganti dari musim ke musim, sementara di hutan alam daratan cenderung tetap di pohon yang sama.

Sedikitnya jumlah sarang lebah hutan yang dapat ditemukan di hutan mangrove menyebabkan tidak ada satu pun orang yang mengkhususkan diri berprofesi sebagai pawang lebah hutan di semua lokasi yang disurvei. Semua responden yang biasa memanen lebah hutan adalah nelayan pencari udang/kepiting di hutan mangrove atau pencari kayu. Sarang lebah biasanya ditemukan tanpa sengaja pada saat mereka menjalankan kegiatan rutin sehari-hari di hutan mangrove. Karena itu tidak banyak orang yang memiliki keberanian memanen lebah hutan, apalagi berprofesi sebagai pemungut madu hutan seperti halnya di hutan alam daratan. Hasil survei kami mendapati hanya sejumlah kecil petani nelayan yang memiliki keberanian memanen lebah hutan (Tabel 2).

Tidak ada kepemilikan sarang lebah di hutan mangrove sebagaimana halnya di sebagian besar wilayah hutan alam daratan. Karena itu, siapa pun yang menemukan sarang lebah yang sudah berisi madu akan langsung memanennya apabila dia memiliki keberanian. Kalau belum berisi madu, maka dia akan merahasiakan temuannya sambil menunggu beberapa hari sampai tiba masa panen. Dalam hal penemu tidak memiliki cukup keberanian untuk memanen, maka dia akan kerjasama bagi hasil dengan orang lain.

Keberadaan sarang lebah hutan di hutan mangrove biasanya ditemukan pada musim kering, sekitar bulan Juni-Juli, dan musim hujan, sekitar Desember-Januari. Pemungut madu umumnya menyebut panen madu di bulan Desember-Januari sebagai musim pemanenan madu hutan. Hal ini dikarenakan peluang menemukan sarang lebah di bulan itu relatif lebih tinggi dibanding pada masa panen bulan Juni-Juli, dan jumlah produksi yang dapat diperoleh dari setiap sarang juga lebih banyak. Jumlah rata-rata produksi madu per koloni pada dua musim panen lebah hutan di masing-masing lokasi tertera di Tabel 3.

Jumlah rata-rata produksi madu per koloni lebah hutan di hutan mangrove jauh lebih kecil dibanding jumlah rata-rata produksi madu di hutan alam daratan yang dapat mencapai 10–15 kg per sarang (Hadisoesilo & Kuntadi, 2007). Dengan jumlah sarang yang juga jauh lebih sedikit di setiap musim pemanenan, maka total produksi madu yang dapat diperoleh dari kawasan mangrove di semua lokasi yang disurvei tergolong sangat kecil. Dengan harga jual rata-rata Rp 50.000,-/botol, bagi perseorangan yang

beruntung menemukan sarang lebah dan mendapatkan madunya, hasil penjualan dapat memberikan tambahan penghasilan. Namun, tambahan penghasilan tersebut baru berarti di tingkat individu rumahtangga yang jumlahnya sangat sedikit. Kondisi ini berbeda jauh dibandingkan dengan situasi perlembahan di kawasan mangrove Sundarbans di Bangladesh, dimana, menurut Burgett (2000), diperkirakan ada sekitar 2000 orang yang terlibat dalam perburuan madu hutan pada setiap musim panen, dengan hasil produksi rata-rata berkisar antara 130 –185 ton per tahun. Kondisi hutan mangrove yang sangat terjaga di Sundarbans karena tingkat aksesibilitas yang sangat terbatas (Eaton 1991 dalam Burgett, 2000) merupakan habitat yang sangat baik bagi ribuan koloni *A. dorsata*. Selain faktor proteksi pemerintah karena kawasan Sundarbans telah ditetapkan sebagai salah satu warisan dunia, keberadaan harimau benggala (*Panthera tigris tigris*) di kawasan tersebut sedikit banyak mungkin ikut berperan mengurangi tingkat kerusakan hutan mangrove. Apabila proteksi dan konservasi hutan mangrove juga berjalan sebagaimana seharusnya, sangat mungkin perlembahan di hutan mangrove di lokasi-lokasi yang kami jadikan contoh akan lebih baik dari kondisi saat ini. Sebagai rujukan, beberapa mantan pencari dan pemungut madu hutan di Desa Dabong (Kalbar) menyatakan bahwa sampai dengan akhir tahun 1960-an, sebelum hutan mangrove didominasi bakau dan api-api seperti sekarang ini, sarang lebah hutan sangat mudah ditemukan dan rata-rata setiap sarang dapat menghasilkan sampai dengan 10 kg. Kisah yang sama juga diceritakan para pawang lebah di Desa Batang Tumu (Riau). Bahkan, masa-masa suksesnya perlembahan di kawasan mangrove desa ini masih dapat dinikmati masyarakat hingga tahun 1980-an, sebelum akhirnya kawasan tersebut rusak berat akibat penebangan besar-besaran.

Tabel 3. Jumlah rata-rata produksi madu per koloni lebah hutan

No.	Lokasi Penelitian	Produksi bulan Jun-Jul (kg)	Produksi bulan Des-Jan (kg)
1.	TN Alas Purwo, Jatim	-	1 - 5
2.	Desa Ujung Halang, Cilacap, Jateng	-	2 - 4
3.	Desa Dabong, Kalbar	2 - 4	5 – 8
4.	Desa Batang Tumu, Riau	1 - 2	2 – 5

Selain pemungutan madu hutan, perlembahan di hutan mangrove ternyata juga melibatkan kegiatan budidaya, meskipun skalanya sangat kecil, karena hanya melibatkan satu orang petani di TN Alas Purwo, Jatim, dan Segara Anakan, Cilacap. Perkembangan kegiatan budidayanya juga tidak menggemblakan, karena jumlah koloni yang dibudidayakan hanya dua stup. Bahkan, satu-satunya koloni yang dipelihara petani di Cilacap hanya mampu bertahan selama kurang dari satu tahun. Sistem pembungaan sebagian besar jenis mangrove yang bersifat musiman diperkirakan menjadi penyebab tidak berkembangnya koloni lebah yang dibudidayakan, karena tidak mampu menyediakan pakan dalam jumlah yang cukup dan terus menerus sepanjang tahun.

Jenis Mangrove penghasil madu dan potensinya

Hasil pengamatan lapangan dan wawancara dengan pemungut madu diperoleh data jenis-jenis tumbuhan mangrove yang merupakan sumber pakan lebah madu (Tabel 4). Di antara jenis-jenis yang tercatat, beberapa di antaranya disebut sebagai penghasil madu yang paling utama, yaitu *Excoecaria agalloca* (buta-buta), *Sonneratia alba* (prepat/pedada), *Sonneratia caseolaris* (prepat/pedada), dan *Xylocarpus granatum* (nyirih). Jenis-jenis ini ternyata juga termasuk sumber pakan lebah madu yang penting di beberapa negara lain seperti China (Yi-Feng *et al.*, 2006), Bangladesh (Burgett, 2000), dan Vietnam (Crane *et al.*, 1998). Buta-buta berbunga antara bulan Desember – Januari, madu yang dihasilkan biasanya berwarna jernih dengan rasa agak pahit. Prepat atau pedada berbunga sekitar bulan Desember, madu yang dihasilkan agak kehitaman dengan rasa paling manis. Adapun pohon nyirih berbunga antara bulan April - Juni, madunya berasa agak pahit.

Pada penelitian ini juga dilakukan analisis vegetasi. Kegiatan ini dilakukan di dua lokasi, yaitu hutan lindung mangrove yang ada di desa Dabong (Kalbar) dan hutan konservasi mangrove di TN Alas Purwo (Jatim), masing-masing mewakili lokasi perlembahan yang berupa pemungutan madu hutan *A. dorsata* dan budidaya lebah lokal *A. cerana*. Kedua lokasi ini dipilih mengingat kondisi hutan mangrovenya masih relatif lebih baik dari pada dua lokasi lainnya.

Tabel 4. Jenis-jenis tumbuhan sumber pakan lebah madu di mangrove

No.	Nama Jenis	Musim Pembungaan	Sumber Informasi Musim Pembungaan
1.	<i>Lumnitzera littorea</i>	Pebruari-Maret	Wawancara
2.	<i>Lumnitzera racemosa</i>	Pebruari-Maret	Wawancara
3.	<i>Ludwigia ascendens</i>		Tidak ada data
4.	<i>Clerodendron maraecloset</i>		Tidak ada data
5.	<i>Excoecaria agallocha</i>	Desember-Januari	Pengamatan
6.	<i>Sonneratia alba</i>	Desember	Wawancara
7.	<i>Sonneratia caseolaris</i>	Desember	Wawancara
8.	<i>Aegiceras corniculatum</i>	Agustus	Upadhyay & Mishra, 2010
9.	<i>Bruguiera cylindrica</i>	April - Juni	Wawancara
10.	<i>Heritiera littoralis</i>		Tidak ada data
11.	<i>Acanthus ilicifolius</i>	Maret	Upadhyay & Mishra, 2010
12.	<i>Barringtonia asiatica</i>		Tidak ada data
13.	<i>Derris trifoliata</i>		Tidak ada data
14.	<i>Xylocarpus granatum</i>	April - Juni	Wawancara

Berdasarkan hasil pengamatan dan pengukuran pada plot-plot contoh di hutan lindung mangrove di desa Dabong diketahui terdapat 20 jenis tumbuhan, yaitu *Rhizophora apiculata*, *R. mucronata*, *Bruguiera gymnorhyza*, *B. cylindrica*, *B. sexangula*, *B. parviflora*, *Avicennia marina*, *A. alba*, *A. lanata*, *A. officinalis*, *Ceriops tagal*, *C. decandra*, *Candelia candel*, *Excoecaria agallocha*, *Lumnitzera racemosa*, *Xylocarpus granatum*, *X. moluccensis*, *Heritiera littoralis*, *Sonneratia alba*, dan *Sonneratia caseolaris*. Di antara jenis-jenis tersebut terdapat 4 jenis yang mendominasi formasi mangrove di kawasan ini, yaitu *R. apiculata*, *B. gymnorhyza*, *S. caseolaris*, dan *E. agallocha*. Tabel 5 menampilkan potensi tegakan ke empat jenis mangrove dominan tersebut.

Tabel 5. Potensi tegakan empat jenis mangrove dominan di Desa Dabong

No.	Jenis	Tinggi rata-rata(m)	Diameter rata-rata (D _{1,3} cm)	Kerapatan (100 m ²)
1.	<i>R. apiculata</i>	21,5	23,6	9 pohon
2.	<i>B. gymnorhyza</i>	18,7	18,7	7 pohon
3.	<i>S. caseolaris</i>	16,3	17,3	7 pohon
4.	<i>E. agallocha</i>	15,4	23,3	6 pohon

Hasil pengukuran dan pengamatan potensi tegakan mangrove di TN Alas Purwo diketahui terdapat 12 jenis tumbuhan, yaitu *Rhizophora apiculata*, *Rhizophora mucronata*, *Bruguiera gymnorhyza*, *Bruguiera sp.*, *Avicennia marina*, *Avicennia sp.*, *Cordia bantamensis*, *Cordia sp.*, *Xylocarpus granatum*, *Heritiera littoralis*, *Sonneratia alba*, dan *Sonneratia caseolaris*. Adapun empat jenis yang mendominasi tegakan, yaitu *Rhizophora mucronata*, *Avicennia marina*, *Bruguiera gymnorhyza* dan *Sonneratia caseolaris*. Tabel 6 menampilkan potensi tegakan ke empat jenis mangrove dominan di kawasan TN Alas Purwo.

Tabel 6. Potensi tegakan empat jenis mangrove dominan di TNAP

No.	Jenis	Tinggi rata-rata(m)	Diameter rata-rata (D _{1,3} cm)	Kerapatan (100 m ²)
1.	<i>R. mucronata</i>	21,4	23,2	9 pohon
2.	<i>A. marina</i>	18,7	17,8	8 pohon
3.	<i>B. gymnorhyza</i>	17,5	17,7	7 pohon
4.	<i>S. caseolaris</i>	16,8	15,8	6,5 pohon

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Hasil survey di Kabupaten Kubu Raya, Propinsi Kalimantan Barat, dan Kabupaten Indragiri Hilir, Propinsi Riau, menunjukkan bahwa kawasan mangrove menjadi habitat bagi lebah madu hutan *Apis dorsata*. Pemungutan madu di hutan mangrove menjadi sumber pendapatan tambahan bagi masyarakat setempat yang bekerja sebagai nelayan (pencari udang/kepiting) dan pencari kayu bakar.
2. Pemanenan madu di hutan mangrove biasanya dilakukan dua kali dalam setahun, yaitu pada pertengahan (Juni-Juli) dan akhir tahun (Desember). Produksi madu yang paling banyak terutama pada saat musim pembungaan tumbuhan mangrove jenis buta-buta (*Excoecaria agalloca*), perepat (*Sonneratia alba* dan *Sonneratia caseolaris*), dan nyirih (*Xylocarpus granatum*). Selain itu, terdapat beberapa jenis lain yang juga menjadi sumber pakan lebah, antara lain yaitu teruntum merah (*Lumnitzera littorea*) dan teruntum putih (*L. racemosa*), dan jenis-jenis tumbuhan bawah yang berasosiasi dengan mangrove, seperti gletang warak (*Clerodendron maraecloset*), krangkong (*Ludwigia ascendens*) dan lain-lain.
3. Keragaman jenis dan kondisi hutan mangrove menentukan terhadap kelimpahan dan populasi lebah hutan yang ada di kawasan tersebut. Berdasarkan wawancara dengan pemungut madu diketahui bahwa populasi *A. dorsata* di hutan lindung yang ada di Kab. Kubu Raya lebih tinggi (5 – 10 sarang dalam satu komunitas tegakan) dari pada di hutan produksi bekas tebangan di Kab. Tembilahan (1 – 3 sarang dalam satu komunitas tegakan).
4. Pembungaan tumbuhan mangrove bersifat musiman sehingga kurang tepat untuk kegiatan budidaya lebah yang sifatnya menetap. Sebaliknya, bagi lebah hutan jenis *A. dorsata*, fenologi pembungaan yang musiman tidak menjadi kendala mengingat kemampuannya bermigrasi dalam jarak jauh.

Saran

1. Dalam kegiatan rehabilitasi lahan mangrove, jenis-jenis yang potensial sebagai sumber pakan lebah madu agar lebih diprioritaskan sehingga dapat menghasilkan nilai tambah tegakan.
2. Kegiatan budidaya di kawasan mangrove sebaiknya tidak secara menetap, melainkan model migratory yang penempatannya hanya pada masa pembungaan tumbuhan.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, C. dan H. Gunawan. 2007. Peranan Ekologis dan Sosial Ekonomis Hutan Mangrove dalam Mendukung Pembangunan Wilayah Pesisir. Prosiding Ekspose Hasil Penelitian Hutan dan Konservasi Alam di Padang. P3HKA, Bogor.
- Barth, O.M. and C.F.P.D. Luz. 1998. Melissopalynological data obtained from a mangrove area near to Rio De Janeiro, Brazil. *J. Apic. Res.* 37 (3): 155-163.
- Burgett, M.D. 2000. Honey hunters of the Sundarbans. *Beekeeping and Development* 56 : 6 – 7.
- Crane, E., V.V. Luyen, V. Mulder, and T.C. Ta. 1998. Traditional management system for *Apis dorsata* in submerged forests in Southern Vietnam and Central Kalimantan. *Bee World* : 27-40.
- Hadisoesilo, S. dan Kuntadi. 2007. Kearifan Tradisional dalam “Budidaya” Lebah Hutan (*Apis dorsata*). Departemen Kehutanan, Badan Litbang Kehutanan, Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam, Bogor. Pp 40.
- Oldroyd, B.P. and S. Wongsiri. 2006. Asian Honey Bees; Biology, Conservation, and Human Interactions. Harvard University Press. Cambridge, Massachusetts, and London, England. Pp 340.
- Upadhyay, V.P. and P.K. Mishra. 2010. Phenology of mangroves tree species on Orissa coast, India. *Tropical Ecology* 51(2): 289 – 295.
- Yao, Y.F., S. Bera, Y.F. Wang, and C.S. Li. 2006. Nectar and pollen sources for honeybee (*Apis cerana cerana* Fabr.) in Qinglan Mangrove Area, Hainan Island, China. *Acta Botanica Sinica* 48 (11): 1266-1273.
- Zmarlicki, C.B. 1994. Integrated resource development of the Sundarbans Reserved Forest. Draft Final Report on the development of apiculture. FAO BGD/84/056, Rome, Italy.

KAJIAN SOSIAL EKONOMI DAN PERSEPSI MASYARAKAT KAWASAN PENYANGGA TAMAN NASIONAL BROMO TENGGER SEMERU

Nugroho Tri Waskitho dan Nuzulul Khory Prabawati

Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang
Jl. Raya Tlogomas No. 246 Malang, 65144; email: triwaskithon@yahoo.co.id

ABSTRAK

Kemiskinan yang dialami masyarakat desa di sekitar hutan mendorong untuk melakukan pemanfaatan lahan pada hutan sebagai sumber mata pencaharian. Keadaan demikian mendorong masyarakat mencari kehidupan dalam hutan yang dapat memacu kerusakan hutan yang mungkin saja terjadi pada kawasan hutan konservasi. Kawasan hutan konservasi harus tetap dilestarikan karena perannya sebagai penyangga kehidupan. Tujuan penelitian adalah (1) untuk memperoleh pemahaman tentang kondisi sosial ekonomi masyarakat kawasan penyangga Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS), dan (2) untuk mengetahui tingkat persepsi masyarakat kawasan penyangga TNBTS mengenai pentingnya konservasi. Penelitian dilaksanakan pada bulan Mei 2012 di Desa Pandansari, Kecamatan Poncokusumo, Kabupaten Malang. Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kualitatif dengan teknik penentuan responden *snowball sampling*. Responden adalah masyarakat kawasan penyangga yang beraktivitas dalam kawasan TNBTS. Penelitian menghasilkan bahwa sebagian besar masyarakat kawasan penyangga tidak mengetahui arti konservasi dan keberadaan TNBTS. Faktor yang menjadi penyebab ketidaktahuan akan konservasi adalah latar belakang pendidikan yang rendah dan kurangnya sosialisasi yang diberikan pengelola TNBTS kepada masyarakat. Pemanfaat sumberdaya hutan termasuk dalam katagori usia produktif. Keterdesakan ekonomi dan taraf kesejahteraan sosial yang rendah membuat masyarakat mencari penghasilan dalam hutan. Pemanfaat sumberdaya hutan didominasi oleh masyarakat yang bermatapencaharian pada sektor pertanian dengan penghasilan Rp 150.000 - Rp 300.000,- per bulan. Belum ada pemberdayaan yang diberikan pengelola TNBTS kepada masyarakat desa Pandansari. Masyarakat menginginkan hutan tetap lestari karena takut bencana akan tetapi kekurangan penghasilan mendorong masyarakat tetap beraktivitas dalam hutan.

Kata kunci: sosial ekonomi, masyarakat, persepsi, konservasi

I. PENDAHULUAN

Latar Belakang

Kemiskinan masyarakat desa di sekitar hutan mendorong untuk memanfaatkan lahan hutan sebagai sumber mata pencaharian. Ketergantungan ini dilakukan secara tradisional dan modern sehingga mengakibatkan kerusakan. Kondisi seperti ini terjadi pada kawasan hutan baik produksi maupun konservasi.

Kawasan taman nasional yang secara langsung berbatasan dengan pemukiman penduduk sangat rawan terhadap tindakan pelanggaran sehingga perlu adanya tindakan perlindungan agar kelestarian kawasan dan fungsinya tetap terjaga. Taman Nasional Bromo Tengger Semeru merupakan suatu kawasan konservasi pelestarian alam yang mempunyai ekosistem asli dikelola dengan zonasi, yang dimanfaatkan untuk tujuan penelitian, ilmu pengetahuan, pendidikan, menunjang budidaya, pariwisata dan rekreasi. Namun dalam pengelolaannya masih dijumpai beberapa permasalahan seperti perambahan lahan hutan, pencurian kayu, perburuan liar, dan lain sebagainya. Seiring dengan berjalannya waktu dan berkembangnya pertumbuhan penduduk disekitar kawasan konservasi taman nasional terus bertambah, maka tekanan sumberdaya alam dalam kawasan pun semakin meningkat. Ancaman kerusakan terutama akibat aktivitas ekonomi masyarakat sekitar kawasan untuk pemenuhan kebutuhan hidup sehari-hari. Selanjutnya untuk mengurangi laju kerusakan akibat segala kegiatan yang menyangkut ekonomi masyarakat di kawasan konservasi taman nasional, diperlukan suatu kajian kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar.

Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk:

1. Mengetahui seberapa besar persepsi masyarakat sekitar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) mengenai pentingnya konservasi.
2. Mengetahui kondisi sosial ekonomi masyarakat sekitar TNBTS.

II. METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Mei 2012 di desa penyangga Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) yaitu Desa Pandansari Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang.

Metode Penelitian

Cara pengumpulan data dengan wawancara dan pengamatan langsung di lapangan untuk mendapatkan data primer mengenai keadaan sosial ekonomi dan persepsi masyarakat desa penyangga Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS).

Teknik yang dipakai antara lain survei, observasi, wawancara, dan dokumentasi, sedangkan data sekunder didapat dengan mencatat data-data yang tersedia di instansi yang terkait. Tabulasi data yang telah dikumpulkan baik berdasarkan penelitian lapang maupun dari instansi terkait kemudian diklasifikasikan, dideskripsikan dan dianalisis secara deskriptif kualitatif.

Untuk mengetahui tingkat efisiensi usaha tani digunakan analisis B/C ratio yang merupakan perbandingan antara benefit (pendapatan) dengan total biaya produksi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Masyarakat

Karakteristik masyarakat disajikan dalam bentuk tabel yang meliputi umur, jumlah anggota keluarga, tingkat pendidikan, mata pencaharian dan kesejahteraan sosial.

Umur

Umur merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kemampuan kerja, kemampuan fisik dan semangat kerja. Umur responden Desa Pandansari berkisar antara 25 sampai 65 tahun dan selengkapnya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Umur Responden

No.	Kelompok Umur	Jiwa	Persentase (%)
1.	25 – 35	3	10
2.	36 – 45	9	30
3.	46 – 55	14	48
4.	56 – 65	4	12
Jumlah		30	100

Sumber: Analisis Data Primer, 2012

Sebagian besar (48%) responden merupakan kelompok umur pada usia 46 – 55 tahun dan dikategorikan dalam usia produktif.

Jumlah Anggota Keluarga

Jumlah anggota keluarga adalah jumlah individu yang menjadi tanggungan kepala keluarga dan tinggal dalam satu rumah yang meliputi istri, anak serta keluarga lain dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari. Jumlah anggota keluarga yang ditanggung oleh setiap kepala keluarga/responden adalah 1–7 anggota keluarga. Data tersebut dapat dilihat pada Tabel 2:

Tabel 2. Jumlah Anggota Keluarga

No.	Jumlah Anggota Keluarga	Jiwa	Persentase (%)
1.	1 – 3 orang	10	33,3
2.	4 – 7 orang	20	66,7
	Jumlah	30	100

Sumber: Analisis Data Primer, 2012

Tabel 2 menunjukkan bahwa sebanyak 66,7 % responden memiliki jumlah anggota 4 – 7 orang. Hal ini dapat diartikan bahwa semakin besar jumlah anggota keluarga maka semakin besar pula jumlah kebutuhan hidup yang harus dipenuhi.

Tingkat Pendidikan

Sebagian besar masyarakat desa Pandansari berlatar belakang pendidikan sekolah dasar seperti disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Tingkat Pendidikan

No.	Tingkat pendidikan	Jiwa	Persentase (%)
1.	SD	28	94
2.	SMP	1	3
3.	SMA	1	3
	Jumlah	30	100

Sumber: Analisis Data Primer, 2012

Tabel 3 memperlihatkan bahwa sebanyak 94 % masyarakat hanya mengenyam pendidikan SD. Rendahnya status pendidikan yang mereka miliki mempengaruhi pola pikir tentang kesadaran mengenai pentingnya lingkungan serta pelestarian alam. Tingkat pendidikan yang rendah menyebabkan pemikiran yang kurang berkembang untuk kelanjutan hidupnya. Selain itu juga mempengaruhi keterampilan dalam memasuki pasar lapangan pekerjaan dan juga mengakibatkan masyarakat cenderung tertutup oleh kehadiran orang asing yang sebelumnya belum mereka kenal.

Mata Pencarian

Mata pencarian responden bervariasi baik yang bersifat pekerjaan utama maupun pekerjaan sampingan. Berdasarkan hasil wawancara, mata pencarian responden adalah buruh tani, petani, dan wiraswasta. Adapun rincian mata pencarian responden dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Mata Pencarian

No.	Mata pencarian	Jiwa	Persentase (%)
1.	Buruh tani	26	87
2.	Petani	3	10
3.	Wiraswasta	1	3
	Jumlah	30	100

Sumber: Analisis Data Primer, 2012

Sebagian besar masyarakat Desa Pandansari secara umum bermata pencarian pada sektor pertanian. Sebesar 87% penghasilan ekonomi yang dimiliki diperoleh dari bekerja sebagai buruh tani. Di Desa Pandansari upah untuk seorang buruh tani adalah Rp 12.500,- untuk 1 hari, yaitu dengan masa kerja dimulai dari jam 6.00 hingga 11.00 WIB. Akan tetapi penghasilan petani, baik yang menjadi pesanggem atau petani yang memiliki lahan sendiri adalah berkisar antara Rp 150.000,- sampai dengan Rp 300.000,- per bulan. Penghasilan yang didapatkan dari petani tersebut tidak membuat mereka mencari tambahan penghasilan dengan memanfaatkan sumberdaya hutan khususnya di kawasan konservasi. Untuk responden

yang mata pencahariannya sebagai wiraswasta, yaitu pedagang makanan ringan, pendapatan yang diperoleh adalah Rp 400.000,- sampai dengan Rp 800.000,- per bulan.

Kesejahteraan Sosial

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa 25 kepala keluarga yang menjadi responden mengungkapkan jika kebutuhan dasar seperti papan, sandang, pangan dikatakan terpenuhi, akan tetapi belum sesuai dengan yang mereka harapkan. Kesejahteraan masyarakat termasuk dalam taraf kurang sejahtera. Hal ini disebabkan oleh perekonomian yang terjadi tidak berjalan dengan baik, yang mana dapat dilihat dari hasil kerja yang diperoleh dari mata pencaharian.

Penerimaan Responden dalam Bidang Pertanian

Dari data yang diperoleh dari responden, ada yang berprofesi menjadi buruh tani, ada yang memiliki lahan sendiri dan ada yang bekerja sebagai pesanggem.

Biaya Produksi

Biaya produksi tanaman tebu untuk pembelian bibit tebu rata-rata petani membeli sebanyak 3 ton bibit untuk luas lahan 1 ha. Harga bibit tersebut dibeli dengan harga Rp 50.000,-/Kw. Untuk benih kopi membutuhkan 5 gelundung kopi (1 gelundung = 45 biji kopi). Harga 1 gelundung kopi sejumlah Rp. 3.000,-. Untuk jagung dibutuhkan 4 kg benih jagung untuk lahan seluas 250 m². Ada pun harga dari benih jagung adalah Rp. 6.500,-/kg.

Untuk penggunaan pupuk, petani tebu menggunakan pupuk urea. Sebanyak 5 kw pupuk yang digunakan untuk tanaman tebu mulai penanaman dan perawatannya dengan harga Rp. 160.000,-/kw. Pupuk untuk tanaman Jagung membutuhkan ± 80kg pupuk urea dengan harga Rp. 1.300,-/kg.

Kegiatan tenaga kerja meliputi pengelolaan tanah, penanaman, pemupukan, dan pemanenan. Upah tenaga kerja sebagai buruh tani di desa Pandansari sebesar Rp. 12.500,-/orang/hari.

Untuk tanaman Jagung petani bekerja sendiri dan biaya angkut serta transportasi dilakukan sendiri juga dengan cara memanggul dari kebun sampai rumah karena jagung tersebut dikonsumsi untuk kebutuhan sehari-hari dan tidak dijual.

Nilai Produksi

Nilai produksi tanaman tebu dalam satu kali musim panen rata-rata mencapai Rp. 5.000.000,-. Untuk rata-rata hasil produksi jagung dalam satu kali musim panen sebanyak 540kg dengan harga jual Rp. 900,-/kg, sehingga petani menerima hasil produksi sebesar Rp. 486.000,-. Besar B/C usaha tani disajikan pada tabel 5.

Tabel 5. B/C Usaha Tani

No.	Luas Lahan (ha)	Komoditi	Jumlah Produksi (kg)	Harga/kg (Rp)	Nilai Produksi (Rp)	Total Biaya Produksi (Rp)	Pendapatan (Rp)	B/C
1.	1,5	Tebu	-	-	5.000.000	3.425.000	1.575.000	1,459
2.	0,25	Jagung	540	900	486.000	130.000	356.000	3,738
3.	2	Kopi	-	-	-	-	-	-

Sumber: Analisis Data Primer, 2012

(-): pada tanaman tebu menggunakan sistem tebasan, pada tanaman kopi belum pernah panen.

Efisiensi Usaha Tani

Nilai B/C ratio untuk tanaman Tebu adalah 1,459 dan untuk tanaman Jagung adalah 3,378. Efisiensi tanaman Jagung dua kali lipat lebih besar dari tanaman Tebu.

Persepsi dan Harapan Masyarakat dengan Keberadaan TNBTS

Persepsi masyarakat terwujud dari aktivitas terdahulu yang terjadi secara bertahun-tahun, diperoleh dan dipengaruhi oleh pengalaman, penilaian, kepercayaan, sikap, dan keadaan sosial ekonomi yang terjadi saat ini. Oleh karena itu sangat penting bagi Balai Besar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) untuk mengetahui persepsi masyarakat desa penyangga TNBTS yaitu Desa Pandansari, dalam memutuskan kebijakan pengelolaan kawasan itu sendiri agar berjalan sesuai dengan fungsinya.

Persepsi masyarakat tentang TNBTS diperoleh dengan melakukan wawancara kepada masyarakat desa Pandansari yang hasilnya disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Persepsi dan Harapan Masyarakat Terhadap Keberadaan TNBTS

No.	Persepsi Masyarakat	Jumlah	Persentase
1.	Pengetahuan mengenai keberadaan TNBTS		
	Tahu	-	-
	Tidak Tahu	30	100%
2.	Larangan Dalam Pemanfaatan SDH		
	Pemanfaatan SDH merupakan kegiatan yang tidak diperbolehkan	30	100%
	Pemanfaatan SDH merupakan kegiatan yang diperbolehkan	-	-
3.	Harapan Masyarakat		
	Mengemukakan harapan untuk mendapat bantuan	-	-
	Tidak mengemukakan	30	100%

Sumber: Data Primer diolah 2012

Sebagian besar masyarakat tidak tahu tentang keberadaan Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). Mereka menganggap bahwa TNBTS merupakan hutan lindung yang tidak diperbolehkan untuk melakukan pemanfaatan. Sebagian masyarakat setuju jika hutan itu harus dilestarikan dan dijaga guna untuk menunjang ketersediaan air bersih yang berguna untuk pertanian, perkebunan, dan kepentingan rumah tangga. Hal ini dapat diketahui bahwa ada sebagian masyarakat yang memanfaatkan lahan kosongnya untuk menanam tanaman berkayu yang rata-rata didominasi oleh Sengon, Mahoni, dan Mindi. Meskipun tanaman tersebut untuk tujuan komersial, akan tetapi hal ini menunjukkan bahwa jika sebagian besar masyarakat peduli dengan lingkungan. Keadaan ini didukung oleh Awang (2003) bahwa hutan dan manusia merupakan satu kesatuan dalam ekosistem yang saling ketergantungan. Kondisi demikian didukung oleh Marliani (2005) yang menyatakan bahwa daerah penyangga tidak merugikan atau merusak potensi kawasan hutan.

Masyarakat Desa Pandansari tidak berani mengungkapkan harapan dengan pengelola TNBTS. Alasan tersebut dikarenakan petugas kurang berinteraksi dengan masyarakat di Desa Pandansari, sehingga membuat rasa takut dan tidak berani untuk mengungkapkan harapan. Kepala Desa Pandansari mengungkapkan, jika sebagai desa penyangga TNBTS, menginginkan kegiatan menggantungkan hidup pada sumberdaya hutan secara ekonomi dapat dihilangkan. Hal ini dapat tercipta jika kondisi ekonomi masyarakat dialihkan kepada kegiatan yang menghasilkan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Tingkat pendidikan sebagian besar masyarakat Desa Pandansari hanya mengampu pendidikan sekolah dasar sehingga mempengaruhi pendapatan serta keterampilan yang dimiliki dalam memenuhi kebutuhan ekonomi. Keadaan sosial ekonomi sebagian besar masyarakat dapat dikategorikan kurang sejahtera. Sebagian besar mata pencaharian masyarakat pada sektor pertanian dan perkebunan dengan pendapatan Rp. 150.000,- – Rp 300.000,- per bulan sehingga mendorong sebagian masyarakat untuk

mencari penghasilan dalam hutan. Sebagian besar masyarakat sebagai buruh tani dan sebagian mencari penghasilan pada sumberdaya hutan di TNBTS.

Sebagian besar masyarakat Desa Pandansari yang merupakan desa penyangga TNBTS tidak mengetahui tentang keberadaan TNBTS. Masyarakat sekitar hutan belum memahami konservasi akan tetapi menginginkan hutan tetap lestari karena hutan sebagai penyedia sumberdaya hutan utamanya air. Hubungan masyarakat dengan pengelola TNBTS tidak terjalin dengan baik sehingga tidak mengetahui keberadaan TNBTS dan belum ada pemberdayaan yang diberikan oleh pengelola TNBTS kepada masyarakat.

Saran

Pengelola TNBTS disarankan melakukan sosialisasi berkelanjutan yang dilakukan dengan cara membentuk kelompok-kelompok peduli konservasi kepada seluruh lapisan masyarakat dan sekolah di desa Pandansari.

Pengelola TNBTS diharapkan melakukan pemberdayaan masyarakat yang sesuai dengan potensi dimilikinya.

DAFTAR PUSTAKA

- Awang, 2003. *Politik Kehutanan Masyarakat*. Center for Critical Social Studies (CCSS). Yogyakarta.
- Dewi dan Iwanuddin. 2002. *Kajian Sosial Ekonomi Budaya dan Persepsi Masyarakat Sekitar Danau Tempe*. <http://www.google.co.id/url?sa=t&rct=j&q=Kajian+Sosial+Ekonomi+Budaya+dan+Persepsi+Masyarakat+Sekitar+Danau+Tempe&source=web&cd=3&ved=0CC8QxQEwAg&url=http%3A%2F%2Fdocs.google.com>. Diakses. Malang, 8 Maret 2012.
- Imhar, J.E. 2005. *Pemberdayaan Masyarakat dan Penguatan Kelembagaan*. Malang: Seminar Hasil Penelitian Program Pasca Sarjana UB.
- Karnaji, Sudarso, Zaidi dan Abidin. 2005. *Pengentasan Kemiskinan Melalui Peran Serta Masyarakat Mampu di Provinsi Jawa Timur*. Surabaya: Universitas Airlangga.
- Marliani, R. 2005. *Studi Pemanfaatan Sumberdaya Hutan oleh Masyarakat Desa Penyangga Taman Nasional Baluran*. http://www.google.co.id/#hl=id&q=manfaat+hasil+hutan+bagi+masyarakat+di+kawasan+TN+Baluran&aq=f&aqi=&aql=&oq=&gs_rfai=&fp=a86637e519b879be. Diakses. Malang 5 April 2012.
- Prabandari, F. 2001. *Perencanaan Program Pemberdayaan Masyarakat Desa Sekitar Taman Nasional Bromo Tengger Semeru Berdasarkan Karakteristik Pemanfaatan Hasil Hutan dan Lahan Hutan*. http://repository.ipb.ac.id/bitstream/handle/123456789/20478/2001fpr_abstract.pdf?sequence=1. Diakses. Malang, 4 Maret 2012.
- Setiawan, H. 1999. *Kajian Tekanan Masyarakat terhadap Taman Nasional Studi Kasus Pemungutan Bambu di Taman Nasional Meru Betiri Jawa Timur*. [Skripsi]. Bogor : IPB, Jurusan Konservasi Sumberdaya Hutan Fakultas Kehutanan.
- Soekamdi. 2005. *Pergeseran Paradigma Pengelolaan Kawasan Konservasi*. Makalah pada Workshop tentang Penguatan Kebijakan Konservasi Sumberdaya Alam Hayati dan Ekosistemnya. Bogor: tanggal 11-12 Mei 2005.
- Soraya, Y. 2011. *Implementasi Pemberdayaan Sosisal Ekonomi Masyarakat Dalam Konservasi Sumberdaya Hutan*. Jurnal Skripsi dan Tesis.
- Wiratno, Daru I, Ahmad S, Ani K. 2004. *Berkaca di Cermin Retak : Refleksi Konservasi dan Implikasi bagi Pengelolaan Taman Nasional*. Jakarta : Forest Press, The Gibbon Foundation Indonesia, Departemen Kehutanan dan PILINGO Movement.

STRATEGI PENGEMBANGAN PERSUTERAAN ALAM DI KABUPATEN POLEWALI MANDAR, SULAWESI BARAT

Andi Sadapotto

Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin, Kampus UNHAS Tamalanrea, Makassar
email: sadapotto@yahoo.com

ABSTRAK

Paper ini menekankan kepada bagaimana persuteraan alam di Kabupaten Polewali Mandar dapat dikembangkan sesuai dengan potensi yang ada. Kegiatan persuteraan alam di Sulawesi Barat telah lama dikenal dengan sebutan kain sutera mandar. Kain sutera mandar terkenal dengan motif kotak-kotak. Kain sutera atau sarung mandar dikerjakan oleh pengrajin dengan menggunakan ATBM. Permasalahan yang dihadapi oleh pengrajin sutera di Kab. Polman adalah kurangnya suplai benang sutera sebagai bahan baku dalam pembuatan sarung sutera mandar. Benang sutera kemudian diimpor dari Cina sebagai pengganti benang sutera lokal. Penyebab kurangnya suplai benang sutera lokal karena serangan penyakit ulat sutera pada sentra pemeliharaan ulat sutera di Enrekang dan Soppeng. Pemeliharaan ulat sutera layak dilaksanakan karena potensi SDA dan SDM yang sesuai. Kebijakan pemerintah daerah yang mewajibkan pegawainya memakai baju sutera juga merupakan faktor pendukung utama dalam menggalakkan pemakaian kain sutera. Sementara itu kebijakan pemerintah pusat sudah tertuang dalam peraturan bersama 3 menteri mengenai pengembangan persuteraan alam juga sudah diadopsi dalam bentuk peraturan bupati.

Kata kunci : Strategi, pengembangan, persuteraan alam, Polewali Mandar

I. PENDAHULUAN

Persuteraan alam di Propinsi Sulawesi Barat secara tradisional sudah lama dikenal dengan nama sutera mandar untuk menyebut sarung mandar yang mempunyai motif khas dan berbeda dengan motif dari bugis dan merupakan industri kerajinan rakyat. Daerah yang masuk dalam pengembangan sutera di daerah ini adalah Kabupaten Polewali Mandar, Kabupaten Mamasa dan Kabupaten Majene.

Pengembangan murbei di Kabupaten Polewali Mandar, Majene dan Mamasa sudah lama dikembangkan yang dilakukan bersamaan dengan usaha pemeliharaan ulat sutera, pemintalan dan pertenunan kain sutera. Dengan demikian pengembangan dari hulu sampai hilir sudah dilaksanakan oleh masyarakat di Propinsi Sulawesi Barat. Fokus dari paper ini adalah pengembangan sutera di Kabupaten Polewali Mandar sebagai sentra pengembangan di Sulawesi Barat.

Kain tenunan mandar sekarang lebih banyak menggunakan benang sutera impor akibat kurangnya bahan baku benang sutera lokal. Kebutuhan benang sutera sebagai bahan baku industri pertenunan sutera di Sulawesi Selatan sekitar 200 ton per tahun dan di Sulawesi Barat sekitar 50 ton, sementara produksi benang sutera di Sulawesi Selatan hanya berkisar 50 ton per tahun. Jika kondisi ini terus berlangsung maka akan mengakibatkan berkurangnya peluang petani lokal dalam mensuplai kebutuhan benang sutera untuk tenunan. Untuk itu diperlukan strategi pengembangan persuteraan alam di Kabupaten Polewali Mandar dalam rangka memenuhi kebutuhan bahan baku benang sutera untuk pertenunan.

Persuteraan alam sudah lama dikembangkan di Kabupaten Polewali Mandar dan sampai sekarang sarung mandar sebagai pakaian dalam acara-acara kebudayaan tetap dipakai. Walaupun demikian produksi benang sutera dari Kabupaten Polewali Mandar semakin hari semakin menurun, sehingga penenun menggunakan benang impor dari Cina. Selain itu pengaruh penggunaan benang sutera palsu juga mengakibatkan konsumen tidak dapat mengetahui keaslian produk sutera yang dibeli dan mempengaruhi citra sutera mandar yang sudah terkenal.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan gambaran kondisi pengembangan persuteraan alam di Kabupaten Polewali Mandar Sulawesi Barat dan membuat strategi pengembangan di masa akan datang.

II. METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini berlangsung dari Maret sampai Juli 2011. Lokasi penelitian ditentukan secara purposive berdasarkan data awal dan hasil wawancara sebelumnya dengan stakeholder terkait. Lokasi penelitian meliputi Kabupaten Polewali Mandar, Propinsi Sulawesi Barat.

Pengumpulan Data

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif. Pemilihan sampel menggunakan purposive sampling. Sampel yang terpilih merupakan perwakilan dari petani, pemintal, stakeholder yang terlibat dalam pengembangan sutera di Kabupaten Polewali Mandar, Propinsi Sulawesi Barat.

Analisis Data

Data dianalisis dengan menggunakan analisis SWOT (Strength-Weakness-Opportunities-Threat).

I. Faktor internal II. Faktor eksternal	III. Kekuatan (S)	IV. Kelemahan (W)
V. Kesempatan (O)	VI. Strategi SO VII. Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk memanfaatkan peluang	VIII. Strategi WO IX. Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan untuk memanfaatkan peluang
X. Ancaman (T)	XI. Strategi WO XII. Ciptakan strategi yang menggunakan kekuatan untuk mengatasi ancaman	XIII. Strategi WT XIV. Ciptakan strategi yang meminimalkan kelemahan dan menghindari ancaman

Gambar 1. Analisis SWOT (Rangkuti, 2000)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Keadaan Umum

Propinsi Sulawesi Barat yang merupakan propinsi yang baru terbentuk yang merupakan pecahan dari Propinsi Sulawesi Selatan. Kondisi Persuteraan alam khususnya produksi benang sutera di Propinsi Sulawesi Barat sudah menurun dibanding pada masa lalu. Hal ini disebabkan oleh berbagai faktor antara lain serangan penyakit pebrine, hadirnya benang sutera impor dan persaingan dari komoditas lain.

Kondisi pengembangan sutera alam di Kabupaten Polewali Mandar selama 5 tahun terakhir berdasarkan data BPA (2010) adalah telah dilakukan pengembangan tanaman murbei 52 hektar yang didukung oleh pembangunan kebun bibit murbei seluas 1,5 hektar. Pengembangan kegiatan persuteraan alam di daerah ini difokuskan pada pemeliharaan ulat besar yang dalam kurung waktu tersebut di atas telah dipelihara ulat besar sebanyak 320,50 boks. Produksi kokon dan Raw Silk masing masing sebesar 8.954,44 kg untuk kokon dan 1.392,29 kg untuk raw silk. Usaha ini melibatkan 12 kelompok tani dengan jumlah anggota sebanyak 573 KK.

Di Kabupaten Polewali Mandar terdapat 95 unit pemeliharaan ulat sutera yang ditempatkan dalam kolong rumah. Kapasitas produksi dari usaha pemeliharaan ulat sutera ini meliputi penyerapan telur ulat sutera sebesar 28,5 kg, produksi kokon 277,50 kg dan produksi benang 37 kg. Usaha pemeliharaan ulat sutera ini melibatkan 4 kelompok dengan jumlah anggota 129 KK. Kegiatan menghasilkan kain sutera di Polewali Mandar mempunyai keunikan tersendiri karena melibatkan anggota keluarga laki-laki maupun perempuan. Lokasi penanaman murbei untuk percontohan tersebar di Desa Pallis (Kecamatan Balanipa), Desa Renggeang, Desa Samasundu, Desa Salarri, Desa Tandassura, dan Desa Tangan Baru (Kecamatan Limboro), serta Desa Puppuring (Kecamatan Alu).

Kegiatan pemintalan yang merupakan kegiatan transfer dari kokon ulat sutera menjadi benang sutera. Alat pemintalan yang digunakan di daerah ini pada umumnya berupa alat pemintalan tradisional sebanyak 66 unit. Selain itu di daerah ini juga terdapat alat tenun modern ATBM sebanyak 13 unit dan alat tenun gedogan sebanyak 95 unit.

Dukungan pemerintah Kabupaten Polewali Mandar sudah dilakukan dalam bentuk Peraturan Bupati No. 22 Tahun 2009 Tentang pembinaan dan pengembangan persuteraan alam dengan pendekatan klaster. Pemerintah daerah juga mengharuskan PNS memakai baju berbahan dasar sutera setiap hari Kamis. Walaupun demikian kondisi di lapangan belum mencerminkan kondisi yang diharapkan sehingga perlu dicari strategi lain untuk meningkatkan persuteraan alam di Kabupaten Polewali Mandar.

Kondisi

Berdasarkan kondisi yang ditemukan, maka strategi yang dapat digunakan dengan menggunakan analisis SWOT adalah:

1. Kekuatan

Kekuatan yang terdapat pada daerah pengembangan persuteraan alam adalah :

- Budaya masyarakat mandar yang menggunakan kain sutera untuk kegiatan-kegiatan adat. Sarung sutera mandar mempunyai corak yang khas dan berbeda dengan daerah lain
- Kondisi agroklimat yang mendukung (iklim, tanah, topografi)
Tanaman murbei mempunyai persyaratan tumbuh diantaranya adalah ketinggian 200 – 1000 m di atas permukaan laut, curah hujan berkisar antara 2000 – 3000 mm/tahun, tanah subur, pH tanah berkisar 6 – 7, sinar matahari penuh dari pagi sampai sore, dan temperatur antara 25 – 30 ° C. Secara geografis dan topografis maka Propinsi Sulawesi Barat memuni persyaratan untuk pengembangan budidaya murbei dan pemeliharaan ulat sutera.
- Bernilai ekonomi tinggi
Sarung sutera dikatakan bernilai tinggi karena harga 1 lembar sarung sutera mandar mempunyai harga sekitar Rp 300 ribu sampai Rp 400 ribu rupiah.
- Bersifat padat karya
Usaha sutera alam dikatakan bersifat padat karya karena menggunakan tenaga kerja dan curahan waktu yang cukup besar sehingga sangat cocok dikembangkan di daerah pedesaan.
- Dapat dilakukan oleh wanita, anak-anak maupun orang dewasa

2. Kelemahan

Kelemahan yang terdapat pada daerah pengembangan persuteraan alam adalah :

- Pembinaan persuteraan yang terbagi di instansi kehutanan, perindustrian dan perdagangan
- Produktivitas murbei yang masih rendah
Produktivitas murbei yang rendah disebabkan beberapa hal antara lain pemeliharaan yang tidak dilakukan sesuai dengan standar dan jenis murbei yang tidak unggul. Produktivitas murbei rata-rata hanya mencapai
- Produktivitas kokon yang rendah

3. Peluang

Peluang yang dapat dimanfaatkan pada daerah pengembangan adalah

- Lahan yang masih terbuka luas untuk penanaman murbei dan pemeliharaan ulat sutera
- Ketersediaan tenaga kerja
- Kondisi agroklimat yang sesuai untuk pengembangan murbei dan ulat sutera
- Sudah ada peraturan bersama 3 menteri mengenai pengembangan sutera dan peraturan bupati
- Sudah ada kebijakan bupati untuk mengenakan baju berbahan dasar sutera setiap hari Kamis

4. Ancaman

Ancaman yang perlu ditemui dalam pengembangan persuteraan alam di Sulawesi Barat adalah :

- Adanya benang sutera impor dari Cina
- Adanya benang sutera palsu (sutera India) yang merusak perdagangan sutera asli
- Adanya serangan penyakit pebrine pada sentra produsen telur ulat sutera di Soppeng
- Naik turunnya harga kokon di lapangan
- Bibit ulat sutera impor dari Cina

Gambaran matriks analisis SWOT secara lengkap disajikan pada gambar berikut:

UNSUR INTERNAL UNSUR EKSTERNAL	KEKUATAN (S) S1. Kondisi agroklimat S2. Bernilai ekonomi tinggi S3. Bersifat padat karya S4. Dapat dilakukan oleh pria, wanita, dewasa maupun anak-anak S5. Sutera mandar yang sudah terkenal dan tradisi	KELEMAHAN (W) W1. Keterbatasan modal dan aksesnya W2. Kelembagaan masyarakat (organisasi petani) masih rendah W3. Kualitas SDM masih rendah W4. Tidak diterapkannya teknologi standar W5. Kurangnya pembinaan dari dan atas pemerintah W6. Tenaga ahli penyuluh/pelatih masih terbatas
	PELUANG (O) O1. Kebutuhan kokon masih sangat tinggi O2. Masih sedikitnya sentra produksi kokon bermutu O3. Adanya pola kemitraan O4. Adanya perhatian dari pemerintah (Pemberian KUPA) O5. Adanya peraturan bupati mengenai pemakaian sutera O6. Banyaknya lahan yang masih terlantar	STRATEGI SO 1. Pengembangan pola kemitraan (S,O3) 2. Memanfaatkan lahan yang masih terlantar (S,O6) 3. Memberdayakan SDM (S3,S4,S5,S6,O) 4. Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kokon (S,O1,O2,O5)
ANCAMAN (T) T1. Hama dan penyakit tanaman murbei dan ulat sutera T2. Ketergantungan petani kepada pihak lain (bantuan) masih sangat tinggi T3. Mutu bibit/telur ulat sutera masih tidak stabil T4. Persaingan dengan komoditas lain T5. Harga kokon yang masih dianggap rendah T6. Adanya benang sutera impor dari Cina	STRATEGI ST 1. Mempertahankan kondisi alam bagi pertumbuhan murbei dan ulat (S1,T1) 2. Diversifikasi produk (memanfaatkan daun murbei, pupa atau kokon cacat (S1,T1,T4) 3. Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kokon (S,T5,T6)	STRATEGI WT 1. Memudahkan akses modal ke lembaga keuangan (W1,W2,W4,W5,T6) 2. Peningkatan jumlah dan kualitas tenaga ahli penyuluh/pelatih (W5,W6, T1,T2) 3. Memperkuat kelembagaan petani (W1,W2,T2,T3)

Gambar 2. Analisis SWOT

Strategi Pengembangan

Strategi yang dapat ditempuh untuk menanggulangi permasalahan dengan memanfaatkan kekuatan antara lain:

1. Strategi SO yaitu memanfaatkan kekuatan dan peluang yang dimiliki
 - Pengembangan pola kemitraan. Pengalaman di Enrekang Sulawesi Selatan menunjukkan bahwa kemitraan antara Perusda-Asosiasi Sutera Enrekang-Dinas Kehutanan dan Perkebunan Kabupaten Enrekang pernah berjalan walaupun kemudian terhenti. Belajar dari pengalaman tersebut, maka pola kemitraan bisa dijalankan kembali dengan perbaikan pada kontrak.
 - Memanfaatkan lahan yang terlantar. Hasil survey menunjukkan masih ada lahan yang tidak dimanfaatkan yang bisa dimanfaatkan untuk penanaman murbei.
 - Memanfaatkan SDM yang banyak tersedia dan tidak membutuhkan teknologi yang tinggi.
 - Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kokon.
2. Strategi WO yaitu memanfaatkan peluang untuk menutupi kelemahan.
 - Meningkatkan pembinaan terhadap petani
 - Penguatan kelembagaan
 - Memanfaatkan perhatian pemerintah
3. Strategi ST
 - Mempertahankan kondisi alam bagi pertumbuhan murbei dan ulat
 - Diversifikasi produk (memanfaatkan daun murbei, pupa atau kokon cacat
 - Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kokon murbei, pupa atau kokon cacat
 - Meningkatkan kualitas dan kuantitas produksi kokon
4. Strategi WT
 - Memudahkan akses modal ke lembaga keuangan. Akses yang dibutuhkan melalui perbankan maupun non perbankan.
 - Peningkatan jumlah dan kualitas tenaga ahli penyuluh/pelatih
 - Memperkuat kelembagaan petani. Kelembagaan petani dalam bentuk kelompok perlu diperkuat terutama dalam hal pemeliharaan ulat sutera yaitu pemeliharaan ulat kecil dilakukan oleh kelompok dan pemeliharaan ulat besar dilakukan oleh masing-masing petani.

Strategi yang dirumuskan diatas perlu dilanjutkan dengan pembuatan program-program kegiatan yang akan dilaksanakan.

Program Kerja

Program kerja yang dapat dilakukan untuk mendukung pengembangan persuteraan alam di Sulawesi Barat adalah:

- Pembuatan demplot persuteraan alam
Pembuatan demplot berguna untuk memberikan sarana percontohan bagi petani bagaimana melaksanakan budidaya murbei dan pemeliharaan ulat sutera yang standar. Hasil pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa budidaya murbei dan pemeliharaan ulat sutera belum sesuai dengan standar.
- Pembuatan pusat perdagangan produk sutera
Pembuatan pusat perdagangan produk sutera berguna untuk menampung semua produk sutera dan sekaligus sebagai sarana dalam mengedukasi masyarakat dalam menilai produk sutera
- Standardisasi dan labelisasi produk sutera
Standarisasi dan labelisasi produk sutera berguna untuk memberikan standar produk sutera sehingga memberikan jaminan keaslian bagi konsumen
- Pemakaian baju berbahan sutera pada hari tertentu.
Pemakaian baju berbahan sutera pada hari tertentu berguna untuk menunjukkan identitas sebagai daerah penghasil sutera sekaligus juga untuk memberi peluang pemasaran produk sutera di tingkat lokal. Anjuran untuk penggunaan bahan sutera pada hari kamis oleh pegawai sudah dilakukan oleh pemerintah kabupaten. Namun demikian pemakaian bahan sutera belum dipakai semua karena para pegawai masih memilih memakai batik.
- Memperkuat kelembagaan petani melalui pembinaan kelompok secara berkesinambungan.
Pengalaman di negara maju menunjukkan bahwa pemeliharaan ulat sutera dilakukan secara berkelompok. Kelompok inti melakukan pemeliharaan ulat kecil, sedangkan pemeliharaan ulat besar dilakukan oleh masing-masing anggota kelompok.

IV. KESIMPULAN

Kesimpulan

Strategi pengembangan sutera di Kabupaten Polewali Mandar bisa terlaksana kalau unsur pelaksana dan para stakeholder mau melaksanakan butir-butir program yang ada. Prioritas pengembangan sutera alam di Kabupaten Polewali Mandar adalah dengan memasyarakatkan penggunaan pakaian berbahan sutera yang dimulai pada PNS kabupaten dan diikuti oleh masyarakat

Saran

Agar dalam penelitian selanjutnya masalah penerapan aturan yang sudah disepakati bisa tercakup.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmosoedarjo S, Kartasubrata J, Kaomini M, Saleh W, Moerdoko W. 2000. *Sutera Alam Indonesia*. Jakarta: Yayasan Sarana Wana Jaya.
- Balai Persuteraan Alam. 2010. *Keadaan Persuteraan Alam di Wilayah Balai Persuteraan Alam Sulawesi Selatan Tahun 2010*. Makassar : BPA
- Rangkuti, F. 2000. *Analisis SWOT Teknik Membedah Kasus Bisnis, Reorientasi Konsep Perencanaan Strategik untuk Menghadapi Abad 21*. Jakarta : Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama.
- Tarigan D. 2008. *Strategi Pengembangan Agroindustri Sutera Alam Melalui Pendekatan Klaster*. [disertasi]. Bogor : Sekolah Pascasarjana IPB.

AKTIVITAS MAKAN RAYAP KAYU KERING *Cryptotermes cynocephalus* Light PADA BERBAGAI SUHU DAN KELEMBABAN

Yuliati Indrayani

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Jl. Imam Bonjol, Pontianak 78124
e-mail: mandaupermai@yahoo.com

ABSTRAK

Salah satu serangga perusak kayu penting di dunia adalah rayap kayu kering. Jenis rayap ini berbeda dengan jenis rayap lain dalam hal kemampuannya untuk tinggal dalam struktur kayu atau furniture dan menyerang kayu dengan kadar air yang rendah. Suhu dan kelembaban berperan dalam kelangsungan hidup rayap dan mempengaruhi aktivitas makan mereka. Rayap kayu kering memperoleh kelembaban secara tidak langsung dari kelembaban yang tersedia dalam kayu. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan suhu dan kelembaban optimum bagi aktivitas makan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light melalui perhitungan mortalitas dan konsumsi kayu. Sebanyak 20 nimfa *C. cynocephalus* ditempatkan dalam balok kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen). Masing-masing balok terdiri dari tiga lapis kayu sengon berukuran 3 cm x 5 cm x 1 cm. Sebuah lubang di buat di bagian tengah balok sengon dan lubang berisi nimfa rayap didalamnya ditutup dengan mesh screen agar bagian lubang tersebut dapat dipengaruhi oleh suhu dan kelembaban yang diinginkan. Sebanyak 12 perlakuan diaplikasikan dalam penelitian ini yang terdiri dari kombinasi suhu dan kelembaban 25, 30, 35 °C dan 75, 80, 85%. Kelembaban diperoleh dengan menempatkan sampel dalam tupperware berisi larutan garam berupa NaCl, NH₄Cl, and KCl untuk mencapai kelembaban berturut-turut 75, 80 dan 85% RH. Suhu 25, 30, 35 °C diperoleh dengan cara menempatkan tupperware dalam oven. Aktivitas makan rayap ditentukan oleh mortalitas dan konsumsi kayu. Hasil penelitian menunjukkan bahwa aktivitas makan rayap bervariasi dengan perubahan suhu dan kelembaban. Suhu dan kelembaban optimal untuk aktivitas makan rayap kayu kering *C. cynocephalus* adalah 25 °C-75%.

Key words: Rayap kayu kering, *Cryptotermes cynocephalus* Light, Aktivitas makan, Suhu, Kelembaban.

I. PENDAHULUAN

Salah satu kelompok serangga perusak kayu penting adalah rayap kayu kering. Rayap kayu kering berbeda dari spesies rayap lain dalam hal kemampuan mereka untuk hidup dalam kayu atau furniture didalam gedung, memakan kayu yang memiliki kadar air yang rendah. Spesies ini dilaporkan lebih tahan terhadap suhu tinggi dan kondisi yang lebih kering dibandingkan spesies rayap lain. Suhu merupakan salah satu faktor penting yang mempengaruhi konsumsi kayu oleh rayap. Rudolph *et al.*, (1990) menyatakan bahwa rayap kayu kering (Kalotermitidae) mendapatkan kebutuhan kelembaban mereka secara tidak langsung dari kandungan air yang terdapat dalam kayu, karena mereka hidup di dalam kayu kering. Suhu dan kelembaban memiliki peranan penting dalam kelangsungan hidup rayap kayu kering dan aktivitas makan mereka.

Cryptotermes cynocephalus (Light) adalah rayap kayu kering yang banyak terdapat di Indonesia. Rayap spesies ini menyerang kayu kering dengan kadar air dibawah 12%, berupa furniture seperti meja, kursi, lemari dan lain sebagainya.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi preferensi suhu dan kelembaban rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* (Light). Dalam penelitian kami menentukan bagaimana suhu dan kelembaban mempengaruhi *C. cynocephalus* yang di ukur melalui mortalitas rayap dan kehilangan berat kayu.

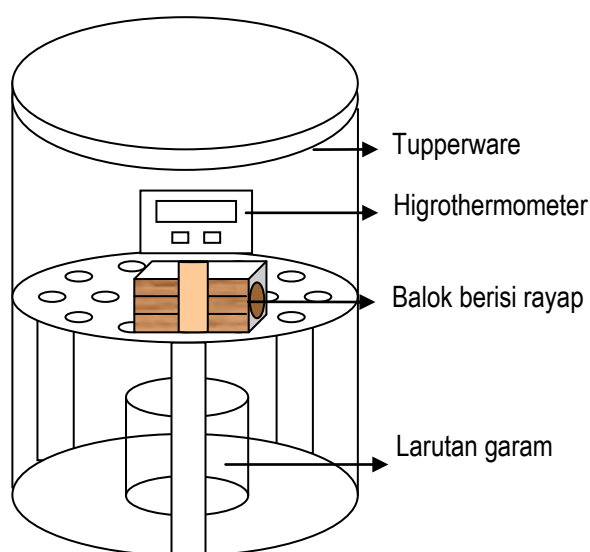
II. BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah nimfa *C. cynocephalus*, kayu sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen), bahan kimia NaCl, NH₄Cl, and KCl, kasa kawat, Tupperware, oven, pita karet.

Metode Penelitian

Sebanyak 20 nimfa *C. cynocephalus* ditempatkan dalam balok laminasi sengon. Pembuatan balok laminasi dilakukan mengikuti metoda Indrayani *et al* (2007). Masing-masing balok laminasi ini terdiri dari tiga lapis kayu berukuran 3 cm x 5 cm x 1 cm. Ketiga lapis kayu di ikat menjadi satu dengan menggunakan pita karet. Sebuah lubang di buat di tengah masing-masing ketiga lapisan dan lubang dengan rayap kemudian ditutup dengan kasa kawat untuk membiarkan masing-masing balok laminasi mendapatkan suhu dan kelembaban yang di inginkan (Gambar 1).



Gambar 1. Penempatan balok laminasi berisi rayap dalam *tupperware* berisi larutan garam

Sebanyak 12 ulangan di lakukan untuk semua kombinasi suhu dan kelembaban sebagai berikut: 25, 30, 35°C and 75, 80 and 85%. Untuk memperoleh target kelembaban dilakukan berdasarkan metoda Winston & Bates (1960), yaitu menggunakan larutan garam jenuh seperti: NaCl, NH₄Cl, and KCl yang ditempatkan dalam *tupperware* untuk mendapatkan kelembaban berturut-turut 75, 80 and 85%. Sedangkan untuk mencapai target suhu dilakukan dengan menempatkan *tupperware* dalam oven. Aktivitas makan rayap terhadap kayu ditentukan berdasarkan mortalitas rayap dan kehilangan berat kayu. Setiap dua minggu, selama delapan minggu waktu pengamatan, kayu laminasi di buka dan jumlah rayap mati dihitung serta balok laminasi ditimbang.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Secara umum, mortalitas rayap kayu kering *C. cynocephalus* lebih tinggi terdapat pada kelembaban 85% dibandingkan pada kelembaban 80% dan 75% pada semua tiga perlakuan suhu (Tabel 1). Mortalitas rayap tertinggi dijumpai pada suhu 35°C dan mortalitas terendah dijumpai pada suhu 25°C. Pada akhir pengamatan setelah delapan minggu, mortalitas rayap tertinggi terdapat pada kombinasi suhu dan kelembaban 35°C – 85%. Setelah delapan minggu pengamatan, jumlah kehilangan berat kayu tertinggi terjadi pada suhu 25°C pada semua tingkat kelembaban, walaupun secara statistik tidak berbeda nyata

diantara ketiga tingkat suhu tersebut. Kehilangan berat kayu tertinggi terdapat pada kelembaban 75% dan kehilangan berat kayu terendah diamati pada kelembaban 85%. Hal ini diduga karena mortalitas rayap terendah terjadi pada kombinasi perlakuan suhu dan kelembaban 25°C and 75% sehingga menyebabkan aktivitas makan rayap pada kondisi ini lebih tinggi sepanjang waktu.

Tabel 1. Rerata persentase mortalitas *C. cynocephalus* dan persentase kehilangan berat kayu pada berbagai kombinasi suhu dan kelembaban setelah delapan minggu

No.	Perlakuan		Mortalitas ($\pm$ SD)*	Kehilangan berat ($\pm$ SD)*
	Suhu ($^{\circ}$ C)	Kelembaban (%)		
1	25	75	30.00 $\pm$ 15.16a	1.26 $\pm$ 0.70a
2	25	80	39.58 $\pm$ 3.145a	1.04 $\pm$ 0.72a
3	25	85	45.00 $\pm$ 12.05ab	1.02 $\pm$ 0.31a
4	30	75	46.25 $\pm$ 2.504ab	0.78 $\pm$ 0.10b
5	30	80	57.08 $\pm$ 13.78b	0.73 $\pm$ 0.12b
6	30	85	59.58 $\pm$ 13.77b	0.51 $\pm$ 0.24b
7	35	75	95.87 $\pm$ 1.72c	0.66 $\pm$ 0.33b
8	35	80	94.58 $\pm$ 0.89c	0.64 $\pm$ 0.08b
9	35	85	98.33 $\pm$ 0.72c	0.53 $\pm$ 0.27b

* Nilai diikuti angka yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata (Tukey's test: $P < 0.05$).

Pada pengamatan ini, suhu optimal bagi aktivitas makan rayap kayu kering *C. cynocephalus* adalah 25°C. Hal ini membuktikan bahwa suhu optimum yang lebih tinggi (35°C) diperlukan oleh rayap kayu kering *Cryptotermes domesticus* (Haviland) (Indrayani *et al*, 2003) dan *Incisitermes minor* (Hagen) (Indrayani *et al*, 2006) untuk melakukan aktivitas makan kedua rayap tersebut dibandingkan dengan *C. cynocephalus*. Kenyataan bahwa sebagian besar kedua spesies rayap kayu kering *C. domesticus* dan *I. minor* dijumpai menyerang bagian atas rumah (material atap) (Indrayani *et al*, 2004) mendukung asumsi ini. Suhu optimal untuk aktivitas makan rayap kayu kering spesies lain adalah 25-30°C untuk *Kaloterms flavicollis* (Sen Sarma, 1965), 28.3-29.1°C untuk *C. brevis*, 31.8-32.2°C untuk *C. dudleyi*, dan 29.7°C untuk *C. havilandi* (Steward, 1981).

Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa suhu memiliki pengaruh yang besar pada aktivitas makan rayap kayu kering, berhubungan dengan cara penyerangannya. Dilain pihak, kelembaban kurang berpengaruh terhadap aktivitas makan rayap kayu kering. Informasi ini sangat bermanfaat untuk memberi pengertian mengenai aktivitas makan hama rayap kayu kering dan memungkinkan dapat berkontribusi untuk meningkatkan pengendalian rayap dengan sedikit atau tanpa menggunakan bahan kimia seperti pengendalian rayap menggunakan panas, suatu metode yang sudah dikenalkan di USA untuk spesies rayap kayu kering (Su, 2000).

IV. KESIMPULAN

Suhu dan kelembaban berpengaruh terhadap aktivitas makan rayap kayu kering. Suhu dan kelembaban optimal untuk rayap kayu kering *C. cynocephalus* adalah 25°C and 75%. Hasil penelitian ini memberikan peluang pengembangan metoda menggunakan perlakuan panas untuk pengendalian rayap kayu kering, spesies yang cukup menyebabkan kerusakan dan kerugian ekonomi di daerah tropis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Prof. Tsuyoshi Yoshimura atas bantuan penyediaan *tupperware* yang digunakan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Indrayani, Y., Nakayama T., Yanase Y., Fujii Y., Yoshimura T., Imamura Y. 2003. Feeding activities of the dry-wood termite *Cryptotermes domesticus* (Haviland) under various relative humidity and temperature conditions using Acoustic Emission monitoring. *Jpn. J. Environmen. Entomol. Zool* 14 (4): 205-212.
- Indrayani, Y., Yoshimura T., Fujii Y., Yanase Y., Okahisa Y., and Imamura Y. 2004 Survey on the infestation of *Incisitermes minor* (Hagen) in Kansai and Hokuriku areas. *Jpn. J. Environ Entomol Zool* 15: 261-268.
- Indrayani, Y., Yoshimura T., Imamura Y. 2006. Evaluation of the temperature and relative humidity preferences of the western dry-wood termite, *Incisitermes minor* (Hagen) using Acoustic Emission (AE) monitoring. *Journal of Wood Science* 53 (1): 76-79.
- Indrayani, Y., Yoshimura Y., Yanase Y., Imamura Y. 2007. Feeding Responses of The Western Dry-Wood Termite *Incisitermes minor* (Hagen) (Isoptera: Kalotermitidae) Against Ten Commercial Timbers. *Journal of Wood Science* 53: 239-248.
- Rudolph D.,Glocke B., and Rathenow S. 1990 On the role of different humidity parameters for the survival, distribution and ecology of various termite species. *Sociobiology* 17: 129-140.
- Sen-Sarma PK 1965 The effects of temperature and relative humidity on the longevity of pseudoworkers of *Kalotermes flavicollis* (FABR) (Isoptera) under starvation condition. *Proc Nat Inst Sci India B Biol Sci* 30: 300-314.
- Steward R.C. 1981 The temperature preferences and climatic adaptions of building-damaging dry-wood termites (*Cryptotermes*: Isoptera). *J Therm Biol* 6: 153-160.
- Su NY 2000 Termites as pest of buildings. In: Abe T., Bignell D.E., and Higashi M (eds) *Termites: evolution, sociality, symbioses, ecology*. 437-453pp. Kluwer, Dordrecht.
- Winston, PW. and Bates, DH. 1960. Saturated solutions for the control of humidity in biological research. *Ecology* 41(1): 232-237.

PENGAWETAN METODE RENDAMAN PANAS DINGIN KAYU SENGON DENGAN EKSTRAK BUAH KECUBUNG TERHADAP SERANGAN RAYAP KAYU KERING

Nizam Arjuna Rinaldi, Tomy Listyanto, Oka Karyanto, dan Ganis Lukmandaru

Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
email: ganisarema@lycos.com

ABSTRAK

Sengon mempunyai kelas awet IV/V dan ketahanan terhadap rayap kelas III, sehingga perlu diawetkan agar lebih tahan terhadap serangan rayap kayu kering. Beberapa bahan pengawet yang berupa bahan kimia dalam masa mendatang akan banyak tantangannya dalam menghadapi permasalahan dengan lingkungan, sehingga diperlukan penelitian bahan pengawet alami yang tidak berefek negatif terhadap lingkungan. Salah satu tanaman yang dapat menghasilkan bahan pengawet alami adalah buah kecubung (*Datura metel* Linn.) yang mengandung racun (alkaloid) yang sangat kuat. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang disusun secara faktorial dengan dua faktor yaitu perendaman panas dingin, dimana perendaman panas 2 jam dan perendaman dingin 1 hari, 3 hari, 5 hari dan konsentrasi bahan pengawet yaitu 10%, 15%, dan 20%. Rayap yang digunakan contoh pada penelitian ini adalah rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*). Kisaran rata-rata nilai absorpsi dan retensi bahan pengawet kecubung adalah 124-179 kg/m³ dan 6-15kg/m³, secara berturutan. Rata-rata mortalitas rayap yang didapat pada penelitian ini yaitu 70-87%, kisaran rata-rata nilai pengurangan berat sebesar 83-165 mg, sedangkan nilai derajat kerusakan sebesar 14-28 %. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada interaksi dari faktor lama rendaman dan konsentrasi yang berpengaruh nyata. Pengawetan kayu sengon dengan ekstrak buah kecubung digunakan metode rendaman panas 2 jam dan dingin minimal 5 hari dengan konsentrasi bahan pengawet ekstrak buah kecubung sebesar 20% memberikan hasil yang terbaik.

Kata kunci: *Paraserianthes falcataria*, perendaman panas dingin, pengawet alami, *Datura metel*, *Cryptotermes cynocephalus* Light.

I. PENDAHULUAN

Untuk menambah suplai kayu, sudah dikembangkan pohon dengan jenis yang cepat tumbuh (*fast growing species*). Namun sifat *fast growing species* kebanyakan mempunyai kelas awet dan keterawetan yang rendah. Dengan tingkat keawetan yang rendah maka kayu akan rentan terserang jamur, serangga, rayap, dan mikroorganisme lain seperti binatang laut. Sebagian kayu rentan terhadap serangan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light (Martawijaya dan Kartasujana, 1977), sehingga nantinya dapat menyebabkan kendala dalam pemakaiannya. Dengan melihat kondisi di atas maka perlu dilakukan penelitian terhadap salah satu kayu yang memiliki kelas awet rendah dan termasuk *fast growing species* yaitu kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*).

Sengon mempunyai kelas awet IV sehingga rentan terhadap serangan jamur, rayap, dan organisme perusak kayu (Martawijaya dkk., 1989; Oey, 1965). Dengan demikian kayu sengon perlu diawetkan terhadap serangan rayap. Selain itu dengan pengawetan dapat membuat umur pakai kayu menjadi lebih panjang dalam pemakaian sehingga dapat menghemat pemakaian, mengingat sumber kayu di Indonesia makin menipis.

Dalam pengawetan kayu tidak terlepas dengan penggunaan bahan pengawet. Bahan pengawet kayu adalah bahan-bahan kimia yang apabila digunakan secara baik terhadap kayu akan membuat kayu tahan terhadap serangan jamur, serangga, dan binatang laut (Hunt dan Garrat, 1986). Penggunaan bahan-bahan kimia semacam ini dalam masa mendatang akan semakin banyak tantangannya (dampaknya terhadap lingkungan) terutama menghadapi permasalahan lingkungan yang semakin gencar (Sumarni, 1998). Untuk itu diperlukan upaya penelitian bahan pengawet alami yang tidak menimbulkan efek negatif terhadap lingkungan sekitar dan cukup efektif untuk mencegah serangan serangga, jamur, dan binatang laut, serangan rayap kayu kering. Kecubung (*Datura Metel* Linn.) merupakan salah satu tanaman penghasil pestisida nabati, yang mengandung racun (*alkaloid*) yang cukup kuat (Sugianti, 1984).

Pada penelitian sebelumnya, ekstrak kecubung terbukti efektif untuk membunuh larva *Aedes aegypti* (Nunik dkk., 2001) dan rayap tanah (Isyanto dan Sumarni 1999, Tarmadi dkk, 2007). Pada penelitian kali ini telah diuji keefektifan bahan pengawet serbuk buah kecubung dengan konsentrasi relatif dan variasi lama perendaman dingin 1, 3, dan 5 hari. Dengan hal ini maka dapat diketahui konsentrasi dan lama perendaman dingin yang paling optimal untuk mencegah serangan rayap kayu kering.

II. METODE PENELITIAN

Penyiapan Sampel Uji

Bahan berupa log kayu sengon panjang 1m dan diameter 50 cm yang berasal dari desa Cangkringan digergaji berbentuk papan dengan tebal 5,5 cm memanjang searah sumbu pohon. Lalu papan bagian dekat kulit dan agak tengah tersebut dibelah menjadi kayu dengan ukuran 5,5x5,5x100 cm. Mengacu pada *Protocol for Assessment of Wood Preservatives* (Anonim 2007), kayu dengan ukuran 5,5x5,5x100 cm dipotong-potong menjadi contoh uji berbentuk kubus dengan ukuran 5 x 5 x 5 cm sebanyak 31 buah, dimana 27 contoh uji dikenakan perlakuan pengawetan, 3 contoh uji untuk kontrol tanpa perlakuan, dan 1 contoh uji untuk pembandingan dengan bahan pengawet *deltamethrin*. Setelah dilakukan pengampelasan untuk meratakan permukaan, pengecatan dilakukan pada ke empat permukaan contoh uji, yaitu pada dua permukaan bidang transversal dan dua permukaan bidang yang berhadapan. Pengecatan dengan cat kayu ini dimaksudkan untuk mencegah terjadinya peresapan ganda.

Sebagai data pendukung, contoh uji kadar air dan berat jenis penelitian sebanyak 9 buah dengan ukuran sesuai pada British Standar 373 yaitu 2 x 2 x 2 cm (Anonim, 1957) juga dipersiapkan. Contoh uji berat jenis dan kadar air diambil dari ujung tiap balok ukuran 5x5x100 cm.

Penyiapan Bahan Pengawet

Bahan pengawet buah kecubung sebanyak 16 kg dari desa Ngemplak Lor kec. Margoyoso kab. Pati Propinsi Jawa Tengah. Buah kecubung dijemur di bawah terik matahari selama kurang lebih 3 hari kemudian diblender dan diekstrak dengan metanol. Setelah itu residu biji disaring dan metanol diuapkan pada suhu 45 °C. Selanjutnya dari ekstrak tersebut dibuat larutan pengawet dengan konsentrasi 10, 15 dan 20 % dengan pelarut air. Pengujian fitokimia (tanin, alkaloid, saponin, flavonoid) pada ekstrak kecubung mengacu pada Harborne (1997).

Tahap Pengawetan

Metode pengawetan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu metode rendaman panas dan dingin yaitu merebus contoh uji dan bahan pengawet secara bersama-sama lalu dibiarkan dingin secara bersama-sama (Hunt dan Garrat, 1986). Cara ini dipilih dalam penelitian ini dengan alasan kepraktisan pelaksanaan proses pengawetan dan retensi bahan pengawet lebih banyak masuk ke dalam kayu. Mula-mula sebelum diawetkan contoh uji sudah harus konstan dulu kadar airnya, dan ditimbang dulu berat awalnya. Contoh uji ditaruh di wadah lalu diisi dengan larutan bahan pengawet dan dipanaskan bersama-sama sampai suhu 70 °C selama 2 jam dengan masing-masing konsentrasi bahan pengawet 10 %, 15 %, dan 20 %. Lalu dibiarkan dingin selama 1, 3, dan 5 hari sesuai dengan variasi waktu yang diberikan. Setelah diangkat, dan dilap dari bak perendaman, Contoh uji dikering udarkan hingga diperoleh berat konstan lalu ditimbang sebagai berat akhir untuk penentuan absorpsi (jumlah larutan pengawet total) dan retensi (jumlah bahan pengawet yang meresap).

Uji Rayap

Sampel uji terlebih dahulu dikondisikan cuaca selama seminggu. Setelah diperoleh berat kering udara setelah pengondisian dengan ka 16 % contoh uji tersebut ditimbang lalu dipasang pipa/tabung gelas (diameter kurang lebih 2,5 cm dan tinggi 4 cm) pada salah satu permukaan yang tidak di cat dan ditimbang beratnya. Rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus* Light) sebanyak 50 ekor setiap contoh uji, sehingga untuk 27 contoh uji dengan pengondisian dan 5 kontrol dibutuhkan 1600 ekor berupa nimfa muda yang berasal dari suatu koloni. Kontrol mencakup sampel tanpa perlakuan pengawetan, sampel dengan perlakuan pengawet komersial *deltamethrin* 0,015%, serta rayap yang dibiarkan kelaparan tanpa makanan (sampel kayu). Pengamatan dilaksanakan selama 4 minggu terhadap rayap yang mati setiap hari dalam tabung kaca tersebut. Setelah 4 minggu sampel uji dibersihkan lalu dikering udarkan pada ka 16% dan dilakukan penimbangan untuk menentukan berat sesudah pengumpanan. Hal ini dilakukan untuk mengetahui pengurangan berat pada contoh uji. Untuk kontrol juga diberi perlakuan yang sama dengan contoh uji. Selain pengurangan berat sampel kayu dan mortalitas rayap, derajat kerusakan yang menunjukkan intensitas serangan rayap terhadap contoh uji, dihitung sebagai persentase penurunan berat contoh uji setelah pengumpanan terhadap penurunan berat kontrol.

Analisis statistik

Pada penelitian ini digunakan Rancangan Acak Lengkap (*Completely Randomized Design*) yang disusun secara faktorial dengan dua faktor dan tiga kali ulangan, yaitu faktor konsentrasi bahan pengawet (10, 15 dan 20 %) dan lama perendaman (2 jam panas dengan variasi 1, 3, dan 5 hari dingin). Untuk mengetahui pengaruh faktor yang berbeda nyata, digunakan uji keragaman (ANOVA) dwi-arah. Analisis lanjutan menggunakan Tukey HSD (*Honestly Significant Difference*) dilakukan untuk melihat seberapa jauh perbedaan nilai rata-rata perlakuan. Untuk pengujian mortalitas rayap, data ditransformasi ke akar kuadrat lalu ditransformasi lagi ke arcsin. Semua pengujian statistik menggunakan program SPSS 16.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Absorpsi dan Retensi

Dari hasil ANOVA, interaksi antara faktor konsentrasi bahan pengawet dan lama perendaman tidak nyata sedangkan faktor konsentrasi bahan pengawet dan lama perendaman berpengaruh nyata terhadap nilai absorpsi dan retensi. Dari hasil uji lanjut Tukey (Tabel 1 dan 2) menunjukkan semakin besar konsentrasi dan lama perendaman kayu sengon dalam larutan pengawet kecubung maka nilai absorpsi dan retensi yang didapatkan cenderung semakin meningkat. Nilai absorpsi (117,882-186,074 kg/m³) yang diperoleh termasuk sangat besar sedangkan nilai rata-rata retensi bahan pengawet 6,557 – 15,733 kg/m³ termasuk kurang sampai cukup memadai. Hunt dan Garratt (1986) menyatakan peningkatan nilai absorpsi pada faktor rendaman dingin disebabkan absorpsi total pada rendaman dingin hari 1 sampai hari ke 3 dan berlangsung terus menerus dalam waktu yang tidak tentu. Diduga semakin lama perendaman dingin maka makin banyak larutan pengawet yang meresap ke dalam kayu sampai titik jenuh. Yudodibroto (1982) juga menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi dapat meningkatkan masuknya bahan pengawet ke dalam kayu.

Tabel 1. Rata-rata Absorpsi Larutan Bahan Pengawet (kg/m³)

Konsentrasi (%)	Lama perendaman (hari)			Rata-rata
	1	3	5	
10	117,882	134,194	173,730	141,982 c
15	116,328	137,537	178,218	144,028 d
20	138,686	167,782	186,074	164,180 e
Rata-rata	124,279 a	144,673 a	178,369 b	

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf uji 5 % pada uji lanjut Tukey.

Tabel 2. Rata-rata Retensi Bahan Pengawet

Konsentrasi (%)	Lama perendaman (Hari)			Rata-rata
	1	3	5	
10	6,557	7,168	10,348	8,024 c
15	10,782	12,421	13,089	12,098 d
20	12,935	15,131	15,733	14,599 e
Rata-rata	10,092 a	11,573 ab	13,057 b	

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada taraf uji 5 % pada uji lanjut Tukey

Nilai absorpsi larutan bahan pengawet dan retensi larutan bahan pengawet yang didapat mempunyai kecenderungan yang sama, yaitu semakin mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Hunt dan Garratt (1986), bahwa semakin tinggi absorpsi yang didapat semakin tinggi pula retensi yang diperoleh karena nilai retensi dipengaruhi oleh nilai absorpsi. Penelitian yang dilakukan oleh Sushardi (1999), juga menunjukkan hal yang sama yaitu dengan lama perendaman 24 jam, 72 jam, dan 120 jam didapatkan retensi yang semakin mengalami kenaikan. Demikian pula oleh Abdurrohman (1992), bahwa pada konsentrasi larutan tertentu, penambahan lama perendaman umumnya dapat meningkatkan retensi bahan pengawet karena kayu bersifat higroskopis.

Sifat Anti-rayap

Dari hasil ANOVA, tidak ada interaksi nyata antara faktor konsentrasi bahan pengawet dan lama perendaman, sedangkan kedua faktor tersebut secara terpisah berpengaruh nyata terhadap nilai mortalitas, pengurangan berat sampel uji serta derajat kerusakan. Nilai rata-rata dan hasil uji lanjut Tukey pada 3 parameter tersebut disajikan pada Tabel 3, 4 dan 5. Terlihat kecenderungan yang sama, dimana semakin besar konsentrasi bahan pengawet dan lama perendaman maka nilai mortalitas semakin tinggi sedangkan kehilangan berat dan derajat kerusakan semakin rendah. Fenomena tersebut berkaitan dengan semakin tingginya nilai absorpsi dan retensi dari bahan pengawet (Tabel 1 dan 2).

Tabel 3. Rata-rata Mortalitas Rayap Kayu Kering (%)

Konsentrasi (%)	Lama perendaman (hari)			Rata-rata
	1	3	5	
10	62,00	71,33	78,00	70,44 d
15	78,00	78,67	82,00	79,56 e
20	83,33	88,67	89,33	87,11 f
Rata-rata	74,44 a	79,56 b	83,11 c	

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tara uji 5 % pada uji lanjut Tukey

Tabel 4. Rata-rata Pengurangan Berat Contoh Uji (mg)

Konsentrasi (%)	Lama perendaman (hari)			Rata-rata
	1	3	5	
10	203,633	145,036	147,138	165,269 c
15	147,437	150,028	134,926	144,131 c
20	103,037	79,281	68,143	83,487 d
Rata-rata	151,369 a	124,782 ab	116,736 b	

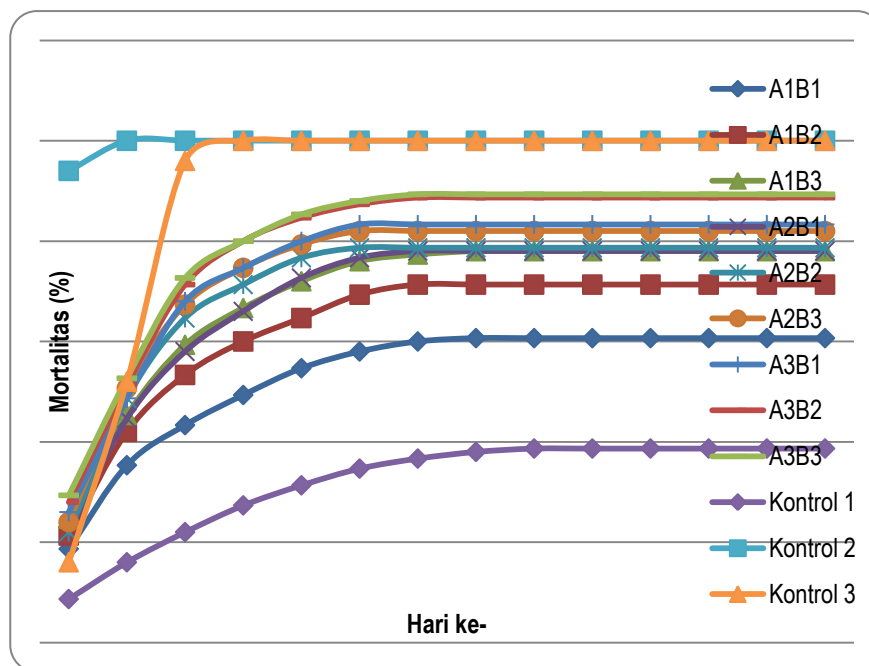
Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tara uji 5 % pada uji lanjut Tukey

Tabel 5. Rata-rata Derajat Kerusakan (%)

Konsentrasi (%)	Lama perendaman (hari)			Rata-rata
	1	3	5	
10	35,380	25,199	25,564	28,715 c
15	25,616	26,066	23,443	25,042 c
20	17,902	13,775	11,839	14,505 d
Rata-rata	26,299 a	21,680 ab	20,282 b	

Keterangan: Huruf yang sama menunjukkan tidak beda nyata pada tara uji 5 % pada uji lanjut Tukey

Mortalitas rayap merupakan salah satu ukuran atau parameter untuk mengukur tingkat efektifitas bahan pengawet terhadap rayap. Kisaran yang didapat adalah sebesar 70-87% pada yang menunjukkan mortalitas yang didapat sudah cukup efektif. Pada contoh uji pembandingan dengan memakai bahan pengawet deltramethrin konsentrasi 0,015% dan contoh uji pembandingan tanpa makanan diperoleh data bahwa rayap pada contoh uji pembandingan dengan deltamethrin telah mati semua pada minggu 1, sedangkan pada contoh uji pembandingan tanpa makanan rayap yang hidup lebih dari separuh (Gambar 1). Dari hasil ini dapat disimpulkan bahwa dalam penelitian ini rayap yang mati benar dikarenakan oleh bahan pengawet yang digunakan dan bukan karena kondisi lingkungan yang tidak memadai.



Gambar 1. Mortalitas rayap karena ekstrak buah kecubung berdasarkan waktu.

Keterangan: A1 = Konsentrasi 10 % , A2 = Konsentrasi 15, A3= Konsentrasi 20 % , B1= lama perendaman dingin 1 hari, B2= lama perendaman dingin 3 hari, B3= lama perendaman dingin 5 hari, Kontrol 1 = Tanpa bahan pengawet, Kontrol 2 = dengan pengawet deltamethrin 0,015 % , Kontrol 3 = Tanpa makanan/kelaparan

Penelitian yang dilakukan oleh Tarmadi dkk (2007) menunjukkan ekstrak kecubung dengan konsentrasi 10 % menyebabkan mortalitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi 5%. Pada penelitian lainnya yang dilakukan oleh Ismanto dan Sumarni (1999) yang menggunakan ekstrak biji kecubung mempunyai kecenderungan yang sama dengan penelitian ini yaitu semakin besar konsentrasi larutan bahan pengawet, makin besar pula nilai mortalitas rayap yang didapat. Akan tetapi penelitian Ismanto dan Sumarni (1999) menyebutkan bahwa mortalitas pada konsentrasi 25 % dengan lama perendaman 3 hari dan lama ekstraksi 1 hari sebesar 83%. Hal ini sedikit berbeda dengan hasil yang didapat pada penelitian kali ini yaitu pada konsentrasi 20 % dengan lama perendaman 3 hari dan lama ekstraksi 3 hari memperoleh mortalitas rayap sebesar 88,67%.

Dari hasil ujifitokimia, buah kecubung positif mengandung *alkaloid* dan *saponin*. Hasil ini hampir sama dengan pengujian yang dilakukan terhadap kandungan pada daun kecubung yang dilakukan oleh Nunik *et al.*, (2001). Senyawa *alkaloid* membuat sifat racun pada kecubung sangat keras, kadar alkaloid tersebut terdiri dari hyosiamin (*atropin*) dan *skopolamin* (Campbell, 2000). *Saponin* merupakan senyawa aktif permukaan yang kesat, dalam larutan encer saponin bersifat racun. Menurut Prihatman (2001), *Saponin* beracun bagi binatang berdarah dingin dengan merusak sel darah merah, *saponin* memiliki rasa yang pahit dan pedih sehingga dapat merusak jaringan dari serangga yang memakan tumbuhan penghasil *saponin*. Pada percobaan yang pernah dilakukan sebelumnya ekstrak kecubung yang mengandung alkaloid dan *saponin* menyebabkan nyamuk yang mati abnormal menunjukkan sebagian tubuh nyamuk ada yang tersangkut selubung pupa sehingga terjadi kegagalan *ekslosi*. Hal ini diperkirakan karena, *alkaloid* yang terkandung dalam daun kecubung dapat merangsang kelenjar *endokrin* untuk menghasilkan hormon *ekdisin*; peningkatan hormon tersebut dapat menyebabkan kegagalan *metamorphosis* (Nunik *et al.*, 2001). Penelitian lain juga telah dilakukan pada *saponin* dengan menggunakan *saponin* sebagai bahan pembasmi hama udang di Indonesia (Anonim, 2003).

Pada pengurangan berat sampel, dari data terlihat bahwa yang lebih berperan adalah pada faktor konsentrasi, karena pada menghasilkan rata-rata pengurangan berat terkecil yaitu 83,487 mg sampai 165,269 mg pada faktor konsentrasi bahan pengawet dan kisaran 116,763 mg sampai 151,369 mg pada faktor lama rendaman. Hal yang sama juga ditunjukkan pada penelitian yang dilakukan oleh Tarmadi *et*

al.,(2007) dimana pengurangan berat pada contoh uji cenderung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi ekstrak kecubung dengan pelarut methanol, pada kisaran pengurangan berat sebesar 10% (cukup besar) pada konsentrasi bahan pengawet 10 % dan pengurangan berat sebesar 24 % (besar) pada konsentrasi bahan pengawet 5 % (agak besar).

Rata-rata nilai derajat kerusakan pada penelitian ini berkisar antara 14,505 % sampai 28,715 % sehingga dapat dikatakan mengalami derajat kerusakan sedang. Dari hasil rata-rata nilai derajat kerusakan diperoleh rata-rata nilai derajat kerusakan yang terkecil yaitu pada konsentrasi bahan pengawet 20 % dan lama perendaman 5 hari sebesar 11,389 %. Sumarni (1988) menyatakan bahwa kriteria derajat kerusakan sedang ditandai dengan adanya kerusakan contoh uji berupa bekas gigitan yang dangkal dan meluas. Hal ini sedikit berbeda dengan kerusakan yang terlihat pada contoh uji yaitu bekas gigitan agak dalam dan tidak meluas. Hal ini diduga disebabkan oleh pola serangan rayap yang memakan kayu secara bergantian pada lubang gerek yang sama.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Kisaran dari nilai absorpsi dan retensi adalah sebesar 124,729 - 179,341 kg/m³ (sangat besar), dan 6,557 – 15,733 kg/m³ (kurang sampai dengan cukup), secara berturutan.
2. Kisaran dari nilai mortalitas adalah sebesar 70,44 % - 87,11 % (cukup baik), kehilangan berat sampel uji sebesar 83,486 mg - 165,269 mg, dan derajat kerusakan sebesar 14,50 - 28,714 % (masih cukup banyak).
3. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa faktor konsentrasi bahan pengawet dan lama perendaman tidak berinteraksi nyata. Semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet dan lama perendaman mengakibatkan kenaikan absorpsi, retensi, mortalitas rayap, serta penurunan kehilangan massa dan derajat kerusakan sampel uji.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdurrohim, S. 1992. Pengawetan Tiga Jenis Kayu untuk Barang Kerajinan Memakai Dua Jenis Bahan Pengawet Bor Secara Rendaman Dingin. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol. 10, No. 2. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Anonim. 1957. Standart British 373, 1957. *Methods of Testhing Small Clear Specimen of Timber*. London.
- _____. 2003. Saponin Pembasmi Hama Udag. Departemen Perikanan dan Kelautan R. <http://dkp.go.id>. (Diakses tanggal 24 Maret 2011).
- _____. 2007. Protocol for Assessment of Wood Preservatives. A Production of the Australian Wood Preservation Comittee.
- Campbell, A. N. 2000. *Biologi* edisi 5 jilid1, 196, Erlangga, Jakarta. http://www.iptek.net.id/ind/pd_tanobat (Diakses tanggal 16 Februari 2010)
- Harborne, J.B. 1987. *Phytochemistry Method*. Bandung Press.
- Hunt, G.M., Garratt, G.A. 1986. Pengawetan Kayu, Diterjemahkan oleh Ir. Mohamad Jusuf. CV Akademika Presindo. Jakarta.
- Ismanto, A., Sumarni, G. 1999. Efikasi Ekstrak Biji Bengkuang (*Pachyrhizu Erosus Urban*) dan Biji Kecubung terhadap Rayap Tanah (*Captotermes curvignathus Holm*). Prosiding Seminar Nasional II MAPEKI. Kerjasama Antara Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada dengan MAPEKI. Yogyakarta.
- Martawijaya, A., Kartasujana, I. 1977. Ciri Umum, Sifat dan Kegunaan Jenis-jenis Kayu Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian Departemen Pertanian Bogor - Indonesia.
- Martawijaya, A, Kartasujana, I., Kadir, K., Mandang, Y. I., Prawira, S. A.. 1989. Atlas Kayu Indonesia jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Bogor. Indonesia.
- Nunik, A, Sigit, S. H. Partosoedjono, S., Chairul. 2001. *S. rarak, D. metel dan E. prostate* sebagai Larvasida *Aedes aegypti* Cermin Dunia Kedokteran. Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan, Departemen Kesehatan RI, Jakarta.
- Oey, D. S. 1965. Berat Jenis dari Jenis-jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Pentingnya Kayu untuk Keperluan Praktek. Laporan LPHH No. I. Bogor.
- Prihatman, K. 2001. Brosur Saponin untuk Membasmi Hama Udag. Pusat Penelitian Perkebunan Gambung.

- Bandung. <http://www.iptek.net.id>. (Diakses 24 Maret 2011).
- Sumarni, G. 1988. Daya Hidup dan Intensitas Rayap Kayu Kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. pada Kelapa (*Cocos nucifera* L.) Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Sugianti 1984. Tumbuh-tumbuhan Beracun. Wijaya, Jakarta.
- Sushardi. 1999. Pengawetan Kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L). Nielsen) secara Rendaman Dingin dengan 3 Jenis Bahan Pengawet untuk Bangunan. Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Stiper . Yogyakarta. Prosiding Seminar Nasional II MAPEKI. Kerjasama Antara Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada dengan MAPEKI. Yogyakarta.
- Tarmadi, D, Priyanto, A. H., Guswenrivo, I, Kartika, T., Yusuf, S. 2007, Pengaruh Ekstrak Bintaro (*Carbera odollam* Gaertn) dan Kecubung (*Brugmansia candida* Pers) terhadap Rayap Tanah (*Captotermes* sp). Jurnal Ilmu dan Teknologi kayu Tropis. 5:38-42.
- Yudodibroto, H. 1982. Pengawetan Kayu. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

SIFAT FISIKA – KIMIA BRIKET ARANG KULIT BUAH DURIAN (*Durio Sp*) METODE KEMPA DINGIN

Ady Suryawan¹, Anita Mayasari¹ dan Erna Prihatna Wati²

¹ Balai Penelitian Kehutanan Manado

Jl. Raya Adipura, Kima Atas, Mapangget, Manado; email: suryawanbioconserv@gmail.com

² Mahasiswa Fakultas Kehutanan UGM

Jl. Agro No. 1 Bulaksumur, Yogyakarta

ABSTRAK

Kulit buah durian yang melimpah selama ini hanya menjadi sampah. Solusi sampah tersebut salah satunya mengubahnya menjadi biomassa. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisika dan kimia briket kulit buah durian dan potensinya. Metode pembuatan arang menggunakan perekat tapioka sebesar 6% dan tekanan kempa dingin (1500 psi, 2000 psi dan 2500 psi). Parameter yang diamati antara lain kadar air, berat jenis, nilai kalor, kadar zat menguap, kadar abu dan karbon terikat. Pengujian dilakukan di Laboratorium Energi Biomassa Fakultas Kehutanan UGM menggunakan metode antara lain ASTM D-1762-84, ASTM D-2395, ASTM 2051 dan ASTM D-3172. Briket arang kulit buah durian memiliki sifat fisika antara lain kadar air 10.24%, berat jenis 0.64 dan nilai kalor 6088.84 kal/gram, sifat kimia antara lain kadar zat mudah menguap 27.73%, kadar abu 10.76% dan kadar karbon terikat 50.89%. Beberapa sifat yang telah memenuhi standar di beberapa negara antara lain nilai kalor, zat mudah menguap dan kadar abu. Variasi tekanan hanya mempengaruhi parameter berat jenis, nilai kalor dan kadar abu, sehingga untuk memperbaiki potensi briket arang kulit buah durian ini dapat dilakukan dengan mencari tekanan yang optimal dan peningkatan suhu karbonisasi.

Kata kunci: Fisika, Kimia, Briket, Arang, Durian.

I. PENDAHULUAN

Produksi buah durian di Indonesia hampir sepanjang tahun dengan puncak pada bulan November hingga Februari setiap tahunnya. Di daerah Agam dan Padang Pariaman 2.609 hektare durian mampu memproduksi sekitar 11.069 ton per tahun dan Kabupaten Sukabumi sekitar 759,5 ha (Anonim, 2003). Hal ini menyebabkan volume sampah kulit buah durian dapat mencapai 980 m³ per hari (Hatta, 2007), sehingga menyebabkan permasalahan tersendiri.

Besarnya potensi sampah kulit buah durian ini memiliki potensi sebagai biomassa karena menurut Hatta (2007), karakteristik bentuk dan sifat-sifat kulitnya dapat dijadikan bahan campuran papan partikel, briket arang, arang aktif karena mengandung unsur selulose yang tinggi (50-60%), lignin 5% dan kandungan pati 5%. Kusbantor (1994) mengatakan bahwa kualitas briket ditentukan oleh sifat fisika meliputi berat jenis, kadar air dan nilai kalor dan sifat kimia meliputi zat mudah menguap, karbon terikat dan kadar abu. Arang mengandung nilai kalor dua kali lebih besar dari kayu kering angin dan sekitar empat kali kayu basah. Penelitian ini bertujuan mengetahui sifat fisika dan kimia briket kulit buah durian dan potensinya.

II. METODOLOGI PENELITIAN

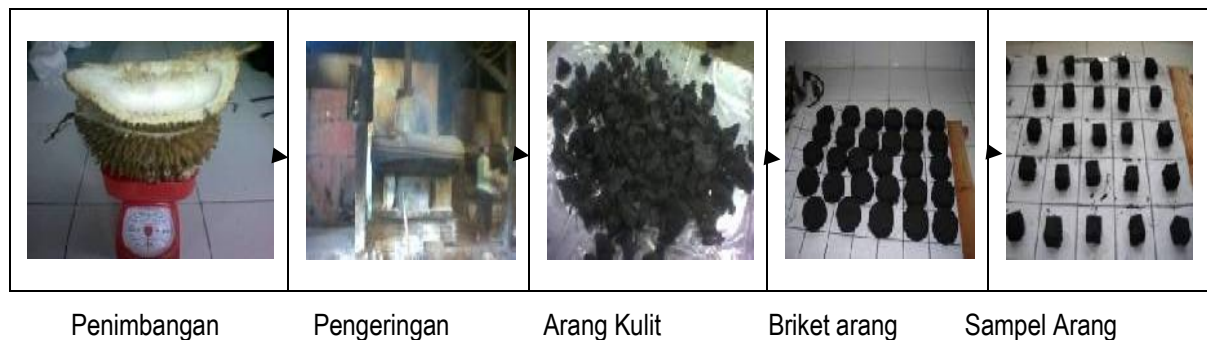
Bahan yang digunakan adalah kulit durian kering, tepung tapioca dan untuk analisa kualitas menggunakan natrium karbonat (Na₂CO₃), asam benzoat (C₆H₅COOH), *methyl orange*, kawat nikel No. 45 C 10, oksigen murni 99,5%, parafin dan air. Karbonisasi dilakukan dengan retort bersuhu 190°C

Metode pembuatan arang briket menggunakan perekat tapioka sebesar 6% dan tekanan kempa dingin (1500 psi, 2000 psi dan 2500 psi) dengan alat pencetak *ogalith* / briket berdiameter 5,5 cm setiap tekanan 5 ulangan. Metode analisa kualitas briket mengacu pada Anonim 1978; 1979 dan 1985 yaitu ASTM D-1762-84, ASTM D-2395, ASTM 2051 dan ASTM D-3172 dilakukan di Laboratorium Energi Biomassa Fakultas Kehutanan UGM. Hasil pengujian kemudian dibandingkan dengan standar briket arang di beberapa Negara sebagaimana pada Tabel 1.

Tabel 1. Standard kualitas briket arang di beberapa Negara menurut Hartoyo (1976)

Sifat Arang	Standar		
	Jepang	Inggris	Amerika Serikat
Kadar Air (%)	6-8	3-4	6
Kadar Abu (%)	3-6	8-10	18
Kadar Zat Mudah Menguap (%)	15-30	16	19
Kadar Karbon Terikat (%)	60-80	75	58
Berat Jenis	1-1,2	-	-
Nilai Kalor	6000-7000	7300	6500

Prosedur atau langkah-langkah yang dilakukan dalam pembuatan briket arang kulit durian digambarkan sebagai berikut :



III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan briket arang dari kulit buah durian yang dilakukan tidak ada perlakuan khusus kecuali pengeringan kulit hal ini penting karena kulit durian rentan terhadap jamur sehingga dalam jumlah banyak dapat dilakukan pengeringan oven bersama dengan oven pengering kayu dan hanya memerlukan waktu beberapa jam saja.

Sifat Fisika

Kadar Air

Pengujian kadar air menggunakan metode ASTM D-1762-84 dan hasil pengujian kadar air briket kulit durian disajikan pada Tabel 2 di bawah ini.

Tabel 2. Nilai kadar air briket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Nilai kadar air (%)					Rata-rata	Rata-rata KA
	I	II	III	IV	V		
1500	9.21	10.35	10.84	10.69	9.73	10.16	10,24
2000	10.32	10.65	10.19	10.30	10.53	10.40	
2500	9.16	10.64	10.47	9.72	10.81	10.16	

Nilai rata-rata kadar air yang dihasilkan melalui variasi tekanan ini menunjukkan kadar air yang tinggi. Bila dibandingkan kadar air 10,24% jauh lebih tinggi, karena standar Jepang 6-8%, Amerika 6% dan Inggris 3-4% saja. Menurut Haygreen dan Bowyer (1989), arang dengan kadar air sangat mempengaruhi nilai kalor. Kadar air rendah akan menghasilkan nilai kalor yang tinggi, begitu sebaliknya. Hal ini disebabkan karena energi yang tersimpan dalam kayu digunakan untuk menguapkan air yang ada di dalamnya.

Kadar air yang dihasilkan dalam pembuatan briket dipengaruhi oleh proses pembuatannya terutama tekanan dan perekat saat pencetakan karena sangat mempengaruhi porositasnya. Briket dengan prousitas tinggi akan didapatkan nilai kadar air lebih tinggi. Untuk mengetahui pengaruh tekanan yang diberikan terhadap kadar air maka dilakukan analisis varian sebagaimana Tabel 3 di bawah ini.

Tabel 3. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar air.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.186 ^a	2	.093	.282	.759
Intercept	1573.069	1	1573.069	4.780E3	.000
Tekanan	.186	2	.093	.282	.759
Error	3.949	12	.329		
Total	4.135	14			

a. R Squared = .045 (Adjusted R Squared = -.114)

Penambahan tekanan pengempaan akan mengurangi porositas dan kadar air yang dihasilkan (Haygreen dan Bowyer, 1989). Hasil analisis varian menunjukkan bahwa ketiga tekanan tidak mempengaruhi kadar air, sehingga dapat dikatakan bahwa tekanan yang diberikan masih terlalu kecil dan tidak mampu menciptakan kerapatan yang tinggi.

Penambahan tekanan pengempaan akan mengakibatkan berkurangnya porositas (Haygreen dan Bowyer, 1989). Pendapat ini diperkuat oleh penelitian Prasetyo (2004) yang menyebutkan penambahan tekanan pengempaan akan menyebabkan pengurangan kadar air. Sedangkan prosentase perekat menurut Azizah (2006) mempengaruhi penyerapan air karena penggunaan pati dalam pembuatan briket mengandung komponen piridin dan asan anhidrid yang bersifat hidrofilik, sehingga semakin tinggi prosentase perekat akan mengakibatkan kadar air semakin tinggi.

Berat Jenis

Berat jenis akan menentukan kualitas arangnya, angka yang tinggi menunjukkan kekompakan kerapatan briket arang (Soeparno dan Suranto, 1999). Menurut Soenardi (1976) ; Hartoyo dan Nurhayati (1976) ; Sudrajat (1983), berat jenis akan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket yaitu mempengaruhi kadar air, kadar karbon terikat, nilai kalor dan zat mudah menguap dan kadar abu. Nilai Berat Jenis didapatkan dengan analisa metode ASTM D-2395 disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Berat jenis briket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Nilai Berat Jenis					Rata-rata	Rata-rata BJ
	I	II	III	IV	V		
1500	0.60	0.58	0.64	0.56	0.63	0.60	0.65
2000	0.65	0.68	0.65	0.64	0.67	0.66	
2500	0.64	0.69	0.68	0.68	0.68	0.67	

Rata-rata berat jenis briket yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan standar Jepang yaitu 1-1,2, sedangkan Amerika dan Inggris tidak memberikan standar. Berat jenis briket sangat tergantung oleh berat jenis bahan baku sebagaimana penelitian Hartoyo dan Nurhayati 1976 yang mengatakan bahwa berat jenis bahan baku yang rendah akan menghasilkan berat jenis briket rendah pula, karena karbon yang terkandung didalamnya sedikit. Menurut Wati *et al* 2008 berat jenis kulit buah durian hanya 0.31.

Berat jenis dipengaruhi tekanan kempa sebagaimana Tabel 5 memiliki nilai Sig di bawah 0.05, sehingga disimpulkan bahwa tekanan kempa memiliki pengaruh yang nyata terhadap berat jenis.

Berdasarkan Tabel 4 dan 5 di atas, penelitian ini menunjukkan bahwa tekanan sangat berpengaruh terhadap kualitas briket arang. Berdasar nilai berat jenis dan kadar air, tekanan 2500 psi memiliki kualitas paling tinggi dengan berat jenis 0.69 dan kadar air terendah mencapai 9.16%.

Tabel 5. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap berat jenis

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	.014 ^a	2	.007	12.113	.001
Intercept	6.234	1	6.234	1.057E4	.000
Tekanan	.014	2	.007	12.113	.001
Error	.007	12	.001		
Corrected Total	.021	14			

a. R Squared = .669 (Adjusted R Squared = .614)

Nilai Kalor

Nilai kalor merupakan panas yang diperoleh dari pembakaran per satuan berat kayu kering tanur (Soenardi, 1976). Kayu berkadar air tinggi akan menghasilkan panas yang lebih rendah dibanding dengan kayu berkadar air rendah. Selain kadar air, briket juga dipengaruhi oleh berat jenis, kadar lignin dan zat ekstraktif (resin dan tannin) termasuk. Nilai kalor briket arang kulit buah durian disajikan pada Tabel 6 di bawah ini.

Tabel 6. Nilai kalor briket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Nilai Kalor (kal/gram)						Rata-rata Nilai Kalor
	I	II	III	IV	V	Rerata	
1500	6515.88	5844.16	6149.40	5918.75	5931.08	6071.85	6088.84
2000	6096.41	7260.90	6063.46	6267.79	6778.21	6493.35	
2500	6068.21	5692.61	5919.05	5919.42	4907.23	5701.30	

Berdasarkan Tabel 6, nilai kalor tertinggi 7260.90 Kal/gram dicapai dengan menggunakan tekanan 2000 psi, sedangkan pada tekanan 1500 nilai kalor rata-rata 6071.85 kal/gram lebih rendah dan 2500 memiliki rata-rata nilai kalor terendah (5701.31 kal/gram). Variasi ini perlu diuji, sehingga dapat diketahui pengaruh tekanan terhadap nilai kalor. Hasil uji analisis varian disajikan pada Tabel 7.

Tabel 7. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap nilai kalor

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	1.571E6 ^a	2	785260.629	4.241	.040
Intercept	5.561E8	1	5.561E8	3.003E3	.000
Tekanan	1570521.258	2	785260.629	4.241	.040
Error	2222034.520	12	185169.543		
Total	3792555.778	14			

a. R Squared = .414 (Adjusted R Squared = .316)

Hasil analisis di atas menunjukkan bahwa tekanan tidak mempengaruhi nilai kalor secara signifikan. Tinggi rendahnya nilai kalor yang dihasilkan pada briket arang kulit durian ini tidak disebabkan oleh pengaruh variasi tekanan.

Nilai kalor yang dihasilkan sebagian telah memenuhi standar karena standar nilai kalor di Jepang 6000 – 7000 kal/gram, Inggris 7300 kal/gram dan Amerika 6500 kal/gram. Nilai kalor pada tekanan 1500 psi telah memenuhi standar Jepang, sedangkan tekanan 2000 psi telah memenuhi standar Jepang dan Amerika.

Sifat Kimia

Kadar Zat Mudah Menguap

Kadar zat mudah menguap bukan berupa air, abu maupun karbon akan tetapi merupakan zat penyusun briket meliputi senyawa hidrokarbon C₂-C₄, metana, karbon monoksida dan hidrogen. Sebagaimana penjelasan Fengel dan Wagener (1995) mengatakan bahwa adanya unsur hidrogen pada zat mudah menguap pada briket akan berpengaruh terhadap kecepatan pembakaran, semakin tinggi zat mudah menguap maka briket akan sangat mudah terbakar. Adanya zat mudah menguap yang tinggi pada briket yang dibakar ditandai dengan adanya asap yang begitu banyak (Foley, 1986). Hasil pengujian menunjukkan bahwa kadar zat mudah menguap dari briket arang kulit durian ditunjukkan pada Tabel 8.

Tabel 8. Kadar zat mudah menguap (%) pada masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Kadar zat mudah menguap (%)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	rerata	
1500	32.29	31.14	18.39	24.45	27.03	26.66	27.73
2000	29.54	26.05	28.73	31.57	23.91	27.96	
2500	26.56	28.83	27.57	30.25	29.70	28.58	

Tabel 8 menunjukkan bahwa semakin tinggi tekanan, rata-rata zat mudah menguap yang dihasilkan akan semakin tinggi. Batasan zat mudah menguap pada tiga negara yaitu : Jepang 15 - 30%, Inggris 16% dan Amerika 19%, sehingga briket ini hanya memenuhi standar Jepang saja. Analisis varian dilakukan untuk memastikan pengaruh tekanan terhadap kadar zat mudah menguap. Hasil analisis disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar zat mudah menguap.

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	9.618 ^a	2	4.809	.338	.720
Intercept	11537.621	1	11537.621	811.749	.000
Tekanan	9.618	2	4.809	.338	.720
Error	170.559	12	14.213		
Total	180.178	14			

a. R Squared = .053 (Adjusted R Squared = -.104)

Hasil analisis varian menunjukkan bahwa tekanan tidak mempengaruhi secara nyata variasi kadar zat mudah menguap karena nilai Sig lebih besar 0.05. Hal ini membuktikan bahwa zat mudah menguap dipengaruhi oleh karakteristik bahan baku. Menurut Hartoyo *et al.* (1978) sifat ini dapat diatasi dengan menaikkan suhu karbonisasi karena zat mudah menguap telah menguap sebelum proses karbonisasi selesai. Menaikan suhu karbonisasi selain menurunkan kadar zat mudah menguap juga akan menaikkan kualitas arang. Kadar zat mudah menguap berbanding terbalik dengan kadar karbon terikat, sehingga semakin rendah kadar zat mudah menguap maka kandungan karbon akan semakin tinggi.

Kadar Abu

Kadar abu adalah perbandingan berat abu atau sisa bahan setelah dilakukan pembakaran arang terhadap berat arang semula. Menurut Fengel dan Wagener (1995) abu tersusun dari zat mineral seperti Ca, Mg, K dan silica. Kadar abu yang tinggi akan menurunkan kualitas briket sebagaimana Hendra dan Darmawan (2000) jelaskan kadar abu berpengaruh pada nilai kalor, semakin rendah kadar abu, semakin tinggi nilai kalor atau semakin tinggi kualitas arang atau briket. Hasil pengujian tersaji pada Tabel 10.

Tabel 10. Kadar abu biket arang kulit durian masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Kadar Abu (%)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	Rerata	
1500	12.79	11.90	11.18	11.42	10.91	11.64	10.76
2000	5.95	9.09	10.10	9.45	8.93	8.70	
2500	12.12	11.37	12.82	11.98	11.31	11.92	

Kadar abu yang dihasilkan dari briket kulit durian memiliki rata-rata 10.76 % dan kadar abu terbaik atau terendah didapatkan dari perlakuan tekanan 2000 psi dengan nilai rata-rata 8.7% dan nilai terendah 5.95%. Standar kadar abu tertinggi pada tiga negara yaitu Jepang 3-6 %, Inggris 8 – 10% dan Amerika 18 %. Kadar abu yang dihasilkan dari briket kulit durian secara umum dapat memenuhi ketiga negara importir briket.

Tabel 11 dibawah merupakan hasil analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar abu yang dihasilkan dan menunjukan bahwa H1 diterima atau ada pengaruh tekanan terhadap kadar abu karena nilai Sig lebih kecil 0.05

Tabel 11. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar abu briket kulit durian

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	31.735 ^a	2	15.868	13.600	.001
Intercept	1734.943	1	1734.943	1.487E3	.000
Tekanan	31.735	2	15.868	13.600	.001
Error	14.001	12	1.167		
Total	45.736	14			

a. R Squared = .694 (Adjusted R Squared = .643)

Kadar Karbon Terikat

Karbon terikat merupakan parameter utama karena kadar karbon terikat menentukan nilai kalor yang dihasilkan. Menurut Djatmiko *et al* (1981) dan Soeparno dan Suranto (1993) mengatakan bahwa nilai kadar karbon terikat berkorelasi positif yaitu semakin tinggi kadar karbon pada arang maka nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena setiap oksidasi karbon akan menaikkan nilai kalornya. Hasil pengujian kadar karbon terikat ditunjukan pada Tabel 12 sedangkan analisis varian tersaji pada Tabel 13.

Tabel 12. Kadar karbon terikat briket arang masing-masing sampel

Tekanan (psi)	Kadar Karbon Terikat (%)						Rata-rata
	1	2	3	4	5	rerata	
1500	45.71	46.60	59.59	53.45	52.34	51.54	50.89
2000	54.19	54.22	50.98	48.68	56.63	52.94	
2500	52.16	48.51	46.48	46.05	47.79	48.20	

Tabel 13. Analisis varian pengaruh tekanan terhadap kadar karbon terikat briket arang kulit durian

Source	Type III Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	59.346 ^a	2	29.673	1.876	.195
Intercept	38849.935	1	38849.935	2.456E3	.000
Tekanan	59.346	2	29.673	1.876	.195
Error	189.816	12	15.818		
Corrected Total	249.162	14			

a. R Squared = .238 (Adjusted R Squared = .111)

Kadar karbon terikat yang dihasilkan tergolong rendah bila dibandingkan dengan standar yang ada. Negara Jepang mensyaratkan kadar karbon terikat 60 – 80%, Inggris 75% dan Amerika 58%. Hasil ini pengujian kadar karbon terikat berdasarkan analisis varian tidak dipengaruhi oleh tekanan kempa karena nilai Sig lebih besar 0.05. Menurut Earl (1974) kadar karbon terikat sangat dipengaruhi oleh kadar zat mudah menguap, menaikkan suhu karbonisasi akan meningkatkan kualitas hingga 90%. Dijelaskan bahwa pengarangan (karbonisasi) berlangsung 7 menit pada suhu 900°C pada tempat tertutup tanpa ada kontak udara luar akan menyebabkan zat mudah menguap lebih banyak. Sedangkan Maarif (2004) mengatakan bahwa untuk meningkatkan kadar karbon terikat dapat dilakukan dengan karbonisasi bersuhu minimal 500°C

IV. KESIMPULAN

Sifat fisika kimia briket arang kulit buah durian melalui proses pengempaan dilakukan dengan menggunakan tiga variasi tekanan yaitu 1500 psi, 2000 psi dan 3000 psi dengan karakteristik sebagai berikut:

1. Sifat Fisika
 - a. Kadar air rata-rata yang dihasilkan yaitu 10.24% dengan variasi 9.16 % hingga 10.84%.
 - b. Berat Jenis rata-rata yang dihasilkan yaitu 0.64 dengan kisaran 0.56 hingga 0.69.
 - c. Nilai Kalor rata-rata yang dihasilkan yaitu 6088.84 kal/gram dengan variasi kisaran 4907.23 kal/gram hingga 7260 kal/gram.
2. Sifat Kimia
 - a. Kadar zat mudah menguap rata-rata yang dihasilkan yaitu 27.73 % dengan kisaran variasi 18.39 % hingga 32.29%
 - b. Kadar abu rata-rata yang dihasilkan yaitu 10.76% dengan kisaran variasi 5.59 % hingga 12.82%
 - c. Kadar karbon terikat rata-rata yang dihasilkan yaitu 50.89% dengan kisaran variasi 45.71% hingga 59.59%
3. Faktor tekanan kempa hanya mempengaruhi secara nyata pada parameter berat jenis, nilai kalor dan kadar abu, sehingga untuk memperbaiki kualitas ketiga parameter tersebut dapat mencari tekanan yang optimal.
4. Beberapa parameter yang memenuhi standar yaitu Jepang (nilai kalor, zat mudah menguap dan kadar abu) Inggris (kadar abu) dan Amerika (nilai kalor, kadar abu)
5. Kualitas briket arang kulit durian dapat ditingkatkan kualitasnya melalui peningkatan suhu karbonisasi hingga diatas 500°C.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1978. *Standars Test Methods for Specific Gravity of Wood and Wood Based Materials*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.
- , 1979. *Annual Book of ASTM Standards, Part 26, D-5, Coal and Coke*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.
- , 1985. *Annual Book of ASTM Standards, Section 4 (Construction), Volume 04.09, Wood*. American Society for Testing and Materials. Philadelphia. USA.
- Azizah, N.. 2006. *Pengaruh Variasi Konsentrasi Perekat Dan Tekanan Kempa Terhadap Sifat Fisika Kimia Briket Arang Dari Kulit Kayu Suren (Toona sureni Merr.)*. Skripsi S1 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).
- Djarmiko, S. Ketaren dan S. Setyahartini, 1981. *Arang, pengolahannya, dan penggunaannya*. Jurusan Teknologi Pertanian Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Earl, D.E., 1974. *A Report on Charcoal (Andre Meyer Research Fellow)*. FAO of United Nations. Rome.
- Hartoyo, J. Ando, dan T. Nurhayati, 1976. *Rendemen dan Sifat Arang Dari Beberapa Jenis Kayu Indonesia*. Laporan Penelitian No. 62 LPHH. Bogor.
- Haygreen, J. G., dan J. L., Bowyer, 1989. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kusbantoro, E.. 1994. *Limbah Serbuk Gergajian sebagai Bahan Baku Briket Arang*. Skripsi S1 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan).

- Soenardi, 1976. *Struktur dan Sifat Kayu*. Bagian Penerbit Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Soeparno dan Y. Suranto, 1990. *Penelitian Nilai Kalor Beberapa Jenis Kayu Bakar Rakyat*. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.

SENYAWA KIMIA DAN TOKSISITAS EKSTRAK KULIT PAKOBA (*Tricalysia Minahassae*) BERPOTENSI SEBAGAI PENURUN GULA DARAH

Chemical compounds and toxicity pakoba bark extract (Tricalysia minahassae) potentially as a lower blood sugar

Lis Nurrani¹, Supratman Tabba¹ dan Muh. Syarief²

¹ Balai Penelitian Kehutanan Manado/Forestry Research Institute of Manado
Jl. Raya Adipura Kel. Kima Atas Kec. Mapanget Kota Manado; email: yoe_lizz@yahoo.com

² Balai Penelitian Kehutanan Makassar/Forestry Research Institute of Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan Km.16 Sudiang Kota Makassar Telp. (0411) 554049

ABSTRAK

Peran tumbuhan alam berkhasiat obat makin terasa bermanfaat dan kian diminati oleh masyarakat Indonesia dalam dua puluh tahun terakhir. Meski terkesan primitif dan cenderung mengeluarkan aroma yang tidak sedap dalam pengolahannya namun tumbuhan obat dinilai lebih mujarab dalam mengobati penyakit. Pergeseran pola pikir ini juga disebabkan sering terjadinya efek samping penggunaan obat kimia yang lebih besar terhadap penderita. Tulisan ini memberikan informasi kandungan senyawa kimia dan sifat toksisitas dari ekstrak kulit kayu pakoba yang berpotensi sebagai penurun gula darah. Ekstraksi sampel secara maserasi dengan pelarut Etil asetat, penentuan kandungan kimia dilakukan dengan metode penapisan fitokimia sedangkan uji toksisitas menggunakan metode BSLT (*Brine shrimp Lethality Test*). Hasil Penelitian menunjukkan bahwa Pakoba merupakan jenis pohon non komersil yang masuk dalam marga Rubiaceae dan berstatus endemik Sulawesi Utara namun secara umum kurang dikenal. Ekstrak kulit pakoba mengandung senyawa alkaloid, flavonoid dan tannin, yang merupakan indikasi awal sebagai bahan biofarmaka khususnya antihiperglikemia atau penurun kadar gula darah. Ekstrak kulit pakoba yang paling aktif terhadap larva *Artemia salina* Leach adalah ekstrak dengan pelarut Etil Asetat ditunjukkan dengan nilai LC₅₀ sebesar 311,45 µg/ml.

Kata kunci: Senyawa kimia, Toksisitas, Kulit Pakoba, Gula darah.

I. PENDAHULUAN

Dewasa ini penggunaan obat herbal menjadi paradigma baru dalam bidang ilmu kedokteran, efek samping dari penggunaan obat kimia merupakan dasar peralihan dan perubahan pola pikir masyarakat. Pengetahuan mengenai pengobatan secara tradisional, terutama yang bahan bakunya berasal dari alam telah dilakukan masyarakat Indonesia sejak dulu kala. Kepercayaan masyarakat pada obat herbal juga terus meningkat dalam kurun waktu tujuh tahun terakhir. Menurut survei sosial ekonomi nasional tahun 2007 bahwa masyarakat yang memilih pengobatan dengan obat tradisional mencapai 28,69% dari semula 15,2% (Anna, 2011). Penggunaan obat tradisional yang dilakukan oleh masyarakat masih bersifat empiris, dimana data ilmiah yang mendukung keamanan dan keefektifan belum lengkap. Sehingga perlu adanya penelusuran senyawa bioaktif yang terkandung dalam tumbuhan obat tersebut.

Tumbuhan obat adalah semua tumbuhan baik yang sudah dibudidayakan maupun yang belum dibudidayakan yang dapat digunakan sebagai obat (Sandra dan Sjahlil, 1994).

Pemanfaatan tumbuhan obat mulanya dikenal oleh masyarakat Indonesia secara luas dalam bentuk jamu-jamuan. Namun pemanfaatan tumbuhan hutan sebagai obat belum banyak dikenal, padahal potensi sumberdaya hutan yang dapat digunakan sebagai sumber obat-obatan sangatlah besar. Diperkirakan hutan Indonesia menyimpan potensi tumbuhan obat sebanyak 30.000 jenis dari total 40.000 jenis tumbuhan dunia. Sebanyak 940 jenis diantaranya telah dinyatakan berkhasiat sebagai obat, atau sekitar 90% dari kuantita tumbuhan obat yang ada di Benua Asia. Dari sekian banyak jenis tumbuhan obat, baru 20-22% yang dibudidayakan, sedangkan sekitar 78% diperoleh melalui pengambilan langsung dari hutan (Nugroho, 2010). Salah satu tumbuhan hutan yang memiliki potensi sebagai tumbuhan obat di Sulawesi Utara adalah Pakoba.

Pakoba (*Tricalysia minahassae* Comb. Nov) merupakan salah satu tumbuhan jenis pohon endemik Sulawesi Utara. Tumbuhan ini memiliki kegunaan tinggi bagi masyarakat diantaranya adalah kayunya digunakan sebagai bahan bangunan dan kayu bakar, buah pakoba dapat dimakan langsung, dijadikan

asinan, jus buah, dodol bahkan menjadi makanan khas yang selalu tersaji pada acara-acara adat Suku Minahasa. Getahnya telah dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan pewarna alami secara tradisional. Sebagai bentuk perlindungan terhadap jenis ini Pemerintah Kota Tomohon telah menetapkan Pakoba sebagai pohon unggulan Kota Tomohon melalui Surat Keputusan Walikota Tomohon No. 152/2007 tanggal 11 Mei 2007.

Data dan informasi mengenai potensi hayati Pakoba dan pemanfaatannya penting untuk diketahui mengingat pohon ini merupakan jenis endemik. Tulisan ini merupakan uraian mengenai kandungan senyawa kimia berpotensi obat dan sifat toksisitas dari ekstrak kulit kayu pakoba yang berpotensi sebagai penurun gula darah (anti diabetes). Hasil ini diharapkan dapat bermanfaat dan menjadi inspirasi untuk lebih mengkaji potensi pemanfaatan Pakoba serta menjadi dasar pertimbangan prioritas konservasi pohon endemik tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada Laboratorium Flora Fauna Balai Penelitian Kehutanan Manado untuk ekstraksi sampel dan Laboratorium Uji Biofarmaka pada Pusat Studi Biofarmaka Institut Pertanian Bogor untuk analisis kandungan kimia. Pengambilan data lapangan hingga analisis dilaksanakan selama lima bulan yaitu pada bulan September 2011 s/d Februari 2012.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan yaitu ekstrak kulit kayu pakoba yang diambil dari kawasan hutan sekitar Gunung Mahawu Kota Tomohon Prov. Sulawesi Utara, larva udang *Artemia salina* Leach, larutan Etil asetat, Aquadest dan air laut. Peralatan yang digunakan terdiri atas kertas koran, kantong specimen, tally sheet, tali rafia, etiket gantung, selotip/isolasi, parang, gunting stek, pisau, kamera, blender, kotak penyimpanan simplisia, saringan, pipet, gelas ukur, batang pengaduk kaca, *aerator*, botol kaca, lampu TL, dan *rotary evaporator*.

Metode

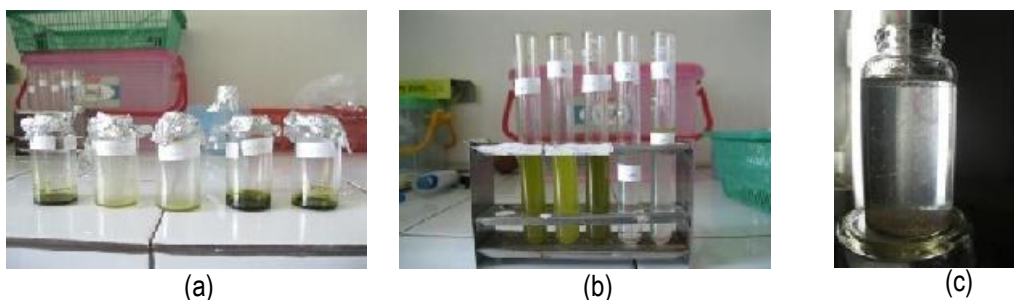
Wawancara

Wawancara dilakukan terhadap responden yang ditentukan secara *Purposive sampling*, terdiri dari tokoh masyarakat dan tokoh kunci yang sering memanfaatkan tumbuhan obat secara tradisional untuk pengobatan berbagai macam penyakit.

Pembuatan Ekstrak uji

Simplisia tumbuhan obat yang diperoleh dari lapangan dikering-anginkan selama 3 sampai 5 hari, kemudian dicacah dengan menggunakan pisau dan dihaluskan dengan blender atau *hammer mill*. Pengeringan dilakukan agar proses metabolisme dalam tumbuhan terhenti atau sel-sel tumbuhan akan rusak sehingga akan mempermudah kerja pelarut. Sedangkan penghalusan bertujuan untuk memperbesar peluang terlarutnya komponen-komponen bioaktif yang diinginkan.

Serbuk sampel sebanyak 25 g di maserasi dengan menggunakan larutan Etil Asetat kualitas teknis selama 3 x 24 jam sampai dihasilkan rendaman bening (Sukandar *et al.*, 2009). Rendaman tersebut selanjutnya dipekatkan dengan menggunakan *rotary evaporator* pada suhu 40-65°C hingga diperoleh ekstrak kasar dalam bentuk padatan atau gum yang disimpan dalam botol kaca.



Gambar 1. Ekstrak uji dalam bentuk (a) padatan (gum), (b) cair dan (c) *Artemia salina* Leach dalam botol sampel

1. Uji fitokimia

Hasil ekstraksi dilakukan penapisan fitokimia dengan pereaksi tertentu. Penapisan Fitokimia digunakan untuk mengetahui golongan senyawa dalam ekstrak kulit kayu pakoba, yaitu : Alkaloid, Flavonoid, Steroid, Saponin dan Tanin.

2. Penyiapan larva udang *Artemia salina* Leach

Sebanyak 10 mg telur udang ditambah 100 mL air laut yang telah di saring, kemudian di simpan dalam akuarium yang diberi aerator atau pengatur udara. Telur diberi pencahayaan lampu TL selama 48 jam sampai telur menetas sempurna dan siap di uji cobakan. Larva *A. salina* yang digunakan dalam penelitian dapat dilihat dalam Gambar 1 (c).

3. Pembuatan larutan

Pelarut yang digunakan dalam penelitian ini adalah n-butanol, Etil Asetat dan Petroleum Eter. Larutan dibuat pada konsentrasi 2000, 1600, 800, 400, dan 200 ppm. Larutan induk dibuat dengan konsentrasi 2000 ppm dengan melarutkan sebanyak 4 mg ekstrak sampel dilarutkan dalam 10 μ L Dimetil Sulfoksida (DMSO) 10 ppm dan ditambah pelarut air laut sampai 2 mL (2000 ppm). Sampel dengan konsentrasi 1600 ppm, 800 ppm, 400 ppm dan 200 ppm dibuat dari pengenceran larutan induk.

4. Uji toksisitas menggunakan metode BSLT (Brine Shrimp Lethality Test)

Sepuluh ekor larva udang *Artemia Salina* dimasukkan ke dalam wadah kaca atau *microplate* kemudian ditambahkan dengan larutan pada masing-masing konsentrasi dengan ulangan sebanyak tiga kali. Sebagai kontrol, 10 ekor larva udang *Artemia Salina* dalam 200 μ L air laut tanpa ekstrak. Campuran tersebut dibiarkan selama 24 jam di bawah cahaya lampu TL.

Analisa Data

Setelah 24 jam, larva udang yang mati dari masing-masing *microplate* dihitung mortalitasnya dengan rumus:

$$Mortalitas (\%) = \frac{(jumlah\ kematian - jumlah\ kematian\ kontrol)}{jumlah\ larva\ awal} \times 100$$

Lethal Concentration 50% (LC_{50}) dihitung secara metode *Probit Analysis* menggunakan software SPSS 16.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Etnobotani Pakoba

Pohon Pakoba tersebar secara endemik di hutan-hutan alam Propinsi Sulawesi Utara mulai dari dataran rendah hingga pegunungan. Hasil eksplorasi yang dilakukan di tiga wilayah yaitu kawasan hutan di sekitar Kelurahan Rurukan Kota Tomohon, Cagar Alam Tangkoko Batu Angus Kota Bitung dan kawasan hutan Gunung Tumpa Kabupaten Minahasa Utara. Menunjukkan bahwa jenis ini sudah jarang dan relatif tidak melimpah lagi, fakta lain adalah sangat sulitnya menemukan sampel kayu pakoba. Diperkirakan ada sekitar 100 pohon Pakoba yang hidup di Cagar Alam Tangkoko Batu Angus. Kelangkaan ini disebabkan

karena tingginya penggunaan kayu pertukangan pakoba oleh masyarakat dimasa lalu dan hingga kini masih terus terjadi. Disisi lain Pertumbuhan diameter batang yang lambat juga disinyalir sebagai penyebab makin langkanya jenis ini di alam karena tidak seimbangnyapemudaan tegakan alam dan eksploitasi jenis ini di alam.

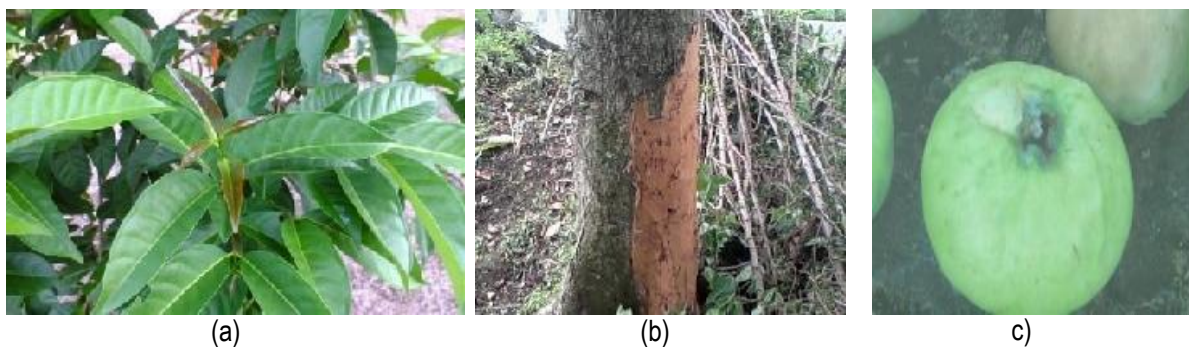
Kayu pakoba banyak dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai bahan baku pembuatan rumah, baik konstruksi bangunan, dinding maupun pilar-pilar penyangga rumah. Selain itu Pakoba juga banyak dimanfaatkan oleh masyarakat pesisir pantai untuk pembuatan perahu nelayan. Fakta yang teridentifikasi sebagai penyebab tingginya konsumsi kayu pakoba sebagai bahan baku kayu pertukangan di kalangan masyarakat Sulawesi Utara adalah kayunya kuat dan awet serta tahan terhadap rayap karena kayu pakoba bersifat asam. Pendekatan secara etnobotani perlu dilakukan untuk mengetahui seberapa besar pemanfaatan pakoba bagi masyarakat, hal ini penting sebagai dasar untuk konservasi permudaan terhadap jenis ini baik di alam maupun secara buatan.

Etnobotani merupakan ilmu yang mempelajari dan mendalami hubungan manusia dengan alam nabati dalam kehidupan sehari-hari termasuk didalamnya yang berkaitan dengan budaya dan kearifan lokal masyarakat (Rifai dan Waluya, 1992). Secara etnobotani masyarakat Suku Minahasa memanfaatkan kulit pakoba sebagai salah satu tumbuhan obat tradisional yang digunakan secara turun temurun. Hasil wawancara yang dilakukan terhadap responden kunci dan masyarakat umum menyatakan bahwa mereka menggunakan kulit batang pakoba sebagai campuran ramuan obat yang diminum wanita setelah melahirkan. Selain itu kulit pakoba juga dimanfaatkan dalam pengobatan penyakit gula (diabetes). Cara meramu yang dilakukan oleh masyarakat yaitu : kulit batang diambil secukupnya kemudian direbus dan diminum, sekali rebusan untuk sekali minum.

Manfaat lain yang diketahui dari pakoba adalah buahnya dapat dikonsumsi, baik secara langsung maupun diolah terlebih dahulu menjadi manisan, dodol dan makanan olahan lainnya.

Identifikasi Jenis

Hasil identifikasi jenis yang dilakukan pada Laboratorium Herbarium Bogoriense, Pakoba termasuk dalam family Rubiaceae dengan nama ilmiah *Tricalysia minahassae* Comb. Nov (Kinho *et al*, 2011). Beberapa jenis dari family Rubiaceae merupakan tumbuhan yang sudah sejak lama dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai masakan, minuman dan bahan ramuan obat-obatan tradisional untuk perawatan kesehatan dan kecantikan (Rukmana, 2002). Hal senada juga dikemukakan Wijayakusuma (2002) yang menyatakan bahwa beberapa jenis tumbuhan suku Rubiaceae sering dimanfaatkan sebagai tumbuhan obat di suku-suku yang ada di Indonesia diantaranya adalah kaca piring (*Gardenia augusta* Merr.), MengkuduL (*Morinda citrifolia*), Sembukan(*Paederia foetida* L) dan Soka(*Ixora coccinea* L). Sebagai salah satu jenis dari family Rubiaceae, pakoba juga memiliki potensi yang besar karena memiliki kandungan senyawa aktif yang dapat digunakan sebagai tumbuhan obat, apalagi masyarakat telah sejak lama memanfaatkannya secara tradisional.



Gambar 2. Morfologi Pakoba (*morphology of pakoba*) : a) daun (*leaf*) b) Batang dan kulit pohon (c) buah pakoba (*pakoba fruit*)

Berdasarkan morfologi pohon Pakoba memiliki batang berbanir, cerah, coklat dengan bercak-bercak putih. Kulit berlekak dengan sedikit alur-alur. Daun tunggal berhadapan genap, terdapat stipula pada daun muda berwarna merah tua, Ujung dan pangkal daun meruncing, tepian daun rata, permukaan dan belakang daun licin dengan satu urat daun primer yang tampak jelas dan tidak berbulu. Daun muda berwarna hijau dan

daun tu berwarna merah bata. Buah muda berwarna hijau, buah matang berwarna hijau muda kekuningan berekor. Permukaan kulit buah licin, daging buah hijau muda, biji tunggal. Mengeluarkan getah bening yang agak lengket.

Kandungan Senyawa Kimia Aktif

Hasil analisis fitokimia dari ekstrak kulit kayu pakoba menunjukkan bahwa ekstrak kulit kayu pakoba mengandung senyawa alkaloid, flavonoid dan tannin. Ketiga senyawa tersebut merupakan indikasi awal bahwa ekstrak kulit kayu pakoba berpotensi sebagai bahan baku biofarmaka. Hasil Uji kualitatif fitokimia secara rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan senyawa aktif dari ekstrak kulit kayu pakoba (The content of active compounds from the bark extract pakoba)

Ekstrak Kasar (Crude extracts)	Kandungan Fitokimia (Phytochemical Content)					
	Alkaloid	Flavonoid	Steroid	Saponin	Tannin	Triterpenoid
Kulit Pakoba (<i>skin of pakoba</i>)	+	+	-	-	+	-

Sumber: Laboratorium Biofarmaka Institut Pertanian Bogor (*biofarmakalaboratory Agriculture Institute of Bogor*) 2011

Senyawa golongan flavonoid dan saponin dilaporkan sebagai antihiperlipidemia atau penurunan kadar gula darah. Penelitian Studiawan dan Santosa (2005) yang dilakukan pada daun salam (*Eugenia polyantha*) yang mengandung flavonoid dan tannin terbukti dapat menurunkan kadar gula darah mencit yang diinduksi dengan aloksan. Sama halnya dengan penelitian Dalimartha, 2001 pada Mahoni (*Switenia mahagoni* Jacq), bijinya mengandung flavonoid dan saponin yang bisa digunakan sebagai obat hipertensi dan diabetes.

Tanin berfungsi untuk menghentikan pendarahan dan mengobati luka bakar, menghentikan infeksi pada luka bakar saat internal healing berjalan. Tanin mampu membuat lapisan pelindung luka dan ginjal, tannin digunakan sejak lama sebagai pengobatan cepat terhadap penderita disentri, diare, pendarahan dan mereduksi ukuran tumor. Berdasarkan hasil penelitian, tanin terhidrolisis dilaporkan memiliki efek antidiabetes dengan menghambat enzim tirosinase pengganggu insulin (Saifudin et al, 2011).

Toksistas Terhadap Larva *Artemia Salina* Leach

Uji toksistas merupakan metode penting untuk mengetahui apakah suatu tumbuhan memiliki khasiat obat atau tidak, uji ini juga bertujuan untuk menjamin keamanan bahan baku ekstrak yang digunakan dalam menunjang kesehatan. Hal ini juga untuk menjamin obat berbasis herbal memiliki mutu yang terukur, mendukung derajat kesehatan dan terjaminnya keamanan terbebas dari bahan dan mikroba berbahaya ketika diambil dari alam. Parameter yang digunakan dalam uji toksistas dengan menghitung tingkat mortalitas larva udang. Secara terperinci hasil uji toksistas disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tingkat mortalitas larva udang pada beberapa konsentrasi sampel dan nilai LC₅₀ (*Brine shrimp mortality level at some sample concentration and LC₅₀*)

Konsentrasi (Concentration) (ppm)	Kematian larva (Larva Mortality (%))		
	Pelarut (Solvent) n-butanol	Pelarut (Solvent) Etil asetat	Pelarut (Solvent) Petroleum Eter
2000	10	73	53
1600	33	80	40
800	40	73	10
400	83	47	13
200	80	37	10
LC50 (ppm)	1.481,83	311,42	1.336,31

Sumber: Laboratorium Biofarmaka Institut Pertanian Bogor (*biofarmakalaboratory Agriculture Institute of Bogor*) 2011

Perlakuan pelarut yang berbeda dilakukan bertujuan untuk mencari pelarut terbaik yang mampu melarutkan senyawa bidigunakan ekstrak kulit pakoba. Ketiga pelarut tersebut merupakan perwakilan dari pelarut polar (n-butanol), pelarut semi polar (Etil Asetat) dan pelarut non polar (Petroleum Eter). Ekstrak

merupakan bahan yang mengandung campuran komponen kimia dari suatu tanaman yang terlarut dalam pelarut yang digunakan, biasanya ekstrak mengandung senyawa bioaktif lebih tinggi dibandingkan bahan asalnya (Sidik dan Mudahar, 2000). Jenis ekstrak menunjukkan banyaknya jenis senyawa kimia yang terlarut di dalamnya dan hal ini sangat erat kaitannya dengan bahan aktif biologik yang terlarut. Bahan aktif biologik adalah bahan yang sangat berperan dalam aktifitas farmakologi dari fitomedisin atau bahkan merupakan senyawa identitas yang sangat karakteristik dari suatu tanaman (Woerdenbag, 2002).

Nilai LC_{50} terkecil didapatkan dari Ekstrak kulit pakoba dengan menggunakan pelarut Etil Asetat yaitu 311,42 ppm. Hal ini menunjukkan bahwa senyawa semi polar lebih aktif dibandingkan dengan senyawa polar dan non polar. Meyer (1982) dalam Kulsum et al. (2003) menyatakan bahwa senyawa kimia memiliki potensi bioaktivitas bila mempunyai LC_{50} relatif kecil atau kurang dari 1000 ($\mu\text{g/ml}$), semakin kecil nilai LC_{50} menunjukkan bahwa senyawa kimia yang terkandung dalam ekstrak tersebut semakin kuat.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Peran Pakoba sebagai jenis lokal endemik Sulawesi Utara tidak saja terbatas pada penggunaan untuk kayu pertukangan dan hasil olahan buahnya dalam mendukung kebutuhan hidup masyarakat di wilayah ini. Pemanfaatan sebagai obat tradisional juga telah dipraktekkan dan menjadi kearifan lokal oleh sebagian masyarakat suku Minahasa. Potensi sebagai bahan baku biofarmaka khususnya untuk obat penurun gula darah merupakan manfaat besar yang dapat diperoleh dari pakoba.

Saran

Melakukan kajian yang lebih mendalam lagi mengenai kandungan kimia terhadap ekstrak kulit kayu pakoba untuk memastikan khasiatnya terhadap penyakit diabetes. Sebaiknya fokus penelitian tidak hanya terbatas pada kulit kayu saja tapi mungkin dapat dikembangkan pada bagian lain seperti buah, daun, kulit dan biji buah. Untuk itu prioritas konservasi terhadap pakoba adalah kebijakan yang wajib diimplimentasikan mengingat jenis ini merupakan pohon endemik lokal dan berpotensi sebagai anti penurun gula darah.

DAFTAR PUSTAKA

- Anna, L.K. 2011. Kepercayaan Masyarakat Pada Obat Herbal Makin Tinggi. Majalah Kompas Online tanggal 10 Desember 2011. <http://www.kompas.com>. Diakses tanggal 10 Mei 2012.
- Dalimartha, S. 2001. Resep Tumbuhan Obat Untuk Reumatik. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Kinho, J., DID Arini, J.E. Halawane, L. Nurrani, Halidah, Y. Kafiir dan M.C. Karundeng. 2011. Tumbuhan Obat Tradisional Di Sulawesi Utara Jilid II. Balai Penelitian Kehutanan Manado. Manado.
- Kulsum, U., Yusnita dan A. Junaedi. 2003. Prosedur Pengujian Toksisitas dan Fitokimia Tumbuhan Obat yang Berasal dari Hutan. Info Hasil Hutan 10 (1) : 32-33. Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor. Bogor.
- Nogroho, I.A. 2010. Lokakarya Nasional Tumbuhan Obat Indonesia. Apforgen News Letter Edisi 2 Tahun 2010. <http://www.forplan.or.id>. Diakses tanggal 1 Juni 2012
- Pasaribu, G.T. 2009. Zat Ekstraktif Kayu Raru dan pengaruhnya Terhadap Penurunan Kadar Gula Darah Secara In Vitro. Tesis : Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rifai, I. M.A. dan waluyo (ulfa). E.B. 1992. *Etnobotani dan pengembangan Tetumbuhan Pewarna Indonesia: Ulasan suatu Pengamatan di Madura*. Makalah Seminar Nasional Indonesia Etnobotani. Bogor: 19-20 Februari 1992.
- Rukmana. 2002. Mengkudu Budaya dan Prospek Agribisnis. Kanisius. Yogyakarta.
- Saifudin, A., V. rahayu. dan H.Y. Teruna. 2011. Standarisasi Bahan Obat Alam. Edisi Pertama. Graha Ilmu. Yogyakarta
- Sidik dan H Mudahar. 2000. Ekstraksi Tumbuhan Obat, Metode dan Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Mutunya. Makalah pada Seminar Sehari Perhipba Komasariat jakarta : Pemanfaatan Bahan Obat Alami III. Universitas 17 Agustus 1945. Jakarta. 8 Hal.
- Studiawan, H dan M.H. Santosa. 2005. Uji Aktivitas Penurun Kadar Glukosa Darah Ekstrak Daun Eugenia polyantha pada Mencit yang Diinduksi Aloksan. Media Kedokteran Hewan Vol. 21 No. 2 Mei 2005.

Surat Keputusan Walikota Tomohon Nomor 152 tahun 2007 tanggal 11 Mei 2007. Tentang Penetapan Pakoba Sebagai Pohon Unggulan Kota Tomohon. Tomohon.

Wijayakusuma, H. 2002. Tanaman Berkhasiat Obat Indonesia. Edisi Revisi. Pustaka. Jakarta.

Woerdenbarg, H I. 2002. Phytomedicines from Plant to Patient. Prosiding Seminar Nasional Tumbuhan Obat Indonesia XXI. F. Farmasi Universitas Surabaya., Surabaya. 2837 Hal.

KARAKTERISTIK PAPAN PARTIKEL LIMBAH KAYU SENGON DENGAN PERLAKUAN PENGAWETAN ASAP CAIR

Agus Ngadianto¹, Ragil Widyorini² dan Ganis Lukmandaru²

¹ Staf Pengajar, Pengelolaan Hutan Sekolah Vokasi UGM, Yogyakarta

email: agus_ngadianto@yahoo.co.id

² Staf Pengajar, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

email: rwidyorini@gmail.com; glukmandaru@yahoo.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik dari papan partikel kayu sengon yang dibuat dengan perlakuan pengawetan asap cair. Bahan utama yang digunakan dalam pembuatan papan partikel ini adalah limbah kayu sengon. Bahan pengawet asap cair pada berbagai konsentrasi (0%, 2,5%, dan 5%) diaplikasikan untuk mengawetkan partikel atau limbah kayu sengon selama 24 jam. Setelah dikeringkan sampai kondisi kering udara, partikel atau limbah kayu sengon dicampur dengan perekat urea formaldehida pada kadar perekat 7,5% dan 15%, kemudian dilakukan pengempaan panas pada suhu 150°C selama 10 menit. Hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel yang menggunakan perekat urea formaldehida dengan kadar 15% dan bahan pengawet asap cair dengan konsentrasi 5% memberikan hasil yang terbaik dimana hampir semua hasilnya telah sesuai dengan standar JIS (Japanese Industry Standard) A 5908 kecuali nilai pengembangan tebal dan Modulus elastisitas. Nilai terbaik dari mortalitas rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light dan kehilangan berat setelah pengumpanan juga diperoleh pada kondisi yang sama seperti diatas dimana nilainya masing-masing sebesar 64,67% dan 0,830%.

Kata kunci: Papan partikel, Asap cair, Pengawetan, Kayu sengon.

I. PENDAHULUAN

Papan partikel merupakan salah satu produk papan tiruan yang banyak digunakan oleh masyarakat sebagai pengganti kayu yang ketersediannya semakin terbatas. Kelebihan produk ini antara lain papan partikel bebas cacat seperti mata kayu, ukuran dan kerapatannya dapat disesuaikan dengan kebutuhan, mempunyai sifat isotropis, serta sifat dan kualitasnya dapat diatur. Sementara itu, kelemahan produk papan partikel ini antara lain stabilitas dimensinya yang rendah sehingga sangat besar pengaruhnya pada pemakaian terutama bila digunakan sebagai bahan bangunan (Haygreen dan Bowyer, 1996). Pada saat ini terdapat 19 buah industri pembuatan papan partikel di Indonesia. Industri ini memanfaatkan limbah kayu dari industri pengolahan kayu sebagai bahan bakunya (Sutigno dalam Yuliansyah, 2001). Sengon merupakan jenis kayu yang banyak dimanfaatkan dan digunakan dalam industri pengolahan kayu di Indonesia sehingga dapat diasumsikan bahwa limbah yang dihasilkan dari jenis kayu ini sangat tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan pembuatan papan partikel yang sangat potensial.

Dalam pembuatan papan partikel, harus diperhatikan faktor-faktor yang berpengaruh terhadap sifat dan kekuatan papan partikel tersebut seperti jenis bahan, tipe dan ukuran partikel, penyebaran partikel, jenis dan jumlah perekat, kerapatan papan partikel, kadar air partikel dan perekatan partikel serta proses pembuatannya (Kollman *et al.* 1975). Jenis perekat yang umum digunakan dalam pembuatannya adalah perekat sintesis berbasis formaldehida, salah satunya adalah urea formaldehida. Jumlah perekat pada partikel merupakan salah satu faktor yang penting dalam menentukan sifat papan partikel yang dihasilkan. Semakin banyak perekat yang digunakan dalam pembuatan papan partikel maka semakin kuat dan stabil dimensi papan, namun demikian dari segi ekonomi penggunaan perekat yang terlalu banyak tidak diinginkan (Haygreen dan Bowyer, 1996).

Selain sifat dan kekuatan papan partikel, sifat ketahanan dan keawetannya juga perlu diperhatikan agar memberikan umur pakai yang lebih lama dari produk ini. Usaha peningkatan keawetan papan partikel telah banyak dilakukan melalui pengawetan bahan baku kayunya, penambahan bahan pengawet pada perekat, maupun pengawetan papan partikel yang sudah jadi. Alternatif bahan pengawet yang dapat digunakan yaitu bahan pengawet yang beracun terhadap organisme perusak kayu namun bersifat ramah terhadap lingkungan seperti asap cair. Penggunaan asap cair sebagai bahan pengawet pada kayu solid sebelumnya telah banyak digunakan. Sementara itu, penelitian mengenai pengawetan papan partikel menggunakan bahan pengawet ini belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui

interaksi antara perlakuan pengawetan dengan asap cair dan jumlah perekat urea formaldehida yang digunakan pada pembuatan papan partikel dari limbah kayu sengon sehingga diperoleh kombinasi yang tepat dalam meningkatkan sifat papan partikel serta ketahanannya terhadap serangan organisme perusak kayu seperti rayap dan jamur, namun dalam penelitian ini akan dicoba pada rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light.

II. METODE PENELITIAN

Bahan Penelitian

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah partikel kayu sengon. Partikel kayu tersebut disaring sehingga lolos saringan 0,5 cm x 0,5 cm dan tertahan saringan ukuran 40 mesh serta dikeringkan sampai mencapai kadar air kering udara. Bahan pengawet yang digunakan adalah asap cair dengan kandungan *acetic acid* sebanyak 53,37% dan phenol sebanyak 38,67%. Perekat yang digunakan dalam pembuatan papan partikel ini adalah urea formaldehida dengan pH 8-9 dan kekentalan 2-3,2 poise.

Perlakuan Pendahuluan

Perlakuan pendahuluan terhadap partikel kayu dilakukan dengan perendaman partikel kayu kedalam larutan bahan pengawet dengan berbagai perlakuan pengawetan yaitu tanpa perlakuan pengawetan, perlakuan pengawetan dengan konsentrasi asap cair 0 %; 2,5 %; dan 5 % selama 24 jam. Larutan bahan pengawet dibuat berdasarkan perbandingan berat (w/w) dimana partikel seberat 3 kg diawetkan dalam 20 kg larutan bahan pengawet dengan konsentrasi bahan pengawet asap cair sebesar 0%, 2,5% dan 5% dari berat larutan bahan pengawet tersebut. Partikel kemudian dikeringkan sampai mencapai kadar air kering udara dan siap dicampur dengan perekat urea formaldehida dengan jumlah perekat 7,5% dan 15%. Sebelum dan sesudah perlakuan pengawetan, berat partikel ditimbang sehingga diperoleh persen pertambahan beratnya (WPG, *weight percent gain*). Selain itu juga diukur kadar air partikel dan nilai wetabilitasnya dengan metode CWAH (*Corrected Water Absorption Height*).

Pembuatan Papan Partikel

Papan partikel dibuat dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 1 cm dan kerapatannya 0,8 g/cm³. Perekat urea formaldehida yang dicampurkan dengan partikel sebanyak 7,5 % dan 15% dari berat kering udara partikelnya. Papan partikel dibuat dengan kempa panas pada suhu 150°C dan tekanan manomerik 40 MPa selama 10 menit. Untuk setiap kombinasi perlakuan dibuat tiga papan partikel sebagai ulangan.

Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika Papan Partikel

Pengujian sifat fisika dan mekanika papan partikel ini meliputi kadar air, pengembangan tebal, penyerapan air, keteguhan rekat internal, dan keteguhan lengkung statik (MoE dan MoR) papan partikel. Standar pengujian yang digunakan adalah JIS A 5908-2003.

Pengujian Papan Partikel Terhadap Serangan Rayap Kayu Kering

Pengujian terhadap serangan rayap kayu kering dilakukan dengan mengumpankan 50 ekor rayap kayu kering dewasa, sehat dan aktif pada contoh uji papan partikel selama 6 minggu. Mortalitas rayap dihitung dengan membandingkan jumlah rayap yang mati terhadap jumlah rayap awal yang diumpankan dan dinyatakan dalam persen (%), sedangkan nilai kehilangan berat contoh uji dihitung dengan membandingkan selisih antara berat awal contoh uji sebelum pengumpanan dengan berat akhir contoh uji setelah pengumpanan terhadap berat awal contoh uji sebelum pengumpanan yang dinyatakan dalam persen (%).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Air, Wetabilitas dan Persen Pertambahan Berat / WPG Partikel Sengon

Nilai kadar air partikel setelah perlakuan pengawetan memberikan nilai yang lebih kecil dari kadar air partikel tanpa perlakuan pengawetan, hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa kadar air partikel akan

mengalami penurunan setelah diberikan perlakuan terhadapnya (Haygreen dan Bowyer, 1996). Nilai wetabilitas partikel sengon menunjukkan nilai yang semakin turun setelah perlakuan pengawetan pada berbagai konsentrasi. Penurunan ini diduga karena bahan pengawet berupa asap cair dapat menyebabkan sifat higroskopisitas kayu menurun.

Tabel 1. Nilai kadar air, wetabilitas dan persen pertambahan berat partikel

No	Sampel Perlakuan	Kadar Air Partikel (%)	Wetabilitas (mm)	WPG (%)*
1	Sengon, Tanpa Perlakuan	11,84	484,32	-
2	Sengon, Pengawetan 0%	8,41	492,70	0,07
3	Sengon, Pengawetan 2,5%	8,51	464,33	0,37
4	Sengon, Pengawetan 5%	8,66	468,21	0,59

* Berdasarkan berat kering tanur

Pada perlakuan pengawetan partikel kayu, nilai persen pertambahan berat (WPG) meningkat seiring besarnya konsentrasi bahan pengawet yang diberikan. Nilai persen pertambahan berat pada partikel kayu ini terbilang kecil. Penelitian lain yang dilakukan oleh Suryono (2009) yang mencoba mengawetkan kayu solid (kayu karet) dengan bahan pengawet asap cair pada konsentrasi 30% ditambah borak 6% memberikan nilai retensi sebesar 27,68 kg/m³ atau sebesar 1,72% (berat jenis kayu karet 0,62). Besarnya retensi tersebut telah dapat memberikan nilai mortalitas rayap tanah sebesar 100%. Perbedaan nilai penambahan berat kayu setelah perlakuan pengawetan ini berbeda-beda antara jenis kayu, hal ini lebih disebabkan oleh perbedaan struktur anatomi pada masing-masing jenis kayu tersebut.

Pengujian Sifat Fisika dan Mekanika Papan Partikel Sengon

Tabel 2. Nilai pengujian sifat fisika dan mekanika papan partikel sengon

No	Sampel Perlakuan	KA (%)	WA (%)	TS (%)	IB (kg/cm ²)	MoR (kgf/cm ²)	MoE (kgf/cm ²)
1.	Sengon TP, Perekat 7,5%	8,39	114,34	39,10	1,580	85,287	15,72 x 10 ³
2.	Sengon TP, Perekat 15%	6,87	61,05	20,60	2,640	178,458	23,16 x 10 ³
3.	Sengon 0%, Perekat 7,5%	6,63	107,84	37,67	2,546	99,796	15,33 x 10 ³
4.	Sengon 0%, Perekat 15%	6,10	66,44	17,08	2,939	141,532	18,50 x 10 ³
5.	Sengon 2,5%, Perekat 7,5%	8,31	117,55	40,46	2,172	72,594	11,64 x 10 ³
6.	Sengon 2,5%, Perekat 15%	7,18	70,94	24,38	2,341	133,814	20,67x 10 ³
7.	Sengon 5%, Perekat 7,5%	8,33	126,47	42,08	1,718	56,351	9,15 x 10 ³
8.	Sengon 5%, Perekat 15%	7,35	67,77	23,51	2,434	119,340	17,88 x 10 ³
9.	Standar JIS A 5908-2003	5-13	-	Maks. 12	Min. 1,5	Min. 82	Min 20,40 x 10 ³

Tabel 3. Analisis varians sifat fisika dan mekanika papan partikel sengon

Parameter	Sengon		
	Perlakuan Pengawetan	Jumlah Perekat	Interaksi
Kadar Air	0,000**	0,000**	0,150 ^{ns}
Penyerapan Air	0,017*	0,000**	0,080 ^{ns}
Pengembangan Tebal	0,060 ^{ns}	0,000**	0,751 ^{ns}
Keteguhan rekat Internal	0,420 ^{ns}	0,076 ^{ns}	0,757 ^{ns}
Modulus Patah	0,032*	0,001**	0,365 ^{ns}
Modulus Elastisitas	0,095 ^{ns}	0,000**	0,525 ^{ns}

Keterangan : ** = Nilai sangat berbeda nyata pada taraf uji 1%

* = Nilai sangat berbeda nyata pada taraf uji 5%

ns = Nilai tidak berbeda nyata

Nilai kerapatan papan partikel sengon pada penelitian ini seluruhnya diperoleh tanpa mengalami delaminasi dengan kisaran kerapatan antara 0,701– 0,811 g/cm³. Nilai ini telah mendekati nilai kerapatan

yang dituju yaitu 0,8 g/cm³. Nilai kadar air, penyerapan air dan pengembangan tebal papan partikel sengan (Tabel 2) menurun dengan pertambahan jumlah perekat. Hasil analisis varians menunjukkan bahwa faktor perlakuan pengawetan memberikan pengaruh yang sangat nyata pada parameter kadar air, dan pengaruh nyata pada penyerapan air, sedangkan faktor jumlah perekat memberikan pengaruh yang sangat nyata pada ketiga parameter tersebut. Untuk interaksi antara perlakuan pengawetan dan jumlah perekat, tidak memberikan pengaruh nyata pada ketiga parameter tersebut (Tabel 3).

Perlakuan jumlah perekat yang lebih banyak mencukupi untuk membentuk ikatan antar partikel yang memadai serta menutup rongga-rongga diantara partikel sehingga papan lebih sulit untuk menyerap air. Ikatan antar partikel yang makin kuat menyebabkan rongga atau pori diantara jalinan partikel pada papan partikel tidak banyak yang dapat diisi oleh air sehingga kadar air, penyerapan air dan pengembangan tebal papan menjadi kecil (Sutigno dalam Yusliansyah, 2001). Sementara itu, perlakuan pengawetan justru meningkatkan ketiga nilai parameter tersebut. Hal ini disebabkan karena perlakuan pengawetan dengan asap cair menyebabkan bertambahnya sifat higroskopis papan partikel. Nilai kadar air papan partikel sengan pada penelitian ini telah memenuhi standar JIS A 5908-2003, nilai penyerapan air tidak disyaratkan dalam standar ini, sedangkan nilai pengembangan tebal papan partikel sengan tidak ada yang memenuhi standar JIS A 5908-2003. Penelitian lain yang dilakukan Aini *et al.* (2009) menunjukkan bahwa nilai kadar air bambu laminasi meningkat dari 12,02% menjadi 12,76% setelah diawetkan dengan bahan pengawet boron dibandingkan dengan bamboo laminasi tanpa perlakuan. Mendes *et al.* (2009) meneliti pengaruh perekat pada sifat papan partikel ampas tebu memberikan nilai pengembangan tebal yang semakin menurun dari 18,41% menjadi 5,77% dengan bertambahnya jumlah perekat urea formaldehida dari 6% -12%.

Nilai analisis varians keteguhan rekat internal papan partikel sengan (Tabel 3) menunjukkan tidak ada pengaruh yang didapat pada faktor perlakuan pengawetan, jumlah perekat maupun interaksi antara keduanya, namun kecenderungan yang dapat dilihat adalah nilai keteguhan rekat internal meningkat dengan pertambahan jumlah perekat karena ikatan dan rakitan antar partikel yang dibentuk akan semakin kuat dengan jumlah perekat yang semakin tinggi. Widarmana dalam Dirhamsyah (1995) mengungkapkan bahwa keteguhan rekat internal tidak dipengaruhi secara nyata oleh kerapatan kayu asalnya, akan tetapi lebih banyak ditentukan oleh faktor lainnya seperti geometri partikel, kerapatan lembaran dan jumlah perekat. Sementara itu, perlakuan pengawetan cenderung menurunkan nilai ini jika dibandingkan dengan contoh uji tanpa perlakuan dan perlakuan pengawetan 0%. Walaupun demikian, semua nilai keteguhan rekat internal pada papan partikel sengan telah memenuhi standar JIS A 5908-2003.

Nilai modulus patah papan partikel sengan setelah dianalisis varians memberikan pengaruh yang nyata pada faktor perlakuan pengawetan dan pengaruh yang sangat nyata pada faktor jumlah perekat, sedangkan interaksi antara keduanya tidak berpengaruh nyata. Modulus patah papan partikel meningkat dengan bertambahnya jumlah perekat. Banyaknya jumlah perekat yang digunakan menyebabkan ikatan antar partikel makin kuat sehingga nilai kerapatan akan makin tinggi yang akan meningkatkan nilai modulus patah papan partikel. Yahya dan Kader (1998) menyatakan bahwa meningkatnya kerapatan papan partikel dapat meningkatkan nilai modulus patah papan partikel. Penelitian yang dilakukan oleh Mendes *et al.* (2009) mengenai pengaruh perekat pada sifat papan partikel dari ampas tebu juga memberikan nilai modulus patah yang meningkat dari 80,75 kgf/cm² menjadi 107,47 kgf/cm² dengan bertambahnya jumlah perekat urea formaldehida dari 6% menjadi 12%. Sementara itu, perlakuan pengawetan cenderung menurunkan nilai ini namun sebagian besar perlakuan tetap memenuhi standar JIS A 5908-2003.

Nilai modulus elastisitas papan partikel setelah dianalisis varians memberikan pengaruh yang sangat nyata hanya pada faktor jumlah perekat saja. Hal ini disebabkan penambahan perekat akan meningkatkan ikatan antar partikel sehingga nilai ini semakin meningkat namun hanya sebagian saja yang memenuhi standar JIS A 5908-2003.

Pengujian Terhadap Serangan Rayap Kayu Kering

Nilai mortalitas rayap pada papan partikel sengan tertinggi diperoleh pada perlakuan pengawetan dengan konsentrasi 5% dan jumlah perekat 15% yaitu sebesar 64,67%. Hasil analisis varians (Tabel 5) menunjukkan bahwa faktor perlakuan pengawetan berpengaruh sangat nyata sedangkan faktor jumlah perekat dan interaksi antara keduanya tidak memberikan pengaruh nyata terhadap nilai mortalitas rayap. Dapat dilihat bahwa semakin besar konsentrasi bahan pengawet yang diberikan, maka nilai mortalitas rayapnya akan semakin tinggi (Gambar 1). Hal tersebut sesuai dengan pernyataan Hunt dan Garrat (1986)

yaitu nilai mortalitas semakin naik dengan semakin bertambahnya konsentrasi bahan pengawet yang diberikan.

Tabel 4. Nilai mortalitas rayap dan kehilangan berat papan partikel sengon

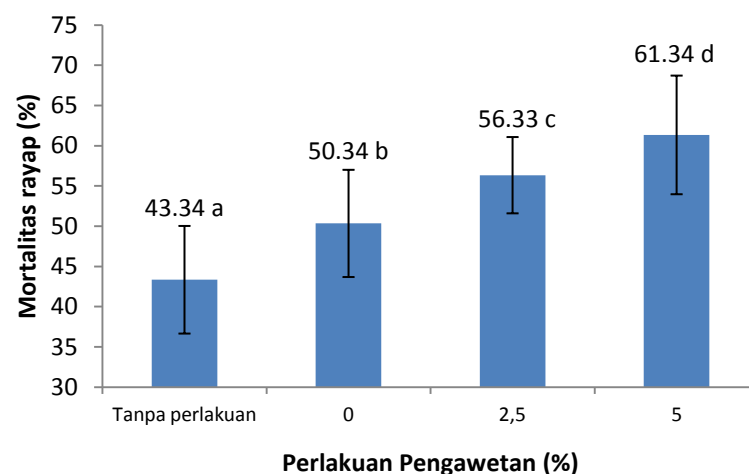
No	Sampel Perlakuan	Mortalitas Rayap (%)	Kehilangan Berat (%)
1.	Sengon TP, Perekat 7,5%	40,67	1,045
2.	Sengon TP, Perekat 15%	46,00	0,909
3.	Sengon 0%, Perekat 7,5%	46,67	0,970
4.	Sengon 0%, Perekat 15%	54,00	0,921
5.	Sengon 2,5%, Perekat 7,5%	55,33	0,903
6.	Sengon 2,5%, Perekat 15%	57,33	0,860
7.	Sengon 5%, Perekat 7,5%	58,00	0,856
8.	Sengon 5%, Perekat 15%	64,67	0,830

Tabel 5. Nilai analisis varians mortalitas rayap dan kehilangan berat papan partikel sengon

Parameter	Mahoni		
	Perlakuan Pengawetan	Jumlah Perekat	Interaksi
Mortalitas Rayap	0,002**	0,070 ^{ns}	0,902 ^{ns}
Kehilangan Berat	0,552 ^{ns}	0,387 ^{ns}	0,949 ^{ns}

Keterangan: ** = Nilai sangat berbeda nyata pada taraf uji 1%
 ns = Nilai tidak berbeda nyata

Perubahan nilai mortalitas rayap kayu kering yang makin meningkat dengan peningkatan konsentrasi bahan pengawet seperti ditunjukkan pada Gambar 1. diduga karena adanya kandungan fenol dan asam organik. Tranggono *et al.* (1997) menyatakan bahwa fenol dan asam organik merupakan senyawa utama di dalam asap cair yang bersifat bakteriostatik/baktersidal. Nilai mortalitas rayap papan tanpa perlakuan lebih rendah daripada nilai mortalitas rayap papan perendaman asap cair, hal ini membuktikan bahwa asap cair mampu menaikkan nilai mortalitas rayap. Penelitian lain yang dilakukan oleh Indrayani *et al.*, 2010 memberikan hasil bahwa mortalitas rayap meningkat dengan naiknya konsentrasi asap cair dari 1%-4% serta tingginya suhu pirolisis 450°C dengan nilai mortalitas rayap mencapai 100%. Sementara itu, Walther *et al.* (2007) yang menggunakan impregnasi phenol formaldehida pada papan partikel kenaf menyebabkan nilai mortalitas rayap mencapai hampir 100% serta Sulastiningsih dan Jasni (2004) dalam penelitiannya mengenai ketahanan papan partikel dari kayu karet terhadap rayap kayu kering yang menggunakan bahan pengawet alifmetrin pada konsentrasi 0,75% memberikan nilai mortalitas rayap 100%.



Gambar 1. Grafik nilai uji HSD perlakuan pengawetan terhadap mortalitas rayap pada papan partikel sengon

Keterangan: Angka yang disertai huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan nyata pada taraf uji $\alpha = 0,01$ (Nilai HSD = 0,177)

Nilai kehilangan berat terkecil pada papan partikel sengon diperoleh pada kombinasi perlakuan pengawetan 5% dan jumlah perekat 15% yaitu sebesar 0,830%. Hasil analisis varians pada Tabel 5 menunjukkan bahwa faktor perlakuan pengawetan, faktor jumlah perekat maupun interaksi antara keduanya tidak memberikan pengaruh nyata, namun kecenderungan yang dapat dilihat adalah nilai kehilangan berat papan partikel sengon menurun dengan peningkatan konsentrasi bahan pengawet asap cair yang diberikan (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan pernyataan Hunt dan Garrat (1986) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi bahan pengawet yang diberikan maka semakin kecil nilai kehilangan berat yang diperoleh dan berbanding terbalik dengan nilai mortalitas yang dihasilkan. Penelitian yang dilakukan oleh Indrayani *et al.* (2010) memberikan hasil bahwa kehilangan berat menurun bahkan tanpa mengalami kehilangan berat sedikitpun pada contoh uji dengan naiknya konsentrasi asap cair dari 1%-4% serta tingginya suhu pirolisis 450°C.

IV. KESIMPULAN

1. Sifat fisika dan mekanika papan partikel sengon telah memenuhi Standar JIS A 5908-1994, antara lain : kerapatan, kadar air, dan keteguhan rekat internal.
2. Hasil papan partikel sengon terbaik diperoleh dari perlakuan pengawetan dengan konsentrasi 5% dan jumlah perekat 15% dimana hampir semua parameter yang diuji memenuhi standar JIS A 5908-2003 kecuali pengembangan tebal dan modulus elastisitas.
3. Nilai mortalitas rayap dan nilai kehilangan berat terbaik pada papan partikel sengon diperoleh pada kombinasi perlakuan pengawetan dengan konsentrasi bahan pengawet 5% dan jumlah perekat 15% yaitu sebesar 64,67% dan 0,830%

DAFTAR PUSTAKA

- Aini, N., Morisco dan Anita. 2009. *Pengaruh Pengawetan Terhadap Kekuatan dan Keawetan Produk Laminasi Bambu*. Balai Bahan Bangunan Puslitbang Permukiman. Bandung.
- Anonim. 2003. *Japanese Industrial Standard Particleboards A 5908*. Japanese Industrial Standard Association. Japan.
- Dirhamsyah, M. 1995. *Pengaruh Ekstraksi dan Cara Pengawetan Terhadap Sifat Papan Partikel Kelapa Sawit*. Tesis Program Pasca Sarjana Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak diterbitkan).
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 1996. *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh Dr. Ir. Sutjipto A. Hadikusumo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hunt, G.M. dan G.A. Garrat. 1986. *Pengawetan Kayu*, Diterjemahkan Oleh Ir. Mohamad Jusuf (Alm.). CV Akademika Presindo. Jakarta.
- Indrayani, Y. H.A. Oramahi, dan Nurhaida. 2010. *Evaluation of Liquid Smoke as Bio-Pesticide to Control Subterranean Termites Coptotermes sp.* Jurnal Ketawang Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Hal 87-96.
- Kollman, F.F.P., E.W Kwenzi, dan A.J. Stamm. 1975. *Principles of Wood Science and Technology Vol II, Wood Based Materials*. Springer Verlag Berlin Heidelberg. New York.
- Mendes, R.F, L.M. Mendes, J.B.G. Junior, L.C.D. Santos, and L. Bufalino. 2009. *The Adhesive Effect on The Properties of Particleboards Made From Sugar Cane Bagasse Generated in The Distiller*. Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira. Londrina. Brasil.
- Sulastiningsih, I.M., dan Jasni. 2004. *Ketahanan Papan Partikel Terhadap Serangan Rayap Kayu Kering Cryptotermes cynocephalus Light*. Jurnal Penelitian Hasil Hutan Vol. 22 No. 2 Hal 69-74.
- Suryono, A. 2009. *Asap Cair Tempurung Kelapa Sebagai Bahan Pengawet Kayu Karet dari Serangan rayap Tanah (Coptotermes curvignathus Holmgren)*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor (Tidak Dierbitkan).
- Tranggono, S., B. Setiadi, Darmadji, Supranto, Sudarmanto, & R. Arumanto. 1997. *Identifikasi Asap Cair dari Berbagai Jenis Kayu dan Tempurung Kelapa*. Laporan Akhir Riset Unggulan Terpadu III (1995-1997). Yogyakarta.
- Walther, T., S.N. Kartal, W.J. Hwang, K. Umemura and S. Kawai. 2007. *Strength, Decay and Termite Resistance of Oriented Kenaf Fiberboards*. The Japan Wood Research Society. 53:481-486.

- Yahya, S.N. dan R.A. Kader. 1998. *Properties of Particleboard Manufactures from Less Used Species I. Adhesive Technology and Bonded Tropical Wood Product*. Taiwan Forestry Research Institute. Taiwan.
- Yusliansyah, R., Maharani dan D.I. Fauzi. 2001. *Sifat Partikel dari Jenis Kayu Hutan Sekunder dan Hutan Tanaman dengan Perekat Melamin Formaldehida*. Prosiding Seminar Nasional IV. MAPEKI.

KARAKTERISTIK PAPAN PARTIKEL KOMBINASI LIMBAH *SHAVING* KULIT SAMAK DENGAN SERAT KELAPA SAWIT

M.I. Iskandar

Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketechnikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Bogor

ABSTRAK

Pertumbuhan dan perkembangan industri penyamakan kulit yang meningkat akan diikuti dengan permasalahan lingkungan. Industri kulit limbah *shaving* kulit samak adalah sisa hasil serutan atau ketaman yang telah disamak dengan bahan samak nabati maupun bahan samak krom yang memiliki jumlah cukup besar yaitu 0,35 Kg berat kering per ton kulit. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik papan partikel kombinasi limbah *shaving* kulit samak dengan serat kelapa sawit. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian tekanan pada taraf yang berbeda yaitu 15 Kg/cm², 20 Kg/cm², dan 25 Kg/cm². Sifat-sifat yang diuji meliputi sifat fisis dan mekanis. Sifat fisis meliputi kerapatan (g/cm³), kadar air (%), pengembangan tebal (%), daya serap (%), sedangkan sifat mekanis meliputi modulus patah (Kg/cm²), modulus lentur (Kg/cm²), keteguhan rekat internal (Kg/cm²) dan kuat pegang sekrup (Kg). Analisis dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap pola searah dengan lima ulangan, jika perlakuan berpengaruh nyata terhadap peubah yang diamati maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan untuk mengetahui perbedaan diantara perlakuan tersebut. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tekanan tidak memberikan hasil yang berbeda nyata terhadap sifat fisis. Sifat fisis umumnya sudah memenuhi SNI, sedangkan sifat fisis mekanis masih belum memenuhi SNI. Nilai kuat pegang sekrup yang dihasilkan menunjukkan pengaruh yang berbeda sangat nyata antar perlakuan tekanan. Semakin tinggi tekanan yang digunakan dapat meningkatkan nilai kuat pegang sekrup.

Kata kunci: papan partikel, limbah *shaving* kulit samak, serat kelapa sawit

I. PENDAHULUAN

Pertumbuhan dan perkembangan industri penyamakan kulit yang meningkat akan diikuti dengan permasalahan lingkungan. Industri penyamakan kulit di Indonesia pada tahun 2009 terdiri dari 580 unit usaha (BPS, 2010). Limbah *shaving* kulit samak adalah sisa hasil serutan atau ketaman yang telah disamak dengan baik dengan bahan samak nabati maupun dengan bahan samak krom yang memiliki jumlah cukup besar yaitu 0,35 Kg berat kering per ton kulit (BAPEDEAL, 2010). Biasanya limbah ini masih dapat digunakan untuk asbes atau kerajinan tangan tetapi itupun dalam jumlah yang terbatas sehingga sisanya menumpuk, untuk itu perlu dimanfaatkan menjadi suatu variasi produk yang dapat digunakan tanpa membahayakan manusia dan lingkungan serta berdaya jual dengan nilai yang meningkat.

Menurut Dewan Standardisasi Nasional 03-2105-1996 papan partikel merupakan produk kayu yang dihasilkan dari hasil pengempaan panas antara campuran partikel kayu atau berlignoselulosa lainnya dengan perekat organik dan bahan pelengkap lainnya yang dibuat dengan cara pengempaan mendatar dengan lempeng datar. Salah satu kelemahan papan partikel dalam hal stabilitas dimensi adalah besarnya pengembangan dimensi kearah tebal yaitu berkisar antara 10-25 % dari kondisi kering ke basah (Haygreen dan Bowyer, 2009). Berdasarkan sifat tersebut penambahan limbah *shaving* (protein berserat) kulit samak diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan papan partikel.

Komisi Minyak Sawit Indonesia (KMSI) memperkirakan, pada tahun 2015 perkebunan kelapa sawit akan menghasilkan 2,7 ton TBS (tandan buah segar) per tahun (Suharto, 2009). Persentase limbah serat kelapa sawit adalah sebesar 13,5 % dari tandan buah segar dengan komponen utama selulosa, hemiselulosa dan lignin. Kandungan selulosa dan lignin yang cukup merupakan syarat utama suatu bahan dapat dijadikan papan partikel. Berdasarkan aspek kimianya kandungan lignin dan selulosa serat kelapa sawit cukup tinggi, dengan memperhatikan faktor tersebut maka limbah *shaving* kulit samak dengan kombinasi serat kelapa sawit (SKS) diharapkan dapat meningkatkan kualitas papan partikel.

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah partikel limbah *shaving* kulit samak dari PT. Muara, Citeureup, partikel serat kelapa sawit dari PTPN VIII Banten dan perekat urea formaldehida cair.

Metode

Persiapan Partikel

Limbah *shaving* kulit samak diayak dengan ayakan 20 mesh sehingga dihasilkan partikel berukuran 20 mesh. Sedangkan serat kelapa sawit yang diperoleh, direbus dengan air panas (100 °C) selama 2 jam untuk menghilangkan gula sederhana atau zat ekstraktif yang dapat menghambat proses perekatan, lalu dibilas dengan air bersih untuk menghilangkan kotoran yang ada. Serat kelapa sawit yang telah dibersihkan dijemur dibawah sinar matahari selama 2-3 hari. Partikel limbah *shaving* kulit samak dan serat kelapa sawit kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60 °C selama 24 jam, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105 °C untuk memperoleh kadar air partikel seminimal mungkin (5 %).

Persiapan Perekat

Banyaknya perekat yang diperlukan untuk membuat papan partikel dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm adalah 10 % dari berat kering oven partikel. Perekat yang digunakan adalah urea formaldehida (UF) cair dengan konsentrasi sebesar 65-67 %.

Pembuatan Papan Partikel

Partikel dan perekat yang telah siap dicampurkan menjadi satu di dalam bak pencampur partikel dan perekat, kemudian diaduk agar partikel dan perekat tercampur merata. Setelah perlakuan perekatan, adonan dibentuk ke dalam cetakan datar yang berukuran 30 cm x 30 cm dikempa panas dengan suhu 150 °C dan tekanan 15 kg/cm², 20 kg/cm² dan 25 kg/cm², selama 10 menit. Setelah pengempaan panas, papan partikel diberi perlakuan *conditioning* dengan cara menyimpan contoh uji di dalam ruangan yang mempunyai sirkulasi udara yang baik selama tujuh hari pada suhu ruang hingga beratnya konstan. Papan partikel kemudian dipotong-potong sesuai ukuran contoh uji, untuk diuji sifat fisis dan mekanis.

Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap Pola Searah dengan lima ulangan. Perlakuan yang diberikan adalah pemberian tekanan pada taraf yang berbeda yaitu 15 kg/cm², 20 kg/cm² dan 25 kg/cm². Pengaruh peubah diamati dianalisa dengan menggunakan sidik ragam. Apabila hasil yang di dapatkan berbeda nyata maka dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan.

Peubah yang diamati

Sifat-sifat yang diuji meliputi sifat fisis dan mekanis. Sifat fisis meliputi kerapatan (g/m³), kadar air (%), pengembangan tebal (%) dan penyerapan air (%), sedangkan sifat mekanis kuat lentur (kg/cm²), modulus elastisitas (kg/cm²), kuat tarik tegak lurus permukaan (kg/cm²), dan kuat pegang sekrup (kg).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis Papan Partikel

Sifat fisis papan partikel adalah sifat yang telah memiliki oleh papan partikel tanpa adanya pengaruh beban dari luar dan sifatnya tetap. Sifat ini meliputi kerapatan, kadar air, berat jenis, pengembangan tebal dan penyerapan air (Surjokusumo *et al.*, 1985). Hasil analisis keragaman dari sifat fisis papan partikel yang diamati dapat dilihat pada Tabel 1.

Kerapatan

Kerapatan didefinisikan sebagai massa atau berat per satuan volume (Haygreen dan Bowyer, 2006). Maloney (2007) menyatakan bahwa kerapatan papan partikel merupakan faktor penting yang digunakan sebagai pedoman dalam memperoleh gambaran tentang kekuatan papan partikel yang diinginkan. Semua

perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan. Hasil yang tidak berbeda nyata dapat disebabkan oleh jumlah komposisi partikel yang sama antar perlakuan.

Tabel 1. Rekapitulasi Data Analisa Sifat Fisis Papan Partikel

Peubah yang diamati	Satuan	Tekanan (kg/cm ²)			Rataan Umum	SNI 03-2105-1996
		15	20	25		
Kerapatan	g/cm ³	0,72	0,76	0,75	1,134	0,5 – 0,9
Kadar Air	%	12,1	12,08	12,17	12,14	< 14
Pengembangan Tebal	%	29,60	27,60	26,60	27,93	Maksimal 12
Penyerapan Air	%	99,80	90,91	101,53	97,41	-

Nilai kerapatan yang diperoleh dari hasil pengujian memiliki rata-rata umum 0,74 g/cm³. Hal ini sesuai dengan kerapatan yang ditargetkan, yaitu sebesar 0,7 g/cm³ dan termasuk ke dalam klasifikasi papan partikel dengan kerapatan sedang. Papan partikel berkerapatan sedang didefinisikan sebagai papan partikel yang memiliki kerapatan antara 0,5 – 0,9 g/cm³ (Maloney, 2007).

Nilai kerapatan dipengaruhi oleh jenis kayu, tipe bahan baku, tipe partikel, susunan partikel, distribusi perekat, penambahan katalis dan kadar air (Maloney, 2007). Nilai kerapatan yang dihasilkan dari penelitian ini hampir sama dengan nilai kerapatan yang didapatkan Nurdiani (2005) yang menggunakan limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku papan partikel yaitu sebesar 0,76 g/cm³. Nilai kerapatan papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 0,67–0,82 g/cm³. Nilai tersebut memenuhi SNI 03-2105-1996 yang mensyaratkan kerapatan papan partikel berkisar antara 0,5-0,9 g/cm³ dan JIS A 5908-1994 yang mensyaratkan kerapatan papan partikel berkisar antara 0,4–0,9 g/cm³.

Kadar Air

Kadar air didefinisikan sebagai banyak air dalam kayu atau produk kayu. Kadar air papan partikel akan semakin rendah dengan banyaknya perekat yang digunakan karena kontak antar partikel akan semakin rapat sehingga air akan sukar untuk masuk diantara partikel.

Semua perlakuan tidak berbeda nyata terhadap kadar air. Hal ini dapat disebabkan oleh papan partikel memiliki kerapatan yang tidak berbeda nyata antar perlakuan. Kollman, *et al* (2005) menyatakan bahwa perubahan kadar air dan dimensi partikel dipengaruhi oleh faktor kerapatan papan partikel, jenis partikel, jenis dan kadar perekat serta zat adiktif yang digunakan. Nilai kadar air mempengaruhi daya tahan papan partikel, semakin rendah kadar air maka daya tahan papan partikel tersebut semakin kuat dan sebaliknya. Rataan umum kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini yaitu sebesar 12,14 %. Nilai kadar air tersebut lebih tinggi dari nilai kadar air yang didapatkan Nurdiani (2005) yang menggunakan limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku papan partikel yaitu sebesar 6,14 %.

Nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan dalam penelitian ini berkisar antara 8,32–14,06 %, dengan rata-rata umum 12,14 %. Nilai tersebut memenuhi SNI 03-2105-1996 yang mensyaratkan kadar air papan partikel kurang dari 14 % dan JIS A 5908-1994 yang mensyaratkan kadar air papan partikel 5–13 %.

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal adalah sifat fisis yang menentukan apakah suatu papan partikel dapat digunakan untuk keperluan eksterior atau interior. Apabila nilai pengembangan tebal papan partikel tinggi, maka stabilitas dimensi papan rendah sehingga tidak dapat digunakan untuk penggunaan eksterior sebab sifat mekanis yang dimiliki akan segera menurun secara drastis dalam waktu yang tidak lama.

Semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal papan partikel. Nilai pengembangan tebal yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki rata-rata umum sebesar 27,93 %. Nilai tersebut lebih baik dari hasil penelitian Nurdiani (2005) mengenai pembuatan papan partikel dengan bahan baku limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit. Nilai pengembangan tebal yang didapatkan pada penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian Darnoko dan Prayitno (1992) mengenai pembuatan papan partikel dengan bahan baku batang kelapa sawit yaitu sebesar 3,17 %. Perlakuan tekanan kempa pada pembuatan papan partikel dapat memperkuat ikatan antar partikel akibat terjadinya polimerisasi pada perekat, sehingga dapat mengurangi nilai pengembangan tebal pada papan partikel (NIIR, 2004).

Nilai pengembangan tebal dari penelitian ini masih berada di bawah SNI 03-2105-1996 yang memperbolehkan pengembangan tebal sebesar 15 – 22,60 %, maupun JIS A 5908-1994 yang memperoleh nilai pengembangan tebal maksimum sebesar 20 %. Nilai pengembangan tebal dari penelitian ini yang masih

berada di bawah standar dapat disebabkan oleh tidak adanya penggunaan katalis (Maleic Anhydride) dalam pembuatan papan partikel.

Nilai pengembangan tebal yang cukup tinggi ini menyebabkan papan partikel dalam penelitian ini tidak dapat digunakan untuk keperluan eksterior, namun dapat digunakan untuk keperluan interior. Papan partikel yang dihasilkan juga dapat diberikan *finishing* dengan pelapisan pernis dan cat anti gores ataupun dilapisi dengan triplek sehingga lebih layak untuk digunakan.

Daya Serap Air

Daya serap air papan partikel mencerminkan kemampuan papan untuk menyerap air setelah direndam dalam air selama 24 jam. Nilai penyerapan air yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 69,5–120,2 %, dengan rata-rata umum sebesar 97,41 %. Semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap penyerapan air. Nilai daya serap air yang tinggi dapat disebabkan oleh proses polimerisasi perekat yang kurang baik sehingga masih banyak terdapat rongga antar partikel.

Nilai daya serap air yang dihasilkan dari penelitian ini lebih tinggi dari nilai daya serap air yang didapatkan Nurdiani (2005) yang menggunakan limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku papan partikel yaitu sebesar 72,16 %. Dewan Standardisasi Nasional 03-2105-1996 dan JIS A 5908-1994 tidak mensyaratkan daya serap air, namun daya serap air papan partikel tetap harus dipertahankan karena akan mempengaruhi kualitasnya secara mekanis. Daya serap air yang semakin rendah dapat memberikan nilai pengembangan tebal yang semakin kecil dan menghasilkan papan partikel yang berkualitas lebih baik.

Sifat Mekanis Papan Partikel

Sifat mekanis kayu adalah sifat yang berhubungan dengan kekuatan kayu yang merupakan ukuran kemampuan suatu kayu dalam menahan beban. Tsournis (2006) menyatakan bahwa sifat mekanis kayu dipengaruhi oleh kekuatan dalam menahan beban dari luar. Sifat ini dipengaruhi oleh kelembaban, kerapatan, suhu dan kerusakan kayu. Hasil analisa keragaman dari sifat mekanis papan partikel yang diamati dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rekapitulasi Data Analisa Sifat Mekanis Papan Partikel

Peubah yang diamati	Satuan	Tekanan (kg/cm ²)			Rataan Umum	SNI 03-2105-1996
		15	20	25		
MOR	kg/cm ²	28,32	35,76	39,12	34,40	Minimal 80
MOE	kg/cm ²	100,64	118,80	123,52	114,32	Minimal 15000
Internal bond	kg/cm ²	0,73	0,87	0,62	0,74	Minimal 1,5
Kuat pegang sekrup	kg	12,00 ^B	24,64 ^A	22,00 ^A	-	Minimal 30

Modulus Patah (Modulus of Rupture/MOR)

Modulus patah merupakan salah satu sifat mekanis yang mencerminkan ketahanan papan dalam menerima beban sampai patah. Nilai rata-rata umum MOR pada penelitian ini adalah sebesar 34,40 kgf/cm². Nilai ini belum memenuhi standar yang telah ditetapkan oleh Dewan Standardisasi Nasional (1996) yaitu minimal 80 kg/cm², maupun JIS A 5908 – 1994 yaitu minimal 82 kg/cm².

Nilai modulus patah yang dihasilkan tidak dipengaruhi secara nyata oleh perlakuan tekanan kempa (Tabel 2). Nilai modulus patah yang dihasilkan dari penelitian ini lebih rendah dari nilai modulus patah yang didapatkan Nurdiani (2005) yang menggunakan limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit sebagai bahan baku papan partikel yaitu sebesar 128,32 kg/cm². Nilai modulus patah yang dihasilkan dalam penelitian ini lebih baik dari nilai modulus patah yang dihasilkan dalam penelitian Darnoko dan Prayitno (1992) mengenai pembuatan papan partikel dengan bahan baku batang kelapa sawit yaitu sebesar 17,358 kg/cm².

Kandungan selulosa serat kelapa sawit yaitu lebih rendah daripada tandan kosong kelapa sawit menyebabkan papan partikel yang dihasilkan kurang mampu menahan beban yang lebih besar. Nilai modulus patah yang rendah juga diduga terhadap kekuatan dan stabilitas dimensi papan partikel.

Modulus Lentur (Modulus of Elasticity/MOE)

Modulus lentur (MOE) merupakan ukuran ketahanan papan partikel dalam menerima beban dalam batas proporsi (sebelum patah). Sifat ini penting papan partikel digunakan sebagai bahan konstruksi.

Semua perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap modulus lentur. Nilai modulus lentur yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki rata-rata umum 114,32 kg/cm². Nilai kuat lentur yang rendah dapat disebabkan oleh sifat elastis dari limbah *shaving* kulit samak sehingga papan partikel bila diberi beban agak besar akan mudah patah. Papan partikel yang semakin padat dapat memberikan nilai modulus elastisitas yang semakin tinggi. Haygreen dan Bowyer (2006) menyatakan bahwa modulus elastisitas dipengaruhi oleh kerapatan, nisbah pemadatannya dan kadar perekat.

Nilai modulus lentur yang dihasilkan lebih rendah daripada hasil penelitian Nurdiani (2005) mengenai pembuatan papan partikel dengan bahan baku limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit yaitu sebesar 124,65 kg/cm². Nilai ini belum memenuhi SNI 03-2105-1996 yaitu minimal sebesar 15000 kg/cm² maupun JIS A 5908 – 1994 yaitu minimal sebesar 20400 kg/cm².

Keteguhan Rekat Internal (Internal Bond)

Internal bond (IB) adalah suatu uji pengendalian kualitas yang penting karena menunjukkan kebaikan pencampurannya, pembentukannya dan pengepresannya. Keteguhan Rekat Internal merupakan ukuran terbaik tentang kualitas pembuatan suatu papan karena menunjukkan ikatan antar partikel (Haygreen dan Bowyer, 2006). Keteguhan rekat internal (IB) menunjukkan kemampuan papan partikel dalam menahan beban tarik pada arah tebal. Perbedaan nilai IB juga dipengaruhi oleh jenis partikel.

Hasil analisis keragaman (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan tidak berbeda nyata terhadap keteguhan rekat internal. Nilai keteguhan rekat internal (Internal Bond) yang dihasilkan memiliki rata-rata umum sebesar 0,74 kg/cm². Nilai tersebut belum memenuhi standar JIS A 5908 – 1994 dan SNI 03-2105-1996 minimal sebesar 1,5 kg/cm².

Nilai keteguhan rekat internal yang kurang memenuhi dapat disebabkan oleh jenis partikel yang digunakan. Kombinasi limbah *shaving* kulit samak dan serat kelapa sawit belum mampu memberikan hasil yang optimal. Selain itu tidak adanya penggunaan katalis juga dapat menyebabkan rendahnya nilai keteguhan rekat internal.

Kuat Pegang Sekrup

Nilai kuat pegang sekrup merupakan beban maksimum saat sekrup tercabut dari contoh uji. Hasil analisa keragaman (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan tekanan 15 kgf/cm² berbeda sangat nyata terhadap perlakuan dengan tekanan 20 kgf/cm² dan 25 kgf/cm². Nilai kuat pegang sekrup yang dihasilkan dari penelitian ini mendekati SNI 03-2105-1996 yang menetapkan nilai kuat pegang sekrup minimal 30 kg maupun JIS A 5908-1994 yang menetapkan nilai kuat pegang sekrup minimal 31 kg.

Nilai kuat pegang sekrup yang dihasilkan lebih rendah daripada hasil penelitian Nurdiani (2005) mengenai pembuatan papan partikel dengan bahan baku limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit yaitu sebesar 44,43 kg. Hal ini dapat disebabkan karena kandungan selulosa serat kelapa sawit lebih rendah daripada tandan kosong kelapa sawit menyebabkan papan partikel yang dihasilkan kurang mampu menahan beban yang lebih besar. Nilai kuat pegang sekrup yang dihasilkan pada penelitian ini juga dipengaruhi oleh kerapatan papan partikel yang dihasilkan. Penggunaan partikel lebih dari satu jenis dan bentuk partikel serat kelapa sawit dan *shaving* yang beragam dapat menyebabkan partikel papan kurang kompak dalam menahan sekrup. Perlakuan tekanan mempengaruhi nilai kuat pegang sekrup dengan sangat nyata, semakin tinggi tekanan yang digunakan dapat meningkatkan nilai kuat pegang sekrup.

IV. KESIMPULAN

Perlakuan tekanan tidak berpengaruh nyata terhadap sifat fisis. Sifat fisis umumnya sudah memenuhi SNI 03-2105-1996 yaitu diantaranya nilai kerapatan dan kadar air. Sifat mekanis masih belum mencapai SNI 03-2105-1996. Tekanan berpengaruh amat nyata terhadap nilai kuat pegang sekrup yaitu bahwa semakin tinggi tekanan yang digunakan dapat meningkatkan nilai kuat pegang sekrup.

DAFTAR PUSTAKA

- Darnoko dan Prayitno, T.A. 1992. Karakteristik papan partikel dari pohon kelapa wawit. *Berita Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, Medan. 2 (3): 211-221.
- Dewan Standarisasi Nasional. 1996. Mutu Papan Partikel Standard Nasional Indonesia. No. 03-2105, Jakarta.
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 2006. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. Suatu Pengantar. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Japanese Industrial Standards (JIS) A 5908. 1994. Particleboard Japanese Standard. Japanese Standard Association, Japan.
- Kollman, F.F.P., Kuenzi, E., dan Stamm, A.J. 2005. Principles of Wood Science and Technology II Wood Based Materials. Springer – Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Maloyen, T.M. 2007. Modern Particle Board and Dry Process Fibreboard Manufacturing. Miller Freeman Publications, San Fransisco.
- National Institute of Industry Research (NIIR). 2004. The Complete Technology Book on Wood and Its Derivatives. NIIR. www.niir.org.
- Nurdiani, D. 2005. Sifat fisis-mekanis papan partikel dari kombinasi limbah *shaving* kulit samak dan tandan kosong kelapa sawit dengan konsentrasi perekat berbeda. Skripsi. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Surjokusumo, S., Sucahyo dan T.J.D. Rahardjo. 1985. Pengujian sifat fisis-mekanis tujuh jenis kayu kurang dikenal dalam rangka pemanfaatannya sebagai bahan bangunan. Proyek Penelitian dan Pengembangan Efisiensi Penggunaan Sumber-Sumber Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

PENGARUH KOMBINASI SEMEN DENGAN TEPUNG KERABANG TELUR TERHADAP SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN SEMEN PARTIKEL

M.I. Iskandar

Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Bogor

ABSTRAK

Papan semen partikel adalah salah satu jenis papan komposit yang dibuat dari campuran partikel-partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan semen sebagai perekatnya. Kelebihan papan semen partikel antara lain tahan api, tahan serangga, mempunyai sifat keteguhan tekan dan keteguhan lentur yang tinggi. Papan semen juga mudah digergaji, dipaku, dapat diplesir dengan baik dan dapat direkatkan dengan semen atau satu sama lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh kombinasi semen dengan tepung kerabang telur terhadap sifat fisis dan mekanis dari papan semen partikel yang dihasilkan. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap pola searah dengan lima taraf perlakuan, yaitu kombinasi tepung kerabang telur dengan semen (0:100, 10:90, 20:80, 30:70, 40:60) dengan lima kali ulangan. Peubah yang diamati adalah sifat fisis (kerapatan, pengembangan tebal, kadar air, dan daya serap air), dan sifat mekanis (modulus patah, modulus elastis, kuat tarik tegak lurus permukaan dan kuat pegang sekrup). Hasil penelitian papan semen partikel mempunyai nilai rata-rata kerapatan 1,19 g/cm³, kadar air 8,87 %, pengembangan tebal 2,09 %, daya serap air 25,17 %, modulus patah 34,43 Kg/cm², modulus elastis 828,59 Kg/cm², kuat tarik tegak lurus permukaan 0,63 Kg/cm², dan kuat pegang sekrup 7,60 Kg. Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi semen dengan tepung kerabang telur berpengaruh nyata terhadap kadar air, daya serap air, modulus patah, kuat tarik tegak lurus permukaan, dan kuat pegang sekrup.

Kata kunci: semen, tepung kerabang telur, sifat fisis dan mekanis, papan semen partikel

I. PENDAHULUAN

Telur merupakan bahan makanan yang banyak dikonsumsi oleh seluruh lapisan masyarakat karena kandungan nutrisinya yang tinggi dengan kandungan asam-asam amino esensial yang lengkap dan seimbang. Selain dikonsumsi sebagai bahan pangan, telur juga dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti penggunaan telur dalam bidang biologi (sebagai kultur media dan inseminasi buatan); bidang industri (industri kosmetik, industri roti, dan penyamakan kulit); bidang peternakan (sebagai pakan); dan lain-lain. Konsumsi yang tinggi terhadap telur akan tidak meningkatkan hasil ikutan khususnya kerabang telur, dan apabila kerabang telur ini tidak dimanfaatkan semaksimal mungkin, maka akan menyebabkan penumpukan limbah kerabang telur.

Kerabang telur yang disebut juga cangkang telur terdiri dari empat lapisan yaitu kutikula, spongia (bunga karang), mamilaris dan membran kerabang telur (Stadelman dan Cotterill, 1977). Arka dan Hartawan (1977) menyatakan bahwa kerabang telur sebagian besar terdiri dari kalsium, yakni kurang lebih 98% kalsium karbonat dan jumlah kecil fosfat serta magnesium. Ratio magnesium dengan kapur akan meningkat secara logaritmik ke arah bagian luar dari kerabang telur dan berhubungan dengan kerasnya kerabang telur.

Papan semen partikel adalah papan tiruan yang dibuat dari campuran partikel kayu atau bahan berlignoselulosa lainnya dengan semen sebagai bahan perekatnya. Papan semen partikel memiliki sifat ketahanan yang istimewa terhadap pembusukan, kerusakan oleh serangga dan api, sehingga cocok digunakan untuk dinding eksterior, interior, lantai bangunan umum dan komersial. Sifat-sifat papan semen dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain bahan baku, semen sebagai jenis perekat, jumlah air yang dicampur dalam semen, bahan tambahan (zat adiktif), pengempaan dan waktu pengondisian (Bison, 2005).

Perbandingan komposisi partikel dan semen dalam pembuatan papan semen partikel adalah 1 : 2,75 (Bison, 2005). Berdasarkan perbandingan tersebut, dapat diketahui bahwa semen adalah komponen terbesar dalam pembuatan papan semen partikel sehingga perlu alternatif lain untuk meminimumkan biaya pembuatan papan semen partikel dengan harapan tanpa mengurangi sifat fisis dan mekanis papan semen partikel yang dihasilkan. Salah satunya adalah dengan mensubstitusikan semen dengan bahan lain yang juga dapat berfungsi sebagai perekat.

Produksi kelapa sawit tahun 2009 diperkirakan 4,401 juta ton, dan akan menghasilkan limbah berupa serat sawit sebesar 13,5 % (Darnoko, 2009). Serat kelapa sawit mengandung 31,82 % selulosa dan 21,29 % lignin (Irawadi *et al.*, 1996) dan keberadaannya cukup melimpah. Pembuatan papan semen partikel dengan bahan baku serat kelapa sawit telah dilakukan sebelumnya oleh Mahyudan (2000). Sedangkan untuk substitusi semen dengan campuran tanah liat dan kapur tohor ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) sebagai perekat juga telah diteliti oleh Murni (2002). Pengembangan penelitian kombinasi semen dengan tepung kerabang sebagai poerekat belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, perlu kiranya diadakan penelitian tentang kombinasi semen dengan tepung kerabang telur sebagai bahan perekat pada pembuatan papan semen partikel.

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung kerabang telur, serat kelapa sawit, semen *Portland*, lem Epoxy AD-102 (Resin) dan VR-503 (Hardener), CaCl_2 serta air.

Metode

Permbuatan Papan Semen

Papan semen yang akan dibuat berukuran 30 x 30 cm dengan ketebalan 1 cm dan sasaran kepatan dibawah 1,2 g/cm³. bahan-bahan untuk pembuatan papan semen partikel terdiri dari campuran semen dan tepung kerabang, air serta partikel (serat kelapa sawit). Perbandingan komposisi partikel dengan campuran semen dan tepung kerabang adalah 1 : 2,75 sedangkan air yang digunakan sebanyak 600 ml. Sedangkan untuk mempercepat pengerasan semen, ditambahkan larutan CaCl_2 sebanyak 4 % dari berat campuran semen (Setiawati, 2000).

Proses pembuatan papan semen adalah sebagai berikut: CaCl_2 dilarutkan dalam air, kemudian partikel (serat kelapa sawit) dibasahi dengan larutan CaCl_2 . Selanjutnya kombinasi semen dan tepung kerabang dicampurkan dan diaduk sampai merata dan siap untuk dibuat lembaran. Adonan tadi dipindahkan ke dalam cetakan dan kemudian dilakukan pengepresan dalam suhu ruang (kempa dingin) dengan tekanan 35 kg/cm². Setelah proses pengepresan, papan semen dikondisikan pada suhu kamar selama kurang lebih 2 minggu untuk mendapatkan kadar air dan kondisi papan yang seimbang. Selanjutnya papan diuji untuk mengetahui sifat fisik dan mekanisnya.

Papan semen yang telah dikondisikan dipotong-potong sesuai dengan papan partikel yang mengacu pada Badan Standarisasi Nasional (BSN) 03-2105-1996.

Parameter yang Diamati

Parameter yang diamati adalah sifat fisik, yang meliputi: kerapatan, kadar air, pengempaan tebal dan daya serap air, serta sifat mekanis, yang meliputi: modulus patah (Modulus of Rupture = MOR), modulus lentur (Modulus of Elasticity = MOE), kuat tarik tegak lurus permukaan (Internal Bond) dan kuat pegang sekrup. Metode pengujian sifat fisis dan mekanis mengacu pada SNI 03-2105-1996.

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap pola searah dengan lima taraf perlakuan, yaitu komposisi semen dengan tepung kerabang telur. Banyaknya ulangan masing-masing perlakuan adalah lima kali ulangan. Data yang di dapat dianalisa dengan menggunakan sidik ragam. Apabila perlakuan memberikan pengaruh yang nyata atau sangat nyata, maka akan dilanjutkan dengan uji Duncan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Sifat Fisis Papan Semen Partikel

Sifat fisis papan merupakan sifat yang telah dimiliki oleh papan tanpa adanya pengaruh beban dari luar dan sifatnya tetap (Surjokusumo *et al.*, 1985). Sifat fisis yang dianalisis pada penelitian ini adalah kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan daya serap air. Hasil analisis sifat fisis papan semen partikel dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1 Hasil Analisis Sifat Fisis Papan Semen Partikel

Parameter yang diamati	Tarf Perlakuan					Rataan Umum
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	
Kerapatan (g/cm ³)	1,232	1,202	1,194	1,192	1,134	1,19 ± 0,07
Kadar Air (%)	9,58 ^A	9,49 ^A	8,69 ^B	8,40 ^B	8,20 ^B	-
Pengembangan Tebal (%)	0,588	2,486	1,998	3,388	2,006	2,09 ± 1,59
Daya Serap Air (%)	26,80 ^a	20,07 ^b	24,88 ^{ab}	24,88 ^{ab}	29,47 ^a	-

Kerapatan

Kerapatan papan semen partikel merupakan suatu ukuran yang menyatakan bobot papan per satuan luas. Kerapatan erat hubungannya dengan kekuatan, semakin tinggi kerapatan maka semakin tinggi pula kekuatan papan semen partikel tersebut (Iskandar dan Adi, 2001). Nilai rata-ran kerapatan papan semen partikel dengan berbagai kombinasi semen dan tepung kerabang telur dapat dilihat pada tabel 1.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa taraf perlakuan tidak berpengaruh nyata terhadap kerapatan papan semen partikel pada selang kepercayaan 95 %. Kerapatan akhir papan semen dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain adalah jenis kayu (kerapatan kayu), tekanan kempa, jumlah partikel kayu dalam lapik, kadar perekat serta bahan-bahan tambahan lainnya (Nurrahma, 1998). Lapik yang mendapat tekanan lebih tinggi akan menghasilkan kerapatan yang lebih tinggi. Pembuatan papan semen partikel ini sebagian besar secara manual, sehingga perbedaan dalam teknik pengempaan sangat mungkin terjadi.

Secara umum kerapatan papan semen partikel berkisar 1,13 g/cm³ – 1,23 g/cm³. Kerapatan tertinggi (1,23 g/cm³) dimiliki oleh papan semen yang seluruh perekatnya menggunakan semen (kontrol), sedangkan terendah (1,13 g/cm³) dimiliki oleh papan semen dengan kombinasi 60 % semen dan 40 % tepung kerabang telur. Rataan umum kerapatan yang dihasilkan adalah sebesar 1,19 g/cm³. Nilai rata-ran ini telah memenuhi target yaitu dengan sasaran kerapatan dibawah 1,2 g/cm³ dan memenuhi standar Bison (2005) (maksimum 1,2 g/cm³) serta ISO 8335-1987 (lebih dari 1 g/cm³). Nilai rata-ran ini lebih besar jika dibandingkan dengan hasil penelitian Mahyudan (2000), Murni (2002) dan Setiawati (2000) dengan nilai kerapatan masing-masing sebesar 1,17 g/cm³, 1,16 g/cm³, dan 1,15 g/cm³.

Kadar Air

Kadar air merupakan sifat fisis yang menunjukkan kandungan air yang terdapat dalam panel. Menurut Maloney (2007), kadar air papan semen partikel dipengaruhi oleh kadar air adonan (furnish), besar tekanan kempa yang diberikan pada lapik, teknik dan lamanya proses pengempaan. Nilai rata-ran tekanan kadar air papan semen yang dihasilkan dapat dilihat pada Tabel 1.

Nilai kadar air papan semen partikel berkisar antara 8,2 % - 9,58 %. Kadar air tertinggi (9,58 %) dimiliki papan semen dengan perekat seluruhnya menggunakan semen (kontrol), sedangkan kadar air terendah (8,20 %) dimiliki papan semen dengan kombinasi perekat 60 % semen dan 40 % tepung kerabang telur. Kisaran nilai kadar air yang dihasilkan telah memenuhi standar ISO 8335-2007 (6-12 %), sedangkan untuk standar Bison (2005) belum terpenuhi. Nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian Mahyudan (2000), Murni (2002) dan Setiawati (2000) masing-masing sebesar 9,62 %, 8,24 %, dan 10,85 %.

Nilai kadar air mempengaruhi daya tahan papan semen partikel. Semakin rendah kadar air papan semen partikel, maka daya tahannya akan semakin kuat. Sebaliknya, semakin tinggi kadar air yang dikandung papan semen partikel, maka daya tahannya akan semakin rendah. Berdasarkan hasil penelitian dapat diketahui bahwa semakin tinggi persentase tepung kerabang telur yang terkombinasikan dengan semen akan menurunkan kadar air papan semen yang dihasilkan.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi semen dan tepung kerabang telur memberikan pengaruh sangat nyata terhadap kadar air pada selang kepercayaan 95 %. Semakin besar komposisi tepung kerabang telur yang dikombinasikan, semakin kecil kadar air papan semen yang dihasilkan. Hal ini dapat menunjukkan bahwa semen lebih mudah mengikat air dibandingkan dengan tepung kerabang telur.

Berdasarkan hasil uji lanjut Duncan, papan semen dengan perekat yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebanyak 10 % tidak berbeda nyata dengan papan semen kontrol (0 % tepung kerabang telur). Sedangkan papan semen dengan perekat yang dikombinasikan tepung kerabang telur sebanyak 20 %, 30 % dan 40 % berbeda nyata dengan papan semen kontrol dan papan semen dengan perekat yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebanyak 10 %.

Pengembangan Tebal

Pengembangan tebal merupakan besarnya persentase pengembangan tebal papan partikel setelah direndam air selama 24 jam (Nafiitiara, 2004). Nilai rata-ran pengembangan tebal papan semen partikel pada tiap taraf perlakuan dapat dilihat pada Tabel 1.

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa pengembangan tebal berkisar antara 0,59 % - 3,39 %. Pengembangan tebal tertinggi (3,39 %) terjadi pada papan semen dengan perekat yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 30 %. Sedangkan pengembangan tebal terendah terjadi pada papan semen kontrol (0 % tepung kerabang telur). Nilai rata-ran umum pengembangan tebal adalah sebesar 2,09 %. Nilai rata-ran umum pengembangan tebal pada papan semen yang dihasilkan tidak memenuhi standar Bison (2005) dan ISO 8335-2007. Nilai pengembangan tebal yang dihasilkan pada penelitian ini lebih tinggi dari hasil penelitian Mahyudan (2000) yaitu sebesar 0,95 %, namun lebih rendah dari hasil penelitian Murni (2002) dan Setiawati (2000) dengan pengembangan tebal masing-masing 3,11 % dan 2,74 %.

Nilai pengembangan tebal dipengaruhi oleh faktor tekanan yang diberikan pada waktu lapik papan dikempa. Lapik yang mendapat tekanan lebih kecil menghasilkan struktur papan yang kurang padat dan kemampuan menyerap air lebih tinggi serta stabilitas dimensinya rendah sehingga pengembangan tebalnya lebih besar (Mahyudan, 2000). Papan semen partikel dengan nilai pengembangan yang rendah cocok digunakan sebagai bahan eksterior, sedangkan papan semen pengembangan tebal yang tinggi dapat digunakan sebagai bahan interior sehingga papan tidak berhubungan langsung dengan lingkungan luar.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi semen dan tepung kerabang telur tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap pengembangan tebal pada selang kepercayaan 95 %. Pengembangan tebal papan semen partikel lebih besar dengan terkombinasinya semen dengan tepung kerabang telur.

Daya Serap Air

Daya serap air menunjukkan kemampuan panil untuk menyerap air. Sifat ini menentukan suatu panil untuk dapat digunakan sebagai dinding eksterior atau interior. Penyerapan air juga merupakan sifat fisik papan partikel yang menentukan kelapukan dari papan yang dihasilkan.

Nilai daya serap air pada penelitian ini berkisar antara 20,07 % - 29,47 % yang dapat dilihat pada Tabel 1. Daya serap air tertinggi terdapat pada papan semen yang perekatnya dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 40 %. Sedangkan daya serap air terendah terdapat pada papan semen yang perekatnya dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 10 %. Nilai rata-ran penyerapan air pada penelitian Mahyudan (2000), Murni (2002), dan Setiawati (2000) masing-masing sebesar 20,35 %, 22,05 %, dan 23,12 %.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi semen dan tepung kerabang telur pada taraf perlakuan yang berbera memberikan pengaruh yang nyata terhadap daya serap air papan yang dihasilkan. Uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa papan semen kontrol dengan papan semen dengan perekat yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 20 %, 30 %, dan 40 % saling tidak berbeda nyata, sedangkan dengan kombinasi sebesar 10 %, berbeda nyata. Demikian juga papan semen dengan perekat yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur 10 % tidak berbeda nyata dengan yang dikombinasikan sebesar 20 % dan 30 % sedangkan dengan kombinasi sebesar 40 % berbeda nyata. Hal ini dapat menggambarkan bahwa persentase kombinasi tepung kerabang telur yang besar akan mengikat air lebih sedikit.

Bervariasinya nilai daya serap air dipengaruhi oleh variabel-variabel pengolahan produk panilnya sendiri seperti kerapatan bahan baku, ketebalan partikel, kadar perekat dan besarnya tekanan yang diberikan pada lapik papan (Koch, 2005). Menurut Haygreen dan Bowyer (2006), daya serap air yang dialami oleh produk panil berkaitan dengan sifat adsorptif dari bahan baku panil itu sendiri, yaitu kemampuan partikel tersebut untuk mengikat molekul. Kemampuan suatu papan semen dalam menyerap air juga menentukan penggunaan papan tersebut untuk eksterior, interior atau bagian bangunan. Apabila papan hendak digunakan sebagai bahan bangunan atau eksterior, maka diusahakan daya serap air papan seminimal mungkin.

Sifat Mekanis Papan Semen Partikel

Sifat mekanis papan merupakan sifat yang berhubungan dengan kemampuan papan menahan gaya atau beban dari luar (Nafiitiara, 2004). Sifat mekanis yang dianalisis pada penelitian ini adalah modulus

patah, modulus elastisitas, kuat tarik tegak lurus permukaan dan kuat pegang sekrup. Hasil analisis sifat mekanis pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Analisis Sifat Mekanis Papan Semen Partikel

Parameter yang diamati	Taraf Perlakuan					Rataan Umum
	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	
MOR (Kg/cm ²)	32,35 ^b	43,84 ^a	36,59 ^{ab}	33,25 ^b	26,11 ^b	-
MOE (Kg/cm ²)	922,48	843,22	741,95	857,43	777,86	828,59 ± 37,55
IB (Kg/cm ²)	0,53 ^B	0,75 ^A	0,82 ^A	0,43 ^C	0,61 ^B	-
Kuat Pegang Sekrup (Kg/cm ²)	8,64 ^{AB}	8,16 ^B	10,48 ^A	5,28 ^C	5,44 ^C	-

Modulus Patah (MOR)

Modulus patah merupakan nilai yang menunjukkan beban maksimum yang dapat dipikul oleh suatu benda. Rataan modulus patah pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai modulus patah berkisar antara 26,11 Kg/cm² – 43,84 Kg/cm². Modulus patah tertinggi (43,84 Kg/cm²) dihasilkan oleh papan semen dengan perekat yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 10 %, sedangkan terendah (26,11 Kg/cm²) dihasilkan oleh papan semen dengan perekat yang dikombinasikan dengan tepung sebesar 40 %. Nilai modulus patah yang dihasilkan pada penelitian ini lebih besar dari hasil penelitian Mahyudan (2000), yaitu sebesar 8,76 Kg/cm², namun lebih kecil dari hasil penelitian Murni (2002) dan Setiawati (2000) yang masing-masing sebesar 88,67 Kg/cm² dan 101,91 Kg/cm².

Nilai MOR yang dihasilkan belum memenuhi standar Bison (2005) dan ISO 8335-2007. Hal ini karena teknik pembuatan papan semen partikel yang tidak sesuai, sehingga papan semen yang dihasilkan menjadi rapuh. Sifat mekanis papan semen partikel juga dipengaruhi oleh sifat fisis, khususnya kerapatan. Nilai kerapatan yang terlalu rendah atau terlalu tinggi akan menyebabkan sifat mekanis papan semen partikel yang kurang baik.

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi semen dan tepung kerabang telur pada taraf yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap modulus patah papan yang dihasilkan pada selang kepercayaan 95 %. Selanjutnya uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa papan semen kontrol tidak berbeda nyata dengan papan semen dengan kombinasi tepung kerabang telur sebesar 20 %, 30 %, 40 % dan berbeda nyata dengan kombinasi sebesar 10 %. Sementara papan semen dengan kombinasi tepung kerabang telur sebesar 10 % tidak berbeda nyata dengan kombinasi sebesar 20 %, tetapi berbeda nyata dengan kombinasi sebesar 30 % dan 40 %. Sedangkan papan semen dengan kombinasi tepung kerabang telur sebesar 30 % dan 40 % saling tidak berbeda nyata. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi tepung kerabang telur sebesar 10 % meningkatkan nilai modulus patah papan semen yang dihasilkan, kemudian mengalami penurunan sampai taraf kombinasi 40 %.

Nurrakhma (1998) mengemukakan bahwa adanya senyawa gula bebas pada kayu (bahan baku) akan menurunkan sampai 50 % kekuatan papan semen. Menurut Maloney (2007), modulus patah dipengaruhi oleh kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan, daya ikat perekat dan panjang serat.

Modulus Elastisitas (MOE)

Sifat ini merupakan ukuran ketahanan suatu benda terhadap pembengkokan yaitu berhubungan langsung dengan kekakuan benda tersebut. Semakin tinggi nilai MOE berarti benda tersebut semakin tahan terhadap perubahan bentuk (kaku). Tabel 2 menunjukkan Nilai MOE papan semen partikel pada berbagai taraf perlakuan kombinasi semen dan tepung kerabang telur.

Papan semen kontrol merupakan papan yang memiliki nilai MOE tertinggi (922,482 Kg/cm²), sedangkan nilai MOE terendah dihasilkan oleh papan semen yang terkombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 20 % dengan rata-rata 828,59 Kg/cm². Nilai MOE yang dihasilkan pada penelitian ini lebih rendah dari hasil penelitian Mahyudan (2000), Murni (2002), dan Setiawati (2000), yaitu masing-masing sebesar 1083,74 Kg/cm², 19316,46 Kg/cm², dan 12670,92 Kg/cm².

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa perbedaan taraf perlakuan kombinasi semen dan tepung kerabang telur tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai modulus elastisitas papan semen yang dihasilkan pada selang kepercayaan 95 %. Maloney (2007) menyatakan bahwa modulus elastisitas dipengaruhi oleh kandungan dan jenis perekat yang digunakan, daya ikat perekat dan panjang serat.

Seperti halnya modulus patah, nilai modulus elastisitas yang dihasilkan pada penelitian ini juga belum memenuhi standar yang ditetapkan oleh SNI (1996), perusahaan Bison (2005) dan ISO 8335-2007. Hal ini juga dipengaruhi oleh teknik pembuatan papan semen yang kurang baik yang menyebabkan kekuatan papan yang dihasilkan rendah sehingga papan tidak dapat menahan beban yang disyaratkan.

Kuat Tarik Tegak Lurus Permukaan atau Internal Bond

Kuat tarik tegak lurus merupakan indikator kemungkinan pecah atau belah (Rivai, 1997). Maloney (2007) menyatakan bahwa kuat tarik tegak lurus permukaan merupakan indikator kerekatan partikel.

Rataan nilai *internal bond* pada penelitian ini berkisar antara 0,43 Kg/cm² – 0,82 Kg/cm² seperti yang tertera pada Tabel 2. Nilai tersebut belum memenuhi standar yang disyaratkan SNI (1996) dan perusahaan Bison (2005). Nilai kuat tarik tegak lurus permukaan yang rendah ini disebabkan karena kekuatan ikatan antar partikel kurang baik yang disebabkan karena proses pencampuran, pembentukan dan pengempaan yang kurang baik. Haygreen dan Bowyer (2006) menyatakan bahwa nilai *internal bond* dipengaruhi oleh proses pencampuran, pembentukan dan pengempaannya. Nilai *internal bond* yang dihasilkan pada penelitian Mahyudan (2000), Murni (2002) dan Setiawati (2000) masing-masing adalah sebesar 1,46 Kg/cm², 2,62 Kg/cm² dan 1,35 Kg/cm².

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi semen dan tepung kerabang telur pada taraf berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap kuat tarik tegak lurus papan semen yang dihasilkan pada selang kepercayaan 95 %. Sedangkan uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa papan semen kontrol tidak berbeda nyata dengan papan semen yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 40 % dan keduanya berbeda nyata dengan papan semen yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 10 %, 20 % serta 30 %. Papan semen yang dikombinasikan dengan tepung kerabang telur sebesar 10 % dan 20 % saling tidak berbeda nyata, dan keduanya berbeda nyata dengan papan semen yang terkombinasikan sebesar 30 %.

Semakin besarnya persentase tepung kerabang telur yang terkombinasikan dengan semen cenderung meningkatkan nilai kuat tarik tegak lurus papan semen sampai taraf kombinasi 20 % dan kembali menurun pada taraf kombinasi 30 %. Hal ini dipengaruhi oleh proses pencampuran antara partikel dengan serat.

Kuat Pegang Sekrup (Skrew Holding Power)

Kuat pegang sekrup merupakan kemampuan papan untuk menahan sekrup yang ditanamkan pada papan tersebut. Pengujian nilai kuat pegang sekrup pada penelitian ini dilakukan pada posisi tegak lurus permukaan contoh uji.

Nilai rata-rata kuat pegang sekrup berkisar antara 5,28 Kg – 10,48 Kg. Papan semen yang terkombinasi dengan tepung kerabang telur sebesar 20 % menghasilkan kuat pegang sekrup tertinggi (10,48 Kg), sedangkan kuat pegang sekrup terendah dihasilkan oleh papan semen yang terkombinasi dengan tepung kerabang telur sebesar 30 %. Penelitian yang dilakukan Mahyudan (2000), Murni (2002), dan Setiawati (2000) menghasilkan nilai kuat pegang sekrup masing-masing sebesar 16,52 Kg, 32,33 Kg dan 30,40 Kg. Rendahnya nilai kuat pegang sekrup yang dihasilkan disebabkan oleh orientasi partikel-partikel dalam lapik. Menurut Nurrahma (1998), partikel-partikel dengan orientasi terarah (*aligned*) menghasilkan nilai kuat pegang sekrup yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan orientasi partikel-partikel acak (*random*).

Hasil sidik ragam menunjukkan kombinasi semen dan tepung kerabang telur pada taraf yang berbeda memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap nilai kuat pegang sekrup papan semen yang dihasilkan. Kemudian dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan yang memberikan hasil bahwa papan semen kontrol tidak berbeda nyata dengan papan semen yang terkombinasi dengan tepung kerabang telur 10 % dan 20 %, ketiga taraf perlakuan tersebut berbeda nyata dengan papan semen yang terkombinasi sebesar 30 % dan 40 %. Papan semen terkombinasi 10 % berbeda nyata dengan papan semen terkombinasi sebesar 20 %, sedangkan papan semen terkombinasi 30 % dan 40 % saling tidak berbeda nyata.

Nilai kuat pegang sekrup meningkat sampai taraf tepung kerabang telur sebesar 30 %, kemudian menurun lagi sampai taraf terkombinasi tepung kerabang telur 40 %. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin tinggi persentase tepung kerabang telur yang terkombinasi, maka nilai kuat pegang sekrup akan menurun.

IV. KESIMPULAN

Pembuatan papan semen partikel dengan kombinasi semen dan tepung kerabang telur sebagai perekat telah memenuhi standar Bison (2005) dan ISO 8335-2007 pada sifat fisis, sedangkan untuk sifat mekanis belum memenuhi standar. Kombinasi tepung kerabang telur dengan semen sebagai perekat menurunkan kadar air dan daya serap air papan semen partikel. Berdasarkan sifat fisis dan mekanis, dapat disimpulkan bahwa kombinasi antara tepung kerabang telur dengan semen yang terbaik adalah 20 % : 80 %.

DAFTAR PUSTAKA

- Arka dan Hartawan. 1997. Mutu telur ayam kampung di pasar kota Denpasar. Dalam Prosiding Seminar Pertama Ilmu dan Industri Perunggasan. Cisarua, Bogor.
- Badan Standarisasi Nasional, 1996. Mutu Papan Partikel. SNI 03-2105-1996. Badan Sdandarisasi Nasional, Jakarta.
- Bison. 2005. Cement-Bonded Particleboard Plant Integrated With Low Cost Housing Production Unit Case Study Prepared for The Food Agricultural of Organization Portofolio of Small Scale Forest Industries for Developing Countries. Bison Werke Bahre and Greten GmbH and Co. 3527 Spring I FR. Germany.
- Darnoko. 2009. Potensi pemanfaatan limbah lignoselulosa kelapa sawit melalui biokonversi. Berita Pusat Penelitian Kelapa Sawit, Medan.
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 2006. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar. Terjemahan: S.A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- International Standard Organization (ISO). 2007. Cement-Bonded Particleboards-Boards of Portland or Equivalent Cement Reinforced With Fibrous Wood Particles: ISO (8335). Technical Committee ISO/TC 77, Geneva.
- Irawadi, T.T. 1991. Produksi enzim ekstraselular (selulase dan xilanase) dari *Neurospora sitophila* pada substrat limbah padat kelapa sawit. Disertasi Fakultas Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Iskandar, M.I. dan Adi S. 2001. Pengaruh macam bahan perendaman dan komposisi perekat terhadap sifat papan semen. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia IV, Samarinda.
- Koch, P. 2005. Utilization of Hardwood Growing on Southern Pine Sites. US Department of Agriculture, Forest Service. Agriculture 605. Volume III, Washington DC.
- Mahyudan, I. 2000. Pembuatan papan semen dari tandan kosong dan sabut kelapa sawit dengan menggunakan katalis $\text{Ca}(\text{OH})_2$, CaCl_2 , dan MgCl_2 . Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Maloyen, T.M. 2007. Modern Particle Board and Dry Process Fibreboard Manufacturing. Miller Freeman Publications, San Francisco.
- Murni, S.H. 2002. Pembuatan papan semen partikel dengan menggunakan campuran tanah dan kapur sebagai bahan substitusi semen. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nafitiara, N. 2004. Karakteristik fisis-mekanis papan partikel terbuat dari campuran bulu domba dan serbuk gergaji kayu kamper (*Dryobalanops aromatica*). Skripsi Jurusan Ilmu Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Nurrahma, Y. 1998. Pengaruh campuran komposisi kerapatan kayu terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen partikel. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rivai, M.N. 1977. Particleboard sebagai bahan Bangunan. Prosiding Seminar Persaki di Bogor, 23-24 Juni 1977. Pengurus Pusat Persaki, Bogor.
- Setiawati, W. 2000. Pengaruh perendaman partikel, kadar katalis dan macam katalis terhadap sifat papan semen partikel bambu Betung (*Dendrocalamus asper Backer*). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Surjokusumo, S., Sucahyo dan T.J.D. Rahardjo. 1985. Pengujian sifat fisis-mekanis tujuh jenis kayu kurang dikenal dalam rangka pemanfaatannya sebagai bahan bangunan. Proyek Penelitian dan

Pengembangan Efisiensi Penggunaan Sumber-Sumber Kehutanan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Stadelman, W.J. and Cotterill O.J. 1997. Egg Science and Technology. The Avi Publishing Co., Inc., Westport, Connecticut.

SIFAT FISIS DAN MEKANIS PAPAN SEMEN DARI BULU DOMBA DENGAN KOMBINASI SEMEN DAN GIPSUM SEBAGAI PEREKAT

M.I. Iskandar

Pusat Penelitian dan Pengembangan Ketechnikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan,
Bogor

ABSTRAK

Bulu yang dihasilkan oleh ternak domba di Indonesia lebih kasar dan tidak dapat dimanfaatkan menjadi bahan tekstil yang baik. Bulu hasil pencukuran ternak domba saat ini masih dianggap sebagai limbah dan pemanfaatannya belum dilakukan secara maksimal. Bulu terdiri dari serat rambut berasal dari protein berserat yang keras yang disebut keratin. Bulu memiliki beberapa sifat berikut, yaitu sebagai *insulator* yang baik, ringan dan kuat, sangat elastis dan tidak mudah terbakar. Mengingat potensinya diatas, perlu dilakukan suatu usaha diversifikasi pengolahan, salah satunya adalah pembuatan papan semen. Papan semen merupakan suatu papan tiruan yang dibuat dari partikel-partikel kayu atau partikel bahan berlignoselulosa dengan menggunakan semen sebagai perekatnya melalui proses pengempaan dingin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis dan mekanis papan semen dari bulu domba dengan kombinasi semen dari gipsum. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan lima kombinasi semen (S) dengan gipsum (G) yaitu $S_{100}G_0$: (100 %, 0 %), $S_{90}G_{10}$: (90 %, 10 %), $S_{80}G_{20}$: (80 %, 20 %), $S_{70}G_{30}$: (70 %, 30 %), $S_{60}G_{40}$: (60 %, 40 %), masing-masing empat kali ulangan. Peubah yang diamati yaitu sifat fisik (kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan daya serap air) dan sifat mekanis (modulus patah, modulus elastisitas dan keteguhan rekat internal). Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa kombinasi semen dengan gipsum yang berbeda menghasilkan kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, modulus patah dan modulus lentur yang sangat berbeda serta menghasilkan daya serap air yang tidak berbeda. Hasil pengujian kerapatan menunjukkan bahwa pada perlakuan $S_{70}G_{30}$ memenuhi standar Bison dengan proporsi 33 % sedangkan perlakuan $S_{100}G_0$, $S_{90}G_{10}$, $S_{80}G_{20}$, dan $S_{60}G_{40}$, belum sesuai dengan standar Bison, tetapi memenuhi standar ISO dengan proporsi 100 %. Nilai kadar air pada penelitian ini belum memenuhi standar Bison tetapi memenuhi standar ISO dan JIS. Nilai daya serap air para penelitian ini sesuai dengan standar SNI. Nilai pengembangan tebal, nilai modulus patah, modulus lentur dan daya rekat internal pada semua perlakuan belum memenuhi standar Bison maupun ISO.

Kata kunci: sifat fisis dan mekanis, papan semen, bulu domba, semen, gipsum

I. PENDAHULUAN

Produk primer ternak domba adalah daging, kulit, pupuk dan bulu. Bulu domba di dapat dari hasil pencukuran domba dan saat ini bulu domba masih dianggap sebagai limbah dari suatu usaha peternakan domba. Bulu domba hasil pencukuran digolongkan menjadi tiga yaitu bulu halus (wool), bulu agak halus (bulu) dan bulu kasar (kemp). Bulu domba masih potensial untuk di olah lebih lanjut. Produk yang telah dibuat berbahan dasar bulu domba di Indonesia masih terbatas diantaranya yaitu: pakaian, selimut, karpet, dan hiasan dinding. Bulu merupakan serat alami yang menutupi tubuh domba dan berfungsi sebagai pelindung alami dari tubuh domba. Bulu memiliki sifat sebagai insulator yang sangat baik, bulu tidak mudah dibakar dan tahan terhadap renggangan. Berdasarkan sifat tersebut bulu diharapkan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku dalam pembuatan papan partikel. Hasil pencukuran bulu domba di Indonesia merupakan wol kasar yang pemanfaatannya masih kurang dibandingkan dengan wol halus sehingga perlu alternatif pemanfaatannya. Melihat potensi dan sifat-sifat yang dimiliki bulu domba memungkinkan untuk dijadikan produk pelengkap pada pembuatan papan semen sebagai bahan bangunan.

Papan semen merupakan papan buatan yang direkatkan oleh perekat semen melalui proses pengempaan dingin dan plafon. Papan semen memiliki sifat tahan terhadap serangan jamur dan serangga, tahan api, baik untuk peredam suara dan baik sebagai papan isolator dengan keawetan yang cukup.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat fisis yaitu kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan daya serap air. Mengetahui sifat mekanis yaitu modulus patah, modulus lentur dan daya rekat internal papan semen yang berbahan baku bulu domba dengan menggunakan kombinasi semen dan gips yang berbeda. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan alternatif lain dari pengolahan limbah pencukuran bulu

domba menjadi barang jadi yang lebih bernilai guna. Memberikan penghasilan tambahan bagi peternak dari hasil pencukuran bulu domba.

II. METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah bulu domba Garut yang diperoleh dari peternakan Ternak Domba Sehat Cinagara, semen *Portland* jenis I merk Tiga Roda dan gips yang dibeli di toko kimia. Peralatan yang akan digunakan dalam penelitian ini yaitu: ember plastik, timbangan, mesin kempa (*Cold Press*), cetakan papan semen, gergaji Circle, mesin uji universal (*Universal Testing Machine*), kantong plastik dan alat tulis.

Metode

Persiapan Partikel

Bulu domba terlebih dahulu direndam dengan air bersih selama 12 – 24 jam, kemudian dibilas dengan air bersih. Setelah dibilas, bulu domba direndam kembali dalam larutan deterjen selama 15 menit (100 gram untuk 10 liter air), kemudian dicuci dengan disinfektan (tipol) sebanyak 1 % dari jumlah air (10 ml/l air), dibilas kembali dengan air bersih. Bulu domba yang telah bersih dikeringkan dengan dijemur dibawah sinar matahari selama 1 – 2 hari. Pemisahan bulu yang menggumpal dilakukan dengan kedua tangan kemudian bulu domba digunting dengan ukuran 2 cm agar lebih seragam.

Pembuatan Papan Semen

Adonan papan semen yang akan dibuat dengan perbandingan antara bulu, perekat dan air berturut-turut 1,0 : 2,75 : 2,0. Papan semen yang akan dibuat berukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm dengan sasaran kerapatan 1,2 g/cm³. Perbandingan antara semen dengan gips untuk setiap perlakuan adalah sebagai berikut S₁₀₀G₀ : (100 % semen, 0 % gipsum), S₉₀G₁₀ : (90 % semen, 10 % gipsum), S₈₀G₂₀ (80 % semen, 20 % gipsum), dan S₇₀G₃₀ : (70 % semen, 30 % gipsum), S₆₀G₄₀ (60 % semen, 40 % gipsum), sedangkan bulu tetap. Adapun proses pembuatan papan semennya adalah sebagai berikut: Partikel bulu dimasukan ke dalam baskom kemudian diberi air. Selanjutnya semen dan gips dicampurkan dan diaduk sampai merata dan siap dibuat lembaran. Adonan tadi dipindahkan ke dalam cetakan dan kemudian dikempa selama 20 jam. Setelah selesai pengempaan, papan dikondisikan selama kurang lebih tiga minggu pada suhu kamar untuk mendapatkan kesetimbangan kadar air serta melepaskan ketegangan sisa.

Parameter yang diamati

Metode pengujian sifat fisis dan mekanis papan semen mengacu pada ketentuan yang ditetapkan oleh SNI 03-2105-1996. Uji sifat fisik yang dilakukan meliputi: uji kerapatan, kadar air, pengembangan tebal dan daya serap air. Uji sifat mekanis meliputi: modulus patah (Modulus of Rupture = MOR), modulus lentur (Modulus of Elasticity = MOE), dan keteguhan rekat internal (Internal Bond).

Rancangan Percobaan

Penelitian dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Perlakuannya adalah kombinasi antara semen dengan gips dengan empat kali ulangan pada masing-masing perlakuan. Apabila diantara pengukuran didapat hasil yang berbeda nyata, maka dapat dilanjutkan dengan uji Duncan (Steel dan Torrie, 1991).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Kerapatan

Kerapatan papan semen merupakan suatu ukuran yang menyatakan bobot papan semen per satuan luas. Kerapatan erat hubungannya dengan kekuatan, makin tinggi kerapatan makin tinggi pula kekuatan papan (Dirjen Kehutanan, 1976). Semakin tinggi kerapatan lembaran papan akan menyebabkan semakin

luas pula kontak antar partikel dengan perekatnya, sehingga akan dihasilkan kekuatan papan yang lebih tinggi pula (Kollman *et al.*, 2005).

Untuk mengetahui pengaruh perlakuan kombinasi antara semen dan gips terhadap sifat fisis dan mekanis papan semen yang dihasilkan, dibuat lembaran papan semen dibuat dengan diarahkan kepada nilai 1,2 g/cm³. Rataan nilai kerapatan papan semen dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rataan Nilai Kerapatan Papan Semen dari Bulu Domba

Perlakuan	Rataan (g/m ³)	Penerimaan Standar		
		SNI	Bison	ISO 8335
S ₁₀₀ G ₀	1,79 ± 0,26 ^a	(-)	(0 %)	(100 %)
S ₉₀ G ₁₀	1,54 ± 0,08 ^b	(-)	(0 %)	(100 %)
S ₈₀ G ₂₀	1,28 ± 0,06 ^{bc}	(-)	(0 %)	(100 %)
S ₇₀ G ₃₀	1,22 ± 0,06 ^c	(-)	(33 %)	(100 %)
S ₆₀ G ₄₀	1,38 ± 0,04 ^{bc}	(-)	(0 %)	(100 %)
SNI: (-) Bison : ≥ 1,2 ISO 8335 : > 1				

Hasil sidik ragam nilai kerapatan menunjukkan perbedaan yang sangat nyata (P<0,01). Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan S₁₀₀G₀, S₉₀G₁₀, S₈₀G₂₀, S₇₀G₃₀, dan S₆₀G₄₀ tidak berbeda nyata tetapi sangat berbeda nyata dengan perlakuan S₁₀₀G₀. Perlakuan S₁₀₀G₀ memiliki nilai kerapatan tertinggi dan terendah pada perlakuan S₇₀G₃₀.

Nilai kerapatan papan semen dihasilkan dari kelima perlakuan berkisar antara 1,18 – 2,13 g/m³. Nilai tersebut masih berada pada kisaran kerapatan yang diperoleh oleh penelitian Anwar (2004) dan Murni (2002) yaitu 1,18 – 25 g/m³ dan 1,13 – 1,19 g/m³. Berdasarkan pedoman standar mutu papan partikel Bison, nilai kerapatan yang dihasilkan pada perlakuan S₇₀G₃₀ memenuhi standar Bison dengan proporsi 33 % hal ini menunjukan bahwa bulu domba dapat digunakan sebagai bahan baku papan semen jika dilihat dari sifat kerapatannya. Berdasarkan standar ISO 8335-1987 yang mensyaratkan kerapatan papan semen tidak kurang dari 1 g/m³, nilai kerapatan yang dihasilkan pada perlakuan S₁₀₀G₀, S₉₀G₁₀, S₈₀G₂₀, S₇₀G₃₀, dan S₆₀G₄₀ sesuai standar ISO 8335-1987.

Nilai kerapatan pada perlakuan S₁₀₀G₀ yang tinggi, diduga karena semen memiliki kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan dengan gipsum, sehingga kerapatan papan semen yang dihasilkan lebih tinggi dan mungkin disebabkan sifat partikel bulu domba yang voluminus dan elastis sehingga jika diberikan tekanan akan cepat kembali mengembang seperti keadaan semula. Sifat elastisitas pada bulu domba ini diakibatkan adanya kerutan-kerutan (crimp). Nilai kerapatan ini mungkin lebih dipengaruhi oleh besarnya tekanan yang diberikan selama proses pembuatannya. Semakin besar tekanan yang diberikan maka papan yang dihasilkan akan semakin tipis dengan kerapatannya yang lebih tinggi dan sebaliknya semakin kecil tekanan yang diberikan maka papan yang dihasilkan akan semakin tebal dengan kerapatan yang lebih rendah Anwar (2004). Khairuzzaman (1996) menyebutkan bahwa selain bahan baku, kerapatan akhir rata-rata papan ditentukan juga oleh tekanan kempa, persiapan awal, pengeringan, kadar perekat dan tambahan lain.

Kadar Air

Kadar air didefinisikan sebagai banyaknya air di dalam produk kayu. Papan semen mengandung air hidrat, air gel, air kapiler, dan air permukaan. Air hidrat merupakan air yang terikat pada senyawa hidrat, air gel ialah air yang mengisi pori-pori semen, air kapiler merupakan air yang mengisi pori-pori kapiler yang terbesar diseluruh pasta dan air permukaan adalah air yang terdapat dipermukaan pasta semen (Haygreen dan Bowyer, 2009). Nilai rata-rata kadar air papan semen dari bulu domba dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Rataan Nilai Kadar Air Papan Semen dari Bulu Domba

Perlakuan	Rataan (%)	Penerimaan Standar		
		SNI	Bison	ISO 8335
S ₁₀₀ G ₀	6,44 ± 0,34 ^b	(-)	(0 %)	(100 %)
S ₉₀ G ₁₀	8,89 ± 0,71 ^a	(-)	(0 %)	(100 %)
S ₈₀ G ₂₀	9,05 ± 0,85 ^a	(-)	(0 %)	(100 %)
S ₇₀ G ₃₀	9,09 ± 0,27 ^a	(-)	(0 %)	(100 %)
S ₆₀ G ₄₀	8,34 ± 0,94 ^a	(-)	(0 %)	(100 %)
SNI: (-) Bison : 12 – 15 ISO 8335 : 6 – 12				

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan sangat berbeda nyata ($P>0,01$) terhadap kadar air. Hasil uji Duncan menyatakan perlakuan $S_{100}G_0$, $S_{90}G_{10}$, $S_{80}G_{20}$, $S_{70}G_{30}$, dan $S_{60}G_{40}$ tidak berbeda nyata tetapi sangat berbeda nyata papan dengan perlakuan $S_{100}G_0$. Perlakuan $S_{100}G_0$ mempunyai nilai rata-ran kadar air terkecil yaitu 6,44%, sedangkan papan semen dengan perlakuan $S_{70}G_{30}$ mempunyai nilai terbesar yaitu 9,09%.

Hasil pengujian menunjukkan besarnya nilai kadar air papan semen yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 6,03 % - 9,83 %. Nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian ini relatif berada di bawah kisaran nilai kadar air yang dihasilkan pada penelitian Anwar (2004) dan Murni (2002) yaitu 11,29 % - 13,87 % dan 7,74 % - 9,01 %. Berdasarkan standar Bison mensyaratkan nilai kadar air papan semen berkisar antara 12 % - 15 %, dengan demikian semua perlakuan pada penelitian ini belum memenuhi standar Bison. Berdasarkan standar ISO 8335-1987 mensyaratkan nilai kadar air papan semen partikel berkisar antara 6 % - 12 %, dengan demikian semua perlakuan pada penelitian ini memenuhi standar ISO 8335-1987 dengan proporsi 100 %. Berdasarkan standar JIS A 5417 (1992) mensyaratkan kadar air maksimum papan semen partikel adalah sebesar 16 %, maka semua papan semen yang dibuat memiliki kadar air yang memenuhi persyaratan JIS A 5417 (1992) dengan proporsi 100 %. Berdasarkan sifat kadar air papan semen, bulu domba dapat digunakan sebagai bahan baku papan semen partikel karena nilai kadar air papan semen bulu domba ini masih memenuhi standar ISO 8335-1987 dan JIS A 5417 (1992). Khairuzzaman (1996) menyebutkan bahwa faktor yang mempengaruhi kadar air adalah kerapatan, konfigurasi partikel, kadar perekat dan bahan tambahan lain.

Pengembangan Tebal

Pengukuran pengembangan tebal sangat penting untuk melihat kemampuan ikatan antar partikel-partikel dalam mengantisipasi meresapnya air ke dalam papan melalui pori-pori partikel dan ruang kosong antar partikel secara perlahan. Sifat pengembangan tebal merupakan fisis yang akan menentukan apakah suatu papan partikel dapat digunakan untuk keperluan eksterior atau interior. Nilai rata-ran pengembangan tebal papan semen dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Rataan Nilai Pengembangan Tebal Papan Semen dari Bulu Domba

Perlakuan	Rataan (%)	Penerimaan Standar		
		SNI	Bison	ISO 8335
$S_{100}G_0$	$2,27 \pm 0,26^d$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{90}G_{10}$	$7,73 \pm 0,72^c$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{80}G_{20}$	$12,18 \pm 1,14^a$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{70}G_{30}$	$13,55 \pm 1,36^a$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{60}G_{40}$	$9,55 \pm 1,02^b$	(-)	(0 %)	(0 %)
SNI: (-) Bison : 1,2 – 2,05 ISO 8335 : > 2				

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan sangat berbeda nyata ($P>0,01$) terhadap pengembangan tebal. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan $S_{80}G_{20}$, dan $S_{70}G_{30}$ tidak berbeda nyata tetapi sangat berbeda nyata dengan perlakuan $S_{100}G_0$, $S_{90}G_{10}$, dan $S_{60}G_{40}$. Perlakuan $S_{100}G_0$ sangat berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan $S_{80}G_{20}$ dan $S_{70}G_{30}$ memiliki nilai pengembangan tebal yang lebih tinggi dibanding perlakuan $S_{100}G_0$, $S_{90}G_{10}$, dan $S_{60}G_{40}$. Perlakuan $S_{100}G_0$ sangat berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Perlakuan $S_{80}G_{20}$, dan $S_{70}G_{30}$ memiliki nilai pengembangan tebal yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan $S_{100}G_0$, $S_{90}G_{10}$ dan $S_{60}G_{40}$.

Hasil pengujian menunjukkan besarnya nilai pengembangan tebal papan gips yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 2,07 % - 15,56 %. Nilai pengembangan tebal yang dihasilkan pada penelitian ini berada dibawah nilai pengembangan tebal hasil penelitian Anwar (2004) dan Murni (2002) yaitu 1,27 % - 3,67 % dan 1,62 % - 6,06 %.

Nilai pengembangan tebal pada semua perlakuan yaitu $S_{100}G_0$, $S_{90}G_{10}$, $S_{80}G_{20}$, $S_{70}G_{30}$, dan $S_{60}G_{40}$ belum memenuhi standar Bison yang mensyaratkan pengembangan tebal papan semen 1,2 % - 2,0 % maupun ISO 8335-1987 yang mensyaratkan pengembangan tebal papan semen setelah direndam air dingin 24 jam yaitu maksimal 2 %. Hasil uji pengembangan tebal pada perlakuan $S_{100}G_0$ dengan nilai 2,07 % hampir mendekati standar Bison maupun ISO 8335-1987. Bulu domba yang bersifat dapat mengabsorpsi air lebih banyak mencapai 18 % dari beratnya menyebabkan ikatan antara partikel semen gips dan bulu kurang

homogennya partikel dengan perekat diakibatkan pengadukan kurang sempurna dapat menimbulkan rongga atau ruang kosong pada papan yang dihasilkan sehingga dapat meningkatkan daya serap air dan papan akan lebih mudah mengembang. Stabilitas dimensi papan akan rendah apabila pengembangan tebal papan tinggi (Haygreen dan Bowyer, 2009).

Daya Serap Air

Daya serap air merupakan sifat fisis yang mencerminkan kemampuan papan partikel untuk menyerap air selama 24 jam. Nilai rata-rata daya serap air papan semen dari bulu domba dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Rataan Daya Serap Air Papan Semen dari Bulu Domba

Perlakuan	Rataan (%)	Penerimaan Standar		
		SNI	Bison	ISO 8335
S ₁₀₀ G ₀	39,32 ± 7,75	(100 %)	(0 %)	(0 %)
S ₉₀ G ₁₀	32,93 ± 1,53	(100 %)	(0 %)	(0 %)
S ₈₀ G ₂₀	38,16 ± 0,48	(100 %)	(0 %)	(0 %)
S ₇₀ G ₃₀	41,50 ± 2,58	(100 %)	(0 %)	(0 %)
S ₆₀ G ₄₀	36,13 ± 0,78	(100 %)	(0 %)	(0 %)

SNI: ≤ 50 Bison : – ISO 8335 : -

Hasil sidik ragam menyatakan bahwa pengaruh perlakuan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$) terhadap daya serap air. Perlakuan S₉₀G₁₀ mempunyai nilai rata-rata terkecil yaitu 32,93 % sedangkan perlakuan S₇₀G₃₀ mempunyai nilai rata-rata terbesar yaitu 41,50 %. Besarnya nilai daya serap air mungkin disebabkan karena ikatan antara partikel bulu domba lebih lemah jika dibandingkan dengan ikatan partikel kayu.

Hasil pengujian menunjukkan besarnya nilai daya serap air papan serat semen yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 30,82 % - 46,54 %. Nilai tersebut masih berada pada kisaran kerapatan yang diperoleh oleh penelitian Anwar (2004) yaitu 20,38 % - 47,49 %, tetapi berada di atas kisaran nilai daya serap air papan semen hasil penelitian Murni (2002), yaitu 18,34 % - 29,94 %. Nilai daya serap air papan semen dari bulu domba ini memenuhi Standar Nasional Indonesia yang mensyaratkan nilai daya serap air maksimal papan semen adalah 50 %, dengan proporsi 100 %. Semakin tinggi nilai daya serap air suatu papan semen akan semakin rendah kualitas papan yang dihasilkan.

Modulus Patah (MOR)

Modulus patah merupakan salah satu sifat mekanis papan partikel yang terpenting karena menunjukkan kekuatan dari produk kayu dalam menahan beban yang diberikan. Nilai modulus patah dipengaruhi oleh nilai kerapatan. Semakin tinggi kerapatan papan partikel, semakin tinggi nilai modulus patahnya (Haygreen dan Bowyer, 2009). Modulus patah dinyatakan dalam besarnya tegangan permukaan bagian atas dan bawah dari balok pada beban maksimum dengan satuan kg/cm². Nilai rata-rata modulus patah papan semen bulu domba dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rataan Nilai Modulus Patah Papan Semen dari Bulu Domba

Perlakuan	Rataan (kg/cm ²)	Penerimaan Standar		
		SNI	Bison	ISO 8335
S ₁₀₀ G ₀	30,19 ± 1,54 ^a	(0 %)	(0 %)	(0 %)
S ₉₀ G ₁₀	30,26 ± 4,45 ^a	(0 %)	(0 %)	(0 %)
S ₈₀ G ₂₀	21,35 ± 1,71 ^{bc}	(0 %)	(0 %)	(0 %)
S ₇₀ G ₃₀	17,80 ± 4,32 ^c	(0 %)	(0 %)	(0 %)
S ₆₀ G ₄₀	23,83 ± 1,38 ^b	(0 %)	(0 %)	(0 %)

SNI: 80 Bison : 90 – 150 ISO 8335 : ≥ 88,235

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan sangat berbeda nyata ($P > 0,01$) terhadap modulus patah. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan S₁₀₀G₀ dan S₉₀G₁₀ tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan S₈₀G₂₀, S₇₀G₃₀, dan S₆₀G₄₀. Perlakuan S₈₀G₂₀ tidak berbeda nyata dengan perlakuan S₇₀G₃₀, dan S₆₀G₄₀. Perlakuan S₇₀G₃₀ berbeda nyata dengan perlakuan S₆₀G₄₀. Perlakuan S₉₀G₁₀ memiliki nilai rata-rata modulus patah paling tinggi (30,26 kg/cm²) dibandingkan perlakuan yang lain dan

sebaliknya perlakuan $S_{70}G_{30}$ dan $S_{80}G_{20}$ memiliki nilai rata-ran modulus patah paling rendah ($17,80 \text{ kg/cm}^2 - 21,35 \text{ kg/cm}^2$). Nilai modulus patah berkaitan erat dengan kerapatan yang dimiliki oleh papan semen itu sendiri, semakin tinggi kerapatan suatu papan maka kekuatannya akan semakin tinggi pula (Haygreen dan Bowyer, 1986). Kerapatan yang semakin meningkat dapat menyebabkan pengurangan rongga yang terdapat pada papan semen.

Hasil pengujian menunjukkan besarnya nilai modulus patah papan semen yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara $12,06 - 31,72 \text{ kg/cm}^2$. Nilai tersebut masih berada pada kisaran kerapatan yang diperoleh oleh penelitian Anwar (2004) yaitu $18,00 - 48,52 \text{ kg/cm}^2$, tetapi berada dibawah ini modulus patah hasil penelitian Murni (2002) yaitu: $53,46 - 106,80 \text{ kg/cm}^2$. Berdasarkan standar Bison dan SNI 03-2105-1996 mensyaratkan nilai modulus patah papan semen berturut-turut sebesar $90 - 150 \text{ kg/cm}^2$ dan minimal 80 kg/cm^2 , dengan demikian nilai modulus patah papan semen hasil penelitian masih berada dibawah standar Bison maupun SNI.

Modulus Lentur (MOE)

Modulus elastisitas merupakan suatu ukuran ketahanan papan partikel dalam menerima beban hingga batas proporsi (sebelum patah). Nilai modulus elastisitas merupakan salah satu sifat mekanis terpenting papan semen selain modulus patah dan keteguhan rekat internal karena menunjukkan keteguhan dari papan semen yang dihasilkan. Nilai rata-ran modulus lentur dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Rataan Nilai Modulus Lentur Papan Semen dari Bulu Domba

Perlakuan	Rataan (kg/cm^2)	Penerimaan Standar		
		SNI	Bison	ISO 8335
$S_{100}G_0$	$7,56 \pm 2,27^a$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{90}G_{10}$	$5,65 \pm 1,23^{ab}$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{80}G_{20}$	$2,96 \pm 1,26^c$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{70}G_{30}$	$2,03 \pm 0,93^c$	(-)	(0 %)	(0 %)
$S_{60}G_{40}$	$5,17 \pm 0,97^b$	(-)	(0 %)	(0 %)
SNI: - Bison : 30 – 50 ISO 8335 : ≥ 29				

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan sangat berbeda nyata ($P < 0,01$) terhadap modulus patah. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan $S_{80}G_{20}$ dan $S_{70}G_{30}$ tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan $S_{100}G_0$, $S_{90}G_{10}$ dan $S_{60}G_{40}$. Perlakuan $S_{60}G_{40}$ tidak berbeda nyata dengan perlakuan $S_{90}G_{10}$ tetapi berbeda nyata dengan perlakuan $S_{100}G_0$. Papan semen dengan perlakuan $S_{100}G_0$ memiliki rata-ran tertinggi yaitu $7,56 \times (10^3) \text{ kg/cm}^2$, sedangkan papan semen dengan perlakuan $S_{70}G_{30}$ memiliki rata-ran terendah dengan nilai $2,03 \times (10^3) \text{ kg/cm}^2$. Papan semen dengan perlakuan $S_{60}G_{40}$ memiliki rata-ran yang hampir sama dengan papan semen perlakuan $S_{90}G_{10}$. Haygreen dan Bowyer (1986) menyatakan bahwa semakin meningkat kerapatan suatu papan maka kekuatannya pun akan semakin bertambah.

Hasil pengujian menunjukkan besarnya nilai modulus lentur papan semen yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara $1,40 - 10,53 \times (10^3) \text{ kg/cm}^2$. Nilai modulus lentur yang dihasilkan pada penelitian ini berada dibawah nilai modulus lentur hasil penelitian Anwar (2004) dan Murni (2002) yaitu: $9,3 - 24,5 \times (10^3) \text{ kg/cm}^2$ dan $9,56 - 24,44 \times (10^3) \text{ kg/cm}^2$, dengan demikian nilai modulus lentur papan semen hasil penelitian masih berada di bawah standar Bison maupun ISO 8335. Dilihat dari sifat modulus lenturnya maka bulu domba belum bisa dijadikan sebagai bahan baku papan semen. Haygreen dan Bowyer menyatakan bahwa semakin meningkat kerapatan suatu papan maka kekuatannya pun akan semakin bertambah.

Keteguhan Rekat Internal (IB)

Keteguhan rekat internal (Internal Bond) adalah suatu sifat kekuatan yang penting dari papan partikel yang menunjukkan ikatan antar partikel dalam lembaran papan partikel yang juga merupakan kekuatan tarik tegak lurus bidang panil. Menurut Haygreen dan Bowyer (1986), keteguhan rekat internal merupakan suatu pengendalian kualitas yang penting karena menunjukkan kebaikan pencampurannya, pembentukannya dan pengepresannya. Nilai rata-ran keteguhan rekat internal papan semen bulu domba dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Rataan Nilai Keteguhan Rekat Internal Papan Semen dari Bulu Domba

Perlakuan	Rataan (kg/cm ²)	Penerimaan Standar		
		SNI	Bison	ISO 8335
S ₁₀₀ G ₀	0,78 ± 0,15 ^a	(0 %)	(0 %)	(-)
S ₉₀ G ₁₀	0,56 ± 0,07 ^b	(0 %)	(0 %)	(-)
S ₈₀ G ₂₀	0,40 ± 0,00 ^c	(0 %)	(0 %)	(-)
S ₇₀ G ₃₀	0,40 ± 0,00 ^c	(0 %)	(0 %)	(-)
S ₆₀ G ₄₀	0,47 ± 0,02 ^{bc}	(0 %)	(0 %)	(-)

SNI: ≤ 1,5 Bison : 4– 6 ISO 8335 : -

Hasil sidik ragam menunjukkan bahwa pengaruh perlakuan berbeda nyata ($P > 0,01$) terhadap keteguhan rekat internal. Hasil uji Duncan menunjukkan bahwa perlakuan S₁₀₀G₀ berbeda nyata dengan perlakuan S₉₀G₁₀, S₈₀G₂₀, S₇₀G₃₀ dan S₆₀G₄₀. Perlakuan S₉₀G₁₀ dan S₆₀G₄₀ tidak berbeda nyata, tetapi berbeda nyata dengan perlakuan S₈₀G₂₀ dan S₇₀G₃₀. Papan semen dengan perlakuan S₁₀₀G₀ memiliki rata-rata tertinggi yaitu 0,78 kg/cm², sedangkan papan semen dengan perlakuan S₈₀G₂₀ dan S₇₀G₃₀ memiliki rata-rata terendah dengan nilai yang sama yaitu 0,40 kg/cm².

Hasil pengujian menunjukkan besarnya nilai keteguhan rekat internal berkisar antara 0,40 – 0,88 kg/cm². Nilai tersebut masih berada pada kisaran kerapatan yang diperoleh oleh penelitian Anwar (2004) yaitu 0,32 – 1,00 kg/cm², tetapi berada dibawah hasil penelitian Murni (2002) yaitu 1,12 – 4,44 kg/cm². Berdasarkan standar Bison dan SNI 03-2105-1996 mensyaratkan nilai keteguhan rekat internal berturut-turut sebesar 4 – 6 kg/cm² dan 1,5 kg/cm², dengan demikian hasil penelitian ini tidak memenuhi standar Bison dan standar SNI 03-2105-1996.

IV. KESIMPULAN

Kombinasi semen dan gipsum yang berbeda menghasilkan kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, modulus patah, modulus lentur dan daya rekat internal papan semen yang berbeda ($P > 0,001$). Nilai kisaran masing-masing sebesar 1,18 – 2,13 g/cm³; 2,07 – 15,56 %, 12,06 – 1,72 kg/cm²; 40 – 10,53 x (10³) kg/cm²; 0,40 – 0,88 kg/cm², akan tetapi menghasilkan daya serap air yang tidak berbeda yaitu sekitar 30,82 – 46,54 %.

Nilai kerapatan pada perlakuan S₈₀G₂₀ dan S₇₀G₃₀ telah sesuai dengan standar Bison sedangkan perlakuan S₁₀₀G₀, S₉₀G₁₀, dan S₆₀G₄₀ belum sesuai dengan standar Bison, tetapi sesuai dengan standar ISO 8335-1987. Nilai kadar air belum sesuai dengan standar Bison tetapi sesuai dengan standar ISO 8335-1987 dan JIS A 5417 (1992). Nilai pengembangan tebal pada semua perlakuan yaitu S₁₀₀G₀, S₉₀G₁₀, S₈₀G₂₀, S₇₀G₃₀ dan S₆₀G₄₀ belum memenuhi standar Bison yang mensyaratkan pengembangan tebal papan semen 1,2 – 2,0 % maupun ISO 8335-1987 yang mensyaratkan pengembangan tebal papan semen setelah direndam air dingin 24 jam yaitu maksimal 2 %. Nilai daya serap air pada penelitian ini sesuai dengan standar SNI 03-2105-1996 yang mensyaratkan nilai daya serap air yaitu maksimal 50 %, dengan demikian bulu domba dapat dijadikan sebagai bahan baku papan semen jika dilihat dari daya serap airnya, tetapi nilai modulus patah, modulus lentur dan daya rekat internal papan semen pada semua perlakuan yang diperoleh pada penelitian ini belum sesuai dengan standar Bison maupun SNI 03-2105-1996.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, C. 2004. Sifat Fisik dan mekanis papan semen dari bulu domba Garut dengan jenis katalis yang berbeda. Skripsi. Program Studi Teknologi Hasil Ternak. Jurusan Ilmu Produksi Ternak. Fakultas Peternakan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Dewan Standarisasi Nasional, 1996. Mutu Papan Partikel. SNI 03-2105. Dewan Standarisasi Nasional, Jakarta.
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 2006. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar. Terjemahan: S.A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- International Standard Organization. 1987. Cement Bonded Particle Boards of Portland or Equivalent Cement Reinforced With Fibrous Wood Particles. ISO, Switzerland.

- Japanese Standar Association. 1992. Japanese Industrial Standard Particleboard. No A 5417 -1992.
- Khairuzzaman. 1996. Pengaruh perlakuan perendaman partikel terhadap sifat-sifat fisis dan mekanis papan semen partikel bamboo Tali (*Gigantochloa apus*). Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Kollman, F.F.P., Kuenzi, E., dan A.J. Stamm. 2005. Principles of Wood Science and Technology II Wood Based Materials. Springer-Verlag Berlin Heidelberg, New York.
- Murni, S, H. 2002. Pembuatan papan semen partikel dengan menggunakan campuran tanah-kapur sebagai bahan substitusi semen. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Maloyen, T.M. 2007. Modern Particle Board and Dry Process Fibreboard Manufacturing. Miller Freeman Publications, San Fransisco.
- Murni, S.H. 2002. Pembuatan papan semen partikel dengan menggunakan campuran tanah dan kapur sebagai bahan substitusi semen. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Steel, R.G., dan J.H. Torrie. 1991. Prinsip dan Prosedur Statistika. Terjemahan B. Soemantri. PT. Gramedia Pustaka, Jakarta

SUSUNAN PANITIA SEMINAR NASIONAL MAPEKI XV

Pelindung	:	Rektor Universitas Hasanuddin
Penanggung Jawab	:	Prof.Dr.Ir. Muh. Yusram Massijaya (IPB/Ketua MAPEKI)
Panitia Pengarah	:	Prof. Dr. Ir. Muh. Restu (Dekan Fakultas Kehutanan Unhas) Dr. Ir. Anita Firmanti (PUSLITKIM) Dr. Ir. Subyakto (LIPI) Prof.Dr. Ir. Yusuf Sudo Hadi (IPB) Prof.Dr.Ir. Bambang Subiyanto (LIPI) Prof.Dr.Ir. Wasrin Syafi'i (IPB) Prof.Dr.Ir. Musrizal Muin (Unhas) Dr. Ir. Beta Putranto (Unhas)

PANITIA PELAKSANA

Ketua	:	Dr.Suhasman S.Hut. M.Si. (Unhas)
Wakil Ketua	:	Kuswara, ST., M.T. (Balai PTPT Makassar)
Sekretaris	:	Astuti Arif M.Si. (Unhas) Sahriyanti Saad M.Si. (Unhas)
Bendahara	:	A. Detti Yuniarti M.P (Unhas) Ir. Budirman Bachtiar M.P. (Unhas)
Materi , Acara & Persidangan	:	Dr.Ir. Bakri, M.Sc. (Unhas) Prof.Dr. Supratman (Unhas) Dr. Andi Sadapotto (Unhas) Risma Illa Maulany M.Sc. (Unhas) Ruslan S.T. (Balai PTPT Makassar)
Publikasi dan Dokumentasi	:	Asrianny M.Si. (Unhas) Agussalim M.Si. (Unhas) Dr. Sasa Sofyan M (LIPI) Syam Irianto A.MD. (LIPI) M. Yunus S.T. (Balai PTPT Makassar)
Akomodasi, Transportasi, Konsumsi & Field Trip	:	Syahidah M.Si. (Unhas) Gusmiaty M.Si. (Unhas) Ruth Eppi Lobo S.Sos (Unhas) Muh. Daud, M.Si. (Unhas) Subakri, S.T. (Balai PTPT Makassar) Dermayana Aarsal, M.P. (Balitbangda Sul Sel)
Logistik dan Perlengkapan	:	Ir. Asar Said Mahbub M.P. (Unhas) Sukma Surya Kusumah M.Si (LIPI) Firman S.Sos. (Unhas) Heru Arisandi A.Md. (Unhas) Lasriyanti S.T. M.M. (Balai PTPT Makassar)

**SUSUNAN ACARA SEMINAR NASIONAL
MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA XV
FAKULTAS KEHUTANAN, UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR, 6-7 NOVEMBER 2012**

Hari I ~ 06 November 2012 (Fakultas Kehutanan Unhas)

08.00-08.30	:	Registrasi Peserta
08.30-09.15	:	Pembukaan
09.15-10.00	:	Keynote Speeches
10.00-10.15	:	Sesi Foto
10.15-10.30	:	Rehat Kopi
10.30-11.30	:	Presentasi - Paralel Sesi I
11.30-12.30	:	Presentasi - Paralel Sesi II
12.30-13.30	:	Ishoma
13.30-14.00	:	Keynote Speeches
14.00-14.25	:	Pembicara Undangan
14.25-15.25	:	Presentasi - Paralel Sesi III
15.25-16.00	:	Rehat Kopi
16.00-17.00	:	Presentasi - Paralel Sesi IV
17.00-18.00	:	Presentasi - Paralel Sesi V

Hari II ~ 07 November 2012 (Quality Plaza Hotel)

08.30-09.30	:	Quo Vadis MAPEKI Nara Sumber: Ketua dan Mantan Ketua MAPEKI Diskusi Panel: 1. Prof. Dr. Ir. Muh. Yusram Massijaya. M.S. 2. Prof. Dr. Ir. Yusuf Sudo Hadi, M.Agr. 3. Prof. (Ris) Dr. Ir. Bambang Subiyanto, M.Agr. 4. Prof. Dr. Ir. Wasrin Syafi'i, M.Agr. 5. Prof. Dr. Ir. Sipon Muladi, M.Sc.
09.30-09.45	:	Rehat Kopi
09.45-11.45	:	Rapat MAPEKI
11.45-12.00	:	Penutupan

Catatan: Pembukaan dan Keynote Speeches dilaksanakan di Aula Fakultas Kehutanan Unhas

DAFTAR NAMA DAN INSTITUSI PESERTA

NO	NAMA	INSTITUSI	EMAIL
	A. Heru Prianto	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Abdurachman	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Abdurrachman	Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda	
	Achmad Basuki	Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret, Surakarta	achmadbasuki@yahoo.com
	Aditya Yogasara	Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta	
	Ady Suryawan	Balai Penelitian Kehutanan Manado	suryawanbioconserv@gmail.com
	Agus Ismanto	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Agus Kholik	Dinas Kehutanan Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah	
	Agus Ngadianto	Pengelolaan Hutan Sekolah Vokasi UGM, Yogyakarta	agus_ngadianto@yahoo.co.id
	Ahmad Yani	Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak	
	Andi Detti Yunianti	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar	
	Andi Sadapotto	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar	sadapotto@yahoo.com
	Andianto	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	andiant068@yahoo.co.id
	Andrian Fernandes	Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda, Kaltim	af.andrian.fernandes@gmail.com
	Anita Mayasari	Balai Penelitian Kehutanan, Manado	
	Aos M. Akyas	Fakultas Pertanian, Universitas Padjadjaran	
	Apri Heri Iswanto	Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan	
	Ardi Bayu Firmansyah	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Jogjakarta	
	Arinana	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	arinanaiskandaria@yahoo.co.id
	Asef K. Hardjana	Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda, Kaltim	diptero@ymail.com
	Asmanah Widiarti	Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor	
	Asrianti Arif	Jurusan Kehutanan Unhalu, Kendari	
	Astuti Arif	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar	astuti_arif@yahoo.com
	Atmawi Darwis		
	Awawan Kartiwa Haroen		
	Cut Yulia Maghfirah	Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara, Medan	
	Danang S. Adi	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Danar Satwiko	Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan	

		Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	
	Dede Hermawan	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Denny Irawati	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Jogjakarta	denny_irawati@emai.co m
	Diana Prameswari	Puslitbang Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor	diana_eko@yahoo.com
	Didi Tarmadi	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Didi Tarmadi	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	didi@biomaterial.lipi.go. id
	Dimas Adrianto	Departemen Biokimia, FMIPA IPB, Bogor	
	Djamal Sanusi	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar	
	Djarwanto	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Dodi Nandika	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Edi Sarwono	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Effendi Tri Bahtiar		
	Efrida Basri	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Ega P. Prayoga	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Eko Teguh Prasetyo	Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	
	Emi Roslinda	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak	eroslinda71@gmail.com
	Erik Dahlian	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Erna Prihatna Wati	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta	
	Essa Pangersa Gusti	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Faisal Danu Tuheteru	Jurusan Kehutanan Universitas Haluoleo, Kendari	faisaldanu_28@yahoo. com
	Farkhan Wijanarko N	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta	
	Fauzi Febrianto	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Ferdiansyah	Departemen Biokimia, FMIPA IPB, Bogor	
	Firda Aulya Syamani	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	firda.syamani@biomate rial.lipi.go.id
	Ganis Lukmandaru	Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	ganisarema@lycos.com ; glukmandaru@yahoo. com
	Gunawan Pasaribu	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Hani Sitti Nuroniah	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	nuroniah@yahoo.com
	Harry Praptoyo	Staf Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta	
	Hermawan Kris Priyantono	PT. Sumber Graha Sejahtera, Tangerang	hermawankp@yahoo. com

	Hikma Yanti	Dosen Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak	
	Hudiansyah	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Husna,	Staf Pengajar Jurusan Kehutanan Unhalu, Kendari	
	I.M. Sulastiningsih	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	tsulastiningsih@yahoo.co.id
	Ika Wahyuni	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	ika@biomaterial.lipi.go.id.
	Ikhsan Guswenrivo	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Imam Wahyudi	Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor	
	Iskandar Z. Siregar	Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor	
	Ismail Budiman	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	J.P. Gentur Sutapa	Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Jogjakarta	
	Jajang Suryana	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Jamaludin Malik	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan	
	Julianus Kinho	Balai Penelitian Kehutanan, Manado	
	Karmilasanti	Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda, Kaltim	
	Kasmudjo	Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Jogjakarta	
	Kuntadi	Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor	Kuntadi10@yahoo.com
	Kurnia Wiji Prasetyo	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	jundiazam@yahoo.com
	Lilik Astari	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	lili017@lipi.go.id; astari32@yahoo.com
	Lina Karlinasari	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Lis Nurrani	Balai Penelitian Kehutanan, Manado	yoe_lizz@yahoo.com
	Listya Mustika Dewi	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	lizthya@yahoo.com
	Lusita Wardani	Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru	lusita41@yahoo.com
	Lydia Suastati	Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda, Kaltim	
	M. Dirhamsyah	Jurusan Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak	
	M. Faisal Machdie	Fakultas Kehutanan, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru	
	M. Fariz M. Ali	Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta	
	M. Idham	Jurusan Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak	
	M.I. Iskandar	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Mahfudz	Balai Penelitian Kehutanan, Manado	
	Marjenah	Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman, Samarinda	marjenah_umar@yahoo.com

	Mohammad Muslich	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Mohammad Wijaya. M	Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar, Makassar	wijasumi@yahoo.com
	Muh. Syarif	Balai Penelitian Kehutanan, Makassar	
	Muh. Yusram Massijaya	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Muhammad Asrul	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar	
	Muhammad Navis Rofii	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	navis_r@ugm.ac.id
	Nampiah Sukarno	Pusat Penelitian Sumberdaya Hayati dan Bioteknologi, Institut Pertanian Bogor, Bogor	
	Naresworo Nugroho	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Neo Endra Lelana	Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan, Bogor	neo_3L@yahoo.com
	Niken Subekti	Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Semarang,	
	Nizam Arjuna Rinaldi	Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada,	
	Nugroho Tri Waskitho	Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang, Malang	triwaskithon@yahoo.co.id
	Nurwati Hadjib	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Nuzulul Khory Prabawati	Fakultas Pertanian-Peternakan Universitas Muhammadiyah Malang, Malang	
	Oka Karyanto	Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	
	Permana Arief M.	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta	
	R. Esa Pangersa G	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Ragil Widyorini	Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	rwidyorini@gmail.com
	Reni Puspitasari	Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	
	Rina Bogidarmanti	Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan; Bogor	inabogidarmanti@yahoo.com
	Rudi Hartono	Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan	rudihartono_usu@yahoo.co.id
	S. Yuni Indriyanti	Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda, Kaltim	
	Saefudin	Puslit Biologi – LIPI, Bogor	
	Sahriyanti Saad	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar	
	Sasa Sofyan M	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Sasa Sofyan Munawar	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Sihati Suprpti	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Sri Komarayati	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	sriKomp3hh@yahoo.com

	Sri Nugroho Marseom	Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	
	Sri Ruliaty	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	
	Stefanus Adi Kristiawan	Jurusan Teknik Sipil, Universitas Sebelas Maret Surakarta	stefanus88@yahoo.co.uk
	Subyakto	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Suhasman	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar	suhasman@yahoo.com
	Sukma S. Kusumah	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	sukma.surya@biomaterial.lipi.go.id
	Sulaeman Yusuf	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Supartini	Balai Besar Penelitian Dipterokarpa, Samarinda	
	Supratman Tabbba	Balai Penelitian Kehutanan, Manado	
	Surjono Surjokusumo	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Syamsul Falah	Departemen Biokimia, FMIPA IPB, Bogor	syamsulfalah@yahoo.com
	Syarif Ohorella	Fakultas Pertanian Universitas Darussalam, Ambon	
	Tatang		
	Teguh Darmawan	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Tekat Dwi Cahyono	Fakultas Pertanian Universitas Darussalam, Ambon	
	Titiek Setyawati	Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor	
	Titin Supriatun	Fakultas MIPA, Universitas Padjadjaran	
	Titis Budi Widowati	Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	
	Tito Sucipto	Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara, Medan	
	Tomy Listyanto	Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	
	Totok K. Waluyo	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	waluyo60@yahoo.com
	Tri Bagus Sumaryuwono		
	Uke Natalina	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak	ukenatalina@yahoo.com
	Utut Widyastuti	Departemen Biologi FMIPA, Institut Pertanian Bogor, Bogor	
	Wahyu Dwianto	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Wenny Nur Pritasari	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Wida Banar Kusumaningrum	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	andeng2_lumut@yahoo.com
	Yayat Hidayat	Program Studi Rekayasa Kehutanan, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB, Bandung	yayat@sith.itb.ac.id
	Yelin Adalina	Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor	yelinadalina@yahoo.com
	Yoyo Suhaya	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi	yoyo@sith.itb.ac.id

		Bandung, Bandung	
	Yus Andhini Bhekti Pertiwi	Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	yus_andhini@yahoo.com
	Yustinus Suranto	Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta	surantoyustinus@yahoo.com
	Yusuf S. Hadi	Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Bogor	
	Yusup Amin	UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial LIPI, Cibinong	
	Zulnely	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor	