ISSN: 2407-2036

PROSIDING
SEMINAR NASIONAL XVIII
MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA
(MAPEKI)

BANDUNG, 4-5 NOVEMBER 2015

"Akselerasi Peran dan Sinergi Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia dalam Upaya Mendukung Industri Kehutanan Berbasis Iptek dan Berwawasan Lingkungan"

diselenggarakan oleh :

LIPI

Pusat Penelitian Biomaterial - LIPI

Pusat Inovasi - LIPI

Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI)

Puslitbang Perumahan dan Permukiman - Kementerian PUPR

SEMINAR NASIONAL XVIII MAPEKI

Bandung, 4-5 November 2015

PROSIDING SEMINAR NASIONAL XVIII

MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI)

Tim Editor:

Dr. Ir. Euis Hermiati, M.Sc. (LIPI)

Dr. Ir. Wahyu Dwianto, M.Agr. (LIPI)

Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M. (LIPI)

Dr. Dede Heri Yuli Yanto, M.Agr (LIPI)

Sita Heris Anita, S.Si., M.Si.(LIPI)

Yudhi Dwi Kurniawan, S.Si., M.Sc. (LIPI)

Apriwi Zulfitri, S.Si., M.Sc. (LIPI)

Lilik Astari, S.Si, M.ForEcosys.Sc. (LIPI)

Deni Zulfiana, S.Si, M.Si (LIPI)

Dwi Ajias Pramasari, S.TP (LIPI)

Yeyen Nurhamiyah, S.Si (LIPI)

Maulida Oktaviani S.Si (LIPI)

Agung Sumarno, S.T, M.T (LIPI)

MASYARAKAT PENELITI KAYU INDONESIA (MAPEKI)

2016

Kata Pengantar

Pengembangan industri kehutanan yang berwawasan lingkungan merupakan suatu keharusan demi tetap terjaganya kelestarian hutan dan lingkungan hidup. Adanya perbaikan iklim industri kehutanan Indonesia yang dipacu dengan munculnya regulasi pemerintah terkait (sertifikasi pengelolaan hutan lestari dan verifikasi legalitas kayu) telah sangat berperan dalam memperbaiki reputasi dan nilai jual produk kehutanan Indonesia di mata internasional. Adanya perkembangan positif ini harus dapat dimanfaatkan sebaik mungkin oleh semua pihak yang terlibat dalam sektor kehutanan Indonesia agar mampu menghasilkan produk kehutanan berkualitas tinggi, inovatif dan memiliki daya saing tinggi. Pemanfaatan hasil hutan non kayu juga harus makin digiatkan untuk mengurangi ketergantungan pada hasil hutan kayu serta menjawab kebutuhan pengembangan produk dari sumber daya terbarukan. Riset terkait hasil hutan non kayu mulai mendapat tempat dengan banyak munculnya riset bioenergi (biofuel, biogas, biopellet) dan ekstraksi bahan alam yang berpotensi manfaat, utamanya di bidang kesehatan dan pangan. Pengelolaan limbah industri kehutanan juga memerlukan kajian dan usaha yang sungguh-sungguh sehingga diharapkan tidak hanya mampu mengurangi dampak lingkungan yang mungkin ditimbulkan namun juga dapat memberi manfaat ekonomi. Usaha pemerintah untuk memperbaiki tata kelola lingkungan dengan adanya program pengendalian DAS (daerah aliran sungai) dan pengelolaan hutan lindung harus dapat dijawab dengan menawarkan hasil riset pengelolaan lingkungan hutan yang memperhatikan juga masyarakat di sekitar hutan.

Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) berusaha menjawab tantangan ini dengan melahirkan hasil-hasil penelitian di berbagai bidang kehutanan dan menyelenggarakan seminar sebagai wadah tatap muka dan bertukar informasi penelitian. Oleh karena itu, Seminar MAPEKI yang dilaksanakan sejak tahun 1998 ini merupakan wadah yang tepat sebagai upaya untuk mengakselerasi peran dan sinergi anggota MAPEKI, baik dari lembaga penelitian maupun perguruan tinggi untuk mampu menghasilkan riset yang benar-benar dibutuhkan dan berkualitas untuk memperbaiki dan meningkatkan mutu sumber daya kehutanan Indonesia dan mampu memanfaatkannya untuk menciptakan produk yang inovatif dan bermutu tinggi. Pada tahun 2015 ini, Seminar MAPEKI XVIII telah diadakan pada tanggal 4-5 November 2015 di Grha Wiksa Praniti, Bandung dengan tema ‘Akselerasi Peran dan Sinergi Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia dalam Upaya Mendukung Industri Kehutanan Berbasis Iptek dan Berwawasan Lingkungan’ dengan Pusat Penelitian Biomaterial LIPI sebagai pelaksana. Prosiding ini menyajikan 80 makalah yang terdiri dari makalah peserta pembicara oral sebanyak 60 buah dan pembicara poster sebanyak 20 buah yang terdiri 8 kelompok makalah yaitu sifat dasar kayu, biokomposit, rekayasa material, kimia hasil hutan dan bionergi, biodegradasi dan hasil hutan non kayu, silvikultur, kehutanan umum serta poster. Makalah yang terbit dalam prosiding ini telah melewati proses penelaahan (*review*) mulai dari abstrak, sesi presentasi dan makalahnya sesuai ketentuan dengan tidak melewati batas waktu yang telah ditetapkan oleh tim program untuk menjaga kualitas kelayakannya sebagai karya tulis ilmiah yang dimuat dalam prosiding.

Cibinong, 29 Januari 2016

Tim Editor

DAFTAR ISI

Kata Pengantar	2
Daftar Isi	3

PRESENTASI ORAL	
A. Sifat Dasar Kayu	
Studi Kualitas Kayu Akasia Hibrida (Acacia hybrid) Hasil Persilangan *Acacia mangium* dengan *Acacia auriculiformis* dari Aspek Sifat Anatomi dan Fisika Kayu *Harry Praptoyo*	11-18
Keberadaan *Incuded Phloem* pada Pohon Penghasil Gaharu *Ridwan Yahya*	19-24
Efisiensi Penggunaan Kayu pada Perumahan Tipe 36 di Nusa Tenggara Barat *Achmad Supriadi*, Abdurrachman*	25-31
Karakteristik Kayu dan Serat *Terminalia complanata* dan *Gymnacranthera paniculata* *Andianto*, Nurwati Hadjib, Abdurachman, Dian Anggraini Indrawan, Freddy Jontara Hutapea*	32-39
Variasi Kadar Air dan Berat Jenis Kayu Kelapa (*Cocos nucifera*, L) *E. Manuhuwa*, M. Loiwatu, H. Tuguiha*	40-46
Variasi Aksial dan Radial Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) yang Tumbuh di Kabupaten Sleman *Muhammad Rosyid Ridho*, Sri Nugroho Marsoem*	47-53
Pengujian Sifat Mekanis pada Bambu Betung sebagai Pertimbangan Penggunaan Bahan Baku Struktural *Ana Agustina*, Naresworo Nugroho, Dede Hermawan, Efendi Tri Bahtiar*	54-59
B. Biokomposit	
Sifat Fisis Mekanis Pot Organik Bibit Tanaman dari Limbah Kayu Mahang dan Daun Nenas *Eko Sutrisno*, Agus Wahyudi*	61-68
Karakteristik Papan Serat Kerapatan Sedang Kayu Skubung (*Macaranga gigantea*) dengan Perekat Asam Malat *Agus Wahyudi*, T.A. Prayitno, Ragil Widyorini*	69-74

Analisis Finansial Pengembangan Industri Komposit Serat Sabut Kelapa sebagai Media Tanam Vertikal *Kurnia Wiji Prasetiyo*, Meti Ekayani, Muhammad Adhe Putra*	75-82
Peningkatan Sifat Fisika dan Mekanika Papan Komposit Serat Kotoran Gajah Dengan Penambahan Asam Sitrat *Greitta Kusuma Dewi*,Ragil Widyorini, M. Nanang Tejolaksono, Agus Sudibyo Jati*	83-88
Pengaruh Jumlah Pulp Pelepah Sawit Terfibrilasi dalam Komposit Hibrid Polipropilena dan Poli Asam Laktat *Firda Aulya Syamani*, Subyakto dan Lisman Suryanegara*	89-96
Pengaruh Penggunaan Bahan Baku Pelepah Salak dan Jumlah Perekat Asam Sitrat terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Papan Partikel *Bangun Dwi Prasetyo*, Ragil Widyorini, Tibertius Agus Prayitno*	97-103
Pengaruh Penambahan Perekat dan Suhu Kempa terhadap Sifat Papan Komposit dari Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Asam Sitrat sebagai Perekat *Fernando, Ragil Widyorini*, Joko Sulistyo dan Mahdi Santoso*	104-110
Potensi Papan Insulator Termal dari Tandan Kosong Kelapa Sawit *Yeyen Nurhamiyah*, Ismail Budiman, Lisman Suryanegara dan Listiana Cahya Lestari*	111-118
Efek Penambahan Serat Bambu terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Berbahan Dasar Limbah Media Tanam Jamur Tiram *Lisman Suryanegara*, Wildan Hakim, Gina Bachtiar*	119-126
Karakteristik Papan Komposit dari Kulit Batang Sagu dan Limbah Plastik Polipropilena *Dina Setyawati*, Farah Diba dan Nurhaida*	127-133
Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel dari Limbah Pabrik Teh *Yuliati Indrayani* dan Sasa Sofyan Munawar*	134-141
C. Rekayasa Material	
Analisis Kekuatan Balok Kayu Glulam Nyatoh tanpa dan dengan Perkuatan *Saptahari Sugiri* dan Arie Putra Usman*	143-149
Penambahan Natrium Silikat untuk Meningkatkan Ketahanan Kayu *Hevea brasiliensis* terhadap Api *M. Hafizh Zhafran Nurrachman*, Eka Mulya Alamsyah dan Ihak Sumardi*	150-154
Perilaku Mekanik Pasak Bambu dalam Perekat pada Sambungan Balok Kolom Kayu *Buan Anshari*	155-162

D. Kimia Kayu dan Biorefinery	
Pemanfaatan Limbah Buah Pinus sebagai Bahan Baku Pembuatan Arang Aktif *Sri Komarayati* dan Djeni Hendra*	164-168
Karakteristik Arang Pinus sebagai Bahan Baku Nano Karbon *Gustan Pari*, Novitri Hastuti, Saptadi Darmawan dan Lisna Efiyanti*	169-176
Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Perlakuan Jamur terhadap Pulp Semimekanis Kayu Mahang (*Macaranga hypoleuca*) *Yeni Aprianis* dan Siti Wahyuningsih*	177-182
Kayu Sekubung (*Macaranga gigantea*) sebagai Bahan Baku Pulp Alternatif *Dodi Frianto* dan Rima Rinanda*	183-189
Kajian Komponen Kimia Jati Platinum berdasarkan Umur Pohon (II) *Dwi Ajias Pramasari*, Eka Lestari, Adik Bahanawan, Danang Sudarwoko Adi dan Wahyu Dwianto*	190-197
Sifat Fisika-Kimia Briket Arang dari Limbah Serbuk Gergajian *Acacia mangium* Willd *Ahmad Harun H dan J .P. Gentur Sutapa**	198-204
Rendemen dan Sifat Fisik Pulp Sulfat Kayu Gubal dan Teras Mangium (*Acacia mangium* Willd.) Asal Merauke pada Tiga Konsentrasi Alkali Aktif *Siti Hanifah Mahdiyanti* dan Sri Nugroho Marsoem*	205-212
Teknologi Pembuatan Biodiesel Nyamplung *Djeni Hendra*, Novitri Hastuti dan Heru Satrio Wibisono*	213-220
Karakterisasi dan Identifikasi Komposisi Kimia Serbuk Kayu Pinus dengan Metode GC MS *Mohammad Wijaya M*	221-228
Pemanfaatan Arang sebagai Media Pemeram dan Pengaruhnya Terhadap Komponen Kimia Telur Puyuh Asin *Nina Wiyantina, Adi Santoso* dan Gustan Pari*	229-235
E. Biodegradasi dan Hasil Hutan Non Kayu	
Aktivitas Anti Jamur Minyak Eukaliptus (*Eucalyptus* sp) dan Galam (*Melaleuca cajuputi*) *Renhart Jemi*, Nuwa, Herwin Joni, Try Ade Irma dan Suryati Marito Saragih*	237-241
Biodegradasi Aspal secara Simultan oleh Kombinasi Jamur *Pestalotiopsis* sp. dan *Trametes hirsute* *Dede Heri Yuli Yanto*, dan Sanro Tachibana*	242-248

Meranti Cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington) dan Prospek Pemanfaatan Bukan Kayu *Marfuah Wardani*	249-256
Potensi dan Distribusi Cemaran Merkuri di Tailing Akibat Penambangan Emas Rakyat *Wiwik Ekyastuti*, Dwi Astiani, Eny Faridah, Sumardi dan Yadi Setiadi*	257-263
Toksisitas Fumigan Cuka Kayu terhadap Rayap tanah *Coptotermes* sp. *Arief Heru Prianto*	264-268
Karakteristik Asap Cair Buah Pinus (*Pinus merkusii*) *Sri Komarayati* Gusmailina*	269-272
Pencegahan Serangan Jamur Pewarna pada Kayu Tusam (*Pinus merkusii*) secara Laboratoris *Djarwanto* dan Sihati Suprapti*	273-279
Potensi Produksi Resin Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) di Kawasan Observatorium Bosscha, Bandung, Jawa Barat *Anne Hadiyane*, Endah Sulistyawati dan Asharina Widya Pangestu*	280-287
Teknik Pengasapan Kayu untuk Peningkatan Mutu Kerajinan Kayu Khas Kalimantan Barat: Kajian Keawetan Kayu terhadap Rayap *Lolyta Sisillia*, Farah Diba*	288-295
F. Silvikultur	
Pemakaian Pupuk Dasar untuk Meningkatkan Pertumbuhan Awal Tanaman Sungkai *Sahwalita*, Imam Muslimin dan Tubagus Angga Anugrah Syabana*	297-303
Mortalitas dan Pertumbuhan Pohon Akibat Pembangunan Drainase di Hutan Alam Rawa Gambut Terdegradasi: Dasar untuk Manajemen Hutan Lestari *Dwi Astiani*, Mujiman, Murti Anom, Deddy D Firwanta, Ruspita Salim, Nelly Lisnawati, Dessy Ratnasari dan Teddy Mardiantoro*	304-311
Pertumbuhan Bambu Mayan (*Gigantochloa robusta* Kurz.) dan Bambu Tali (*Gigantochloa apus* Kurz.) Umur 4 Tahun di Stasiun Penelitian Hutan Arcamanik, Bandung *Sutiyono* dan Marfuah Wardani*	312-317
Peningkatan Kualitas Batang dan Pertumbuhan Tanaman Kayu Bawang Umur 2 Tahun melalui Perlakuan Pemangkasan Cabang *Nanang Herdiana*, Sahwalita dan Sri Utami*	318-323
Pengaruh Variasi Media Tanam terhadap Pertumbuhan Setek Binuang Bini (*Octomeles sumatrana* Miq.) *Rina Bogidarmanti*	324-330
Uji Coba Pengendalian Serangan *Gall* pada Semai Tanaman Kulilawang (*Cinnamomum cullilawan*: Lauraceae) *Ujang W. Darmawan*, Illa Anggraeni dan Agus Ismanto*	331-335

Serangan Hama Kepik pada Tanaman Ketapang dan Uji Coba Pengendaliannya *Ujang W. Darmawan*, Illa Anggraeni dan Agus Ismanto*	336-342
Potensi Inokulum Fungi *Mikoriza arbuskula* dari Rizosfer Tumbuhan Pionir di Areal Bekas Penambangan Emas Rakyat *Hanna Artuti* dan Dwi Astiani*	343-348
Respon Pertumbuhan Semai berdasarkan Perbedaan Lamanya Waktu Perendaman Benih Faloak (*Sterculia comosa* Wallich) *Fabianus Ranta*, Fransiskus Xaverius Dako dan Laurentius DW. Wardhana*	349-356
Sistem Polikultur Ubi–ubian Lokal untuk Ketahanan Pangan di Desa Hutan *Saefudin*	357-364
Struktur, Komposisi Jenis Pohon di Hutan Alam Produksi Bekas Tebangan Kabupaten Seruyan, Kalimantan Tengah *Diana Prameswari* dan Sukaesih Prajadinata*	365-372
Prospek Pembangunan Hutan Tanaman Balangeran (*Shorea balangeran* (Korth.) Burck.) di Lahan Gambut *Darwo* dan Rina Bogidarmanti*	373-379
G. Kehutanan Umum	
Produk Biodiesel Biji Pohon Bintangur sebagai Kontribusi Sektor Kehutanan terhadap Permasalahan Energi Nasional *Ridwan Yahya*	381-387
Analisis Ekonomi Pemanfaatan Komoditas Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) di Desa Batu Dulang, Kecamatan Batu Lanteh, Kabupaten Sumbawa *Rosita Dewi* dan Retno Agustarini*	388-393
Perancangan Pengukuran Kinerja Perusahaan Kehutanan Berbasis ISO 9004 *Muh Azwar Massijaya*	394-399
Strategi Awal Pengembangan Usaha Minyak Kayu Putih sebagai Komoditas Ekonomi di Sumatera Selatan *Suryanto*, Sahwalita dan Nanang Herdiana*	400-407
Dari Kayu Borneo Ke Kayu Rakyat: Dampak terhadap Perdagangan Kayu dan Kualitas Konstruksi *Achmad Supriadi*	408-414
Indeks Prioritas Restorasi Tapak Lanskap Hutan Tropis Terdegradasi di Kabupaten Langkat Sumatera Utara *Samsuri*, Anita Zaitunah dan Achmad Siddik Thoha*	415-422
Cadangan Karbon pada Tegakan Tingkat Tiang dan Pohon di Taman Wisata Alam Punti Kayu Palembang *Tubagus Angga A. Syabana*, Shabiliani Mareti dan Adi Kunarso*	423-430

Studi Kelayakan Pengembangan Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* Buse-kurz) sebagai Sumber Pangan *Dhany Yuniati*, Husnul Khotimah dan Irma Yeny*	431-439
Presentasi Poster	
Kajian Sadapan Pinus dengan Mesin Sadap *Chaintech* *Diana Puspitasari*, Novinci Muharyani, Benyamin Hari Santoso, Taat Firmansyah dan Elysabeth Titi Nur Cahyanti*	441-448
Eksplorasi Senyawa Daun Senna (*Cassia angustifolia*) dengan Cara Pyrolisis GC-MS sebagai Sumber Biofarmaka *Gusmailina* dan Sri Komarayati*	449-455
Pengaruh Tinggi Guludan Pada Rumpun terhadap Produksi Rebung Bambu Duri (*Bambusa blumeana* Blume ex Schult.f.) *Marfuah Wardani* dan Sutiyono*	456-460
Potensi Pemanfaatan Kayu Cep-cepan (*Castanopsis costata*) *Gunawan Pasaribu*	461-468
Kuat Lentur dan Optimalisasi Harga Komponen Balok Komposit Kayu Sengon dengan Bambu Laminasi *I Wayan Avend Mahawan Sumawa* dan Ida Bagus Gde Putra Budiana*	469-476
Daya Proteksi Kayu Karet dan Tusam yang Diperlakukan dengan Resin dan Insektisida Kimia terhadap Serangan Rayap *Coptotermes curvignathus* (Holm.) *Agus Ismanto* dan Ujang W. Darmawan*	477-481
Modul Konstruksi Dinding Bambu Plester sebagai Panel Akustik *James Rilatupa*	482-485
Karakteristik Kayu Jabon Terpadatkan dengan Praperlakuan Pengukusan *Yusup Amin*, Teguh Darmawan dan Imam Wahyudi*	486-493
Pengaruh Jumlah Perekat Asam Sitrat terhadap Sifat Fisika Mekanika Papan Komposit dari Serat Kenaf (*Hibiscus cannabicus* L.) *Erlina Nurul Aini dan Ragil Widyorini**	494-501
Percobaan Perbanyakan Sengon secara Vegetatif *Hani Sitti Nuroniah* dan Rina Bogidarmanti*	502-507
Angka Bentuk Dolok, Mutu dan Rendemen Papan Sambung Kayu Mangium *Achmad Supriadi*	508-512
Kuat Lentur dan Kekakuan Balok Laminasi Perekat Penampang I Menurut Percobaan Eksperimental dan Cara Analitis *Lilies Widojoko*, Johannes Adhijoso Tjondro, Buen Sian*	513-519
Pengaruh Ekstrak Suren (*Toona sinensis* Merr) terhadap Pertumbuhan Bibit *Diospyros celebica* Bakh dan *Hopea odorata* Roxb *Diana Prameswari* dan Wida Darwiati*	520-526

Kajian Serapan Karbondioksida Anakan Tumbuhan Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.) dan Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) *Yetrie Ludang*	527-533
Mengurangi Selip pada Kegiatan Pengangkutan Kayu *Pinus merkusii* dengan Menggunakan Alat Bantu *Yuniawati* dan Sona Suharta*	534-540
Karakteristik Papan Partikel dari Pelepah Salak Pondoh (*Salacca* sp) dengan Penambahan Asam Sitrat *Dayu Kemalasari Soraya dan Ragil Widyorini**	541-547
Teknik Pemanenan Getah Pinus dan Jelutung dengan Menggunakan Stimulan Organik Cuka Kayu *Sukadaryati* dan Dulsalam*	548-555
Pengaruh Ketinggian Tempat dan Arah Aksial terhadap Kadar Air dan Berat Jenis Bambu Jawa (*Schizostachyum brachyladumi*) *Mery Loiwatu* dan Jimmy J. Fransz*	556-562
Identifikasi Karakteristik Kayu pada Rumah Tradisional Suku Dayak Ngaju *Ida Bagus Gede Putra Budiana* dan I Wayan Avend Mahawan Sumawa*	563-570
Efikasi Ekstrak Hasil Fermentasi Cendawan Entomopatogen pada Rayap Tanah (*Coptotermes gestroi*) *Deni Zulfiana*, Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Apriwi Zulfitri dan Bramantyo Wikantyoso*	571-576
Analisis Getah *Dryobalanops* sp. dengan Kromatografi Gas Spektrometri Massa *Gunawan Pasaribu*, Gusmailina dan Sri Komarayati*	577-581
Sesi Diskusi	582-585

A. SIFAT DASAR KAYU

Studi Kualitas Kayu Akasia Hibrida (Acacia hybrid) Hasil Persilangan *Acacia mangium* dengan *Acacia auriculiformis* dari Aspek Sifat Anatomi dan Fisika Kayu

Harry Praptoyo*

Bagian Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta

Abstract

The aims of this study were to study the wood quality of acacia hybrid, crossing between acasia mangium with acacia auriculiformis, grown in trial forest, Ketu, Wonogiri and also to determine the period of juvenile formed on *Acacia mangium* hybrid. Three healthy trees of mangium hybrid (*mangium x auriculiformis*) wood were selected and harvested for the observation. This research applied a completely randomized design (CRD). Both anatomical (fiber dimension) and physical (spesific gravity and longitudinal shrinkage) wood properties were examined. Research result showed that *Acacia mangium* hybrid in this study was still in a period of juvenile wood based on an analysis of fiber length and longitudinal shrinkage. Fiber length showed rapid increase from pith to bark. Average Longitudinal shrinkage was found more than 1%. Characteristic properties of hybrid acacia wood anatomy in this study showed solitary vessel, radial multiple and groups, and paratracheal parenchyma cells with little vasicentric, one sizes of rays and have no resin channals. The proportion of fibers, vessels, rays and parenchyma were 62.99%, 11.04%, 14.94% and 11.04% respectively. While the fiber length ranges were 0.66-1.03 mm and fiber diameter ranged 19.37-25.04µ, cell walls thickness varied from 3.86 to 5.16 µ as well. Physical properties of the hybrid acacia wood had a specific gravity ranging from 0:33 to 0:55 and longitudinal shrinkage was ranging from 1:15 to 3:46%.

Keywords : Acacia hybrids, Fiber dimension, Longitudinal shringkage, Spesific gavity, Juvenile

Korespondensi penulis : Telp (0274) 550541
*email : harpa_cepu@yahoo.com

1. Pendahuluan

Tujuan daripada penyilangan antara *Acacia mangium* dengan *Acacia auriculiformis* adalah untuk menghasilkan spesies hybrid yang memiliki pertumbuhan yang lebih baik daripada kedua induknya. Batangnya lurus seperti *Acacia mangium* dan memiliki kemampuan self pruning seperti *Acacia Auriculiformis*. (Ibrahim 1993 *dalam* Sunarti 2007). Laju pertumbuhan kayu yang cepat dikhawatirkan akan memberi kontribusi yang cukup besar dalam memperbesar proporsi kayu juvenil. Haygreen dan Bowyer (1996) menyebutkan

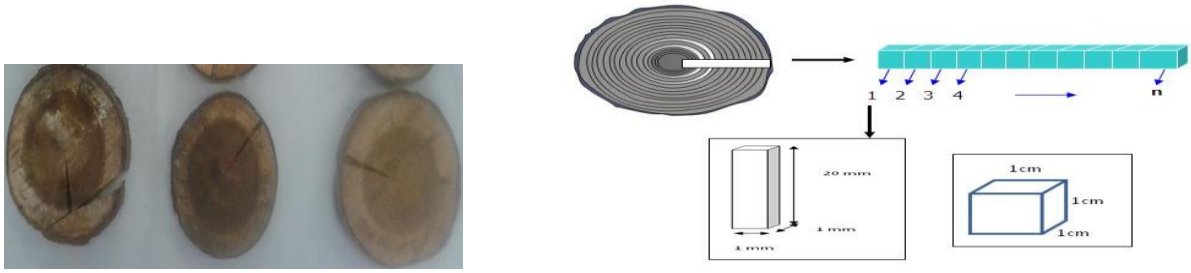
bahwa dengan memaksimumkan lebar lingkaran tumbuh pada tahun-tahun permulaan akan menyebabkan ukuran inti kayu juvenil maksimum.

Persentase kayu juvenil mempunyai kontribusi yang besar dalam penentuan kualitas kayu maka penelitian mengenai periode juvenil kayu akasia hibrida perlu untuk dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas kayu akasia hibrida hasil persilangan antara mangium dengan auriculiformis yang tumbuh di hutan penelitian Wonogiri melalui penentuan periode juvenil.

2. Bahan dan Metode

Tiga pohon akasia mangium hibrida *(mangium x auriculiformis*), diameter pada dbh 15-17 cm dengan tinggi bebas cabang 4m. Sampel kayu diambil dari batang pokok bebas cabang berbentuk disk pada ketinggian 1.3 m (dari permukaan tanah) dari pohon akasia Sampel uji anatomi dibuat per 1cm dari hati ke kulit.

Sampel anatomi dengan proses maserasi. Sampel sifat fisik dibuat dan diuji berdasarkan *British Standard BS 373* dengan pengambilan dari disk dan strip papan mengikuti pengambilan sampel untuk anatomi. Pengambilan sampel dalam penelitian ini dilakukan sebagai berikut:



(a) (b)

Gambar 1. Sampel kayu akasia hibrida (a) dan skema pengambilan sampel kayu (b)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sifat anatomi kayu akasia hibrida

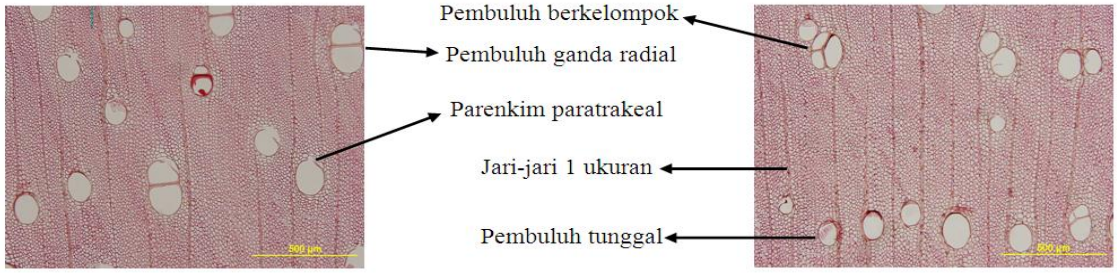
3.1.1. Sifat makroskopis dan mikroskopis kayu Akasia hibrida

Berdasarkan hasil pengamatan ciri struktur kayu Akasia mangium hibrida *(mangium x auriculiformis*) menunjukkan bahwa Akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*) memiliki tesktur kayu halus-sedang berdasarkan ukuran sel pembuluh dan sel serabutnya, tidak memiliki saluran damar. Penyebaran pembuluh tunggal, ganda radial 2 sel dan beberapa penyebaran berkelompok. Diameter tangensial pembuluh 150-200µm dengan rerata 180 µm. Akasia hibrida memiliki diameter pembuluh lebih kecil dibandingkan diameter akasia mangium 210 µm (Ogata *et al.*, 2008). Jumlah pembuluh per satuan luas antara 4-9/mm^2. Serial jari-jari kayu umumnya 1-2 sel, kadang-kadang 1-3 tergantung sampel kayunya. Parenkim longitudinal tidak banyak hanya 11%, umumnya paratrakeal dan sedikit vasisentrik.

Tabel 1. Sifat makroskopis dan mikroskopis kayu akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*)

Ciri Struktur Kayu	Keterangan
Lingkaran tahun	Tidak terlihat
Pembuluh:	
Persebaran	Tunggal, ganda radial sebagian berkelompok
Ukuran diameter (µ)	130-200µ
Parenkim:	
Bentuk	Paratrakeal, sebagian vasisentrik
Jari-jari:	
Ukuran, Bertingkat/tidak	Satu ukuran, Tidak bertingkat
Tekstur	Halus-Sedang
Proporsi sel :	
Serabut	62,99 %
Pembuluh	11,04 %
Jari-jari	4,94 %
Parenkim	11,04 %

Dari hasil pengamatan ini, lingkaran tahun pada kayu akasia mangium hibrida ((*mangium x auriculiformis*) tidak terlihat dengan jelas, hal ini dapat dilihat pada penampang melintangnya. Bentuk parenkrim jari-jari memiliki satu macam ukuran dan tidak bertingkat.



Gambar 2. Penampang melintang akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*)

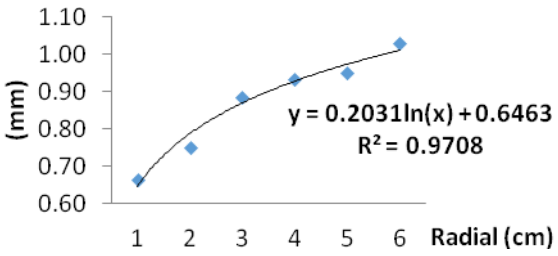
Panjang serat kayu akasia hibrida 0,66-1,03 mm lebih pendek dibanding akasia mangium 0.7-1.4 mm. Akasia hibrida memiliki diameter sel 19-25 µm, hampir sama dengan ukuran diameter serat akasia mangium berkisar 15-30 µm. Sementara itu akasia hibrida memiliki dinding sel yang lebih tebal yaitu 3.86-5.16 µ, bila dibandingkan tebal dinding sel akasia mangium yang hanya berkisar 1.5-2.5 µm. (Ogata *et al.*, 2008)

3.1.2. Panjang serat

Hasil pengukuran panjang serat kayu akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*) pada kedudukan radial, menunjukkan bahwa nilai panjang serat kayu akasia hibrida, dari dekat hati sampai dekat kulit pada jarak 1 cm, 2 cm, 3cm, 4 cm, 5 cm dan 6 cm dari hati (pusat kayu) adalah sebesar 0.66 mm, 0.75 mm, 0.88 mm, 0.93 mm, 0.95 mm dan 1.03 mm. Nilai rata-rata panjang serat akasia hibrida menunjukkan peningkatan cukup tajam dari hati ke kulit.

Tabel 2. Panjang serat (mm) kayu akasia hibrida pada kedudukan radial

	Radial					
Ulangan	1	2	3	4	5	6
1	0.70	0.73	0.98	1.03	0.98	1.01
2	0.63	0.73	0.82	0.86	1.00	1.08
3	0.66	0.80	0.86	0.91	0.88	1.00
Rata-rata	0.66	0.75	0.88	0.93	0.95	1.03



(a) (b)

Gambar 3. Foto (a) dan grafik (b) panjang serat kayu akasia hibrida

Kenaikan nilai panjang serat yang cukup tajam dari hati ke kulit, menunjukkan bahwa kayu akasia hibrida masih berada dalam periode kayu juvenil. Kretschmann (1998) menyatakan bahwa panjang serat pada kayu juvenil umumnya rendah kemudian meningkat sampai mencapai kayu dewasa. Setelah memasuki periode kayu dewasa panjang seratnya cenderung untuk konstan. Green *et al.* (2005) menyatakan panjang serat pada kayu juvenil lebih pendek dibanding kayu dewasa. Hasil analisis regresi dan korelasi, diperoleh nilai R^2=0,97. dengan persamaan regresi Y = 0.203 ln (X) + 0.646, dimana Y nilai panjang serat kayu (mm) dan X jarak kayu dari hati (cm). Grafik panjang serat menunjukkan semakin jauh dari hati, nilai panjang serat kayu semakin tinggi.

3.1.3. Diameter serat

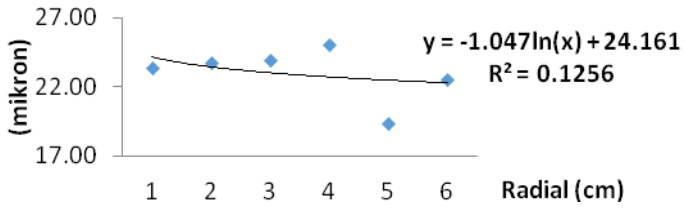
Hasil pengukuran diameter serat kayu akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*) pada kedudukan radial, dapat dilihat pada Tabel 3 berikut :

Tabel 3. Diameter serat (µ) kayu akasia hibrida pada kedudukan radial

	Radial					
Ulangan	1	2	3	4	5	6
1	24.28	22.35	22.97	22.02	18.20	19.70
2	20.74	27.59	24.23	25.98	21.92	23.46
3	25.14	21.33	24.68	27.12	17.99	24.55
Rata-rata	23.39	23.76	23.96	25.04	19.37	22.57

Nilai rata-rata diameter serat kayu akasia hibrida dari hati ke kulit tidak menunjukkan tren kenaikan ataupun penurunan, bahkan cenderung stabil. Panshin dan de Zeeuw (1980)

menyatakan bahwa perubahan ukuran diameter serat yang konstan dari bagian dekat empulur ke kulit terdapat pada beberapa jenis *Populus*. Zobel dan van Buijtenen (1989) menyatakan pertumbuhan diameter sel kayu adalah hormonal sebagai pengaruh dari produksi auksin. Hasil analisis regresi dan korelasi, diperoleh nilai R^2=0,125 dengan persamaan regresi Y = 24.16 - 1.04 ln (x)



Gambar 4. Grafik diameter serat dalam arah radial

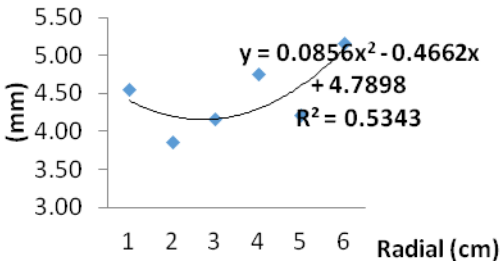
Grafik tersebut, menunjukkan bahwa diameter serat kayu akasia hibrida pada arah radial cenderung stabil dari hati ke kulit, dengan sedikit fluktasi yang tajam pada bagian tengah ke kulit, namun tidak ada hubungan signifikan antara diameter serat dengan kedudukan radial.

3.1.4. Tebal dinding sel

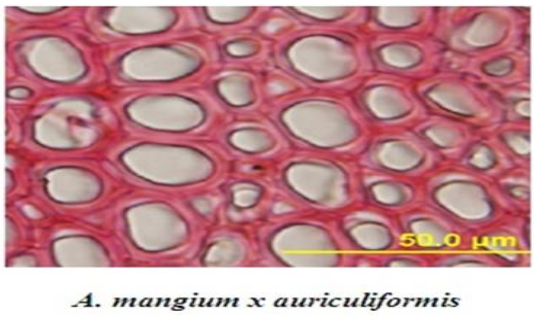
Hasil tebal dinding sel kayu akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*) pada kedudukan radial, dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 4. Tebal dinding (µ) sel kayu akasia hibrida pada kedudukan radial

	Radial					
Ulangan	1	2	3	4	5	6
1	4.49	2.75	3.61	3.65	3.56	4.03
2	3.70	4.40	3.98	4.62	4.21	6.01
3	5.50	4.44	4.94	6.02	4.90	5.44
Rata-rata	4.56	3.86	4.17	4.76	4.22	5.16



(a)



(b)

Gambar 5. Foto (a) dan grafik (b) tebal dinding sel kayu akasia hibrida

Nilai rata-rata tersebut menunjukkan bahwa tebal dinding sel kayu akasia hibrida meningkat dari bagian kayu dekat hati ke kulit. Bath (2001) menyebutkan bahwa perbedaan kayu juvenil dengan kayu dewasa terletak pada dinding sel yang tipis, serat pendek dan sudut fibril yang tinggi. Ini menunjukkan bahwa kayu akasia hibrida masih berada dalam periode

kayu juvenil. Geimer (1996) menyatakan pada kayu juvenil tebal dinding sel mengalami peningkatan yang cukup tajam, selanjutnya cenderung konstan seiring dengan proses pembentukan kayu dewasa.

3.2. Sifat fisika kayu akasia hibrida

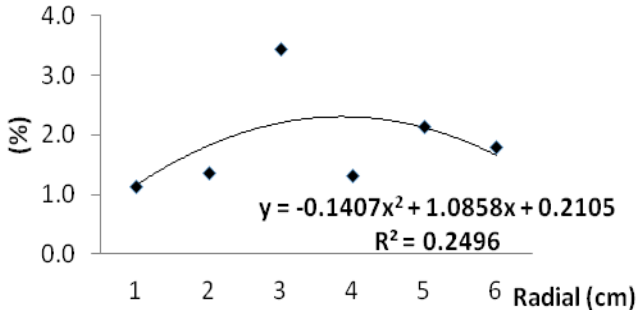
3.2.1. Penyusutan longitudinal

Hasil penyusutan longitudinal kayu akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*) pada kedudukan radial, dapat dilihat pada Tabel 5 berikut:

Tabel 5. Penyusutan longitudinal (%) kayu akasia hibrida pada kedudukan radial

Ulangan	Radial					
	1	2	3	4	5	6
1	1.44	1.37	7.91	1.36	1.54	1.97
2	1.74	2.45	2.02	1.35	3.40	1.85
3	0.27	0.27	0.44	1.28	1.53	1.60
Rata-rata	1.15	1.36	3.46	1.33	2.16	1.81

Nilai penyusutan longitudinal ini menunjukkan kayu akasia hibrida masih dalam periode juvenil. Hal ini karena penyusutan longitudinalnya yang tinggi diatas 1%. Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa nilai penyusutan longitudinal pada kayu juvenil berkisar antara 0,57 – 0,9 %, sedangkan pada kayu dewasa berkisar antara 0,1%. Geimer (1996) dan Kretschmann (1998) juga menyatakan bahwa kayu juvenil umumnya memiliki nilai penyusutan longitudinal yang lebih tinggi.



Gambar 6. Grafik penyusutan longitudinal dalam arah radial

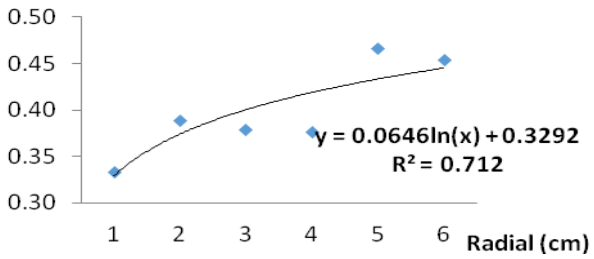
3.2.2. Berat jenis

Hasil perhitungan berat jenis kayu akasia hibrida *(mangium x auriculiformis*) pada kedudukan radial, menunjukkan bahwa nilai rata-rata berat jenis kayu akasia hibrida memiliki kecenderungan meningkat dari bagian kayu dekat hati ke kulit. Kenaikan berat jenis yang cukup tajam dari hati ke kulit, menunjukkan bahwa kayu akasia hibrida masih berada dalam periode kayu juvenil, sebagaimana bisa dilihat pada Tabel 6 berikut :

Tabel 6. Berat jenis kayu akasia hibrida pada kedudukan radial

	Radial					
Ulangan	1	2	3	4	5	6
1	0.32	0.34	0.34	0.34	0.44	0.44
2	0.32	0.4	0.38	0.39	0.48	0.52
3	0.36	0.43	0.41	0.4	0.47	0.4
Rata-rata	0.33	0.39	0.38	0.38	0.46	0.45

Taylor (1982) *dalam* Zobel dan van Buijtenen (1989), kayu juvenil mulai dari lingkaran tahun 1 sampai ke-10 menunjukkan nilai berat jenis yang meningkat. Pada setiap ketinggian pohon, lingkaran tahun ke-1 sampai ke-5 memiliki berat jenis yang lebih tinggi kemudian menurun perlahan mulai lingkaran tahun ke-5 sampai ke-10. Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan proporsi kayu akhir pada kayu juvenil lebih rendah dibanding kayu dewasa. Sementara itu Larson (1969) dalam Zobel dan van Buijtenen (1989) menyatakan bahwa pada *Pinus resinosa*, kayu juvenil memiliki proporsi kayu awal yang tinggi dan proporsi kayu akhir yang lebih rendah pada sel trakeidnya.



Gambar 7. Grafik berat jenis dalam arah radial

Hasil analisis regresi, diperoleh nilai $R^2 = 0.712$. Grafik tersebut menunjukkan bahwa semakin jauh dari hati maka nilai berat jenis kayu semakin tinggi, hal ini ditunjukan dengan nilai persamaan regresi $Y = 0.064 \ln (x) + 0.329$, dimana Y merupakan nilai berat jenis kayu dan X merupakan jarak kayu dari hati (cm).

4. Kesimpulan

Kayu akasia hibrida masih merupakan kayu juvenil oleh karena itu kualitas kayu akasia hibrida dalam penelitian ini tidak baik sebagai kayu konstruksi. Karakteristik sifat anatomi kayu akasia hibrida dalam penelitian ini diantaranya penyebaran pembuluh tunggal, ganda radial dan berkelompok, bentuk sel parenkim paratrakeal dan sedikit vasisentrik, jari-jari satu macam ukuran dan tidak bertingkat dan tidak memiliki saluran damar. Proporsi sel serabut, pembuluh, jari-jari dan parenkim bertutut-turut 62,99%, 11,04%, 14,94% dan 11,04%. Dimensi sel, panjang serat berkisar antara 0,66-1,03 mm; diameter serat antara 19,37-25,04 µ dan tebal dinding sel kayu berkisar antara 3,86-5,16 µ. Sifat fisika kayu akasia hibrida memiliki nilai berat jenis berkisar antara 0,33-0,55 dan penyusutan longitudinal berkisar antara 1,15-3,46%.

Referensi

Bhat, K.M., P.B.Priya & P.Rugmini. (2001). Characterisation Juvenile Wood in Teak. *Wood Science and Technology Journal, 34*, 517-532.

Geimer, R.L. (1996). Influence of Juvenile Wood on Dimensional Stability and Tensile Properties of Flakeboard. *Wood and Fiber Science, 29* (2),103-120.

Green W. David, M. Wiemann & 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. & J.L. Bowyer. (1996). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. (terjemahan). Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Kretschmann, D. E., H. A. Alden & S. Verrill. (1998). *Properties and Uses of Wood, Composites, and Fiber Products*. Properties of Juvenile Wood. Retrieved from http://www.fpl.fs.fed.us.

Ogata, K., T.Fujii, H.Abe & P. Baas. (2008). *Identification of The Timbers of Southeast Asia and Western Pacific*. Kaiseisha Press. Japan.

Pandit, I.K.N. (2000). *Metoda Identifikasi Kayu Juvenil*. Proceeding Seminar Nasional III, Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. Jatinangor, Sumedang

Panshin & de Zeeuw. (1980). *Textbook of Wood Technology. Third Edition*. Mc Graw Hill Book Company. New York.

Prawirohatmodjo, S. (2001). *Variabilitas Sifat-Sifat Kayu*. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta

Sunarti, S. (2007). *Identifikasi Benih dan Semai Hibrid Acacia mangium x Acacia auriculiformis menggunakan Penanda Morfologi dan Penanda Molekuler Scar*. (Tesis). Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Zobel, B.J. & van Buijtenen, J.P. (1989). *Wood variation, Its causes and control*. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York.

Keberadaan *Incuded Phloem* pada Pohon Penghasil Gaharu

Ridwan Yahya*

Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu Jl. WR. Supratman, Kandang Limun Bengkulu 38371

Abstract

Agarwood is one of non-timber forest products. This product is interesting due to its expensive price. Included phloem is the storage location of agarwood. The task of the cambium is to form phloem and xylem tissues. Supposedly, the phloem tissue is located closer to bark, but included phloem is located in the xylem. The purpose of this paper was to analyze the "uniqueness" and calculate the percentage of the area of included phloem in *Aquilaria malaccensis*. A wood block of 10 × 7 × 7 mm (R × T × L) of 5 years old *A. malaccensis* was sliced in 25-µm in thickness. Next, images from the sliced sample was took by a combination of microscope and opticlab. After that, area of included phloem and other cells were measured using ImageJ software. Analysis showed that included phloem is a constituent part of the tree, which is anatomically have experienced irregularities location. As mentioned above, supposedly, the phloem tissue is located closer to bark, but included phloem is located in the xylem. The study found that the mean percentage of area occupied by included phloem in *A. malaccensis* was 4.92%. The largest portion of the location of agarwood was included phloem, followed by ray cells and the fewest vessel cells.

Keywords: A. malaccensis, Agarwood, Included phloem, Persentage, Nonwood

* Korespondensi penulis. Tel.: +081-0736-7310796.
E-mail: ridwanyahya@unib.ac.id

1. Pendahuluan

Gaharu adalah salah satu produk hasil hutan non kayu yang sangat menarik. *Agarwood*, *aloeswood* dan *eaglewood* adalah nama lain dari produk ini (Suhaila *et al.*, 2015; Fazila & Halim, 2012; Akhsan *et al*., 2015). Ketertarikan produk ini terletak pada harga jualnya yang tinggi (Gao *et al*., 2012; Karlinasari *et al*., 2015). Perdagangan gaharu telah dilakukan lebih dari 2000 tahun lalu dengan pemasaran utama di *Middle East* dan *East Asia* (Hou, 1960). Asdar (2006) melaporkan bahwa gaharu berkualitas (gubal gaharu) pada tahun 2005 telah mencapai harga 7 juta per kilogram di Gorontalo, kemudian pada tahun 2006 harganya telah mencapai 25 juta per kilogram. Sulaiman *et al*., (2015) mengatakan bahwa untuk gaharu yang berkualitas baik harganya dapat mencapai 32,5 juta per kilogram.

Pohon penghasil gaharu seperti pada kayu daun lebar lainnya disusun oleh sel pembuluh, jari-jari dan parenkim. Ada satu penyusun yang umumnya ditemukan pada pohon-

pohon penghasil gaharu yaitu *included phloem*. Penamaannya yang mencantumkan kata "phloem" sementara posisinya berada pada bagian kayu atau "xilem" dari pohon, semakin menjadikan pohon penghasil gaharu ini unik.

Secara anatomi diketahui bahwa *included phloem* menjadi salah satu tempat ter-*deposite*-nya gaharu atau resin yang terbentuk pada pohon. Cukup banyak penelitian yang telah dilakukan untuk mengetahui komponen penyusun resin tersebut. Umumnya para peneliti sepakat bahwa resin itu disusun oleh α-guaiene, α-bulnesene and γ-gurjunene (Nor Azah *et al*., 2008; Wetwitayaklung *et al*., 2009; Winarni & Waluyo, 2009; Nizam & Mashitah, 2010). Sayangnya, hingga saat ini masih sulit mendapatkan informasi persentase luas yang ditempati oleh *included phloem* ini pada pohon penghasil gaharu tersebut.

Peran yang sangat penting dari *included phloem*, demikian halnya dengan penamaannya yang unik, serta keterbatasan literatur yang mengulasnya, menginspirasi penulis untuk mengkajinya. Kajiannya akan ditekankan pada keberadaan dan proses pembentukannya serta riset tentang persentasenya pada kayu penghasil gaharu.

2. Bahan dan Metode

Sampel untuk penelitian adalah pohon gaharu jenis *Aquilaria malaccensis* Lamk berumur 5 tahun yang tumbuh di dalam hutan rakyat Desa Pondok Kubang, Kecamatan Pondok Kubang, Kabupaten Bengkulu Tengah, Provinsi Bengkulu. Pohon tersebut ditebang, kemudian dibuat lempeng dengan ketebalan 5 cm. Dari lempeng tersebut diambil blok kayu dengan 1 x 1 x 3 mm (R x T x L) pada bagian kayu gubal dekat kulit.

Blok kayu tersebut kemudian disayat pada bidang melintang dengan ketebalan 30 µm menggunakan mikrotom (Yamato). Hasil sayatan kemudian dicuci dengan aquades lalu di-*dehidrasi* berturut turut dengan alkohol 90%, 70%, 50%, 30% kemudian direndam dalam safranin selama 8 jam. Selanjutnya dicuci dengan air dan di -*dehidrasi* kembali menggunakan alkohol 30%, 50%, 70%, dan 90%.

Selanjutnya diambil *image* menggunakan mikroskop yang dilengkapi camera *Olympus DP 73* di *Laboratory Biomass and Morphogenesis Kyoto University, Japan*. Mikroskop tersebut terhubung dengan monitor, sehingga dapat diperoleh *image*. Dari image tersebut diukur luas area *included phloem* menggunakan software *imageJ*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Keunikan included phloem

Kehadiran *included phloem* pada pohon penghasil gaharu merupakan suatu fenomena yang perlu dikaji secara mendalam. Sebagaimana diutarakan sebelumnya bahwa gaharu memiliki nilai jual yang cukup fantastik (Asdar, 2006; Sulaiman *et al*., 2015), sementara *included phloem* menjadi salah satu tempat ter-*deposite*-nya gaharu yang terbentuk pada pohon (Rao & Dayal, (1992); Siripatanadilok (1991) melaporkan bahwa gaharu dapat terbentuk walaupun pada diameter batang yang kecil (sekitar 10 cm) dengan syarat *included phloem*-nya masih hidup.

Included phloem bukanlah saluran antara sel seperti saluran resin atau getah pada *Pinus merkusii*. Saluran resin adalah ruang yang terbentuk antar sel dan tidak mempunyai dinding. Yang menjadi lapisan terluar dari saluran resin adalah kumpulan sel-sel parenkim epitel yang mengelilingi ruang antar sel tersebut. "Included phloem *consists of well developed sieve tubes, companion cells, two or three kinds of parenchyma and also a few fibres*" (Rao & Dayal, 1992). Jika dilihat sekilas penyusun *included phloem* pada penampang melintang menyerupai penampakan sel jari-jari *agregat* pada bidang tangensial. Panshin & de Zeeuw (1980) menjelaskan bahwa sel jari-jari agregat merupakan struktur gabungan jari-jari kecil, serabut dan kadang pembuluh.

Phloem adalah jaringan atau bagian dari pohon yang berfungsi mendistribusikan hasil fotosintesis. Sementara xilem adalah jaringan atau bagian dari pohon yang berfungsi mengangkut air dan unsur hara untuk keperluan fotosintesis tersebut. Fungsi xilem di dalam pohon dilakukan oleh sel-sel yang terletak pada bagian kayu yaitu pada kayu gubal. Fungsi phloem pada pohon dilakukan oleh kulit (bagian kulit yang masih hidup).

Included phloem dibentuk oleh kambium ke arah luar-nya, sehingga seharusnya elemen ini berada atau menjadi bagian dari kulit (Rao & Dayal, 1992). Tetapi kenyataannya elemen tersebut posisinya berada pada bagian kayu (xilem) dari pohon, artinya kambium telah membentuk elemen ini ke arah dalam. Hal ini diperkuat oleh pendapat yang mengatakan bahwa pada *Aquilaria*, *included phloem* diproduksi ke dalam (*internally*) oleh kambium (Thouvenin, 1892; Van Tieghem, 1892), selama pertumbuhan sekunder (Siburian, *et al.*, 2014) dan merupakan phloem sekunder yang terletak di xilem sekunder (Mauseth, 1988).

Kami menduga bahwa mungkin inilah yang menjadi dasar argumentasi pemberian nama *included phloem* atau kulit tersisip sebagaimana diistilahkan/diterjemahkan oleh para ahli dalam Bahasa Indonesia. Kulit tersisip mungkin bisa diartikan sebagai bagian kulit yang tersisip atau "nyasar" ke bagian kayu dari pohon.

Pertanyaan yang menarik berikutnya adalah kenapa hal ini bisa terjadi. Demikian halnya dengan pertanyaan apakah fungsi phloem dari sel ini (sebagai pendistribusi hasil fotosintesis) tetap dilakukan walaupun posisinya sudah di bagian kayu. Lalu apakah ada hubungan fungsi yang seharusnya dilakukan oleh sel ini (sebagai phloem) dengan dominannya sel ini sebagai tempat ter-deposit-nya gaharu . Semua ini membutuhkan kajian yang mendalam.

3.2 Persentase luas included phloem

Luas yang ditempati *included phloem* berdasarkan pengamatan pada bidang axial dari tiga ulangan disajikan pada Tabel 1 di bawah. Tabel 1 menunjukkan bahwa rerata persentase luas yang ditempati oleh *included phloem* sebesar 4,92%. Persentase luas yang ditempati *included phloem* tersebut tergolong kecil jika dibandingkan dengan persentase luas sel jari-jari maupun sel pembuluh pada jenis kayu daun lebar lain misalnya pada kayu *Acacia mangium* Wild dan *A. auriculiormis*. Yahya *et al*. (2010) melaporkan bahwa persentase luas sel jari-jari untuk kedua jenis kayu tersebut berturut-turut 9,77% dan 9,07%, dan untuk sel pembuluh berturut-turut 62,40% dan 68,18%.

Tabel 1. Distribusi elemen penyusun kayu *A. malaccensis*

Image	Pembuluh	*Included phloem*	Jari-Jari	Fiber	Luas image
1	37810,38	21728,72	49380,28	351497,29	460416,67
2	38450,09	36626,74	42074,19	357762,61	474913,63
3	31051,99	20930,44	148328,00	230584,01	430894,44
4	30431,31	20620,61	44279,00	346854,04	442184,97
5	36905,88	30519,03	55394,12	328416,95	451235,99
6	55637,05	25206,21	72988,59	308753,19	462585,03
7	44334,19	10436,98	60625,58	316006,34	431403,09
8	35341,99	21425,92	47088,68	338268,60	442125,19
9	50973,02	14413,33	43204,94	376265,94	484857,23
10	49241,07	14258,13	12492,04	374361,69	450352,94
11	54480,69	17260,49	37783,42	361312,96	470837,57
12	37010,70	39634,00	64586,17	316477,46	457708,33
13	37108,80	16569,89	52747,86	366631,95	473058,50
14	43201,96	13987,95	57299,60	366765,69	481255,21
15	41131,15	14405,21	59994,56	353460,23	468991,15
16	32844,29	50897,64	56308,75	341394,89	481445,57
17	34728,59	30139,05	70856,26	346286,81	482010,71
18	40006,32	10711,63	41653,03	390588,57	482959,55
Jumlah	730689,47	409771,98	1017085,06	6171689,23	8329235,74
Persentase (%	**8,77**	**4,92**	**12,21**	**74,10**	

Berdasarkan pengamatan sekilas pada bagian kayu yang ter-deposite gaharu, ada kecenderungan porsi terbesar lokasi ter-depositenya gaharu berada pada *included phloem*, disusul pada sel jari-jari dan yang tersedikit pada sel pembuluh. Riset untuk mengetahui secara pasti luasan deposite gaharu pada ketiga sel tersebut masih perlu dilakukan.

Pohon *A. malaccensis* yang telah diinjeksi oleh Tabata *et al*. (2003) menunjukkan bahwa lokasi terdeposite-nya gaharu pada pohon penghasil gaharu dapat ditemukan pada *included phloem*, sel jari-jari, serat maupun pada sel pembuluh. Hasil pengamatan dan pernyataan tersebut memperkuat pendapat Prachakul (1989) bahwa minyak gaharu ditemukan ter-*deposite* di dalam *included phloem* dan juga di xilem parenkim serta sel jari-jari sehingga menyebabkan kayu menjadi lebih gelap. Pembentukan gaharu tidak hanya disebabkan oleh aktivitas fungi, tetapi merupakan hasil dari kombinasi pelukaan yang diikuti penyerangan oleh fungi (Siripatanadilok, 1991).

Jika diurut berdasarkan lokasi atau elemen terbanyak yang terdeposit gaharu, maka urutannya adalah pada *included phloem*, disusul pada sel parenkim, jari-jari kayu dan yang terakhir pada serat dan sel pembuluh (Tabata *et al.*, 2003). Urutan elemen terbanyak terdeposite gaharu tersebut sejalan dengan hasil investigasi Siripatanadilok & Nobuchi (1991). Mereka secara tegas mengatakan bahwa hanya *included phloem* dan sel parenkim-lah yang dapat mem-biosintesis komponen kimia yang membentuk gaharu.

Sel parenkim atau yang bersifat parenkim merupakan salah satu sel penyusun *included phloem* (Rao & Dayal, 1992) dan sel jari-jari Panshin & de Zeeuw (1980). Diduga bahwa

gaharu terbentuk terlebih dulu di sel parenkim baik yang menjadi penyusun *included phloem* maupun pada sel jari-jari, kemudian merambat sel-sel yang berdampingan dengannya misalnya serat dan sel pembuluh. Dugaan ini diperkuat oleh pernyataan Nobuchi & Mohd. Hamami (2008) yang mengatakan bahwa sel parenkim berperan penting dalam pembentukan resin setelah pelukaan. Perubahan yang terjadi setelah pelukaan tersebut adalah menurun atau menghilangnya *starch grains* pada sel parenkim dan mulai munculnya warna kecoklatan.

4. Kesimpulan

Included phloem adalah elemen penyusun pohon penghasil gaharu hasil bentukan kambium yang secara anatomis menyimpang. *Included phloem* seharusnya dibentuk oleh kambium ke arah luar-nya dan menjadi bagian dari kulit, tetapi kenyataannya elemen tersebut posisinya berada pada bagian kayu (xilem) dari pohon. Diduga inilah yang menjadi dasar argumentasi pemberian nama *included phloem* atau kulit tersisip yang dapat diartikan sebagai bagian kulit "nyasar" ke bagian kayu dari pohon. Rerata persentase luas yang ditempati oleh *included phloem* pada *Aquilaria malaccensis* sebesar 4,92%. Porsi terbesar lokasi ter-depositnya gaharu berada pada *included phloem*, disusul pada sel jari-jari dan yang tersedikit pada sel pembuluh.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Mega Sihombing yang telah membantu menyiapkan sampel preparat sayatan untuk penelitian.

Referensi

Akhsan, N., Mardji, D., Sutisna, M., & others. (2015). Response of *Aquilaria microcarpa* to two species of *fusarium* under two different cultivation systems. *Journal of Tropical Forest Science*, *27*(4), 447–455.

Asdar, M. (2006). Karakteristik anatomi kayu gaharu daun beringin (*Gyrinops versteegii* (Gilg.) Domke) dari Gorontalo. *Jurnal Perennial*, *3*(1), 6–10.

Fazila, K. N., & Halim, K. K. (2012). Effects of soaking on yield and quality of agarwood oil. *Journal of Tropical Forest Science*, 557–564.

Gao, Z.H., Wei, J.H., Yang, Y., Zhang, Z., & Zhao, W.T. (2012). Selection and validation of reference genes for studying stress-related agarwood formation of *Aquilaria sinensis*. *Plant Cell Rep* 31, 1759–1768

Hou, D. (1960). Thymelaeaceae. In: Van Steenis, C.G.G.J. (ed.), *Flora Malesiana Series* I, Volume 6.Wolter-Noordhoff Publishing, Groningen, The Netherlands.

Karlinasari, L., Indahsuary, N., Kusumo, H. T., Santoso, E., Turjaman, M., & Nandika, D. (2015). Sonic and ultrasonic waves in agarwood trees (Aquilaria microcarpa) inoculated with Fusarium solani. *Journal of Tropical Forest Science*, *27*(3), 351–356.

Mauseth, J.D. (1988). *Plant Anatomy*. Pearson Education. Glenview IL.

Nizam, T.S., & Masitah, M.Y.(2010). Chemical composition of volatile oils of *Aquilaria malaccensis* (Thymelaeaceae) from Malaysia. *Natural Product Communications* 5, 1–4.

Nobuchi, T., & Mohd. Hamami, S. (2008). The formation of wood in tropical trees: a challenge from the perspective of functional wood anatomy. Serdang: *Penerbit Universiti Putra Malaysia*.

Nor Azah, M.A., Chang, Y.S., Mailina, J., Said, A.A., Husni, S.S., Hanida, H.N., & Yasmin, Y.N. (2008). Comparison of chemical profiles of selected gaharu oils from Peninsular Malaysia. *The Malaysian Journal of Analytical Science* 12, 338–340.

Panshin, A.J., & de Zeeuw. (1980). *Textbook of wood technology*. McGraw-Hill, Inc. New York, NY.

Prachakul. M. (1989). *Anatomy of Normal Wood and Abnormal Wood of Kritsanaa Tree* (*Aquilaria crassna* Pierre ex H. Lec.) (Unpublished master's thesis), Kasetsart University.

Rao, K. R., & Dayal, R. (1992). The secondary xylem of Aquilaria agallocha (Thymelaeaceae) and the formation of'agar'. *IAWA Journal*, *13*(2), 163–172.

Siburian, R. H., Siregar, U. J., Siregar, I. Z., Santoso, E., & Wahyudi, I. (2014). Anatomical Characters of Aquilaria microcarpa Interacting with Fusarium sp. *Biotropia-The Southeast Asian Journal of Tropical Biology*, *20*(2). Retrieved from http://journal.biotrop.org/index.php/biotropia/article/viewArticle/258

Siripatanadilok, S., & Nobuchi, T. (1991). Preliminary observation of *Aquilaria crassna* wood associated with the formation aloeswood. *Bulletin of the Kyoto University Forests*. 63, 226-235.

Siripatanadilok, S. (1991). *Final report, Utilization and propagation of Agarwood trees*. IFS Research Grant Agreement Number D/0731. Bangkok.

Suhaila, A. S., Norihan, M. S., Norwati, M., Azah, M. N., Mahani, M. C., Parameswari, N., & Hasnida, H. N. (2015). *Aquilaria malaccensis* polyploids as improved planting materials. *Journal of Tropical Forest Science*, *27*(3), 376–387.

Sulaiman, N., Idayu, M. I., Ramlan, A. Z., Fashya, M. N., Nor Farahiyah, A. N., Mailina, J., & Azah, N. (2015). Effects of extraction methods on yield and chemical compounds of gaharu (*Aquilaria malaccensis*). *Journal of Tropical Forest Science*, *27*(3), 413–419.

Tabata, Y., Widjaja, E., Mulyaningsih, T., Parman, I., Wiriadinata, H., Mandang, Y.I., & Itoh, . T. (2003). Wood Research. *Bulletin of the Wood Research Institute Kyoto Univiversity*, 90,11-12.

Thouvenin, M. (1892). Sur la structure des Aquilaria. *Journal de Botanique* 212-215.

Van Tieghem, M. P. (1892). Sur la structure des Aquilaria. *Journal de Botanique*, 217-219.

Wetwitayaklung, P., Thavanapong, N., & Charoenteeraboon, J. (2009). Chemical constituents and antimicrobial activity of essential oil and extracts of heartwood of *Aquilaria crassna* obtained from water distillation and supercritical fluid carbon dioxide extraction. *Silpakorn University Science and Technology Journal* 3, 25–33.

Winarni, I., & Waluyo, T.K. (2009). Technology processing on particular Indonesian non-timber forest products for enhancing their added values. Paper presented at XIII World Forestry Congress, BuenosAires, 18–23 October 2009

Yahya, R., Sugiyama, J., Silsilia, D., & Gril, J. (2010). Some anatomical features of an acacia hybrid, a. mangium and a. auriculiformis grown in indonesia with regard to pulp yield and paper strength. *Journal of Tropical Forest Science*, *22*(3), 343–351.

Efisiensi Penggunaan Kayu pada Perumahan Tipe 36 di Nusa Tenggara Barat

Achmad Supriadi* dan Abdurachman

Puslitbang Hasil Hutan Jalan Gunung Batu No. 5 Bogor

Abstract

Housing is a primary need for the community. However, the fulfillment of this need becomes increasingly difficult to reach due to the increasingly high price of the house. Wood utilization research has been done on the housing type 36 in Lombok and Bima, West Nusa Tenggara. The results showed that many traded timbers in Lombok and Bima from Kalimantan and Sulawesi with different sizes even though they came from the same sortimen. Timber demand for housing type 36 about 4 m^3 per unit. The use of wood in housing type 36 generally is low quality (deformed, broken, loose, attacked by wood destroying organisms) because the wood is not dried and preserved. Still, wasteful use of wood is a result of the excessive use of wood sortimen. With proper use of wood, the wood needed for housing type 36 is about 3.4 m^3 per unit. By using efficiently, wood usage can be save around 18 %.

Keywords : Efficient, Drying, Preservation, Wood Utilization

* Korespondensi penulis. Telp. :0251-8633378
Email : susupriadi @gmail.com

1. Pendahuluan

Kayu termasuk bahan utama untuk konstruksi bangunan rumah/gedung. Sebagai bahan konstruksi, kayu memiliki beberapa kelebihan antara lain dapat diperbaharui (*renewable*), kuat tarik tinggi, dapat dibuat dengan berbagai macam desain dan warna, memberi efek hangat, bahan penyekat yang baik pada perubahan suhu di luar rumah, dapat meredam suara, mengandung keindahan alami, dan memiliki nilai arsitektur tinggi (Rizky, 2011).

Banyaknya bahan baku kayu yang digunakan tergantung kepada tipe rumah yang dibangun. Untuk rumah sederhana Tipe 36 dengan dinding tembok diperlukan sekitar 4 m^3/unit (Kemenpera, 2007). Komponen bangunan perumahan berbahan baku kayu terdiri dari elemen struktur yang menahan beban tinggi seperti tiang/kolom, gelagar (*ringbalk*), dan kuda-kuda yang menahan beban gording, usuk/ kaso, reng, dan penutup atap (Yap, 1974). Komponen lainnya adalah bagian non struktur seperti kusen dan daun pintu/jendela.

Kemampuan produksi kayu terutama dari hutan alam makin turun, mengakibatkan terjadinya kelangkaan kayu untuk bahan bangunan di pasaran. Kondisi ini seringkali dimanfaatkan oleh pengembang untuk menggantikannya dengan kayu yang kurang memenuhi standar, baik dari dimensi maupun mutu kekuatan. Kayu yang digunakan pengembang perumahan sering tidak dapat memenuhi kriteria seperti yang dijanjikan kepada konsumen, sehingga merugikan konsumen.

Tulisan ini bertujuan untuk memberikan gambaran tentang penggunaan kayu melalui identifikasi jenis kayu yang digunakan oleh pengembang, kesesuaian penggunaan kayu dengan ukuran standar, spesifikasi teknis, menelaah penyebab pemborosan penggunaan kayu danusaha-usaha dalam rangka efisiensi pemanfaatan kayu pada perumahan tipe kecil di Lombok dan Bima Nusa Tenggara Barat.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi penelitian

Lokasi kegiatan adalah pengembang perumahan di wilayah Lombok dan Bima Nusa Tenggara Barat. Sampel dipilih secara *purposive*dari pengembang yang membangun perumahan tipe 36.

2.2. Pengumpulan data

Pengumpulan data meliputi data primer dan data sekunder. Data primer diperoleh melalui wawancara secara langsung dengan pemilik/petugas pengembang dan pengamatan langsung di lokasi perumahan yaitu Perumahan A di Lombok, perumahan Sambi Nae dan perumahan Tambana Permai di Bima. Data dan informasi yang dikumpulkan meliputijenis kayu yang digunakan, ukuran sortimen, kadar airdi lapangan danterserang tidaknya kayu oleh organisme perusak kayu. Data sekunder diperoleh dari beberapa instansi terkait dan melalui telusuran pustaka. Seluruh data yang diperoleh diolah dan dianalisis secara deskriptif, sehingga diperoleh gambaran tentang efisiensi pemanfaatan kayu pada perumahan tersebut di atas.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kebutuhan perumahan di Nusa Tenggara Barat

Jumlah penduduk di Provinsi Nusa Tenggara Barat (NTB) hasil sensus terakhir tahun 2010 sebesar 4.500.212 jiwa atau naik sebesar 1,5% dibandingkan tahun 2009. Jumlah rumah tangga sebesar 1.248.115 (rata-rata jumlah anggota per rumah tangga 4orang). Pertumbuhan penduduk yang cepat di Provinsi NTB, berimplikasi pada pertumbuhan kebutuhan perumahan. Kebutuhan perumahan berdampak pada kebutuhan akan material bangunan, salah satunya adalah berupa kayu. Hasil sensus penduduk tahun 2010 di 10 Kabupaten/Kota di NTB, tercatat sebanyak 18% dari jumlah rumah tangga belum memiliki rumah. Dari 1.025.145 unit rumah penduduk hampir 32% berada pada kondisi tidak layak.

3.2. Jenis dan kondisi kayu yang digunakan pengembang perumahan

Jenis kayu lokal di wilayah NTB cukup banyak, diantaranya yaitu Duabanga, Monggo, Katowi, Lende, Mongge/monggi, Konca, Sabaha, Rau dan Na'a.Produksi kayu dari hutan rakyat untuk 10 Kabupaten/Kota di NTB pada tahun 2011 meningkat hampir 300% dari produksi tahun 2010 (NTB dalam Angka, 2011). Namun masih banyak kayu yang diperdagangkan saat ini adalah kayu dari luar NTB seperti dari Sulawesi dan Kalimantan (kayu kamper, meranti merah, meranti putih, pulai, kemiri dan merbau).

Hasil penelitian langsung di tempat penjualan kayu menunjukkan ukuran sortimen kayu (kaso, reng, papan, dan lain lain) yang dipasarkan bervariasi. Dalam satu ikatan kaso 5/7, ukurannya beragram 4,9/7; 5/6,4; 4,1/6,4; 3,9/5,4; 4,6/5,5; dan 5/7 (Gambar 1).

Gambar 1. Ukuran sortimen kayu gergajian yang tidak sesuai spesifikasi

Kayu yang telah digunakan tidak awet, hal ini tampak dari kayu gergajian maupun daun pintu yang diserang jamur biru, bubuk, dan organisme perusak kayu lainnya (Gambar 2).

Gambar 2. Kerusakan kayu karena organisme perusak

Kayu yang digunakan stabilitasnya banyak yang rendah.Hal ini membuat kusen dan daun pintu/jendela berubah bentuk, pecah, dan renggang, sementara rangka atap dari kayu sengon mengalami perubahan bentuk cukup parah. Hasil pengukuran kadar air kayu yang digunakan pengembang menunjukkan nilai yang bervariasi antara 20-35%.Kayu untuk komponen struktural (kuda-kuda) selain kekuatannya harus memadai dan awet, kadar airnya juga harus di bawah 18% (kering udara), sedangkan kayu untuk komponen non struktural (kusen, daun pintu/jendela) kadar airnya disyaratkan berkisar antara 10-15%, bergantung pada kondisi lingkungan di mana kayu tersebut akan dipasang (Basri dan Rahmat, 2001).

Gambar 3 dan 4, memperlihatkan kerusakan fisik pada komponen kusen, daun pintu, dan rangka atap yang tidak dikeringkan.

Gambar 3. Retak, pecah, dan renggang pada kusen dan daun pintu yang masih basah

Gambar 4. Perubahan bentuk pada rangka atap

3.3. Efisiensi penggunaan kayu

Terdapat 3 faktor yang menyebabkan penggunaan kayu untuk pembangunan rumah sederhana di Lombok dan Bima belum dilakukan secara efisien, yaitu: 1) ukuran sortimen (kayu gergajian) yang diperdagangkan bervariasi, sehingga ketika dibuat komponen banyak kayu yang terbuang, 2) ukuran komponen struktur dan non struktur masih mengikuti standar yang lama dan lebih boros dalam penggunaan material kayu, 3) material kayu untuk komponen rumah tidak dikeringkan dan diawetkan terlebih dahulu sehingga kualitasnya rendah (retak, pecah, berubah bentuk) dan rentan terhadap organisme perusak kayu (bubuk, jamur, rayap).

Pada perencanaan konstruksi bangunan, faktor yang diutamakan adalah kekuatan kayu. Menurut Seng (1990), terdapat 3 faktor dasar penentu kekuatan kayu yaitu berat jenis (BJ) kering udara,tegangan lentur maksimum (MOR) dan kuat tekan sejajar serat. Atas dasar ketiga faktor tersebut, maka kelas kuat kayu dikelompokkan menjadi 5 (Tabel 1). Kenyataan, saat ini kayu kelas kuat II sudah sulit ditemukan, kalaupun ada harga jualnya mahal.

Tabel 1. Pembagian kelas kuat kayu Indonesia

Kelas Kuat	Berat Jenis	MOR (kg/cm^2)	Keteguhan Tekan (kg/cm^2)
I	> 0,90	> 1.100	> 650
II	0,90 – 0,60	1.100 - 725	650 – 425
III	0,60 – 0,40	725 - 500	425 – 300
IV	0,40 – 0,30	500 - 360	300 – 215
V	< 0,30	< 360	< 215

Sumber : Den Berger (1926) *dalam* Seng(1990)

Penggunaan kayu sebagai komponen bahan bangunan perlu mempertimbangkan kelas kuat kayu tersebut. Agar lebih efektif dan efisien, peruntukkan penggunaan kayu disesuaikan dengan kelas kuat yang dimiliki oleh kayu terebut. Sebagai contoh, untuk penggunaan komponen yang menahan beban seperti komponen untuk kuda-kuda dapat digunakan jenis kayu yang memiliki kelas kuat tinggi (kelas kuat I – II). Untuk komponen yang tidak menahan beban seperti kusen pintu dan jendela dapat menggunakan kayu dengan kelas kuat yang lebih rendah (kelas kuat III – IV). Selain kelas kuat, tindakan perlakuan yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas kayu rakyat seperti pengawetan (Martawijaya dan Barly, 2010), pengeringan, impergnasi bahan kimia ke dalam kayu dan lain-lain perlu dilakukan agar kayu rakyat menjadi lebih awet, dan memiliki stabilitas dimensi yang tinggi, sehingga jika digunakan memiliki umur yang lebih panjang.

Penghematan penggunaan kayu selain dapat dilakukan dengan penggunaan kayu sesuai ukuran standar, juga dapat dilakukan dengan penggunaan sortimen dengan ukuran lebih kecil (tebal dan lebar) tapimasih dalam batas aman (*allowable size*) (Tabel 2). Untuk rumah Tipe 36,kebutuhan kayu sekitar 4 m^3(Kemenpera, 2007) dapat ditekan menjadi sekitar 3,4 m^3atau terjadi penghematan kayu sekitar 18%.

Penggunaan teknologi peningkatan kualitas kayu untuk konstruksi bangunan perumahan dapat dilakukan, antara lain melalui penerapan teknologi pengeringan dan pengawetan. Kayu yang dikeringkan dengan baik mempunyai dimensi yang lebih stabil dan lebih kuat dari kayu basahnya, warna lebih cerah dan hemat dalam penggunaan bahan *finishing* (Bramhall and Wellwood, 1976; Simpson, 1991). Efisiensi juga dapat dicapai dengan memanfaatkan kayu lokal karena harganya lebih murah (tidak butuh biaya transportasi).

Kayu sebagai bahan bangunan selain ditentukan oleh faktor kekuatan juga keawetannya. Bagaimanapun kuatnya kayu itu, penggunaannya tidak akan berarti jika keawetannya rendah. Hasil penelitian Martawijaya (1996) menunjukkan bahwa sekitar 85% kayu Indonesia tergolong kelas awet rendah (III-V), sehingga untuk dapat dipergunakan dengan memuaskan harus diawetkan dahulu.

Tabel 2. Optimasi ukuran sortimen kayu yang masih diperkenankan untuk komponen rumah tipe 36

Komponen	Ukuran nominal	Ukuran yang masih diperkenankan
Papan	2/20	2/19
	3/20	3/19
Kuda-kuda		
-Gording	6/12	6/11
-Gelagar/ring balok	8/12	7/11
-Balok nok	5/10	5/9
Rangka		
-Usuk/kaso	5/7	4/6
-Reng	3/4	2/3
Kusen	6/12	6/11

Sumber : SNI (1991)

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukan bahwa banyak kayu yang diperdagangkan di Lombok dan Bima Nusa Tenggaran Barat berasal dari Kalimantan dan Sulawesi. Penggunaan kayu pada perumahan tipe 36 terjadi perubahan bentuk, pecah, renggang, terserang organisme perusak kayu. Dengan penggunaan kayu secara tepat, kebutuhan kayu untuk perumahan Tipe 36 cukup sekitar 3,4 m^3 per unit atau terjadi penghematan sebesar 18%.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. Efrida Basri M.Sc. dan Dra, Jasni M.Si. yang telah banyak memberikan bantuannya dalam pelaksanaan kegiatan penelitian dan penyusunan tulisan ini.

Referensi

Basri, E., &Rahmat.(2001). *Petunjuk teknis pembuatan kilang pengeringan kayu kombinasi energi surya dan tungku*. Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan.

Bramhall, G., & R.,W., Wellwood. (1976). *Kiln Drying of Western Canadian Lumber*. Canadian Forestry Service. Vancouver, British Columbia: Western Forest Products Laboratory

BSN. (1991). SNI 03-2445-1991. *Spesifikasi ukuran kayu untuk bangunan rumah dan gedung*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Danfar. (2009). Pengertian Efisiensi dan Optimalisasi. Diakses dari http://dansite.wordpress.com pada tanggal 29 September 2012**.**

Kartasujana,I.,&A.Martawijaya. (1979). Kayu Perdagangan Indonesia Sifat dan Kegunaan Kayu.*Pengumuman No.3 Tahun 1973 dan No. 56 Tahun 1975*. Bogor: Lembaga Penelitian Hasil Hutan.

Kementerian Negara Perumahan Rakyat. (2007).Estimasi Kebutuhan Kayu dalam Pembangunan Perumahan. *Prosiding Seminar Hasil Litbang Hasil Hutan* 2007, 61-66.

Martawijaya, A.(1996). Keawetan Kayu dan Faktor Yang Mempengaruhinya. *Petunjuk Teknis*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Ekonomi Kehutanan.

NTB Dalam Angka (2010). www.scribd.com/dvc/70367735/NTB -Dalam-Angka-2010

Oey, Djoen Seng. (1990). Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. *Pengumuman Nomor 13*. Bogor:Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Simpson W.T. (Editor). (1991). *Drykiln Operator's Manual: Drying defects*. Madison Wisconsin U.S. Department of Agriculture, Forest Prod. Laboratory. Agric. Handbook

SNI. (1994). *SNI 01-3527-1994*: *Mutu kayu bangunan*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional.

Yap, F.X. (1974). *Konstruksi kayu*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.

Karakteristik Kayu dan Serat *Terminalia complanata* dan *Gymnacranthera paniculata*

Andianto, [a], *, Nurwati Hadjib[a], Abdurachman[a], Dian Anggraini Indrawan[a] dan Freddy Jontara Hutapea[b]

[a]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan*
Jl. Gunung Batu 5 Bogor 16610 Telp./Fax: 0251-8633413, 8633378
[b]*Balai Penelitian Kehutanan Manokwari*
Jl. Inamberi Susweni Manokwari Telp. /Fax: 0986-213437, 213441

Abstract

Forest areas in Papua have many lesser known wood species. Consequently, studies of wood characteristics are needed to evaluate the appropriate utilization of these woods. This study was taken to investigate the physical-mechanical, machining, fiber dimention, and pulp processing properties of *Terminalia complanata* (ketapang) and *Gymnacranthera paniculata* (pala hutan) origin Papua. The average value of wood physical-mechanical properties was compared with the classification of Indonesian wood strength. Machining properties was observed in three different positions, base, middle and top. The observation was conducted on 25 defect-free samples, which are 120 x 12.5 x 2 cm. Pulp of wood was treated using sulfate process. Pulp processing properties that investigated were pulp yield, consumption of alkali and kappa number. Dimensional measurements of fiber included fiber diameter and length. Results showed that both wood species are relatively light in weight (0.41 and 0.47 in specific gravity) and their tangential shrinkage are 3.52% and 4.29%. The machining properties is good for *G.paniculata* but moderate for *T.complanata*. Both woods are suitable for light construction boards and pulp and paper purposes.

Keywords: Characteristics, Fiber, *Gymnacranthera paniculata*, Papua wood, *Terminalia complanata*

* Korespondensi penulis. Tel.: +062-081-380621480.
*E-mail***:** andiant068@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Papua merupakan salah satu provinsi yang saat ini masih menjadi andalan dalam penyediaan bahan baku kayu nasional. Berdasarkan Statistik Bidang Planologi Kehutanan tahun 2012 (Kementerian Kehutanan, 2013), luas kawasan hutan Papua adalah 29.368.482 ha atau sekitar 93,14% dari luas provinsi (31.530.496,3 Ha). Hutan primer di Provinsi Papua merupakan jenis tutupan lahan paling dominan, mencapai 64,30% dari luas wilayah keseluruhan yang terdiri dari hutan lahan kering primer, hutan degradasi primer, dan hutan rawa primer (BPSDALH, 2012). Meskipun cukup berlimpah, namun masih banyak jenis

kayunya bukan dari jenis kayu yang sudah dikenal atau bernilai komersial yang tergolong ke dalam kelompok jenis rimba campuran. Hal ini terlihat dari data perkembangan volume penebangan kayu bulat pada tahun 2008 (BPKH Wilayah X Jayapura, 2009) sebesar 117.779,67 m3 untuk jenis rimba campuran disamping jenis Merbau (62.681,32 m3), Meranti (148.251,93 m3) dan kayu indah (303,91 m3). Secara fisik potensi hutan di Papua cukup besar, namun secara ekonomis masih kurang (35 m^3/ha untuk jenis komersial dan 61 m^3/ha untuk semua jenis). Sebagian besar kayunya terdiri dari jenis-jenis yang belum dikenal dipasaran/belum komersial (Kementerian Kehutanan RI, 2013). Belum komersilnya sebagian besar jenis-jenis kayu asal Papua lebih disebabkan karena informasi mengenai sifat-sifat kayunya yang belum ada atau belum lengkap.

Sifat fisik-mekanik dan sifat pemesinan kayu merupakan informasi dasar dalam penggunaannya sebagai bahan konstruksi bangunan. Informasi sifat pengolahan pulp dan kertas serta kandungan kimia kayu juga dapat menjadi acuan dalam pemanfaatannya sebagai bahan pembuatan pulp dan kertas. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui beberapa karakteristik dua jenis kayu asal Papua terkait kemungkinan pemanfaatannya sebagai bahan baku konstruksi bangunan maupun sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Diharapkan tulisan ini dapat menambah dan melengkapi informasi sifat-sifat kayu asal Papua yang sudah ada.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan peralatan

Bahan utama adalah dua jenis kayu asal Papua Barat (Manokwari), yaitu *Terminalia complanata* (ketapang) anggota suku Combretaceae dan *Gymnacranthera paniculata*. Bahan kimia dan peralatan yang digunakan diantaranya benzena, etanol, alkohol, NaOH, asam sulfat, mesin serut, mesin amplas, mesin bor, *rotary digester*, mesin pembuat serpih kayu, *loupe*, timbangan elektrik, oven dan mesin uji sifat mekanik (UTM) merk Shimadzu.

2.2. Metode penelitian

2.2.1. Persiapan bahan

Log kayu *Terminalia complanata* dan *Gymnacranthera paniculata* dipotong sepanjang 200 cm untuk keperluan pengujian sifat mekanis, selain itu dibuat disk (lempengan) setebal 10 cm untuk keperluan pengujian sifat fisis, kimia kayu serta sifat pulp sebagai bahan kertas.

2.2.2. Prosedur penelitian

Metode pengujian sifat fisik-mekanik dilakukan sesuai DIN-2135 dan ASTM D-143-94. Nilai hasil pengujian dihitung rata-rata, kemudian dibandingkan dengan klasifikasi kekuatan kayu Indonesia (Den Berger, 1923). Sedangkan metode pengujian sifat pemesinan dilakukan menurut metode ASTM D-1666 -64 serta Abdurachman dan Karnasudirdja (1982).

Pengujian sifat bahan baku untuk pulp dan kertas dimulai dengan pemasakan serpih kayu dari setiap jenis dengan proses sulfat. Proses pemasakan dilakukan dengan menggunakan alat *rotary digester*. Bahan kimia pemasak adalah NaOH dan Na_2S dengan kondisi pemasakan

berturut-turut berupa alkali aktif 16%, sulfiditas 22,5%, suhu maksimum 170^0C, *wood to liquor* (W:L) 1:4, dan waktu pemanasan 2+2 jam. Sifat yang diuji pada masing-masing jenis adalah sifat pengolahan dan sifat pulp yang dihasilkan. Sifat pengolahan yang diamati meliputi rendemen pulp, konsumsi alkali dan bilangan kappa. Sifat pulp yang diuji meliputi gramatur, ketahanan sobek, ketahanan retak, ketahanan tarik berturut-turut menurut SNI 14-0439-1989 (BSN, 1989), SNI 0436:2009 (BSN, 2009), SNI 14-0493-1998 (BSN, 1998) dan SNI ISO 1924-2: 2010 (BSN, 2010). Pengukuran dimensi serat dilakukan berdasarkan SNI 14-4350-1996 untuk diameter serat (BSN, 1996) dan SNI 01-1840-1990 untuk panjang serat (BSN, 1990). Perhitungan nilai turunan dimensi serat dilakukan berdasarkan Silitonga *et al.* (1972), sedangkan kualitas seratnya ditetapkan dengan mengikuti laporan Rachman dan Siagian (1976).

Dalam rangka mendukung data hasil pengujian pulp dan kertas dilakukan pengujian sifat kimia kayu berturut-turut berdasarkan TAPPI T525HM-85 (TAPPI, 1993) untuk konsumsi alkali; metoda Norman dan Jenkins (Wise, 1944) untuk kadar selulosa; standar ASTMD 1106-96 (ASTM, 2006a) untuk kadar lignin, standar TAPPI T 223-0S-71 (TAPPI, 1992a) untuk kadar pentosan; standar ASTM D 1102-84 (ASTM, 2006b) untuk kadar abu; standar TAPPI T 245-os-70 (TAPPI, 1992b) untuk kadar silika; standar ASTM D 1107-96 (ASTM, 2006c) untuk kelarutan dalam alkohol benzena; standar ASTM D 1110-84 (ASTM, 2006d) untuk kelarutan dalam air dingin; dan standar ASTM D 1109-84 (ASTM, 2006e) untuk kelarutan dalan NaOH 1%. Hasil nilai seluruh pengujian selanjutnya ditabulasi dan dihitung nilai rata-ratanya. Nilai rata-rata selanjutnya diklasifikasikan sesuai dengan standar yang digunakan pada masing-masing pengujian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Sifat fisik dan mekanik

Kadar air kering udara kedua jenis kayu berkisar antara 12-13%. Kisaran kadar air kering udara ini mendekati kadar air yang dicapai pada kondisi kering udara di sekitar Bogor. Hasil penelitian Kadir (1973) menyebutkan bahwa kadar air keseimbangan kayu di Bogor (kering udara) rata-rata sebesar 14,75%. Kadar air keseimbangan kayu berbeda untuk setiap jenis kayu dan bervariasi (bisa lebih atau kurang 3%) dari nilai rata-rata (Kollmann, 1970 dalam Kadir, 1973).

Secara umum nilai rata-rata hasil pengujian sifat fisik dan mekanik kayu *G.paniculata* lebih besar dibandingkan dengan jenis *T.complanata*. Masing-masing jenis kayu ini memiliki Berat Jenis (BJ) 0,36 untuk *T.complanata* dan 0,41 untuk *G.paniculata* (berdasar berat kering oven dan volume kering udara). Menurut PIKA (1981), kayu dengan nilai BJ tersebut tergolong BJ ringan. Menurut klasifikasi kelas kuat kayu dalam Martawijaya *et al.* (2005a), kedua jenis kayu ini tergolong kelas kuat III berdasarkan berat jenis, dan masuk dalam kelas kuat V berdasarkan keteguhan tekan mutlak (sejajar serat) baik pada kondisi basah maupun kering udara, namun berdasarkan keteguhan lentur mutlak (MOR) pada kondisi kering udara jenis kayu *T.complanata* termasuk ke dalam kelas kuat V dan *G.paniculata* termasuk ke dalam kelas kuat III. Jenis kayu yang memiliki kelas kuat III-V dengan BJ ringan memiliki potensi untuk digunakan sebagai papan maupun bahan konstruksi ringan (PIKA, 1981).

Variasi kelas kuat dan BJ dapat disebabkan oleh perbedaan species, lokasi tempat tumbuh, waktu dan bagian pengambilan sampel pada pohon. Variasi BJ kayu tidak saja dapat terjadi di antara pohon-pohon dengan jenis yang sama namun juga terjadi di antara bagian-bagian pohon dari pohon yang sama. Faktor-faktor yang dapat mempengaruhinya di antaranya umur pohon, kecepatan tumbuh, tempat pada ketinggian yang berbeda dari batang, serta proses terjadinya kayu teras (Oey, 1990). Sedangkan penyusutan kayu jenis *G. paniculata* baik pada arah radial maupun tangensial lebih besar dibandingkan jenis *T. complanata*. Besarnya penyusutan dipengaruhi oleh jenis kayu, umur, arah orientasi dan kadar zat ekstraktif kayu (Brown *et al*., 1952).

3.2. Sifat pemesinan

Sifat pemesinan berupa pengetaman, pembentukan, pengrampelasan, dan pembubutan pada jenis *G.paniculata* adalah baik, namun sedang untuk pemboran. Sedangkan pengetaman, pembentukan, pengampelasan, pembubutan dan pemboran pada jenis *T.complanata* nilainya sedang. Dikarenakan kayu *G.paniculata* memiliki berat jenis rata-rata lebih tinggi maka jenis ini secara umum memiliki sifat pemesinan yang lebih baik dibanding kayu *T.complanata*. Kayu yang memiliki berat jenis tinggi biasanya memiliki dinding sel yang tebal, sehingga mempermudah dalam pengerjaannya. Kayu yang memiliki berat jenis rendah biasanya memiliki ukuran pori yang besar serta dinding sel yang tipis. Menurut Supriadi dan Rachman (2002), berat jenis kayu semakin tinggi akan semakin baik sifat pemesinannya, dan kayu yang memiliki ukuran pori yang besar memiliki sifat pemesinan yang buruk.

3.3. Sifat pengolahan pulp dan kertas

Kandungan lignin jenis kayu *T.complanata* sebesar 30,31%, sedangkan *G.paniculata* sebesar 26,14%. *G.paniculata* memiliki kadar abu lebih tinggi (1,05%) dibandingkan jenis *T.complanata* (0,51%), namun persentase kadar abu tersebut termasuk dalam kelas komponen kimia sedang. Kandungan silika pada kedua jenis kayu ini hampir sama yaitu sebesar 0,084% untuk *T.complanata* dan 0,081% untuk *G.paniculata*. Umumnya kandungan silika melebihi 0,5% dan secara umum terdapat pada kayu-kayu keras tropika. Terhadap sejumlah spesies, kandungan silika mungkin lebih dari 2% dari beratnya (Haygreen dan Bowyer, 2007 *dalam* Agustina, 2014). Kandungan silika yang tinggi dapat mengganggu proses pengolahan kayu secara kimia karena menyebabkan adanya endapan dan karat (Martawijaya *et al*., 2005b).

Persentase kandungan selulosa kayu *T.complanata* dan *G.paniculata* masing-masing sebesar 54,83% dan 51,10%. Berdasarkan klasifikasi daun lebar Indonesia atas dasar komponen kimia (vademicum Kehutanan Indonesia, 1976), kandungan selulosa demikian dinilai cukup tinggi. Kandungan selulosa pada kayu daun lebar umumnya berkisar antara 39 – 55% (Martawijaya *et al*., 2005a).

Rendemen pulp kayu *T. complanata* tidak jauh berbeda dengan kayu *G. paniculata* yaitu sebesar 41,54% dan 41,38%. Angka ini umum diperoleh dari pengolahan pulp dengan proses kraft yaitu 40-55% (Fengel dan Wegener, 1984). Kandungan selulosa yang tinggi berpotensi memiliki rendemen yang tinggi (dalam hal kondisi pemasakan yang sama). Konsumsi alkali adalah banyaknya pemakaian bahan kimia pemasakan selama proses pemasakan (dengan

sulfat atau soda). Konsumsi alkali yang dikehendaki diusahakan serendah mungkin. Konsumsi alkali sangat mempengaruhi bilangan kappa yang dihasilkan, dimana kandungan NaOH dalam alkali berfungsi untuk melarutkan lignin dan zat-zat ekstraktif. Konsumsi alkali tinggi biasanya disebabkan karena kayu tersebut memiliki berat jenis tinggi, kadar lignin tinggi dan ekstraktif tinggi. Bilangan kappa menunjukkan indikasi sisa lignin dalam pulp. Untuk pembuatan kertas, bilangan kappa yang dikehendaki adalah serendah mungkin, karena terkait dengan kebutuhan bahan pemutih. Bilangan kappa tinggi mengindikasikan kadar lignin dan ekstraktif tinggi. Bilangan kappa kedua jenis kayu ini cukup rendah, bahkan sebelum proses pemutihan memiliki nilai 5,99 (*T. complanata*) dan 3,70 (*G. paniculata).* Menurut *National Council for Air and Stream Improvement* (2013), bilangan kappa umumnya adalah 30 untuk jenis kayu daun jarum (*softwood*) dan 20 untuk jenis kayu daun lebar (*hardwood*) pada pulp yang dimasak dengan metode kraft dan sudah diputihkan.

Tabel 1. Kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas

No.	Uraian	Kelas Mutu					
		I		II		III	
		Syarat	Nilai	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai
1.	Panjang (mikron)	> 2000	100	1000-2000	50	< 1000	25
2.	Nisbah runkel	< 0,25	100	0,25-0,50	50	0,5-1,0	25
3.	Daya tenun	> 90	100	50-90	50	< 50	25
4.	Muhlsteph Ratio	< 30	100	30-60	50	60-80	25
5.	Fleksibility Ratio	> 0,80	100	0,50-0,80	50	< 0,50	25
6.	Koeff. Kekakuan	< 0,10	100	0,10-0,15	50	> 0,15	25

Sumber: LPHH (1976)

Bilangan runkle (*Runkle ratio*), adalah perbandingan antara dua kali tebal dinding serat dengan diameter lumen. Jenis kayu *G.paniculata* memiliki bilangan runkle (0,73) lebih tinggi dibanding *T. complanata* (0,57). Serat dengan bilangan runkle rendah menunjukkan bahwa serat tersebut memiliki dinding yang tipis tetapi diameter lumen yang besar. Pulp yang dihasilkan mudah digiling dan memiliki daerah ikatan antar serat yang lebih luas sehingga akan menghasilkan lembaran pulp dengan kekuatan jebol, tarik dan lipat yang tinggi. Kedua jenis kayu yang diteliti memiliki *Muhlstep ratio* yang cukup tinggi (59,60 dan 66,38). Berdasarkan ke dua nilai ini (bilangan *runkle* dan perbandingan *muhlstep*), serat kedua jenis kayu ini termasuk dalam kelas mutu III (Tabel 1). *Muhlsteph ratio*, adalah perbandingan antara luas penampang tebal dinding serat dengan luas penampang lintang serat yang berpengaruh terhadap kerapatan lembaran pulp. Menurut Tamolang dan Wangaard (1961), serat dengan *Muhlstep ratio yang* tinggi memiliki luas permukaan lebih kecil, hal ini mengakibatkan luas daerah ikatan antar serat juga semakin kecil. Lembaran pulp yang dihasilkan oleh serat dengan *Muhlstep ratio* tinggi memiliki ketahanan tarik dan retak yang rendah.

Berdasarkan SNI *Leaf Bleach Kraft Pulp* (LBKP)/pulp putih (BSN, 2009), persyaratan nilai Indeks tarik minimum adalah 45 Nm g^{-1}, persyaratan Indeks retak minimum adalah 2,5 kpa.m g^{-1} dan persyaratan nilai Indeks sobek minimum adalah 7 mN.m g^{-1}, sehingga melihat data hasil pengujian seperti yang tertera dalam Tabel 2, kedua jenis kayu yang diteliti memenuhi kriteria sifat pulp dan kertas sesuai SNI.

Tabel 2. Pengujian sifat lembaran pulp

No.	Parameter	Jenis kayu	
		T. complanata	*G. paniculata*
1.	Gramatur, mm g^{-1}	59	64
2.	Ketahanan tarik, KN m^{-1}	5,56	4,40
3.	Indeks tarik, Nm g^{-1}	92,62	73,28
4.	Ketahanan retak, kPa	327	236
5.	Indeks retak, kPa.m g^{-1}	5,45	3,93
6.	Ketahanan sobek, Nm	423	517
7.	Indeks sobek mN.m g^{-1}	7,05	8,62

4. Kesimpulan

Jenis kayu *T. complanata* dan *G. paniculata* memiliki sifat penyusutan tangensial masing-masing sebesar 3,52% dan 4,29% pada kondisi basah ke kering udara. Sifat pemesinan kayu yang baik (kelas pemesinan II) dimiliki oleh *G. paniculata*, sedangkan sifat pemesinan sedang dimiliki oleh *T. complanata* (kelas pemesinan III). Kedua jenis kayu ini tergolong memiliki berat jenis ringan (BJ kering udara: 0,41 dan 0,47), kelas kuat III berdasarkan berat jenis, dan masuk dalam kelas kuat V berdasarkan keteguhan tekan mutlak (sejajar serat) baik pada kondisi basah maupun kering udara. Berdasarkan keteguhan lentur mutlak (MOR) pada kondisi kering udara jenis kayu *T.complanata* termasuk ke dalam kelas kuat V dan *G.paniculata* termasuk ke dalam kelas kuat III. Kedua jenis kayu ini memiliki potensi untuk digunakan sebagai papan maupun bahan konstruksi ringan. Serat kayu kedua jenis kayu ini tergolong kelas mutu III, dan keduanya juga berpotensi sebagai bahan baku pulp dan kertas yang memenuhi kriteria sifat pulp dan kertas sesuai SNI.

Referensi

Abdurachman, A.J & S. Karnasudirdja. (1982). Sifat Pemesinan Kayu-Kayu Indonesia. Laporan No. 160: 23-34. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor.

Agustina, C.D. (2014). Pengaruh penambahan guar gum terhadap intensitas marking, speed dan press pada filligraned paper di PT. Pusaka Prima Mandiri. Karya Ilmiah. Departemen Kimia, Program Studi D-III Kimia Industri, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.

ASTM. (2006a). ASTM D 1106-96 (Reapproved 2001): Standard Test Method for Acid-Insoluble Lignin in Wood. Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10 wood. Section 4. Philadelphia.

_____. (2006b). ASTM D 1102-84 (Reapproved 2001): Standar Test Method for Ash in Wood. Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10 wood. Section 4. Philadelphia.

_____. (2006c). ASTM D 1107-96 (Reapproved 2001): Standar Test Method for Ethanol-Toluene Solubility of Wood. Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10 wood. Section 4. Philadelphia.

_____. (2006d). ASTM D 1110-84 (Reapproved 2001): Standar Test Method for Water Solubility of Wood. Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10 wood. Section 4. Philadelphia.

_____.(2006e). ASTM D 1109-84 (Reapproved 2001): Standar Test Method for 1% Sodium Hydroxide Solubility of Wood. Annual Book of ASTM Standards. Volume 04.10 wood. Section 4. Philadelphia.

_____. (2007). ASTM D 143-94 (Reapproved 2007). Standard Test Methods for Small Clear Specimens of Timber. Annual book of ASTM Standard. Section 4: Construction Volume 04.10 Wood. ASTM International, 100 Barr Harbor Drive. United States.

BPSDALH Provinsi Papua. (2012). SLHD Provinsi Papua. Diakses dari http://bapesdahl.papua.go.id/page/66/slhd-provinsi-papua.htm.

Badan Standardisasi Nasional.(1996). SNI 14-4350-1996:Cara Uji Diameter Serat. BSN. Jakarta.

_____. (1990). SNI 01-1840-1990: Cara uji panjang serat kayu dan bukan kayu. BSN. Jakarta.

_____. (2009). SNI 0436:2009: Kertas-Cara uji ketahanan sobek - Metoda Elmendorf. BSN. Jakarta.

_____. (1989). SNI 14-0439-1989: Kertas dan karton, Cara uji Gramatur. BSN. Jakarta.

_____. (1998). SNI 14-0493-1998: Cara uji ketahanan retak lembaran pulp dan kertas. BSN. Jakarta.

_____. (2010). SNI ISO 1924-2: 2010. Kertas dan karton-Cara uji sifat tarik-Bagian 2: Metode kecepatan elongasi tetap. BSN. Jakarta.

_____. (2009). SNI 6107:2009. Pulp Kraft Putih Kayu Daun (LBKP). BSN. Jakarta.

BPKH Wilayah X Jayapura. (2009). Statistik Kehutanan Provinsi Papua. Kementerian Kehutanan Indonesia. Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan. Diakses dari http://www.dephut.go.id/uploads/files/statistik_Papua_2008.pdf .

Brown, H.P., A.J.Panshin, & C.C.Forsaith. (1952). Textbook of Wood Technology. Vol. II. Mc Graw-Hill Book Co. New York.

Den Berger, L.G. (1923). De grondslagen voor de classificatie van Ned. Indische Timmerhout soorten. Tectona vol.16.

DIN. (1975). DIN-2135. Taschenbuch 60. Benth Verlag GmbH, Frankurt (Main).

Fengel, D. dan G. Wegener. 1984. Wood: Chemistry, ultrastructure, reactions. Walter de Gruyter, Berlin - New York.

Vademicum Kehutanan Indonesia. (1976). Departemen Pertanian.

Kementerian Kehutanan. (2013). Statistik Bidang Planologi Kehutanan Tahun 2012. Direktorat Planologi Kehutanan. Jakarta. Diakses dari http://www.dephut.go.id/uploads/files/ fce8f1ea40c84bf2a4f4b5d8ef9f347a.pdf.

Kementerian kehutanan Republik Indonesia. (2013). Profil kehutanan Provinsi Papua 2013. Diakses dari http://www.dephut.go.id/index.php/news/result.

Kadir, K. (1973). Kadar air kayu kering udara di Bogor. Laporan LPHH No. 12. Balai Penelitian Hasil Hutan. Bogor

LPHH. 1976. Dimensi Serat Jenis Kayu di Indonesia. Laporan LPHH 75.

Martawijaya, A., I.Kartasujana, K.Kadir, S.A.Prawira. (2005a). Atlas Kayu Indonesia Jilid I. Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan.

_____. (2005b). Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan.

National Council for Air and Stream Improvement. 2013. Effects of decreased release of chlorinated compounds On energy use: Importance of Unbleached Pulp Lignin Content. http://www.vtgreenhotels.org/articles/ChlorineInPaperIndustryEPA2013.pdf, diakses 13 November 2014.

Oey, D.S. (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.

PIKA. (1981). Mengenal Sifat-Sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya. Kanisius. Yogyakarta.

Rachman, A.N & R.M. Siagian (1976). Dimensi Serat Jenis Kayu Indonesia Bagian III. Laporan LPHH No. 75. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.

Silitonga, T., R.M. Siagian & A. Nurachman. (1972). Cara Pengukuran Serat di Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Publikasi Khusus No. 2. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.

Supriadi, A. & O. Rachman. (2002). Sifat Pemesinan Empat Jenis Kayu Kurang Dikenal dan Hubungannya dengan Berat Jenis serta Ukuran Pori. *Buletin Penelitian Hasil Hutan 20* (1),70-85.

Tamolang, F.N, F.F. Wangaard (1961) Relationship between hardwood fibre characteristics and pulp-sheet properties. Tappi *44*(3), 201-216.

TAPPI. (1992a). TAPPI. Test Method for Pentosan 1992-1993. TAPPI T 223-0S-71. Tappi Press. Atlanta, Georgia.

_____. (1992b). TAPPI. Test Method for Silica 1992-1993. TAPPI T 245-0S-70. Tappi Press. Atlanta, Georgia.

_____. (1993). TAPPI's test method. TAPPI Press. Atlanta, Georgia.

Wise, E.L. (1944). Wood Chemistry. Reinhold Publishing Corporation. 330 West Forty Second ST. New York.

Variasi Kadar Air dan Berat Jenis Kayu Kelapa (*Cocos nucifera,* L)

E. Manuhuwa* dan M. Loiwatu

Jurusan Kehutanan, Faperta Unpatti, Ambon

Abstract

The objective of the study was to determine physical properties of coconut wood (*Cocos nucifera*, L) such as moisture content and and specific gravity. This study was designed in completely randomized desiqn with 2 (two) factors such as axial direction (bottom, middle, top) and radial direction (bark, middle, pith) and 3 (three) replications. The results of study indicated that axial and radial direction was affected the moisture content and specific gravity of coconut wood. Green moisture content of coconut wood was 94.29%-117.81%. Air-dry moisture content was 7.68%-11.05%. Green specific gravity and air dry specific gravity were 0.38–0.58, 0.44–0.59, respectively.

Keywords : Axial, Coconut wood, Moisture content, Radial, Specific gravity.

*Korespondensi penulis. Tel. 085344086025
E-mail : elli_manuhuwa@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Pohon kelapa *(Cocos nucifera L.)* dikenal sebagai pohon kehidupan karena hampir setiap bagian tanaman tersebut dapat dimanfaatkan, untuk dijadikan bahan baku konstruksi, furniture dan bahan bakar. Selama ini, khususnya masyarakat di Maluku, tanaman kelapa hanya dimanfaatkan buah dan daunnya saja, sedangkan bagian batang, hanya sebagian kecil masyarakat yang telah memanfaatkannya. Saat ini kelapa sangat gemar diusahakan oleh masyarakat termasuk masyarakat Maluku. Bentuk dan skala usaha taninya berbeda, tergantung ketersediaan sumber daya dan permintaan pasar. Produksi perkebunan kelapa pada tahun 1999 adalah 69.059,0 ton pada luas areal sebesar 90.889,0 Ha dengan jumlah tenaga kerja 81,558 kepala keluarga (Lopuhaa, 2007). Salah satu sifat dasar kayu yang penting untuk diketahui adalah kadar air dan berat jenis. Sifat tersebut dapat dijadikan acuan kualitas kayu dan untuk memprediksi kayu lainnya seperti kekuatan, pengeringan, perekatan, pengerjaan dan lain sebagainya.

Penelitian ini ditujukan untuk mengukur variasi kadar air dan berat jenis menurut arah aksial dan radial kayu kelapa *(Cocos nucifer,* L*).*

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juli sampai september 2014. Bahan baku kayu kelapa di ambil di desa Pa'a Kecamatan Seram Utara Barat Kabupaten Maluku Tengah, varitas Makariki. Pengujian kadar air dan berat jenis dilakukan di lab. Teknologi Hasil Hutan, Jurusan Kehutanan, Faperta, Universitas Pattimura. Contoh uji yang di ambil yaitu lempeng bagian pangkal (25 %), lempeng tengah (50 %) dan lempeng ujung (75 %) dari panjang batang (20 m) sebagai arah aksial. Kemudian dilanjutkan pengambilan contoh uji untuk arak radial. Ukuran contoh uji kadar air 10 cm x 2,5 cm x 2,5 cm, sedangkan contoh uji untuk berat jenis 2,5 x 6 cm x 6 cm.

2.2. Metode

Metode pengujian yang di gunakan adalah standar ASTM D 143-83 (Tahun 1993 *Standard Methods of Testing Small Clear Specimens of Timber*) dan di padukan dengan standar ASTM D 143-52 (Anonim 1970 *dalam* Fransz 1997). Penelitian menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang di susun secara faktorial dengan 3 (tiga) ulangan, dan 2 (dua) faktor yaitu faktor A (arah aksial) dan faktor B (arah radial). Jumlah satuan percobaan adalah 3 x 3 x 3 = 27 satuan percobaan. Faktor A, arah aksial terdiri atas 3 tingkat yaitu A_1, pangkal batang; A_2 tengah batang; A_3 ujung batang, faktor B arah radial terdiri atas 3 tingkat yaitu B_1 dekat kulit; B_2 antara dekat kulit dan empulur; B_3 empulur.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar air

Kadar air kayu kelapa pada kondisi segar tertinggi pada bagian pangkal (A_1) sebesar 117,81 %, dan terendah pada bagian ujung (A_3) sebesar 94,29 %. Kadar air kayu tertinggi pada bagian empulur (B_3) sebesar 112,43 %, dan terrendah pada bagian dekat kulit (B_1) sebesar 95,36%. Rata-rata kadar air segar secara keseluruhan adalah 104,07 %. Nilai kadar air tersebut sesuai Whardani *et al*. (2004) yang mendapatkan kadar air sortimen gergajian kayu kelapa berkisar antara 90-200%.

Tabel 1. Analisis keragraman kadar air kondisi segar kayu kelapa

Sumber Keragraman	db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
A	2	2.701,17	1.350,59	17,27 **	3,55	6,01
B	2	1.313,15	656,58	8,40 **	3,55	6,01
AxB	4	43,11	10,78	0,14 ^{tn}	2,93	4,58
Galat	18	1.407,31	78,18			
Total	26	5.464,75				

Keterangan ** = sangat nyata tn = tidak nyata

Hasil analisis keragraman menunjukan arah aksial dan radial berpengaruh terhadap kadar air kondisi segar kayu kelapa. Uji BNJ menunjukkan perbedaan kadar air kayu kelapa antara bagian pangkal sampai bagian ujung. Kadar air kayu kelapa kondisi segar terbesar di bagian pangkal (117,81%), diikuti bagian tengah (100,11%) dan terkecil di bagian ujung (94,29 %). Diperkirakan jumlah ikatan pembuluh yang banyak di bagian

pangkal sehingga jumlah air yang dikandung bagian pangkal lebih besar. Rongga sel pembuluh yang besar mengakibatkan air yang dikandung pangkal lebih banyak.

Kadar air kondisi segar kayu kelapa berbeda nyata antara bagian dekat kulit, bagian tengah dan bagian empulur. Sebaran ikatan pembuluh dibagian empulur yang sedikit (tidak padat) menyebabkan jumlah air yang dikandung lebih besar. Jumlah air dalam komplek ikatan pembuluh di tampung dalam pembuluh fluem dan silem yang berongga besar. Menurut Haygreen dan Bowyer (1989) *dalam* Iswanto *et. al* (2010), kadar air kayu pada bagian dekat kulit cenderung berkurang.

Nilai rata-rata kadar air pada kondisi kering udara terbesar pada bagian pangkal (11,05 %), kemudian bagian tengah (9,87 %) dan terkecil di bagian ujung (7,68 %). Kadar air kondisi kering udara terbesar (10,60 %) di bagian empulur, kemudian bagian tengah (9,59 %), dan terkecil (8,42 %) di bagian dekat kulit. Menurut Haygreen dan Bowyer (1989) *dalam* Iswanto *et. al* (2010), kadar air kondisi kering udara kayu berkisar antara 12 % sampai 20 %.

Tabel 2. Analisis keragraman kadar air kondisi kering udara kayu kelapa

Sumber Keragraman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
A	2	52,64	26,32	12,77 **	3,55	6,01
B	2	21,47	10,73	5,21 *	3,55	6,01
AxB	4	1,04	0,26	0,13 ^{tn}	2,93	4,58
Galat	18	37,09	2,06			
Total	26	112,24				

Keterangan ** = sangat nyata * = nyata tn = tidak nyata

Analisis keragraman (Tabel 2) menunjukkan arah aksial dan radial mempengaruhi kadar air kayu kondisi kering udara kayu kelapa. Seperti halnya kadar air kondisi segar, sebaran kadar air kondisi kering udara terbesar di bagian pangkal kemudian bagian ujung, demikian pula kadar air kondisi kering udara terbesar di bagian empulur, kemudian bagian tengah dan terkecil di bagian dekat kulit. Hal ini diduga karena jumlah biomassa (berat bahan kayu kering) pada bagian pangkal batang lebih besar dari bagian tengah dan ujung (Manuhuwa, 2007).

Uji BNJ menunjukkan kadar air kondisi kering kayu kelapa bagian empulur yang terbesar (10,60 %), kemudian bagian tengah (9,59 %) dan terkecil di bagian dekat kulit (8,42 %). Pola sebaran kadar air kondisi kering udara tersebut sama dengan sebaran kadar air kondisi segar yaitu makin kecil kearah dekat kulit. Jumlah air dalam kayu ditentukan oleh jaringan kayu yang mampu menyerap dan menahan air. Sebagai tumbuhan monokotil, kayu kelapa disusun oleh parensim (jaringah dasar) dimana ikatan pembuluh (berkas vaskular) menyebar lebih lebih padat di bagian dekat kulit dan terbanyak di bagian pangkal. Bagian tengah didominasi oleh parenkim yang berdinding tipis. Menurut Prayitno (1991) *dalam* Fransz (1997), berdasarkan kemampuan dalam menyerap dan menahan air, berkas vaskular lebih rendah dibandingkan dengan jaringan parenkim.

Kadar air kayu kelapa berkorelasi negatif dengan berat jenis, yaitu kadar air makin menurun jika berat jenis meningkat atau sebaliknya. Menurut Palomar (1990) *dalam* Iman (2008), dalam penelitiannya kadar air kayu kelapa tertinggi terdapat di bagian pusat dan semakin ke tepi, kadar air semakin berkurang. Menurut Prayitno (1995) *dalam* Iman

(2008), tingginya presentase sel-sel *parenchyma*, menyebabkan kadar air kayu akan semakin tinggi. Luasan *parenchyma* per cm^2 yang semakin meningkat, maka kadar ekstraktif berupa gula dan pati meningkat. Pati merupakan bahan yang bersifat higroskopis yang menyebabkan kadar air kayu semakin tinggi.

3.2. Berat jenis

Berat jenis segar kondisi kayu kelapa arah aksial , tertinggi bagian pangkal (0,58), diikuti bagian tengah (0,46) dan terendah di bagian ujung (0,38). Pada arah radial, bagian dekat kulit terbesar (0,52), diikuti bagian tengah (0,48) dan terkecil di bagian empulur (0,43). Menurut (Suharto dan Ambarwati, 2007), berat jenis batang kelapa sepanjang bagian tepi batang 0,6 dan hal ini lebih besar dari berat jenis kayu meranti merah (0,53), sedangkan bagian dalam batang kelapa berat jenisnya 0,4 yang berarti lebih kecil dari meranti merah atau bagian dalam batang kelapa ini setara dengan kayu jelutung atau terentang.

Tabel 3. Analisis keragraman berat jenis kondisi segar kayu kelapa

Sumber Keragraman	Db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
A	2	0,173756	0,086878	186,167 **	3,55	6,01
B	2	0,039089	0,019544	41,881 **	3,55	6,01
AxB	4	0,011822	0,002956	6,333 **	2,93	4,58
Galat	18	0,008400	0,000467			
Total	26	0,233067				

Keterangan : ** = sangat nyata

Berat jenis segar kayu kelapa, bagian pangkal lebih besar yaitu 0,58 dan kemudian menjadi lebih kecil di bagian tengah 0,46 dan bagian ujung 0,38. Hal ini dimungkinkan karena ikatan pembuluh (*vascular bundles*) dibagian pangkal batang yang lebih banyak dibandingkan terhadap bagian ujung batang. Kelapa sebagai tumbuhan monokotil berbeda dibandingkan dikotil, yaitu jaringan dasarnya adalah parensim, sementara silem dan fluem sebagai bagian dari ikatan pembuluh menyebar diantara jaringan dasar parensim. Makin banyak ikatan pembuluh dibagian pangkal menyebabkan silem, fluem dan sel sel serat makin bertambah, sehingga berat jenis kayu kelapa makin besar.

Dipihak lain bagian ujung kayu kelapa tersusun atas jaringan yang masih muda, secara fisiologis jaringan tersebut masih berfungsi aktif dimana dinding selnya relatif lebih tipis dibanding dengan dinding sel jaringan yang sudah tua. Variasi berat jenis ini didukung oleh pernyataan Haygreen dan Bowyer (1989), *dalam* Iswanto *et. al* (2010), yaitu semakin tinggi berat jenis dan kerapatan kayu, semakin banyak kandungan zat kayu pada dinding sel karena makin tebal dinding sel tersebut.

Hasil uji BNJ menunjukkan perbedaan sangat nyata berat jenis segar kayu kelapa antara bagian dekat kulit, bagian tengah dan bagian pusat, dengan pola kearah pusat kecil (0,43), bagian tengah (0,48) dan bagian dekat kulit (0,52) yang besar. Ikatan pembuluh (vascular bundles) pada bagian dekat kulit lebih banyak (rapat), dibandingkan terhadap bagian tengah dan bagian pusat kayu kelapa. Dengah demikian, jumlah sel serat lebih banyak dibagian dekat kulit dibandingkan terhadap dekat pusat kayu kelapa.

Menurut Bakar (2003), struktur anatomi batang kelapa, bagian pusat batang didominasi oleh jaringan dasar parenkim sedangkan pada bagian tengah dan dekat kulit didominasi jaringan pembuluh (*vascular bundles*) yang memiliki sel serat berdinding tebal. Menurut Prawirohatmodjo (1976) *dalam* Hidayati (2008), berat jenis dan kerapatan kayu merupakan faktor-faktor yang menentukan sifat fisika dan mekanika kayu. Hubungan berat jenis dengan beberapa sifat kayu yaitu berat jenis kayu sangat dipengaruhi oleh sifat dasar kayu seperti dimensi sel. Sifat dasar kayu tersebut berpengaruh terhadap berat jenis kayu.

Nilai rata-rata berat jenis kondisi udara arah aksial tertinggi pada bagian pangkal sebesar 0,59 dan terendah pada bagian ujung sebesar 0,40. Sedangkan berat jenis arah radial tertinggi pada bagian dekat kulit sebesar 0,53 dan terendah pada bagian pusat kayu sebesar 0,44.

Tabel 4. Analisis keragraman berat jenis kondisi kering udara kayu kelapa

Sumber Keragraman	db	JK	KT	F Hit	F Tabel	
					0,05	0,01
A	2	0,176319	0,088159	198,358 **	3,55	6,01
B	2	0,040096	0,020048	45,108 **	3,55	6,01
AxB	4	0,012904	0,003226	7,258 **	2,93	4,58
Galat	18	0,008000	0,000444			
Total	26	0,237319				

Keterangan ** = sangat nyata

Pengaruh arah aksial dan arah radial berpengaruh samgat nyata terhadap berat jenis kondisi kering udara kayu kelapa. Uji beda nyata jujur (BNJ) mengindikasikan perbedaan berat jenis kondisi kering udara kayu kelapa antara bagian pangkal, tengah dan ujung kayu kelapa, antara bagian dekat kulit, bagian tengah dan pusat kayu.

Uji BNJ menunjukan perbedaan sangat nyata antara berat jenis tersebut antara bagian pangkal, bagian tengah dan bagian ujung kayu kelapa. Berat jenis kondisi kering udara kayu kelapa bagian pangkal adalah terbesar (0,59), bagian tengah (0,48) dan terkecil pada bagian ujung kayu kelapa (0,40).

Uji BNJ berat jenis kayu kondisi kering udara, berbeda nyata antara bagian dekat kulit, bagian tengah dan bagian pusat kayu kelapa. Bagian dekat kulit (0,53), memiliki berat jenis terbesar, bagian tengah (0,50) dan terkecil (0,44) adalah bagian pusat kayu kelapa. Menurut Panshin dan de Zeeuw (1980) *dalam* Fransz (1997), menyatakan bahwa berat jenis berhubungan dengan tebal dinding sel. Menurut Haygreen dan Bowyer (1986), berat jenis dipengaruhii oleh kadar air, kerapatan dinding sel dan porositas serta kandungan ekstraktif dan bahan organik.

Berat jenis kayu kelapa terbesar dibagian pangkal kemudian berkurang kearah ujung demikian pula berat jenis terbesar di bagian dekat kulit dan berkurang kearah empulur. Berat jenis kayu kelapa yang besar dibagian dekat kulit karena kehadiran ikatan pembuluh yang padat dibandingkan terhadap bagian empulur. Berat jenis kayu kelapa bertambah tersebut didukung oleh proporsi sel serat yang merupakan bagian tak terpisahkan dalam zone ikatan pembuluh. Ikatan pembuluh adalah struktur anatomi penting tumbuhan monokotil seperti kayu kelapa, merupakan unit xilem floem yang menyebar dengan pola tertentu, selain parensim sebagai jaringan dasar. Kehadiran sel serat didalam ikatan pembuluh menentukan besar kecilnya berat jenis kayu kelapa. Kepadatan ikatan pembuluh dapat meningkatkan berat jenis kayu. Berat jenis kayu

kelapa lebih besar dibangian pangkal karena ikatan pembuluh yang padat dibandingkan bagian ujung. Jumlah ikatan pembuluh dibagian pangkal yang besar menyebabkan berat jenis meningkat.

Pada umumnya kayu kelapa terutama yang berkerapatan tinggi dan sedang lebih banyak diolah secara fisik mekanik seperti pembuatan mebel, komponen rumah, barang kerajinan, sedangkan pemanfaatan secara kimia terbatas misalnya pada pembuatan arang, briket arang, pulp, kertas atau arang aktif. Hal ini disebabkan distribusi kandungan komponen kimia kayu dalam satu pohon belum banyak diketahui (Suwinarti, 1993).

4. Kesimpulan

Arah aksial (faktor A) dan arah radial (faktor B) berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air dan berat jenis kayu kelapa. Kadar air kondisi segar kayu kelapa berdasarkan arah aksial (A) yaitu bagian pangkal 117,81 %, bagian tengah 100,11 % dan bagian ujung 94,29 % sedangkan berdasarkan arah aksial (B) yaitu bagian empulur 112,43 %, bagian tengah 104,43 % dan bagian dekat kulit 95,36 %. Kadar air kondisi kering udara kayu kelapa berdasarkan arah aksial (A) yaitu bagian pangkal 11,05 %, bagian tengah 9,87 % dan bagian ujung 7,68 % sedangkan berdasarkan arah aksial (B) yaitu bagian empulur 10,60 %, bagian tengah 9,59 % dan bagian dekat kulit 8,42 %. Berat jenis kondisi segar berdasarkan arah aksial (A) yaitu bagian pangkal 0,58; bagian tengah 0,46 dan bagian ujung 0,38 sedangkan berdasarkan arah aksial (B) yaitu bagian dekat kulit 0,52; bagian tengah 0,48; dan bagian empulur 0,43. Berat jenis kondisi kering udara berdasarkan arah aksial (A) yaitu bagian pangkal 0,59; bagian tengah 0,48 dan bagian ujung 0,40 sedangkan berdasarkan arah aksial (B) yaitu bagian dekat kulit 0,53; bagian tengah 0,50; dan bagian empulur 0,44.

Referensi

Bakar, E.S. (2003). Kayu Sawit Sebagai Substitusi Kayu dari Hutan Alam. *Forum Komunikasi Teknologi dan Industri Kayu* 2,5-6.

Fransz, J. J. (1997). *Variabelitas Struktur dan Kualitas Kayu Nibung. (Caryota rumphiana* Bl. ax Mart*).* Program Studi Ilmu Kehutanan. Jurusan Ilmu-Ilmu Pertanian. Universitas Gadja Mada. Yogyakarta

Haygeen, J.G, and J.L Bowyer. (1996). Forest Product and Wood Science, 3rd Edition, IowaUniversity Press, Iowa.

Hidayati, D. Y. (2008). *Pengaruh pengawetan dengan CCB4 konsentrasi 5% 10% 15% terhadap kekuatan tarik lentur, geser dan kadar air bambu legi*. Tugas akhir pada Jurusan Teknik Sipil dan Lingkungan UGM.

Iman, K.B.N.A. (2008). *Pengaruh Letak Arah Batang Kelapa dan Bebebrapa Bahan Finishing Terhadap Sifat Fisik Mekanika Kayu Kelapa* (*Cocos nucifera.*L). Departemen Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian. Bogor.

Iswanto, H.I, T.Sucipto, I.Azhar, Z.Coto, F.Febrianto. (2010). Physical and Mechanical Properties of Palm Oil Trunk from Aek Pancur Farming-North Sumatera. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan* 3(1),1-7

Lopuhaa, C.N.R. (2007). *Penerapan Fungsi Tata Niaga Terhadap Fluktuasi Penawaran Komuditas Kelapa* (C*ocos nucifera.*L). Universitas Pattimura. Fakultas Pertanian. Ambon.

Manuhuwa, E. (2007). *Kadar Air dan Berat Jenis Pada Arah Aksial dan Radial Kayu Sukun (Arthocarpuscommunis*, J.R da G. Frest). Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura Ambon – Maluku. (Dikutip Tgl 29/01/2014) dari http://jurnalee.files.wordpress. com /2013/11/kadar-air-dan-berat-jenis-pada-arah-aksial-dan-radial-kayu-sukun-arthocarpus-communis-j-r-dan-g-frest.pdf

Suharto dan D. R. Ambarwati. (2007). *Pemanfaatan Kelapa* (Batang, Tapas, Lidi, Mancung, Sabut, Tempurung). UNY Press.Yogyakarta.

Suwinarti, W. (1993). *Analisis Kandungan Abu, Zat Ekstraktif dan Lignin pada Kayu Kelapa* (*Cocos nucifera.*L) Berdasarkan Kerapatan dan Letak Kayu dalam Batang (Skripsi). Universitas Mulawarman. Samarinda.

Wardhani, Y. S.Surjokusumo, S. Y. Hadi, dan N.Nugroho, (2004). Distribusi Kandungan Kimia Kayu (*Cocos nucifera*.L). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis* 2(1), 1-7

Variasi Aksial dan Radial Sifat Fisika dan Mekanika Kayu Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) yang Tumbuh di Kabupaten Sleman

Muhammad Rosyid Ridho* dan Sri Nugroho Marsoem

Fakultas Kehutanan UGM
Jl. Agro No. 1, Bulaksumur, Yogyakarta

Abstract

Recently, jabon wood (*Anthocephalus cadamba* Miq.) has been planted in Sleman Regency, Yogyakarta, however the information of its quality is still limited. The quality determination can be approached using observation on the physical and mechanical properties. Three trees with healthy and free of defects criteria were from Ambarketawang, District Gramping, Sleman Regency. The wood sampling was harvested and prepared based on the British Standard 373 (1957) standard. The wood properties including water content (MC), specific gravity (SG), dimensional properties changes, the compressive strength and bending strength were tested using the same testing standard. To determine the axial and radial variations, the data were then analyzed using a completely randomized design. The results showed that Jabon wood which grows in Sleman had average moisture content of 127.41% (104.42 to 147.06%) and a specific gravity of 0.31 (0.26 to 0.36). Depreciation on longitudinal, tangential and radial direction was 0.76% (0.43 to 0.98%); 4.32% (2.69 to 5.91%); and 2.43% (1.73 to 3.64%), respectively. Static bending strength (MOE and MOR) was 41.91 (x 1,000 kg/cm^2) (37.81 to 45.18 (x 1,000 kg/cm^2)) and 265.87 kg / cm^2 (233.38 to 295, 82 kg/cm^2), while the compressive strength and compressive strength parallel fibers perpendicular to each fiber were 167.29 kg/cm^2 (134.43 to 206.31 kg/cm^2) and 101.71 kg / cm^2 (67.45 - 140.76 kg / cm^2). Radial position showed significant effect on MC, dry air SG, the stress at proportional limit, the compressive parallel and perpendicular strength to the fiber, while significantly affected axial position of tangential shrinkage and compressive strength parallel to the fiber.

Keywords: Jabon wood, mechanical properties, physical properties, Sleman regency

*Korespondensi penulis. Tel.: +6285736132577
E-mail : Muhammad.rosyid.r@ugm.ac.id

1. Pendahuluan

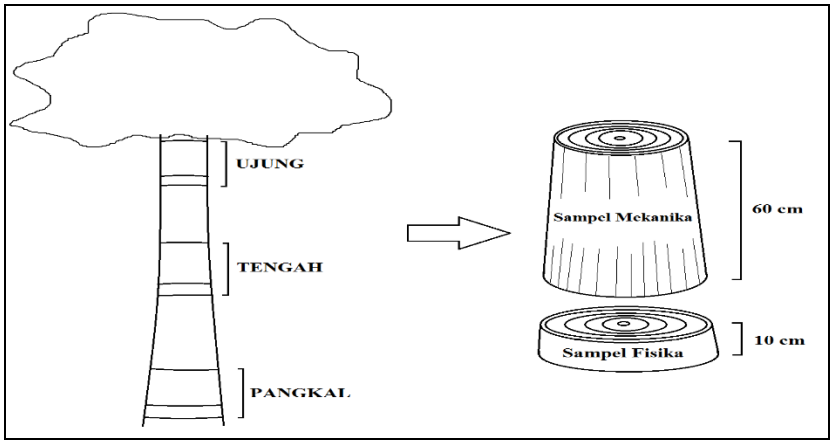
Industri kayu di Jawa Tengah belakangan ini mengalami permasalahan pasokan bahan baku. Peningkatan angka kebutuhan kayu dalam beberapa tahun terakhir, berbanding terbalik dengan angka produksi kayu bulat yang terus mengalami penurunan. Pemanfaatan jenis kayu cepat tumbuh menjadi salah satu solusi bagi permasalahan pasokan bahan baku industri kayu. Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) adalah jenis cepat tumbuh yang akhir-akhir ini banyak

dikembangkan di Kabupaten Sleman, Daerah Istimewa Yogyakarta. Akan tetapi, kualitas kayu jabon yang tumbuh di daerah tersebut belum diketahui karena terbatasnya informasi mengenai sifat dasar kayunya, terutama sifat fisika dan mekanikanya.

Penelitian mengenai sifat dasar kayu jabon sebelumnya pernah dilakukan, oleh Yani dan Marsoem (2009). Akan tetapi, penelitian tersebut dilakukan terhadap kayu jabon yang tumbuh di Kabupaten Landak, Kalimantan Barat, yang mempunyai kondisi tempat tumbuh dan lingkungan yang berbeda dengan Kabupaten Sleman. Sebagaimana yang dikemukakan Panshin dan De Zeeuw (1980), faktor tempat tumbuh dapat menyebabkan variasi sifat kayu dalam satu spesies. Variasi sifat kayu juga terjadi dalam satu pohon, sebagai akibat dari perbedaan umur kambium dan rangsangan yang diterima selama pertumbuhannya (Tsoumis, 1991). Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengetahui sifat fisika dan mekanika kayu jabon yang tumbuh di Kabupaten Sleman, serta variasinya pada kedudukan aksial dan radial.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah 3 batang pokok jabon yang berumur 4 tahun yang tumbuh di Desa Ambarketawang, Kecamatan Gramping, Kabupaten Sleman. Batang pokok pohon jabon yang telah ditebang diukur tinggi total dan tinggi batang bebas cabang (TBBC)-nya. Setiap batang bebas cabang dipotong menjadi 3 bagian, yaitu pangkal, tengah, dan ujung. Masing-masing bagian berukuran panjang 70 cm, dan dibagi menjadi 2 bagian, yaitu 60 cm untuk uji sifat mekanika dan 10 cm untuk uji sifat fisika. Sampel kemudian dibungkus dalam plastik agar tidak mengalami penguapan, untuk kemudian diuji di laboratorium. Pembuatan sampel sifat fisika dan mekanika dilakukan dengan mengacu pada British Standard no. 373 tahun 1957. Pembagian batang untuk sampel uji sifat fisika dan mekanika kayu, digambarkan pada ilustrasi berikut:



Gambar 1. Skema pengambilan sampel uji sifat fisika dan mekanika dari pohon

Melalui ilustrasi di atas, dapat dilihat bahwa dari setiap pohon, dibagi menjadi 3 bagian, yaitu bagian pangkal, tengah, dan ujung yang masing-masing berukuran panjang 70 cm. Jarak antara bagian pangkal dan tengah kurang lebih 2 meter, lalu antara bagian tengah dan ujung juga berjarak kurang lebih 2 meter. Dari masing-masing bagian tersebut lalu dibagi menjadi 2, yaitu sampel fisika sepanjang 10 cm dan sampel mekanika sepanjang 60 cm.

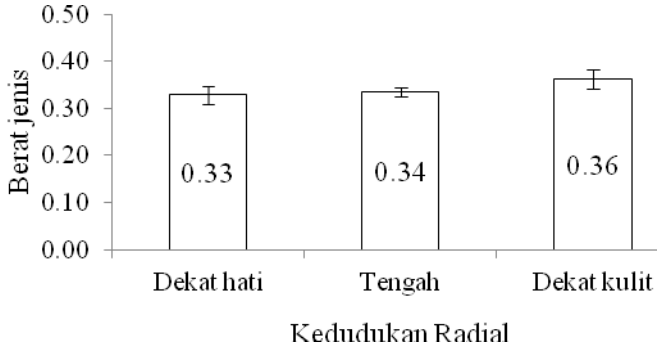
Selanjutnya, dilakukan pembuatan sampel uji sifat fisika dan mekanika kayu yang mengacu pada British Standard no. 373 tahun 1957. Parameter pengujian yang dilakukan antara lain kadar air, berat jenis, perubahan dimensi, kekuatan lengkung statis, kekuatan tekan sejajar serat, dan kekuatan tekan tegak lurus serat.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat fisika kayu

Kadar air segar kayu jabon pada penelitian ini berkisar antara 104,42% hingga 147,06% dengan rata-rata 127,41%. Nilai kadar air segar kayu jabon hasil penelitian Yani dan Marsoem (2009) menunjukkan angka yang lebih rendah, yaitu 93,76%, sehingga dapat diperkirakan kayu jabon yang digunakan pada penelitian Yani dan Marsoem (2009) berumur lebih tua. Nilai rerata kadar air segar kayu jabon pada penelitian ini bervariasi dalam satu pohon pada kedudukan radial. Pada kedudukan radial, kadar air segar menunjukkan pola penurunan dari hati menuju kulit. Variasi kadar air segar pada kedudukan radial ini serupa dengan hasil penelitian Munoz dan Moya (2008) terhadap kayu gmelina. Menurut Munoz dan Moya (2008), tingginya kadar air segar di bagian dekat hati diduga disebabkan oleh adanya kayu juvenil pada bagian tersebut yang mempunyai proporsi sel pembuluh yang tinggi.

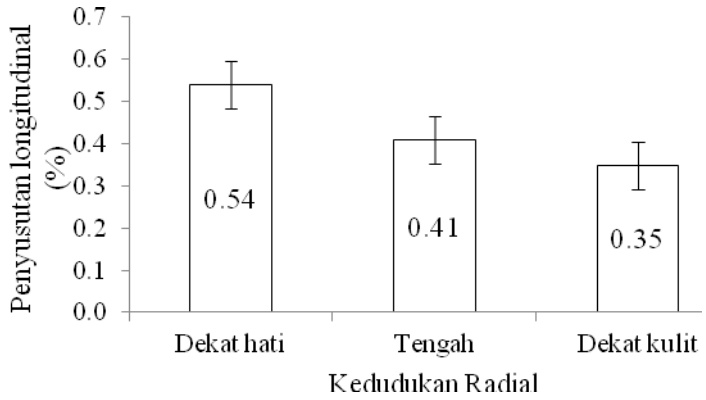
Berdasarkan nilai kadar air segar tersebut, kayu jabon pada penelitian ini mempunyai berat jenis segar sebesar 0,31 dengan kisaran 0,26 hingga 0,36. Nilai berat jenis segar ini tidak bervariasi dalam satu pohon. Akan tetapi, untuk berat jenis kering udara, terdapat variasi pada kedudukan radial. Pada kedudukan radial, berat jenis kering udara mengalami peningkatan dari bagian dekat hati menuju bagian dekat kulit. Secara umum, berat jenis kayu jabon pada penelitian ini lebih tinggi jika dibandingkan kayu jabon hasil penelitian Yani dan Marsoem (2009). Untuk lebih jelasnya, variasi berat jenis kering udara pada kedudukan radial dapat dilihat pada diagram di bawah ini:



Gambar 2. Variasi berat jenis kering udara pada kedudukan radial

Penyusutan longitudinal berkisar antara 0,16% - 0,64% dengan rata-rata 0,43%. Nilai penyusutan longitudinal ini lebih tinggi dibandingkan penyusutan longitudinal kayu normal, yaitu sebesar 0,1 – 0,3% (Panshin dan De Zeeuw, 1980). Berdasarkan hasil tersebut, diperkirakan kayu jabon yang digunakan pada penelitian ini masih dalam periode juvenil. Nilai penyusutan longitudinal bervariasi pada kedudukan radial, yang menunjukkan pola

penurunan dari bagian dekat hati ke bagian dekat kulit. Untuk lebih jelasnya, dapat dilihat pada diagram berikut ini:

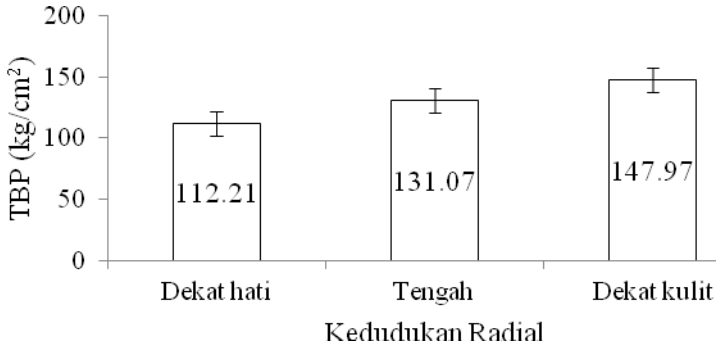


Gambar 3. Variasi penyusutan longitudinal pada kedudukan radial

Selain penyusutan longitudinal, hal yang perlu diperhatikan adalah kestabilan dimensi kayu yang dapat dilihat dari nilai T/R penyusutan. Nilai T/R diperoleh berdasarkan nilai penyusutan tangensial dan penyusutan radial. Nilai penyusutan tangensial berkisar antara 1,82% hingga 5,14% dengan rata-rata 2,80%, sedangkan penyusutan radial berkisar antara 0,84% hingga 2,05% dengan rata-rata 1,58%. Nilai T/R penyusutan kayu jabon pada penelitian ini cukup tinggi, yaitu sebesar 3,74 dengan kisaran 1,92 hingga 6,59. Artinya, dimensi kayu jabon pada penelitian ini kurang stabil terhadap penyusutan, sehingga rentan mengalami cacat pengeringan.

3.2 Sifat mekanika kayu

Kekuatan lengkung statis pada tegangan batas proporsi kayu jabon hasil penelitian ini berkisar antara 103,55 kg/cm^2 hingga 159,03 kg/cm^2 dengan rata-rata 130,41 kg/cm^2. Nilai tegangan batas proporsi ini lebih rendah jika dibandingkan hasil penelitian Yani dan Marsoem (2009) sebesar 270,80 kg/cm^2; Martawidjaya *et al*. (2005) sebesar 294 kg/cm^2. Nilai tegangan batas proporsi ini bervariasi dalam satu pohon pada kedudukan radial yang menunjukkan pola peningkatan dari hati menuju kulit. Untuk lebih jelasnya, variasi kekuatan lengkung statis pada batas proporsi digambarkan pada diagram di bawah ini:



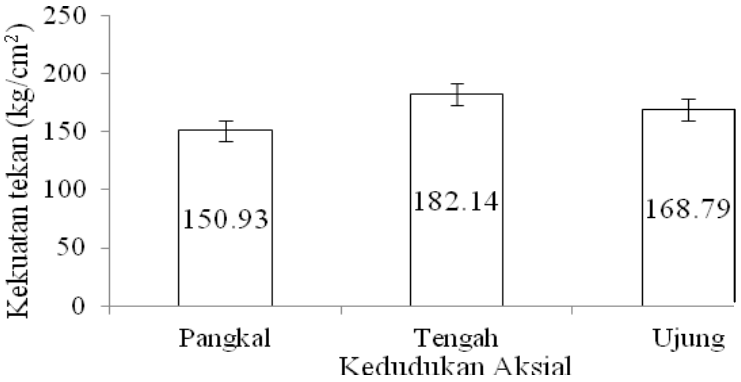
Gambar 4. Variasi kekuatan lengkung statis pada batas proporsi pada kedudukan radial

Kekuatan lengkung statis pada modulus elastisitas kayu jabon hasil penelitian ini berada pada kisaran 37,81 (x 1000 kg/cm^2) – 45,18 (x 1000 kg/cm^2) dengan rata-rata 41,91 (x 1000 kg/cm^2). Nilai modulus elastisitas ini hampir sama dengan hasil penelitian Yani dan Marsoem (2009) sebesar rata-rata 41,45 (x 1000 kg/cm^2), namun lebih rendah dibandingkan modulus elastisitas kayu jabon menurut Martawidjaya *et al*. (2005) sebesar 42,9 (x 1000 kg/cm^2). Nilai modulus elastisitas kayu jabon pada penelitian ini tidak bervariasi secara nyata dalam satu pohon, baik pada kedudukan aksial maupun radial.

Kekuatan lengkung statis pada modulus patah kayu jabon hasil penelitian ini berada pada kisaran 233,38 kg/cm^2 hingga 295,82 kg/cm^2 dengan rata-rata 265,87 kg/cm^2. Nilai modulus patah ini lebih rendah jika dibandingkan kayu jabon hasil penelitian Yani dan Marsoem (2009) sebesar 424,54 kg/cm^2; maupun Martawidjaya *et al*. (2005) sebesar 516 kg/cm^2. Nilai modulus patah kayu jabon hasil penelitian ini tidak bervariasi secara nyata baik pada kedudukan aksial maupun radial.

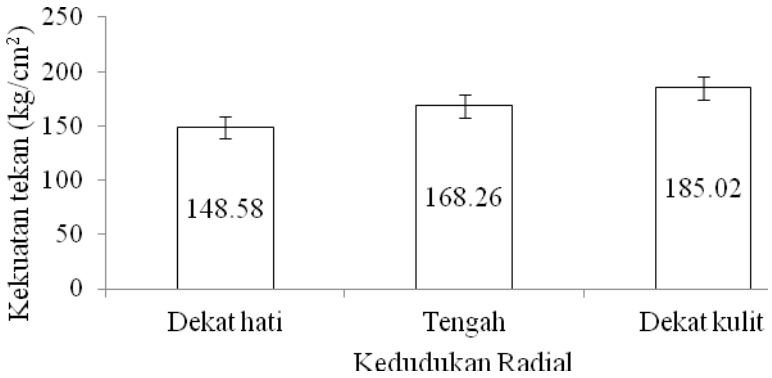
Kekuatan tekan sejajar serat kayu jabon berada pada kisaran 134,43 kg/cm^2 hingga 206,31 kg/cm^2 dengan rata-rata 167,29 kg/cm^2. Nilai rerata kekuatan tekan sejajar serat ini lebih tinggi dibandingkan kayu jabon Yani dan Marsoem (2009) yaitu sebesar 90,66 kg/cm^2. Berat jenis menyebabkan perbedaan kekuatan tekan sejajar serat kayu jabon, sebagaimana yang dijelaskan sebelumnya, kayu jabon pada penelitian ini menunjukkan nilai berat jenis yang lebih tinggi. Panshin dan De Zeeuw (1980); Tsoumis (1991); Bowyer, *et al*. (2007) telah menjelaskan adanya hubungan yang linier antara berat jenis dengan kekuatan kayu, yang mana semakin tinggi berat jenisnya, kekuatan kayu juga akan bertambah.

Nilai kekuatan tekan sejajar serat kayu jabon hasil penelitian ini bervariasi secara nyata dalam satu pohon pada kedudukan aksial dan radial. Pada kedudukan aksial, kekuatan tekan sejajar serat menunjukkan nilai terbesar pada bagian tengah, sedangkan nilai terkecil terdapat pada bagian pangkal. Untuk lebih jelasnya, variasi kekuatan tekan sejajar serat pada kedudukan aksial disajikan pada diagram berikut ini:



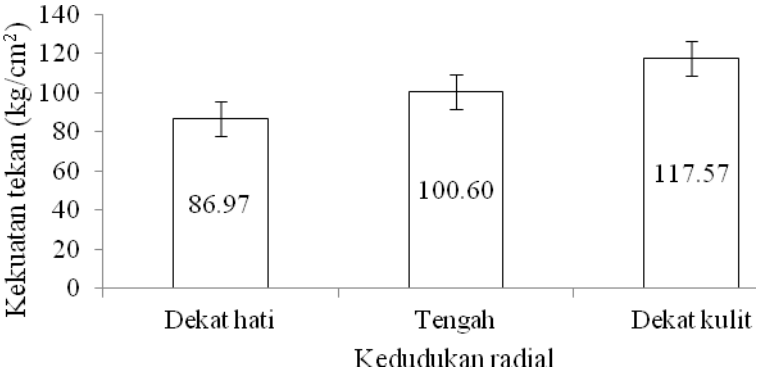
Gambar 5. Variasi kekuatan tekan sejajar serat pada kedudukan aksial

Variasi kekuatan tekan sejajar serat juga terdapat pada kedudukan radial yang menunjukkan pola peningkatan dari bagian dekat hati menuju bagian dekat kulit. Untuk lebih jelasnya, variasi kekuatan tekan sejajar serat pada kedudukan radial disajikan pada diagram berikut:



Gambar 6. Variasi kekuatan tekan sejajar serat pada kedudukan radial

Kekuatan tekan tegak lurus serat kayu jabon berkisar antara 67,45 kg/cm^2 hingga 140,76 kg/cm^2 dengan rata-rata 101,71 kg/cm^2. Hasil penelitian Yani dan Marsoem (2009) menunjukkan nilai kekuatan tekan tegak lurus serat yang lebih rendah, yaitu 60,84 kg/cm^2. Selain karena faktor berat jenis, faktor kadar air juga mempengaruhi perbedaan kekuatan tekan tegak lurus serat antara kayu jabon pada penelitian ini dengan kayu jabon hasil penelitian Yani dan Marsoem (2009). Nilai kekuatan tekan tegak lurus serat kayu jabon pada penelitian ini bervariasi secara nyata dalam satu pohon pada kedudukan radial. Bagian dekat hati menunjukkan nilai kekuatan tekan tegak lurus serat paling rendah, lalu meningkat di bagian dekat kulit. Untuk lebih jelasnya, variasi kekuatan tekan tegak lurus serat pada kedudukan radial disajikan pada diagram di bawah ini:



Gambar 7. Variasi kekuatan tekan tegak lurus serat pada kedudukan radial

4. Kesimpulan

Secara umum, kayu jabon yang tumbuh di Kabupaten Sleman mempunyai kadar air segar sebesar 127,41% dengan berat jenis segar 0,31. Dengan nilai berat jenis tersebut, kayu jabon pada penelitian ini mempunyai kekuatan lengkung statis pada MOE sebesar 41,91 (x1.000 kg/cm^2), kekuatan tekan sejajar serat 167,29 kg/cm^2, dan kekuatan tekan tegak lurus serat sebesar 101,71 kg/cm^2. Beberapa parameter pengujian sifat fisika dan mekanika kayu jabon yang tumbuh di Kabupaten Sleman menunjukkan adanya variasi dalam satu pohon. Pada kedudukan aksial, terdapat variasi pada nilai penyusutan tangensial dan kekuatan tekan sejajar serat. Pada kedudukan radial, terdapat variasi pada kadar air segar, berat jenis kering

udara, penyusutan longitudinal, kekuatan lengkung statis pada batas proporsi, kekuatan tekan sejajar serat, dan kekuatan tekan tegak lurus serat.

Referensi

Bowyer, J.L, R. Shmuslsky, & J.G. Haygreen. (2007). *Forest Product and Wood Science: An Introduction*. Oxford, UK: Blackwell Publishing.

Chowdhury, M.D., F. Ishigury, K. Iizuka, Y. Takashima, K. Matsumoto, T. Hiraiwa, M. Ishido, H. Sanpe, S. Yokota, & N. Yoshizawa. (2008). Radial Variations of Wood Properties in Casuarina equisetifolia Growing in Bangladesh. *Journal Wood Science* 55, 139-143.

Istikowati, W.T., F. Ishiguri, H. Aiso, F. Hidayati, J. Tanabe, K. Iizuka, B. Sutiya, I. Wahyudi, & S. Yokota. (2014). Physical and Mechanical Properties of Woods from Three Native Fast-Growing Species in A Secondary Forest in South Kalimantan, Indonesia. *Forest Products Journal* 64 (1/2), 48-54.

Kosasih, A.S. (2011). Naskah Pelatihan Teknik Silvikultur Jabon. Diunduh dari http://www.forda-mof.org/files/TEKNIK-SILVIKULTUR-JABON.pdf pada 24 September 2014 pukul 20.00 WIB

Marsoem, S.N., J. Sulistyo, & J.P.G. Sutapa. (2012). *Buku Ajar Sifat-Sifat Dasar Kayu*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada.

Martawidjaya, A., I. Kartasudjana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira, & K. Kadir. (2005). *Atlas Kayu Jilid II*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Departemen Kehutanan.

Munoz, F. & R. Moya.(2008). Moisture Content Variability in Kiln-Dried Gmelina Arborea Wood: Effect of Radial Position and Anatomical Features. *Journal Wood Science* 54,318-322

Panshin, A.J & C. de Zeeuw. (1980). *Textbook of Wood Technology*. New York, USA: Mc-Graw Hill Book Company.

Tsoumis, G. (1991). *Science and Technology of Wood: Structure, Properties, Utilization*. New York, USA: Van Nostrand Reinhold.

Yani, A., & S.N. Marsoem. (2009). *Variasi Aksial dan Radial Sifat Fisika dan Mekanika dan Struktur Anatomi Kayu Jabon (Anthocephalus cadamba Miq.) dari Kabupaten Landak, Kalimantan Barat*. Yogyakarta: Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada.

Pengujian Sifat Mekanis pada Bambu Betung sebagai Pertimbangan Penggunaan Bahan Baku Struktural

Ana Agustina,[a,*], Naresworo Nugroho[b], Dede Hermawan[b] dan Efendi Tri Bahtiar[b]

[a]*Fakultas Kehutanan Universitas Jambi,*
[b]*Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB*

Abstract

Bamboo is a grass species that grows rapidly more than trees. The ability of bamboo to grow fast and reach harvest age in a relatively short time make bamboo favored as raw material for handicraft industry and building materials. This study examined bamboo betung (*Dendrocalamus asper*), one of bamboo species often used as a building material. The purpose of the study was to determine differences in the mechanical properties of the base, middle and end of bamboo. The mechanical tests on bamboo betung was determined on the skin and the inside of bamboo. The results showed the value of Modulus of Elasticity (MOE) and Modulus of Rupture (MOR) was decreased from base, middle until the end of bamboo. The highest MOE and MOR values showed at the base bamboo with unpeeled outer skin, ie 15802.85 MPa and 134.28 MPa. MOE and MOR values was decreased when outer skin part of bamboo were peeled. The study recommended the silica part or outer skin of bamboo not be removed for aesthetic purposes and a better structural strength.

Keywords: Betung Bamboo, MOE, MOR, Mechanical Properties, Structural material

* Korespondensi penulis. Tel.: + 6285262920283
E-mail: anaagustina9030@gmail.com

1. Pendahuluan

Bambu merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu yang memiliki karakteristik unggulan sebagai bahan baku struktural. Sehingga dalam penggunaannya pada saat ini telah berkembang menjadi bahan baku berbagai jenis produk komposit struktural. Terdapat beberapa perbedaan antara bambu dan kayu, pada struktur anatomi bambu tidak terdapat sel jari-jari dan mata kayu yang memberikan keuntungan pada bambu dalam hal pendistribusian beban ke arah panjang batang bambu lebih merata. Akan tetapi, karena bentuk dari bambu yang silinder dan terdapat rongga di bagian tengah membuat bambu sulit untuk di rekatkan dibandingkan kayu (Li, 2004).

Banyak penelitian berkaitan dengan sifat mekanis bambu telah dilakukan yang sebagian hasilnya menunjukkan bahwa bambu memiliki keunggulan sifat mekanis (kekuatan tarik dan lentur) daripada kayu (Yu *et al*., 2008; Jiang *et al.*, 2012; Chaowana 2013), keunggulan sifat-sifatnya dibandingkan material lain (plastik, baja) (Jiang *et al*., 2012; Sakaray *et al.*, 2012; Chaowana, 2013). Keunggulan bambu untuk menjaga lingkungan (jumlah penyerapan karbon

yang lebih banyak di bandingkan hutan alam) (Bahtiar *et al*., 2012; Van der Lugt *et al*., 2006) dan kelestarian sumberdaya bambu di alam (Nath *et al*., 2012). Sebagai produk alam, sifat-sifat batang bambu dipengaruhi oleh banyak faktor selama periode pertumbuhannya antara lain genetik dan kondisi habitat. Faktor-faktor tersebut menghasilkan variabilitas pada bentuk dan ukuran bambu sehingga setiap batang dapat memiliki beraneka ragram ukuran, taper, dan eksentrisitas (Bahtiar *et al*., 2013).

Dalam penelitian ini akan diobservasi kekuatan bambu (MOE dan MOR) sehingga dapat dijadikan sebagai pertimbangan dalam penggunaannya sebagai bahan baku struktural. Penelitian dilakukan untuk mengetahui perbedaan sifat mekanis dari bagian pangkal, tengah dan ujung bambu. Selain itu untuk mengetahui pengaruh keberadaan kulit luar batang bambu terhadap sifat kekakuan dan kekuatan lentur bambu betung.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan alat

Bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis bambu betung (*Dendrocalamus asper*) merupakan jenis bambu dengan ketebalan ruas bisa mencapai 1.5 cm yang diperoleh dari daerah Cibeureum-Dramaga, Bogor, Jawa Barat. Alat yang digunakan dalam melakukan pengujian terhadap sifat kekakuan dan kekuatan lentur bambu adalah *Universal Testing Machine* merk Instron. pelaksanaan pengujian dilakukan di Laboratorium Rekayasa dan Desain Bangunan Kayu, Departemen Hasil Hutan Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.

2.2. Persiapan contoh uji

Contoh uji dibedakan menjadi tiga kelompok, yaitu bagian pangkal, tengah dan ujung bambu, contoh uji bambu yang dipersiapkan terdiri dari dua jenis pengujian, yaitu pengujian dengan kulit luar (silika) tanpa dikupas dan pengujian dengan kondisi kulit luar yang dikupas. Dari perlakuan ini diharapkan adanya perbedaan nilai kekakuan dan kekuatan lentur dari bambu betung tersebut.

Adapun ukuran contoh uji yang digunakan adalah dengan panjang bentang 15 kali dari tebal contoh uji, dengan lebar 2 cm. Pengujian MOE bambu betung dilakukan dengan cara pembebanan terpusat (*one point loading bending test*). Nilai MOE dihitung dengan rumus:

$$MOE = \frac{\Delta P L^3}{4 \Delta Y b h^3} \quad (1)$$

dimana:

MOE : *Modulus of elasticity* (kg/cm^2)
ΔP : Besar perubahan beban sebelum batas proporsi (kg)
L : Jarak sangga (cm)
ΔY : Besar perubahan defleksi akibat perubahan beban (cm)
b : Lebar contoh uji (cm)
h : Tebal contoh uji (cm)

Pengujian MOR bambu betung dilakukan bersama-sama dengan pengujian MOE dengan memakai contoh uji yang sama (Gambar 4). Pengujian MOR dilakukan hingga contoh uji yang diberikan beban terpusat ditengah bentangnya mengalami kerusakan. Nilai MOR dihitung dengan rumus:

$$MOR = \frac{3PL}{2bh^2} \quad (2)$$

dimana:
MOR : *Modulus of rupture* (kg/cm^2)
P : Beban maksimum (kgf)
L : Jarak sangga (cm)
b : Lebar contoh uji (cm)
h : Tebal contoh uji (cm)

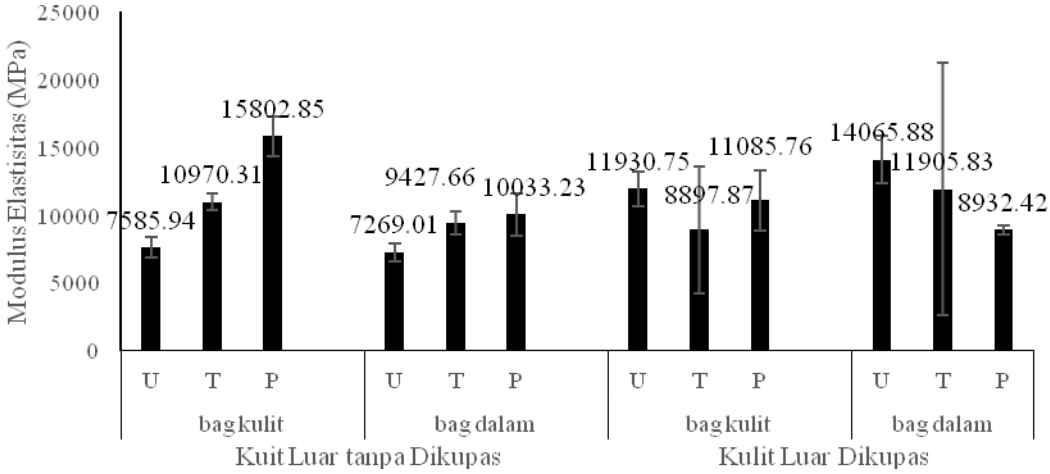
3. Hasil dan Pembahasan

Pengujian modulus elastisitas (MOE) dilakukan untuk melihat sejauh mana kemampuan produk untuk mempertahankan bentuk awalnya sebagai akibat dari menahan beban yang cenderung dapat merubah bentuk dan ukurannya. Modulus elastisitas diukur pada kondisi tegangan dan regangan berada di bawah batas proporsi. Nilai MOE menunjukkan keelastisan suatu bahan, semakin tinggi nilai MOE maka akan semakin kaku bahan tersebut, sebaliknya semakin rendah nilai MOE maka akan semakin elastis bahan tersebut (Dinwoodie, 1981).

Modulus elastisitas (MOE) pada bambu yang kulit luar (silika) tidak dikupas memiliki kisaran nilai 7269.01-15802.85 MPa, nilai MOE bambu betung dengan kondisi pengujian kulit luar tanpa dikupas semakin meningkat dari bagian ujung hingga ke bagian pangkal batang bambu (Gambar 1). Sementara itu, pada bambu dengan perlakuan kulit luar (silika) yang dikupas menunjukkan terjadinya penurunan nilai dari bagian ujung hingga ke pangkal batang bambu. Nilai MOE bambu betung dengan kondisi pengujian tanpa dikupas bagian kulit luar (silika) bagian pangkal batang bambu memiliki nilai tertinggi dibandingkan perlakukan lainnya. Berdasarkan hasil uji statistik, terdapat perbedaan yang signifikan antara bagian pangkal dan tengah bambu dengan perlakuan kulit luar (silika) dikupas dan tanpa dikupas, dimana terjadi penurunan nilai MOE pada bambu yang telah dikupas bagian silikanya.

Kekuatan lentur yang dimiliki bambu memiliki nilai yang lebih tinggi daripada kayu atau bisa disamakan dengan baja ringan (Chaowana, 2013). Pemanfaatan bambu yang terus berlangsung dari generasi ke generasi menjadikan bambu salah satu bahan baku bangunan yang cukup kompetitif ditambah lagi dengan perkembangan dan kemajuan teknologi.

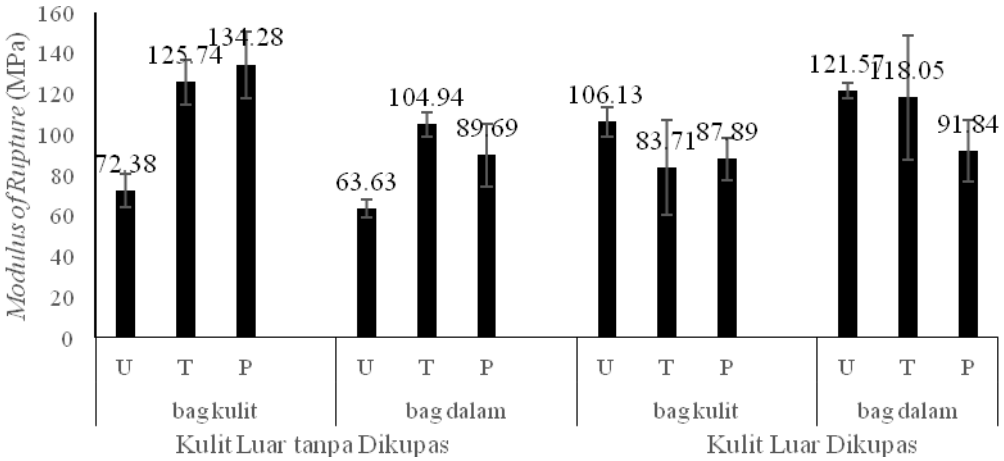
Secara teoritis sifat-sifat mekanis bambu tergantung pada jenis, umur, kelembaban (kadar air kesetimbangan), bagian batang yang digunakan (pangkal, tengah, ujung), letak dan jaraknya ruas masing-masing (bagian ruas kurang tahan terhadap gaya tekan dan lentur) (Frick, 2004). Berdasarkan hasil pengujian yang diperoleh pengujian bambu betung dengan kondisi kulit luar tanpa dikupas menunjukkan peningkatan nilai MOE dari ujung hingga ke pangkal bagian bambu.



Gambar 1. Modulus elastisitas bambu betung dengan perlakuan kulit luar dikupas dan tanpa dikupas

Keterangan:U : Bagian Ujung Bambu
T : Bagian Tengah Bambu
P : Bagian Pangkal Bambu

Modulus of Rupture (MOR) merupakan batas maksimum suatu bahan menahan beban hingga bahan tersebut mengalami perubahan bentuk/kerusakan. Nilai MOR tertinggi terdapat pada bagian pangkal bambu dengan kondisi kulit luar (silika) tanpa dikupas yaitu 134.28 MPa. Dengan dilakukannya pengujian terhadap bambu betung yang membandingkan antara contoh uji MOR tanpa dikupas bagian kulit luar dan yang telah dikupas diperoleh hasil yang menunjukkan perbedaan yang signifikan pada bagian pangkal dan tengah batang (Gambar 2).



Gambar 2. M*odulus of rupture* bambu betung dengan perlakuan kulit luar dikupas dan tanpa dikupas

Keterangan: U : Bagian Ujung Bambu
T : Bagian Tengah Bambu
P : Bagian Pangkal Bambu

Nilai MOR pada bagian ujung memiliki nilai lebih rendah dibandingkan pada bagian tengah dan pangkal batang bambu, hal ini dipengaruhi oleh semakin banyaknya jumlah ikatan pembuluh yang mampu meningkatkan kekuatan dari bambu tersebut. Dalam penelitian

Augistyra (2012) menunjukkan terjadi peningkatan nilai MOR dari ujung batang bambu hingga ke bagian pangkal, hal ini dipengaruhi oleh sifat kekakuan pada bagian ujung pangkal yang semakin meningkat sehingga mempengaruhi nilai MOR pada bambu betung.

Bambu mengalami penurunan kekuatan apabila bagian kulit luar dikupas, keberadaan kulit luar (silika) bambu pun akan menambah kesan estetika pada penggunaannya. Dengan terdapatnya perbedaan antara kulit luar bambu yang dikupas dan tanpa dikupas dapat dijadikan pertimbangan dalam penggunaan bambu dengan tujuan penggunaan bahan struktural.

4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, bambu betung memiliki nilai MOE dan MOR tertinggi dihasilkan pada bagian pangkal bambu dengan kulit luar tanpa dikupas, yaitu 15802.85 MPa dan 134.28 MPa. Terdapat pengaruh pada posisi batang terhadap nilai MOE dan MOR dimana nilainya semakin menurun dari bagian pangkal hingga ke ujung bambu. Terjadi penurunan nilai MOE dan MOR pada kondisi pengujian bambu yang dikupas bagian kulit luarnya. Sehingga dalam penggunaan bambu sebaiknya bagian silika tetap ada dengan tujuan estetika dan kekuatan struktural lebih tinggi.

Referensi

Augistyra, D.D. (2012). Distribusi Ikatan Pembuluh, Sifat Fisis Mekanis Bilah Bambu dan Bambu Laminasi Dua Lapis [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Bahtiar E.T, N. Nugroho, A. Carolina, & A.C. Maulana. (2012). Measuring carbondioxide sink of betung bamboo (*Dendrocalamus asper* (schult f.) backer ex heyne) by sinusoidal curve fitting on its daily photosynthesis light response. *Journal of Agricultural Science and Technology, 2* (7B), 780-788.

Bahtiar, E.T, N. Nugroho, S. Surjokusumo, & L. Karlinasari. (2013). Eccentricity effect on bamboo's flexural properties. *Journal of Biological Sciences*, *13*(2), 82-87.

Chaowana, P. (2013). Bamboo: An alternative raw material for wood and wood-based composites. *Journal of Materials Science Research, 2* (2), 90-102.

Dinwoodie, J.M. (1981). *Timber Its Structure, Properties and Utilisation*. Oregon (US): Timber Press.

Frick, H. (2004). Ilmu Konstruksi Bangunan Bambu, Seri Konstruksi Arsitektur 7. Yogyakarta: Kanisius.

Jiang, Z., F. Chen, G. Wang, X. Liu, S.Q. Shi, & H. Cheng. (2012). The circumferential mechanical properties of bamboo with uniaxial and biaxial compression tests. *Bioresources*, *7*(4),4806-4816.

Li, X. (2004). Physical, Chemical, and Mechanical Properties of Bamboo and Its Utilization Potential for Fiberboard Manufacturing. (Tesis). China (CN): Beijing Forestry University.

Nath, A.J, D.C. Franklin, M.J. Lawes, M.C. Das, & A.K. Das. (2012). Impact of Culm Harvest on Seed Production in a Monocarpic Bamboo. *Biotropica*, *44*(5): 699–704.

Sakaray, H, N.V.V.K. Togati, & I.V.R. Reddy. (2012). Investigation on Properties of Bamboo as Reinforcing Material in Concrete. *International Journal of Engineering Research and Applications (IJERA), 2*, 077-083.

Van der Lugt P, A.A.J.F. Van den Dobbelsteen, & J.J.A. Janssen. (2006). An environmental, economic and practical assessment of bamboo as a building material for supporting structures. *Construction and Building Materials*, *20*, 648-656.

Yu, H.Q, Z.H. Jiang, C.Y. Hse, T.F. Shupe. (2008). Selected physical and mechanical properties of moso bamboo (*Phyllostachys pubescens*). *Journal of Tropical Forest Science*, *20* (4), 258-263.

B. BIOKOMPOSIT

Sifat Fisis Mekanis Pot Organik Bibit Tanaman dari Limbah Kayu Mahang dan Daun Nenas

Eko Sutrisno* dan Agus Wahyudi

Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
Jln. Raya Bangkinang – Kuok KM. 09, Kabupaten Kampar

Abstract

Polybag use in plant nursery has impacts on environment due to utilization of polybag plastic waste. Furthermore, the use of plastic polybag causes damage to plant roots during planting. This research aimed to produce environmentally friendly of biopot for seeds from waste mixture of mahang wood fiber and pineapple leaf fiber. The research design used a 4 x 3 completely randomized factorial design with 5 replications. The first variable was the composition mixture of mahang fiber and pineapple leaf (100:0; 95:9; 90:10; 85:15), the second variable was the dolomite concentration (0%; 5%; 10%). The results showed that biopot has a density of 0.24-0.39 g/cm^2; water content of 2.91-14.17%, water absorption of 4.50-7.88%, thickness swelling of 1.78-32.70% and a burst pressure of 0.43-11.58 kg. The composition of raw material and dolomite has no significant effect on the mechanical and physical properties.

Keywords: Biopot, Dolomite, Mahang, Pineapple leaf, Poly bag

* Korespondensi penulis. Tel.: 6281371810070
E-mail: ekokuoksutrisno@gmail.com

1. Pendahuluan

Mahang merupakan salah satu primadona pada hutan sekunder. Jenis ini tergolong pada jenis tanaman pioner pada hutan sekunder di lahan mineral maupun gambut. Menurut Suhartati *et al*., (2012) kayu mahang (*Macaranga hypoleuca* (Reichb.f.et Zoll) M.A.) merupakan salah satu tanaman yang potensial untuk dikembangkan sebagai salah satu jenis alternatif penghasil pulp. Potensi kayu mahang yang tumbuh di hutan sekunder di Provinsi Riau adalah 50 – 300 pohon per hektar. Berdasarkan data Kementerian Kehutanan tahun 2013, luas hutan sekunder di Indonesia yang berada di dalam kawasan hutan mencapai 40,82 juta Ha dan untuk provinsi Riau seluas 1,82 juta Ha (Kementerian Kehutanan, 2014). Berdasarkan luasan hutan sekunder di Provinsi Riau tersebut maka potensi kayu mahang yang ada sekitar 90 – 546 juta pohon.

Kayu mahang masih belum banyak dimanfaatkan, hal ini dikarenakan kayunya yang ringan, kurang kuat dan tidak awet jika dijadikan sebagai bahan bangunan. Sampai saat ini pemanfaatan kayu mahang di Provinsi Riau hanya diolah menjadi papan untuk pembuatan peti bibit tanaman dan papan cetakan dalam pengecoran bangunan. Proses pengolahan kayu untuk menjadi produk hanya memanfaatkan 60 – 70% dari komoditi kayu, sisanya sekitar 30 – 40% merupakan limbah sisa kayu dan serbuk gergajian (Irawati *et al.* 2013). Berbanding

lurus dengan potensi kayu mahang yang tersedia di Provinsi Riau, maka limbah dari pemanfaatan kayu mahang yang bisa dimanfaatkan adalah sebesar 6,3 – 38,2 juta m^3.

Sebagai salah satu sentra produksi nenas (*Ananas comusus* (L) Merr) di Indonesia, Provinsi Riau khususnya Kabupaten Kampar menghasilkan 25.652 ton dengan produksi limbah nenas sebesar 17.956 ton pada tahun 2012 (Dinas Pertanian Kabupaten Kampar, 2013). Pemanfataan buah nenas terbesar berupa konsumsi buah segar yang dipasarkan di pasar tradisional dan hotel di sekitar kota Pekanbaru. Selain buah segar produk olahan lainnya berupa selai, sirup, keripik dan dodol nenas. Menurut Wijoyo *et. al*. (2011), pemanfaatan pelepah nenas untuk menghasilkan serat alam dapat direkomendasikan sebagai bahan komposit yang ramah lingkungan.

Penggunaan polybag dalam penyiapan bibit tanaman menimbulkan permasalahan tersendiri dalam penanaman di lapangan. Kontainer bibit tanaman yang berupa polybag akan menimbulkan limbah yang akan menjadi bahan pencemar lingkungan. Selain permasalahan lingkungan yang ditimbulkan, pada saat proses pengeluaran bibit tanaman seringkali akar tanaman mengalami kerusakan yang akan mengakibatkan terganggunya fisiologis bibit. Kondisi tersebut biasanya disebabkan akar tanaman yang tumbuh secara melingkar. Dengan terganggunya sistem perakaran bibit, adaptasi terhadap lingkungan menjadi menurun yang dapat mengakibatkan persentase hidup dan pertumbuhannya menjadi rendah. Menurut Budi *et. al.*, (2012), kerusakan akar pada saat proses pengeluaran bibit dari media tumbuhnya dapat mempengaruhi proses adaptasi dan pertumbuhan tanaman di lapangan. Penelitian ini bertujuan untuk membuat pottray bibit tanaman yang ramah lingkungan dari campuran serat kayu mahang dan serat limbah pelepah nenas.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan waktu

Penelitian ini dilakukan di laboratorium pulp Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan. Penelitian dilaksanakan mulai bulan Juli sampai dengan Desember 2014.

2.2 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kayu mahang (*Macaranga hypoleuca*) dan daun nanas (*Ananas comosus*) , NaOH teknis dan dolomit. Alat – alat yang dipakai adalah golok, ember *stainless steel*, kompor gas, *holander beater*, *beating & freeness tester* dan cetakan *moulding pottray*.

2.3 Rancangan percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap faktorial. Faktor pertama adalah komposisi campuran serat mahang dan daun nanas. Faktor kedua adalah konsentrasi dolomit. Kombinasi dari berbagai perlakuan adalah sebagai berikut ;

a) Mahang : Nenas : Dolomit : 100:0:0
b) Mahang : Nenas : Dolomit : 95:5:0
c) Mahang : Nenas : Dolomit : 90:10:0
d) Mahang : Nenas : Dolomit : 85:15:0
e) Mahang : Nenas : Dolomit : 100:0:5
f) Mahang : Nenas : Dolomit : 95:5:5
g) Mahang : Nenas : Dolomit : 90:10:5
h) Mahang : Nenas : Dolomit : 85:15:5
i) Mahang : Nenas : Dolomit : 100:0:10
j) Mahang : Nenas : Dolomit : 95:5:10
k) Mahang : Nenas : Dolomit : 90:10:10
l) Mahang : Nenas : Dolomit : 85:15:10

Terdapat 12 perlakuan dengan ulangan 5 kali, maka biopot yang dibuat sebanyak 60 buah.

2.4 Tahapan pelaksanaan

2.4.1 Penguraian serat (pulping)

Daun nenas terlebih dahulu dicacah dengan ukuran 3-5 cm. Untuk menguraikan serat panjang dari daun nenas, terlebih dahulu direbus dengan NaOH (konsentrasi soda sebesar 5%) selama 2 jam, perbandingan serpih dan larutan pemasak 1 : 8 dan suhu pemasak 100^0C. Kemudian dicuci lalu dipisahkan dari bagian daun lainnya dengan menggunakan *holander beater* (konsistensi 3%) hingga diperoleh derajat kehalusan serat sekitar 600 - 700 ml CSF. Kemudian dikering udarakan selama satu minggu hingga diperoleh kadar air kesetimbangan (12 – 15%).

Kayu mahang dibuat serpih dengan ukuran 3 x 2 cm kemudian dikering udarakan selama satu minggu hingga diperoleh kadar air kesetimbangan. Setelah itu baru dilakukan proses pulping secara termomekanika. Derajat kehalusan yang digunakan untuk kayu mahang berkisar 500 – 700 ml CSF.

2.4.2 Pencetakan (pressing)

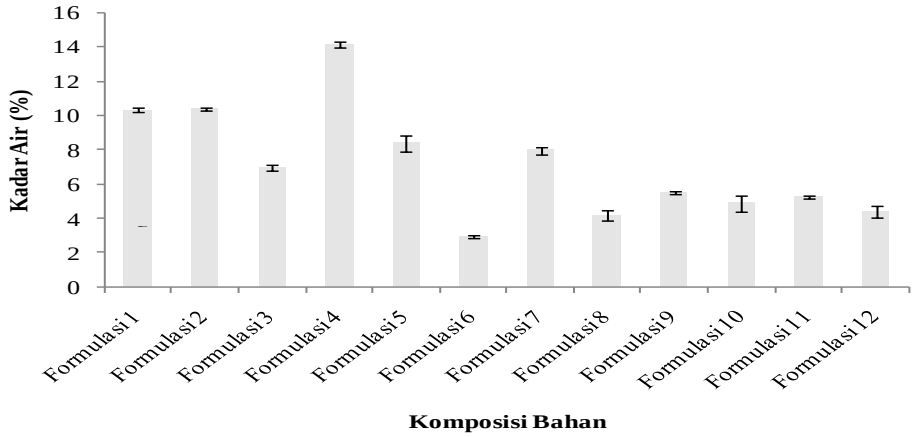
Serat kayu mahang dicampur serat daun nenas dengan perbandingan 100:0, 95:5, 90:10 dan 85:15. Masing – masing komposit ditambah dengan dolomit sebesar 0%, 5% dan 10%. Seluruh kombinasi perlakuan dibuat sebanyak 5 ulangan. Setelah semua bahan dicampur sesuai dengan perlakuan, maka tahap selanjutnya adalah pencetakan. Pencetakan pottray dilakukan dengan ketebalan ± 2 mm dengan kerapatan 0,08 g/cm². Tahap selanjutnya dilakukan pengeringan pada suhu 105^0C selama 24 jam. Setelah pengeringan dilakukan pengkondisian selama 1 minggu, kemudian dilakukan pengujian sifat fisis.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat fisik

3.1.1. Kadar air

Berdasarkan Gambar 1, untuk parameter kadar air terlihat bahwa formulasi 4 (14,17%) memiliki kadar air yang paling tinggi. Berdasarkan uji lanjut formulasi 1 (10,34%) dan 2 (10,42%) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan, diikuti formulasi 5 (8,38%) dan 7 (7,99%), formulasi 8 (4,16%) dan 12 (4,37%), formulasi 10 (4,88%) dan 11 (5,23%) serta formulasi 9 (5,52%) dan 11 (5,23%). Hal ini menunjukkan perbedaan komposisi bahan baku biopot tidak menyebabkan perbedaan yang signifikan. Keseluruhan kadar air biopot masih berada dibawah rerata kadar air kesetimbangan dalam ruangan yaitu 15 – 18%, sedangkan biopot pada rerata 7%. Kadar air merupakan kandungan air yang tersimpan dalam suatu bahan dan berhubungan dengan porositas bahan tersebut. Hayat (2013) menyatakan bahwa pada papan serat berbahan dasar serat nenas yang memiliki kerapatan rendah mempunyai porositas yang tinggi, karena semakin rendah suatu kerapatan maka semakin tinggi porositasnya. Menurut Sutrisno (2014), selain faktor perekat, komposisi campuran bahan pot organik tidak berpengaruh terhadap sifat penyerapan air.



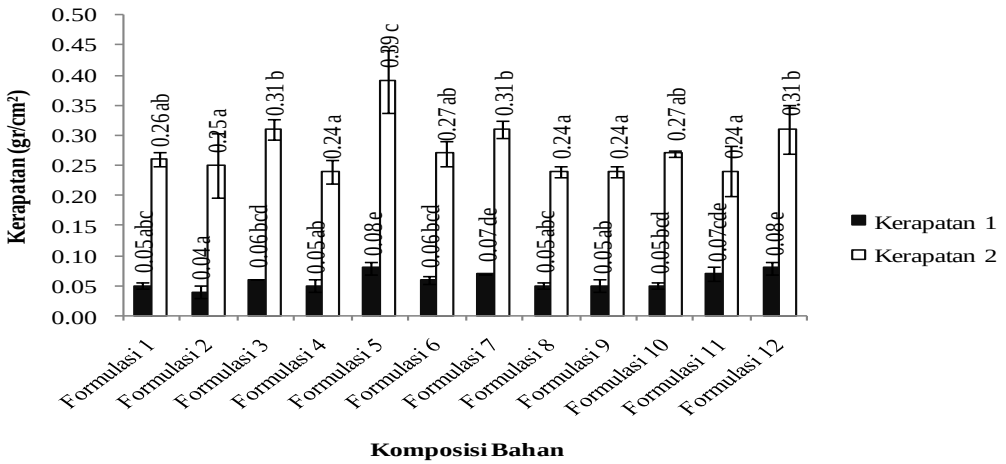
Gambar 1. Grafik pengamatan kadar air biopot

3.1.2. Kerapatan (g/cm²)

Kerapatan biopot diamati sebanyak 2 kali, yaitu pada saat sebelum dan sesudah dilapis paraffin. Penggunaan paraffin dimaksudkan sebagai *filler* atau pengisi antara ikatan serat. Gambar 2 menggambarkan bahwa penambahan paraffin mampu meningkat kerapatan sampai dengan 300%. Nilai kerapatan sebelum dilapisi paraffin mempunyai rentang yang tidak terlalu jauh. Secara umum nilai kerapatan biopottray 0,06 kg/cm², sehingga mengacu kepada Standar Nasional Indonesia (SNI) 01-4449-2006 tentang papan serat biopot tergolong kedalam kerapatan rendah.

Sebagai produk akhir, kerapatan setelah diberi *filler* rerata menjadi 0,28 g/cm² dan tetap pada kategori berkerapatan rendah. Secara statistik, formulasi 11 (0,24 g/cm²),9 (0,24 g/cm²) ,8 (0,24 g/cm²) ,4 (0,24 g/cm²) dan 2 (0,25 g/cm²) berbeda nyata terhadap formulasi 3 (0,31 g/cm²), 5 (0,39 g/cm²), 7 (0,31 g/cm²) dan 12 (0,31 g/cm²) tetapi tidak berbeda terhadap formulasi 1 (0,26 g/cm²), 6 (0,27 g/cm²) dan 10 (0,27 g/cm²). Formulasi 3 (0,31 g/cm²), 7 (0,31 g/cm²) dan 12 (0,31 g/cm²) berbeda nyata terhadap formulasi 11 (0,24 g/cm²), 9 (0,24 g/cm²) ,8 8 (0,24 g/cm²), 4 (0,24 g/cm²), 2 (0,25 g/cm²) dan 5 (0,39 g/cm²) namun tidak berbeda nyata terhadap formulasi 1 (0,26 g/cm²), 6 (0,27 g/cm²) dan 10 10 (0,27 g/cm²).

Dengan demikian pada komposisi bahan baku dan *filler* tidak mempengaruhi kerapatan. Kondisi akhir biopot ini tentunya mempengaruhi performa bibit yang akan tumbuh. Struktur dan anatomi perakaran diharapkan tumbuh normal pada pottray yang berkerapatan sedang dan rendah. Menurut Nursyamsi & Tikupadang (2014), biopotting yang dicetak secara kompak menjadikannya lebih padat dan kuat. Hal ini menyebabkan pertumbuhan sengon laut kurang bagus, karena akar kurang dapat menembus biopotting dan menyerap unsur hara yang terdapat pada biopotting.



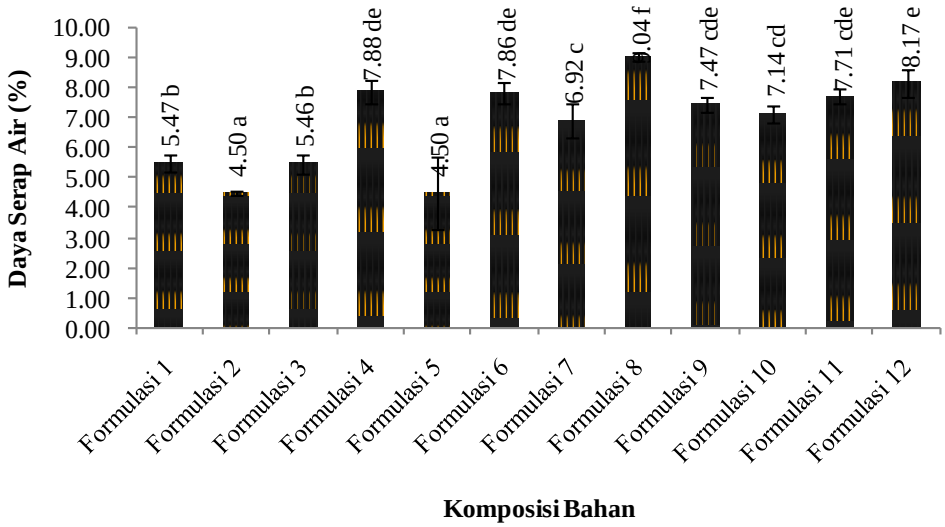
Gambar 2. Grafik pengamatan kerapatan biopot

3.1.3. Daya serap air (%)

Daya serap air erat kaitannya dengan pengembangan tebal, kadar air dan kekokohan biopot yang dihasilkan. Kondisi semua produk yang memiliki daya serap air yang kecil menjamin kestabilan dimensi papan. Rerata daya serap air biopot sebesar 6,86%. Secara berurutan daya serap air tertinggi terdapat pada formulasi 8 (9,04%), 6 (7,86%) dan 4 (7,88%). Untuk daya serap air terendah terdapat pada formulasi 2 (4,50%) dan 5 (4,50%) serta 3 (5,46%) dan 1 (5,47%). Daya serap air untuk formulasi yang rendah didominasi oleh komposisi bahan baku dengan komposisi lebih banyak serat kayu mahang. Namun komposisi campuran bahan secara statistik tidak berpengaruh terhadap sifat penyerapan air.

Daya serap air yang terjadi pada biopot berkaitan dengan sifat kimia dari serat kayu sebagai bahan penyusunnya. Menurut Brown *dalam* Sutrisno (2014), Keberadaan selulosa yang tinggi akan membentuk kecenderungan kuat membentuk ikatan–ikatan hidrogen dan intermolekul. Hal ini akan meningkatkan kemampuannya dalam menyerap molekul air. Menurut Casey (1980), selulosa dalam kayu berikatan dengan banyak zat lain yang berbeda antara lain hemiselulosa dan lignin. Pemisahan selulosa dari zat pengotor terjadi pada saat proses pembuatan pulp.

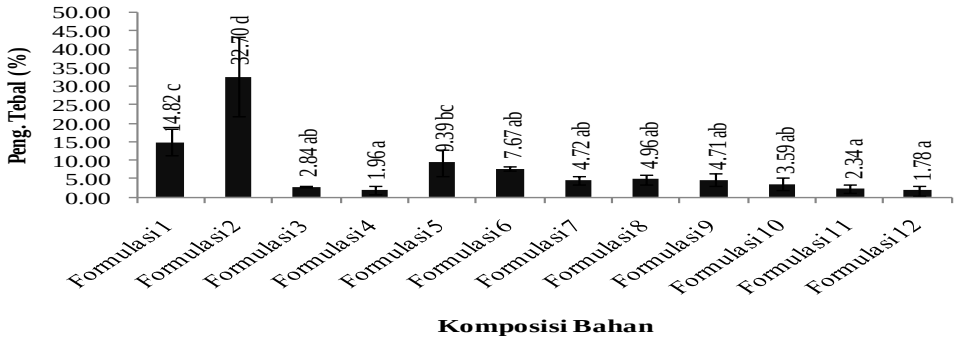
Pada formulasi yang memiliki komposisi serat nenas yang lebih banyak dibanding komposisi serat mahang dan dolomit, daya serap air relatif lebih tinggi. Adanya komponen selulosa dari serat kayu dan non kayu memungkinkan daya ikat terhadap molekul air semakin meningkat. Menurut Hidayat (2008), penurunan kekuatan serat nenas pada kondisi basah disebabkan adanya penetrasi molekul-molekul air kedalam rantai molekul multicellular cellulose serat, sehingga menimbulkan pengembangan (*swelling*) pada serat dan mengakibatkan terjadinya pergeseran antara molekul-molekul serat pada saat diberikan beban. Penambahan dolomit dalam komposisi bahan baku juga turut meningkatkan penyerapan air. Isman (2001) menyatakan, semakin besar kandungan dolomit maka kekuatan menahan tekanan dan berat jenis yang dihasilkan semakin rendah, serta kemampuan serap terhadap air semakin tinggi.



Gambar 3. Grafik pengamatan daya serap air biopot

3.1.4. Pengembangan tebal (%)

Pengembangan tebal berkorelasi terhadap kadar air dan daya serap air. Pada Gambar 4 terlihat pengembangan tebal terbesar terjadi pada formulasi 2 (32,70%) dan 1 (14,82%) sedangkan yang paling kecil pengembangan tebalnya terdapat pada formulasi 12 (1,78%) dan 4 (1,96%). Secara umum rerata pengembangan tebal pada biopot adalah 7,62%. Dengan demikian terlihat bahwa komposisi bahan baku, secara statistik tidak berpengaruh terhadap pengembangan tebal biopot yang dihasilkan.



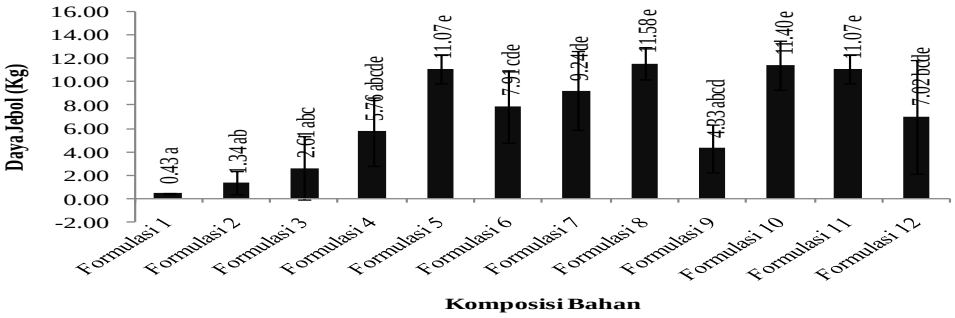
Gambar 4. Grafik pengamatan pengembangan tebal biopot

3.2. Sifat mekanik

3.2.1. Daya jebol (kg)

Daya jebol diasumsikan kemampuan biopot menahan beban media tanam. Pengujian dilakukan setelah biopot diberi bahan penolong (*filler*) berupa paraffin. Dari Gambar 5 terlihat daya jebol tertinggi terdapat pada formulasi 8 (11,58 kg) dan yang terendah pada formulasi 1 (0,43 kg). Rerata dari keseluruh formulasi dalam hal kemampuan menahan beban adalah 6,98 kg. secara umum untuk daya jebol tergolong baik, karena diasumsikan berat media yang digunakan < 1 kg per pottraynya. Daya jebol ini merupakan parameter akhir yang sangat dipengaruhi oleh nilai kadar air, daya serap air dan kerapatan.

Daya jebol erat kaitannya dengan karakteristik serat dari bahan baku. Panjang serat berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik kertas seperti kekuatan dan kekakuan, khususnya kekuatan sobek yang akan menurun seiring dengan menurunnya panjang serat. Serat panjang memungkinkan terjadinya ikatan antar serat yang lebih luas, tetapi dengan semakin panjang serat maka permukaan kertas akan semakin kasar (Casey, 1980). Semakin panjang serat kayu akan memperluas permukaan ikatan antar serat pada saat penggilingan sehingga menghasilkan jalinan antar serat yang lebih kuat. Menurut Budi *et. al*. (2012), melalui pengujian kekuatan dan kekakuan pot organik, penambahan perekat tapioka dapat meningkatkan kekuatan lentur dan menurunkan kekakuan (semakin elastis). Perekat tapioka memiliki kelenturan yang tinggi sehingga menyebabkan mudah ditembus oleh akar tanaman. Penggunaan bio kontainer dalam memproduksi massal bibit di rumah kaca mampu mempertahankan persentase tumbuh di lapangan.



Gambar 5. Grafik pengamatan daya jebol biopot

4. Kesimpulan

Prototipe biopot masih tergolong dalam klasifikasi papan serat kerapatan rendah. Perbedaan komposisi serat kayu mahang, nenas dan dolomit secara umum memiliki nilai fisis yang mendekati standarisasi klasifikasi papan serat berkerapatan rendah berdasarkan SNI tahun 2006. Komposisi bahan baku dan perekat tidak mempengaruhi secara signifikan terhadap parameter kadar air, kerapatan, daya serap air dan pengembangan tebal. Penambahan zat penolong sebagai pengisi (*filler*) mampu meningkatkan kerapatan biopot dan kemampuan menahan beban (daya jebol).

Referensi

Budi, S.W., A.Sukendro, L.Karlinasari (2012).Penggunaan Pot Berbahan Dasar Organik untuk Pembibitan *Gmelina arborea* Roxb. di Persemaian. *Jurnal Agon Indonesia, 40* (3), 239-245.

Casey, JP. (1980). *Pulping Chemistry and Chemical Technology Volume I. Pulping and Papermaking.* New York, Intercine Publicer Inc.

Dinas Pertanian Kabupaten Kampar.(2013). Data Pengembangan Sentra Nenas di Kabupaten Kampar.Dinas Pertanian Kabupaten Kampar. Bangkinang.

Hayat, W. Syakbaniah & Y. Darvina (2013). Pengaruh Kerapatan Terhadap Koefisien Absorbsi Bunyi Papan Partikel Serat Daun Nenas (*Ananas comusus L. merr.*). Pillar *of Physic*, *1* (1), 44 – 51.

Hidayat, P.(2008).Teknologi Pemanfaatan Serat Daun Nenas Sebagai Alternatif Bahan Baku Tekstil.*Teknoin*, *13*(2), 31 – 35.

Isman, M.T., I.S.Djoko Sukosrono & K.Endro (2001).Mempelajari Karakteristik Keramik dari Mineral Lokal Kaolin, Dolomit dan Pasir Ilment. *Prosiding Pertemuan dan Presentasi Ilmiah Penelitian Dasar Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Nuklir Tahun 2001* (1-5). Yogyakarta.

Irawati, D., J.P.G. Sutapa, M. A.B Firmansyah, F.W. Nugoho, & S.N.Marsoem (2013). Produksi Etanol dari Serbuk Kayu dengan Perlakuan Kalsium Hidroksida Menggunakan Metode SSF. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, *11* (1), 38 - 45.

Kementerian Kehutanan. (2014). Statistik Kementerian Kehutanan Tahun 2013. Kementerian Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.

Nursyamsi & H.Tikupadang, (2014). Pengaruh Komposisi Biopotting Terhadap Pertumbuhan Sengon laut (*Paraserianthes falcataria* L. Nietsen) di Persemaian.*Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, *3* (1), 65 – 73.

Sutrisno, E. & A.Wahyudi, (2014). Karakteristik Pot Organik Berbahan Dasar Limbah Perkebunan Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) ke XVII (430 – 435).* Medan.

Suhartati, S.Rahmayanti, A. Junaedi, & E.Nurrohman, (2012). *Sebaran dan Persyaratan Tumbuh Jenis Alternatif Penghasil Pulp di Wilayah Riau*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta.

Standar Nasional Indonesia (SNI). (2006). *SNI tentang Papan Serat (01-4449-2006).* Badan Standarisasi Nasional. Jakarta.

Wijoyo, C., Purnomo & A.Nurhidayat (2011). Optimasi Kekuatan Tarik Serat Nanas (*Ananas cormusus*) Sebagai Alternatif Bahan Komposit Serat Alam. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke 2 Tahun 2011 (153 - 158)*. Semarang.

Karakteristik Papan Serat Kerapatan Sedang Kayu Skubung (*Macaranga gigantea*) dengan Perekat Asam Malat

Agus Wahyudi,[a],[*], T.A. Prayitno[b] dan Ragil Widyorini[b]

[a]*Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan – Kuok*
Jl. Raya Bangkinang – Kuok km 9, Kotak Pos 4/BKN Bangkinang 28401 – Riau
[b]*Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada*
Jl. Ago No. 1 Bulaksumur 55281 – Yogyakarta

Abstract

Environmentally friendly fiberboard manufacturing technology, especially medium density fiberboard (MDF), is one way to improve the efficiency of wood utilization of tropical Indonesia. The potency of Skubung wood is quite large in secondary forests of Riau, but its utilization is limited as building molding board. This study aimed to evaluate the properties of medium density fiber board of wood adhesive skubung using malic acid. The MDF process has been conducted by a thermomechanical pulp, fiberboard made by the dry process with a temperature of 180^0C and the compression time of 10 min. The malic acid adhesive level used were 0%, 10%, 20% and 30%. The skubung fibreboard obtained had good properties with the IB, MOR and MOE value under the optimum condition of 30 wt % malic acid content were 0.29 MPa, 6.1 MPa and 1.35 GPa, respectively. The addition of malic acid adhesive can improve the both dimensional stability and mechanical properties of MDF.

Keywords: Dry process, Fiberboard, Malic acid, Skubung wood, Thermomechanical pulp, adhesive

* Korespondensi penulis. Telp.: 082225263161
E-mail: agus.kuok@gmail.com

1. Pendahuluan

Skubung adalah salah satu jenis tanaman pioner yang tumbuh di lahan mineral hutan sekunder Indonesia. Menurut data Kementerian Kehutanan tahun 2013, luas hutan sekunder Indonesia yang berada di dalam kawasan hutan mencapai 40,82 juta ha, dimana Propinsi Riau terdapat luasan hutan sekunder 1,82 juta ha (Anonim, 2014). Kayu skubung banyak tumbuh di hutan sekunder wilayah Propinsi Riau dengan potensi sekitar 20 – 50 pohon/ha (Suhartati *et al.,* 2012). Berdasarkan luasan hutan sekunder tersebut, potensi kayu skubung yang ada di Propinsi Riau sekitar 36 – 90 juta pohon. Kayu ini belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat di Propinsi Riau karena kayunya yang ringan, kurang kuat dan tidak awet bila digunakan sebagai bahan bangunan. Pemanfaatan kayu skubung di Propinsi Riau banyak

dibuat kayu papan sebagai bahan pembuatan peti bibit tanaman dan papan cetakan dalam pengecoran bangunan. Untuk meningkatkan nilai tambah atau penggunaan dari kayu skubung tersebut salah satunya dapat dimanfaatkan menjadi produk papan panel yaitu papan serat.

Papan serat kerapatan sedang atau MDF merupakan salah satu jenis produk panel kayu yang dibuat dari bahan-bahan berlignoselulosa khususnya berbahan baku kayu. Dalam pembuatan papan MDF, bahan baku yang digunakan dapat berasal dari serat berbagai jenis kayu dan limbah bahan berlignoselulosa lainnya serta dibutuhkan bahan perekat untuk menyatukan ikatan antar seratnya (Xing *et al.*, 2007). Bahan perekat yang umumnya digunakan adalah urea formaldehida, phenol formaldehida dan melamin formaldehida tergantung dari tujuan akhir penggunaan papan serat. Perekat urea formaldehida paling banyak digunakan dalam pembutaan papan serat karena harganya yang relatif murah dan tidak berwarna. Meskipun harganya murah dan penggunaanya sedikit sekitar 8% – 15% dari berat kering bahan, namun berkontribusi 60% terhadap biaya produksi akhir papan serat. Produk papan MDF sekarang ini masih memiliki sejumlah permasalahan, yaitu pemakaian perekat berbasis formaldehida. Senyawa formaldehida dapat menyebabkan kanker, iritasi pada mata dan kerongkongan serta gangguan pernapasan (Roffael, 1993). Selain itu, perekat-perekat yang populer dewasa ini, seperti urea formaldehida, melamin formaldehida, phenol formaldehida, serta isosianat merupakan perekat yang menggunakan bahan baku turunan minyak bumi sehingga tidak ramah lingkungan.

Asam polikarboksilat banyak diteliti sebagai perekat atau agen ikatan silang dalam pembuatan produk molding, papan partikel dan papan serat dengan performa yang baik (Umemura *et al.*,, 2012, 2013; Syamani *et al.*, 2013; Sugawara *et al.*, 2014). Mekanisme ikatan yang terjadi di dalam produk papan panel tersebut adalah adalah adanya ikatan silang antara asam polikarboksilat dengan selulosa dimulai dari pembentukan cyclic anhydrate intermediate karena dehidrasi dua kelompok karboksil yang umumnya terjadi diatas suhu titik lelehnya, kemudian bereaksi dengan selulosa yang kaya gugus hidrosil membentuk ikatan ester (Harifi *et al.*, 2012). Sugawara *et al.*, (2014) menggunakan asam malat sebagai agen ikatan silang dalam pembuatan papan MDF dari serat kenaf. Pada penelitian ini mengkaji karakteristik sifat fisik dan mekanik papan MDF dari kayu skubung dengan pemakaian asam malat sebagai perekatnya.

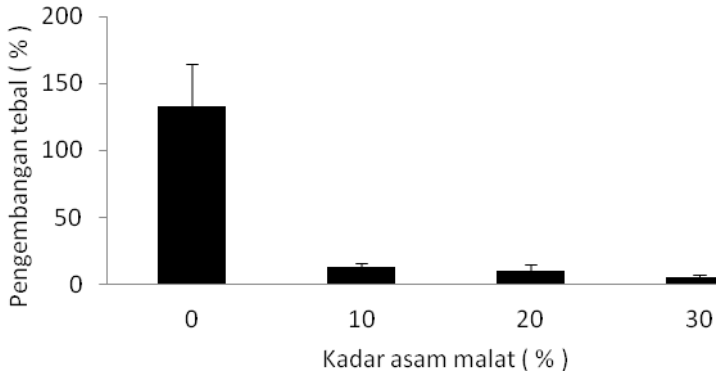
2. Bahan dan Metode

Kayu skubung (*Macaranga gigantea*) berasal dari hutan sekunder lahan mineral di Kab. Siak – Riau. Pembuatan pulp kayu skubung dilakukan dengan proses termomekanis dan pembuatan papan serat dilakukan dengan proses kering. Asam malat dilarutkan dalam aquades (50 wt%) dan kadar asam malat (wt%) yang diberikan 0%, 10%, 20% dan 30% berdasarkan berat kering pulp kayu skubung. Setelah pulp kayu skubung dan larutan asam malat dicampur merata, kemudian dioven pada suhu 80^0C selama 24 jam. Pulp kayu skubung dan asam malat kemudian dibentuk dalam lembaran berukuran 250 x 250 mm, kemudian dipress panas dengan suhu 180^0C selama 10 menit. Ukuran papan MDF yang dibuat 250 x 250 x 7 mm, dengan target kerapatan 0,7 g/cm^3. Setiap perlakuan diulang sebanyak 3 kali, sebelum dilakukan pengujian papan MDF kayu skubung dikondisikan pada suhu ruangan

selama 14 hari. Sifat papan MDF kayu skubung diuji berdasarkan standar Japanese Industrial Standard for Fibreboards (JIS A 5905 – 2003). Pengujian meliputi keteguhan patah (MOR), keteguhan elastic (MOE), keteguhan rekat internal (IB) dan pengembangan tebal serta daya serap air setelah direndam 24 jam.

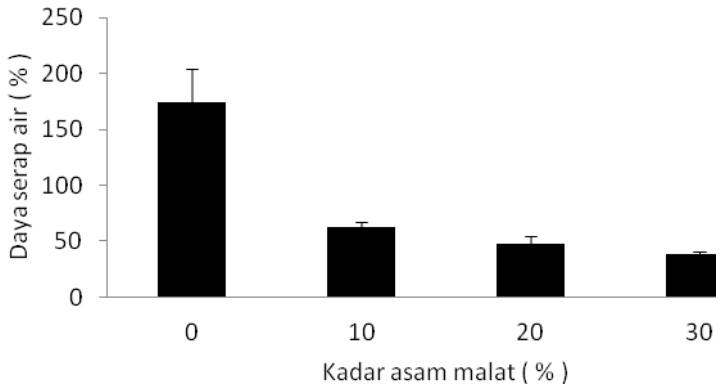
3. Hasil dan Pembahasan

Papan serat kerapatan sedang (MDF) kayu skubung memiliki kadar air 5% - 6%, dan kerapatan papan antara 0,71 g/cm^3 sampai 0,88 g/cm^3 meningkat seiring dengan peningkatan kadar asam malat. Papan MDF kayu skubung dengan asam malat memiliki nilai pengembangan tebal memenuhi standar JIS A 5905 (maksimal 17%), kecuali pada papan MDF kayu skubung tanpa asam malat atau *binderless*. Hubungan antara pengembangan tebal papan MDF kayu skubung dan kadar asam malat disajikan pada Gambar 1. Pengembangan tebal papan MDF kayu skubung menurun seiring dengan peningkatan kadar asam malat. Penurunan sifat pengembangan tebal tertinggi terdapat pada kadar asam malat 30% sebesar 5.72%. Menurut Vukusic *et al.,* (2006) asam polikarboksilat dapat menurunkan penyerapan air pada kayu fir dan beech.



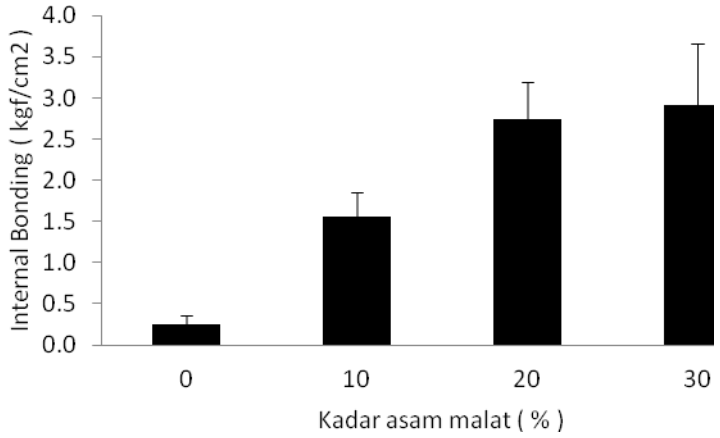
Gambar 1. Hubungan antara pengembangan tebal dan kadar asam malat pada papan MDF kayu skubung

Daya serap air papan MDF kayu skubung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi kadar asam malat yang diberikan. Daya serap air papan MDF kayu skubung dengan kadar asam malat yang berbeda disajikan pada Gambar 2. Ikatan silang asam polikarboksilat dengan gugus hidroksil kayu menurunkan sifat higoskopi kayu (Vukusic *et al.,* 2006).



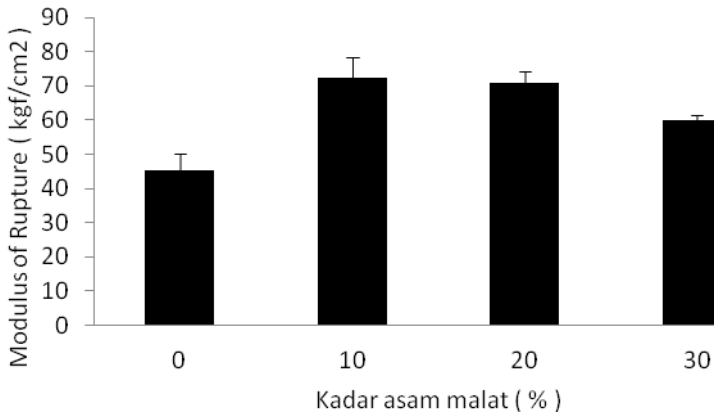
Gambar 2. Hubungan antara daya serap air dan kadar asam malat pada papan MDF kayu skubung

Sifat mekanika keteguhan rekat internal (*internal bond*) papan MDF kayu skubung dengan asam malat disajikan pada Gambar 3. Nilai rata-rata keteguhan rekat internal papan MDF binderless kayu skubung 0,25 kgf/cm^2, sedangkan yang diberi asam malat dengan kadar asam malat 30% sebesar 2,91 kgf/cm^2. Papan MDF kayu skubung pada penelitian ini memiliki nilai keteguhan rekat internal yang memenuhi standar JIS A 5905 type 5 (minimal 0,2 MPa) pada perlakuan asam malat 20% dan 30%.



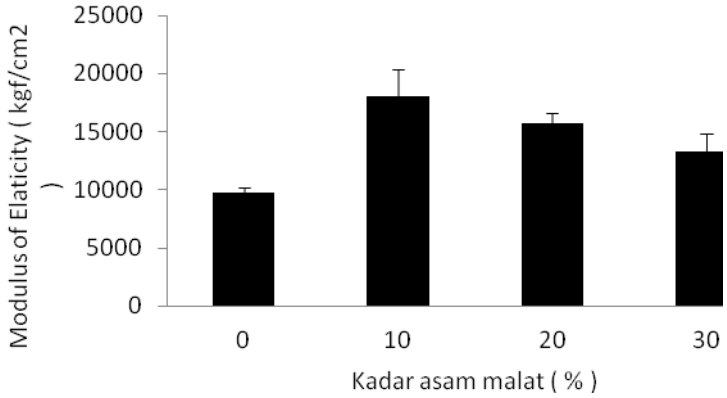
Gambar 3. Hubungan antara internal bonding dan kadar asam malat pada papan MDF kayu skubung

Sifat mekanika papan MDF kayu skubung yang diberi perekat asam malat meningkat sekitar 50% dibandingkan tanpa perekat. Namun ada kecenderungan menurun nilai MOR dan MOE dengan meningkatnya kadar asam malat yang diberikan. Hubungan sifat mekanika modulus patah papan MDF kayu skubung dan kadar asam malat disajikan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara modulus patah dan kadar asam malat pada papan MDF kayu skubung

Hubungan antara keteguhan elastis papan MDF kayu skubung dengan kadar asam malat disajikan pada Gambar 5. Modulus elastis papan MDF kayu skubung dengan pemberian perekat asam malat belum memenuhi standar dalam JIS A 5905-2003 (minimal nilai MOE 0,8 GPa). Papan MDF kayu skubung yang diberi asam malat memiliki sifat mekanik lebih baik dibandingkan dengan tanpa pemberian asam malat. Peningkatan nilai modulus patah dan modulus elastis dibandingkan dengan papan MDF kayu skubung tanpa asam malat karena adanya gugus ikatan ester yang terjadi didalam papan MDF (Umemura *et al.*,, 2012, Umemura *et al.*,, 2013).



Gambar 5. Hubungan antara modulus elastis dan kadar asam malat pada papan MDF kayu skubung

4. Kesimpulan

Sifat fisik dan mekanik papan MDF kayu skubung dengan perekat asam malat meningkat seiring dengan meningkatnya kadar asam malat yang diberikan. Pemberian asam malat 30% dalam pembuatan papan MDF kayu skubung memiliki sifat fisik dan mekanis yang memenuhi standar JIS A 5905 type 15.

Referensi

Anonim (2014) Statistik kementerian kehutanan 2013. Kementerian Kehutanan. Jakarta

Harifi, T. & Montazer, M. (2012) Past, present and future prospects of cotton cross-linking : new insight into nano particle. *Carbohydrate Polymers , 88* , 1125-1140

Japanese Standards Association (2003) Fibreboards. Japanese Industrial Standard (JIS) A 5905-2003. Japan.

Roffael, E. (1993) Formaldehyde release from particle board and other wood based panels. Kuala Lumpur: FRIM Kepong

Sugawara, R & Umemura, K. (2014) Bonding composition and board. United States Patent. No. US 2014/0011042 A1.

Suhartati, Rahmayanti. S, Junaedi, A. & Nurrohman, E. (2012) *Sebaran dan persyaratan tumbuh jenis alternative penghasil pulp di wilayah Riau*. Badan Litbang Kehutanan. Jakarta

Syamani, F.A., & Munawar, S.S. (2013) Eco-friendly board from oil palm frond and citric acid. *Wood Research Journal*, *4* (2): 72-75.

Umemura, K., Ueda, T., Munawar, S.S. & Kawai, S. (2012) Application of citric acid as natural adhesive for wood. *J Appl Polym Sci, 123*, 1991–1996.

Umemura, K., Ueda, T., & Kawai, S. (2012) Characterization of woodbased molding with citric acid. *J Wood Sci*, 58, 38–45.

Umemura, K., Ueda, T. & Kawai, S. (2012) Effects of molding temperature on the physical properties of wood-based molding bonded with citric acid. *Forest Prod J*, 62, 63–68.

Umemura, K., Sugihara, O., & Kawai, S. (2013) Investigation of a new natural adhesive composed of citric acid and sucrose for particleboard. *J Wood Sci* , 59, 203–208.

Vukusic, S.B., Katovic, D., Schramm, C., Trajkovic, B., & Sefc, B., (2006) Polycarboxylic acids as non-formaldehyde anti-swelling agents for wood. *Holzforschung*, *60*, 439-444.

Xing. C., Deng. J., & Zhang. S.Y. (2007) Effect of thermo mechanical refining on properties of MDF made from black spruce bark. Wood Sci Technol , *41*, 329-338.

Analisis Finansial Pengembangan Industri Komposit Serat Sabut Kelapa sebagai Media Tanam Vertikal

Kurnia Wiji Prasetiyo,[a,*], Meti Ekayani[b] dan Muhammad Adhe Putra[b]

[a]*Pusat Penelitian Biomaterial LIPI Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong Bogor*
[b]*Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan Fakultas Ekonomi Manajemen IPB*

Abstract

Coconut coir, a by-product of the coconut-based industries, has not been used yet optimally. Basically, coconut coir has a huge potential for further processing into a multipurpose product which could have more economic value. One potential use of coconut coir is for composite especially for vertical planting media. Currently, polymer synthetic that commonly used as basic material for planting media is un-environmentally friendly and relatively expensive. Therefore, the use of coconut coir as basic material for vertical planting media could be an alternative solution in diversifying utilization of coconut coir into economical value of products. Coconut coir processing into vertical planting media could be developed into an industrial composite therefore it is required to study the financial feasibility. This analysis was to determine the feasibility of composite industry and to observe the benefit level under the investment period. Expected results of the financial analysis of the composites industry for vertical planting media were to encourage farmers and entrepreneurs to run the business.

Keywords: *coconut coir, composites industry, financial analysis, vertical planting media*

* Korespondensi penulis. Tel.: 021-87914511
E-mail: jundiazzam@yahoo.com

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang subur dan kaya akan hasil perkebunan kelapa. Melimpahnya sumberdaya kelapa di Indonesia juga berdampak pada banyaknya produk samping kelapa seperti sabut kelapa. Berdasarkan data Asia Pasific Coconut Community (APCC), luas areal tanam kelapa di Indonesia tahun 2010 tercatat 3,8 juta hektar. Ada sekitar tujuh juta petani yang terlibat dalam perkebunan kelapa. Produksi kelapa tercatat 15,4 miliar butir/tahun. Sampai saat ini, pemanfaatan serat kelapa masih relatif terbatas, yaitu digunakan untuk bahan pengisi matras, jok, kasur, atau dibakar di dalam incinerator. Kurangnya diversifikasi pemanfaatan sabut kelapa mengakibatkan pencemaran serta menjadikan sabut kelapa menjadi barang yang belum memiliki nilai ekonomi lebih tinggi. Akan tetapi jika pemanfaatan sabut kelapa menjadi produk yang mempunyai nilai ekonomi lebih tinggi tentu menjadi solusi. Salah satu pemanfaatan sabut kelapa ialah dengan mengelolanya menjadi *vertical garden,* yakni media tanam vertikal yang tidak memerlukan lahan luas dalam

aplikasinya. Komponen utama dalam sistem tanam vertikal adalah jenis tanaman, media tanam dan sistem modul.

Selain itu, area lingkungan hijau di daerah perkotaan semakin berkurang sebagai akibat dari perkembangan pemukiman yang sangat pesat. Keberadaan ruang terbuka hijau di tengah perkotaan menjadi sesuatu yang langka. Sebagai contoh Kota Jakarta, ruang terbuka hijau pada tahun 1983 berkisar 32.185,9 hektar (50,2%) dan pada tahun 2002 menjadi berkisar 9.430,6 hektar (14.7%). Dalam kurun waktu 19 tahun turun berkisar 22.755,3 hektar (-159%) dari luas yang ada. Sebagian besar digunakan sebagai areal urban, dimana urban mengalami kenaikan berkisar 24.411 hektar (727%) (Suwargana, 2005). Dengan semakin minimnya lahan terbuka hijau khususnya di daerah perkotaan, menjadikan media tanam vertikal solusi dalam memberikan lingkungan asri untuk masyarakat dengan menjadikannya sebagai media tanam tumbuhan hijau.

Salah satu daerah di Bogor yang mulai mengembangkan media tanam vertikal ini adalah Cibinong. Direncanakan akan didirikan industri media tanam vertikal dalam skala besar. Sehingga diharapkan mampu menyediakan permintaan media tanam vertikal, khususnya permintaan dalam negeri. Penelitian ini bertujuan untuk membuat studi kelayakan finansial pengembangan industri komposit media tanam vertikal berbahan dasar sabut kelapa. Studi kelayakan finansial sangat diperlukan bagi para investor yang selaku pemrakarsa dan pemerintah yang memberikan fasilitas tata peraturan hukum dan perundang-undangan, yang tentunya kepentingan semuanya itu berbeda satu sama lainya. Investor berkepentingan dalam rangka untuk mengetahui tingkat keuntungan dari investasi sedangkan pemerintah lebih menitik-beratkan manfaat dari investasi tersebut secara makro baik bagi perekonomian, pemerataan kesempatan kerja dan lain-lain.

2. Bahan dan Metode

Penelitian dan pembuatan analisis kelayakan finansial dilakukan di Pusat Penelitian Biomaterial LIPI Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong Bogor serta Kampus Departemen Ekonomi Sumberdaya dan Lingkungan Fakultas Ekonomi Manajemen Institut Pertanian Bogor.

Bahan yang digunakan dalam kajian kelayakan finansial industri media tanam vertikal adalah bahan bahan produksi antara lain sabut kelapa dan perekat phenol formaldehida (PF). Sedangkan mesin peralatan produksi yang digunakan antara lain: mesin kempa panas, *blower*, mesin pencampur/*drum mixer*, molding/cetakan, gas dan sebagainya. Bahan dan peralatan tersebut dibutuhkan untuk percobaan proses produksi agar dapat diperoleh data dan asumsi yang nantinya digunakan dalam perhitungan kelayakan finansial.

Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah percobaan proses produksi media tanam vertikal berbahan sabut kelapa untuk mengetahui kebutuhan bahan baku, mesin peralatan, kebutuhan listrik, air dan faktor-faktor lain yang berpengaruh dalam proses produksi. Percobaan proses produksi dilakukan dengan pembuatan modul media tanam dari hasil pengujian terbaik dengan menggunakan cetakan berprofil untuk menempatkan pupuk kompos. Pengempaan panas pada komposit berperekat PF dilakukan pada suhu 140^{o}C dengan

tekanan kempa efektif sebesar 0,8 N/mm^2 dengan target kerapatan 0,3-0,4 g/cm^3. Dengan ketebalan sampel adalah 3,7 cm, target ketebalan dikendalikan dengan meletakkan *stop bar*, 3,7 cm. Ukuran modul 116 cm x 47 cm x 3,7 cm. Setelah pengempaan panas, modul dikondisikan pada suhu ruang selama 14 hari sehingga diperoleh kesetimbangan kadar air dengan lingkungan. Dari percobaan proses produksi dapat diketahui informasi dan data-data produksi yang dibutuhkan dalam perhitungan kelayakan finansial. Informasi yang dibutuhkan antara lain biaya modal/investasi, biaya produksi, biaya tetap, biaya variabel, biaya semi variabel, serta data data lain yang terkait dengan kajian kelayakan finansial pengembangan usaha produksi komposit media tanam vertikal.

Adapun tahapan dalam melakukan analisa kelayakan finansial usaha pengembangan produksi komposit media tanam vertikal dari sabut kelapa mie adalah sebagai berikut:1biaya investasi, biaya produksi, struktur finansial, estimasi penjualan, estimasi biaya produksi, *cash flow*, dan pemenuhan kriteria kelayakan finansial : Analisa *Break Even Point* (BEP), *Net Present Value* NPV), *Incremental Rate of Return* (IRR), *Net Benefit Cost Ratio* (Rasio B/C) dan *Pay Back Period* (PBP)

Data yang diperoleh diolah dalam bentuk tabulasi, kemudian dianalisis secara matematis dengan merujuk pada aspek-aspek perhitungan analisis kelayakan finansial, yaitu NPV, *PP*, IRR (Kusuma *et al.*,, 2012). Data biaya variabel dan biaya tetap digunakan untuk mengetahui total biaya produksi atau *total cost*, dengan perhitungan :

$$TC = VC + FC \quad (1)$$

Dimana :
TC = *Total Cost*
VC = *Variabel Cost*
FC = *FixedCost*

Penetapan asumsi dilakukan untuk membantu pengolahan data, penetapan Harga Pokok Produksi (HPP) dan pembuatan *cashflow*. Asumsi yang ditetapkan meliputi jumlah hari kerja karyawan, harga jual produk, peningkatan kapasitas produksi yang diharapkan, peningkatan harga bahan baku, umur proyek (Idham dkk., 2008). Perhitungan biaya yang dilakukan meliputi biaya investasi, biaya variabel-semi variabel, biaya tetap, dan biaya lainnya. Biaya investasi adalah sejumlah modal atau biaya yang digunakan untuk memulai usaha atau mengembangkan usaha (Pujawan, 2004). Biaya variabel merupakan biaya yang rutin dikeluarkan setiap dilakukan usaha produksi dimana besarnya tergantung pada jumlah produk yang ingin diproduksi (Ardana, 2008). Biaya tetap adalah jenis biaya yang lain yang rutin dikeluarkan oleh perusahaan selama perusahaan melakukan kegiatan produksi, akan tetapi besarnya biaya tetap tidak tergantung pada kapasitas produksi.

Perhitungan HPP kapasitas terpasang atau aktual, dilakukan melalui penetapan harga jual dikalangan produsen dan perhitungan penerimaan (*revenue)* melalui persamaan berikut ini (Idham, 2010):

$$\text{Harga Pokok Produksi} = TC/\text{Kapasitas Aktual} \quad (2)$$
$$\textit{Revenue} = \text{Harga Jual x Total produksi} \quad (3)$$

Kriteria investasi yang digunakan dalam analisis kelayakan finansial antara lain (Idham, 2010; De Gramo, 1984; Blank, 2002; Pujawan, 2004) :

Analisis *Net Present Value* dilakukan untuk melihat bagaimana nilai investasi dengan mempertimbangkan perubahan nilai mata uang. NPV merupakan perbedaan antara nilai sekarang dari keuntungan dan biaya (Sudong, 2002).

$$NPV = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{Bt - Ct}{(1+r)^b} \right) \quad (4)$$

Dimana :
NPV = nilai bersih sekarang
R = tingkat diskonto
N = banyaknya tahun yang terlibat dalam jangka waktu ekonomi
T = tahun yang bertalian dengan kegiatan, yang ditulis dalam bentuk 0,1,2,…,*n*
Bt = manfaat dalam tahun
Ct =biaya dalam tahun

Proyek akan layak untuk dilaksanakan jika nilai NPV≥0 artinya, nilai manfaat yang diterima lebih besar dari biaya. Semakin besar NPV-nya, maka proyek semakin baik.

IRR tingkat investasi adalah tingkat suku bunga yang berlaku (*discountrate*) yang menunjukkan nilai sekarang (NPV) sama dengan jumlah keseluruhan investasi proyek. Persamaan IRR ditunjukkan dengan :

$$IRR = \sum_{t=1}^{n} \left(\frac{Bt + Ct}{(1+r)^t} \right) = 0 \quad (5)$$

Dimana :
IRR = nilai bersih sekarang
r = tingkat diskonto
n = banyaknya tahun yang terlibat dlam cakrawala waktu ekonomi
t = tahun yang bertalian dengan kegiatan, yang ditulis dalam bentuk 0,1,2,…,*n*
Bt = manfaat dalam tahun
Ct =biaya dalam tahun

Estimasi jangka waktu pengembalian investasi suatu industri dapat ditunjukkan dengan perhitungan *Payback Period* (Fazwa *et al.*,2001). *Payback periode* adalah waktu minimum untuk mengembalikan investasi awal dalam bentuk aliran kas yang didasarkan atas total penerimaan dikurangi semua biaya (Erlina, 2006).

Rumus perhitungannya adalah :

$$PP = \frac{I}{Ab} \quad (6)$$

Dimana :
PP = *Payback Period*
I = Biaya Investasi
Ab = manfaat bersih yang diperoleh setiap tahunnya.

Suatu usaha dikatakan layak jika nilai *payback period* lebih kecil atau sama dibandingkan umur investasi usaha.

3. Hasil dan Pembahasan

Analisis kelayakan finansial pengembangan industri komposit serat sabut kelapa untuk media media tanam vertikal terdiri dari perkiraan modal investasi, perkiraan biaya produksi, perkiraan pendapatan, penyusunan aliran kas, penentuan kriteria investasi (*NPV*, *Internal IRR*, *PP*).

3.1. Biaya investasi

Biaya investasi adalah biaya tetap yang besarnya tidak dipengaruhi oleh jumlah produk yang dihasilkan. Dari hasil perhitungan, untuk investasi yang dibutuhkan dalam merealisasikan pengembangan industri komposit serat sabut kelapa sebaga media tanam media tanam vertikal adalah sebesar Rp 380.000.000 yang terdiri dari investasi peralatan produksi dan peralatan pendukung.

3.2. Biaya operasional

Biaya operasional merupakan biaya yang besarnya ditentukan oleh jumlah produk yang diproduksi. Biaya operasional terdiri dari biaya tetap, biaya variabel dan semi variabel. Komponen biaya tetap produksi komposit media tanam media tanam vertikal dari sabut kelapa terdiri dari biaya pengeluaran untuk listrik, gas, air (Tabel 3) dan biaya upah tenaga kerja yang bisa dilihat dalam Tabel 2. Biaya variabel terdiri dari biaya bahan baku, bahan pendukung, biaya untuk alat tulis kantor, biaya *overhead* seperti yang tercantum dalam Tabel 1. Untuk biaya semi variabel terdiri dari biaya perjalanan dalam pemasaran dan pengambilan bahan baku.

Tabel 1. Biaya variabel

No.	Jenis Bahan	Jumlah	Satuan	Biaya/Bulan (Rp)	Biaya/ Tahun (Rp)
1	Serat Kelapa	70.560	Kg	197.568.000	2.370.816.000
2	Perekat PF	10.584	Kg	497.448.000	5.969.376.000
3	ATK		Unit	200.000	2.400.000
			Jumlah		8.342.592.000

Tabel 2. Biaya upah tenaga kerja

No	Perincian pekerjaan	Jumlah	Gaji/Bulan (Rp)	Gaji/Tahun (Rp)
1	Pembuat komposit media tanam vertikal	5	8.000.000	96.000.000
2	Keamanan	2	2.000.000	24.000.000
3	Kebersihan	2	1.600.000	19.200.000
	Jumlah			139.200.000

Tabel 3. Perincian biaya listrik, air, gas dan transportasi sebagai biaya tetap

No	Jenis Biaya	Biaya per Bulan (Rp)	Biaya per Tahun (Rp)	Keterangan
1	Listrik	415.800	4.989.600	Untuk pemakaian mesin pencampur dan blower
2	Air	25.000	300.000	Untuk pemakaian sebanyak 10 m^3 per bulan
3	Gas	1.000.000	12.000.000	Untuk pemakaian 10 kg per hari
4	Transportasi	2.000.000	24.000.000	Untuk transportasi 2 kali perjalanan per bulan

3.3. Kebutuhan dana investasi dan modal kerja

Dana yang dibutuhkan untuk menjalankan kegiatan pengembangan industri komposit serat sabut kelapa untuk media tanam media tanam vertikal selain investasi mesin peralatan produksi adalah modal kerja awal berupa biaya operasional selama 1 tahun yaitu Rp 8.503.881.600. Total biaya investasi dan modal kerja yang dibutuhkan adalah sebesar Rp 8.883.881.600. Sumber dana diperoleh dari investor/pengusaha dari industri komposit media tanam media tanam vertikal.

3.4. Produksi dan pendapatan

Berdasarkan asumsi dan parameter teknis yang telah ditentukan sebelumnya, kapasitas produksi komposit media tanam vertikal/bulan sebesar 9.576 lembar, dengan harga jual/lembar komposit media tanam vertikal Rp 89.100,00 seperti yang tercantum dalam Tabel 4. Penentuan harga jual tersebut dihitung dari harga pokok produksi Rp 80.960,00 ditambah dengan keuntungan dari harga pokok produksinya. Dari hasil perhitungan penjualan komposit media tanam media tanam vertikal akan diperoleh pendapatan/bulan Rp 853.221.600,00.

Tabel 4. Harga jual komposit media tanam vertikal/lembar

No.	Perincian	Jumlah (Rp)
1	Harga Pokok Produksi / lembar sesudah pajak	80.960
2	Marjin (10%)	8.100
	Total	89.060
	Harga Jual	89.100

Discount Factor atau yang dikenal juga dengan *Marginal Avarage Revenue Return* (MARR) yang digunakan adalah sebesar 10%. Nilai *Discount Factor* juga bisa menggunakan tingkat suku bunga pinjaman dari Bank sebesar 10% (Wibowo, 2006).

3.5. Proyeksi penjualan

Dari hasil kajian diketahui bahwa potensi pasar untuk komposit media tanam media tanam vertikal masih terbuka lebar, sehingga diasumsikan produk komposit media tanam vertikal dari sabut kelapa setiap bulan laku terjual di pasaran sebanyak 9.576 lembar. Maka dari itu dibuat proyeksi produksi dan penjualan komposit media tanam vertikal seperti yang tercantum dalam Tabel 5.

Tabel 5. Proyeksi produksi dan penjualan komposit media tanam vertikal

Uraian	Output Produksi / Bulan	Harga per lembar	Pendapatan/ Bulan
Media tanam vertikal	9.576	Rp 89.100	Rp 853.221.600
	Total Pendapatan Kotor / Tahun		Rp 10.238.659.200

3.6. Proyeksi laba rugi dan titik impas/breakeventpoint

Proyeksi laba/rugi dilakukan untuk mengetahui tingkat profitabilitas dari rencana kegiatan investasi. Perhitungan laba/rugi didapat dari selisih penerimaan dan pengeluaran. Dari perhitungan laba/rugi rencana investasi pengembangan industri komposit serat sabut kelapa untuk media media tanam vertikal ini mampu menghasilkan laba bersih sebesar Rp Rp. 77.948.640,00/bulan. Bila 35% dari keuntungan dimasukkan sebagai dana cadangan (izin, dan pemeliharaan asset) maka keuntungan yang ada adalah:

65% x Rp 77.948.640,00 = Rp. 50.666.616,00/bulan

Titik impas adalah suatu titik jumlah produksi atau penjualan yang harus dilakukan agar biaya yang dikeluarkan dapat tertutupi kembali atau nilai dimana profit yang diterima adalah nol. Dari perhitungan nilai impas/BEP diperoleh hasil : usaha media tanam vertikal akan BEP pada:

- ⇨ Rp. 380.000.000,00/(Rp. 50.666.616,00/bulan)
- ⇨ 7.5 bulan

Dengan demikian diperhitungkan BEP dalam waktu 7.5 bulan produksi.

3.7. Aliran kas (cashflow) dan kriteria investasi

Aliran kas terdiri dari aliran kas masuk dan kas keluar. Komponen aliran kas masuk terdiri dari pendapatan hasil penjualan produk, sedangkan kas keluar terdiri dari biaya invetasi, biaya operasional, pembayaran angsuran pinjaman kredit bank, dan pajak penghasilan. Untuk mengetahui kelayakan rencana investasi dilakukan perhitungan NPV, IRR, PBP dan rasio B/C. Analisis NPV dilakukan untuk melihat bagaimana nilai investasi dengan mempertimbangkan perubahan nilai mata uang. NPV merupakan perbedaan antara nilai sekarang dari keuntungan dan biaya. IRR pada dasarnya merupakan metode untuk menghitung tingkat bunga yang dapat menyamakan antara *present value* dari semua aliran kas masuk dengan aliran kas keluar dari suatu investasi proyek. IRR digunakan untuk menghitung besarnya *rate of return* yang sebenarnya. Dalam kegiatan ini juga disusun kriteria investasi usaha komposit media tanam vertikal yang tertera dalam Tabel 6.

Tabel 6. Kriteria investasi usaha komposit media tanam vertikal

Tahun Ke	Aliran Kas (Rp)
1	1.354.777.600
2	1.734.777.600
3	1.734.777.600
4	1.734.777.600
5	1.734.777.600
6	1.354.777.600
7	1.734.777.600
8	1.734.777.600
9	1.734.777.600
10	1.734.777.600
NPV setelah discount factor 10%	6.230.717.428
IRR (%)	180
BEP/PP	7,5 Bulan
Keputusan	Layak Dijalankan

Dari hasil perhitungan diperoleh NPV bernilai positif > 0 yaitu sebesar Rp 6.230.717.428. Nilai tersebut menunjukkan bahwa investasi yang ditanam sampai 10 tahun mendatang akan diperoleh manfaat bersih dinilai saat ini sebesar Rp 6.230.717.428. IRR sebesar 180% yang artinya usaha ini dapat mengembalikan modal hingga tingkat bunga pinjaman 180% per tahun. Periode pengembalian usaha industri media tanam vertikal lebih kecil dari umur proyek yaitu selama 7,5 bulan. Dari kriteria investasi di atas maka rencana investasi industri komposit serat sabut kelapa untuk media tanam media tanam vertikal layak dijalankan.

4. Kesimpulan

Dari analisa finansial diperoleh hasil NPV bernilai positif sebesar Rp 6.230.717.428. Untuk *IIRR* sebesar 180% menunjukkan bahwa tingkat pengembalian lebih besar dari tingkat suku bunga bank yang ditentukan. *Payback Period* selama 7,5 bulan apabila asumsi yang direncanakan terpenuhi, sehingga dari segi finansial rencana investasi industri komposit sabut kelapa untuk media tanam media tanam vertikal layak dijalankan. Analisa sensitivitas menunjukkan bahwa penurunan pendapatan 5% dan kenaikan biaya operasional 5% tidak berpengaruh terhadap kelayakan proyek. Dari pertimbangan kriteria investasi di atas menunjukkan bahwa kegiatan usaha industri komposit sabut kelapa untuk media tanam media tanam vertikal layak untuk dijalankan selama proyek berjalan sesuai dengan asumsi dan parameter teknis yang ditentukan.

Referensi

Asia Pasific Coconut Community (APCC). (2010). Komoditas Kelapa Yang Terbaikan. Diunduh dari://regional.kompas.com/read/2011/07/29/04022322

Ardana, K.B., Pramudya, M.H. & Tambunan, A.H. (2008).Pengembangan tanaman jarak pagar (*Jatropha curcas* L.) mendukung kawasan mandiri energi di Nusa Penida, Bali. *Jurnal Littri , 14* (4), 155-161

Blank, L. & Anthony, T. (2002). *Engineering Economy*,5thed. Mc.Gaw Hill, New York.

De Garmo,E.E., Paul, W.G., Sullivan & Canada, J.R. (1984). *Engineering Economic*, 7thed. Mac Millan Pub.Co, New York.

Erlina. (2006). Analisis perancangan agoindustri berbasis karet. *Jurnal Bisnis dan Manajemen*, *3*(1), 73-92

Fazwa, M.A.F., Fauzi, P.A., Ab, A.G., Rasip & Noor, M.M. A preliminary analysis on financial assessment of *Citrushystrix* (limau purut) gown on plantation basis, Forest Research Institute Malaysia (FRIM), 52109 Kepong, Selangor Darul Ehsan, Project No. 01-04-01-0094-EA001 (2001).

Idham, A., Lestari, T. & Adriani, D. (2008). Analisis finansial sistem usaha tani terpadu (*Integated farming system*) berbasis ternak sapi di Kabupaten Ogan Ilir. *Jurnal Pembangunan Manusia 2*, 1-15.

Kusuma, P.T.W.W., Hidayat, D.D. & Indrianti, N. (2012). Analisis kelayakan finansial pengembangan usaha kecil menengah (UKM) *nata de coco* di Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Teknotan , 6*, 670-676

Pujawan, I.N. (2004). *Ekonomi Teknik*. Penerbit Guna Widya, Surabaya.

Sudong, Y. & Tiong, R.L.K. (2002). NPV-at risk method in infrastructure project investment evaluation. *Journal of Construction Engineering and Management ,126* (3), 227-233

Suwargana, N. & Susanto. (2005). Deteksi Ruang Terbuka Hijau Menggunakan Teknik Penginderaan Jauh (Studi Kasus: Di DKI Jakarta). Pertemuan Ilmiah Tahunan MAPIN XIV Surabaya, 14 – 15 September 2005

Wibowo, A. (2006). Mengukur risiko dan atraktivitas investasi infrastruktur di Indonesia. *Jurnal Teknik Sipil, 13,* 123-132

Peningkatan Sifat Fisika dan Mekanika Papan Komposit Serat Kotoran Gajah dengan Penambahan Asam Sitrat

Greitta Kusuma Dewi[a], Ragil Widyorini,[b],*, M. Nanang Tejolaksono[c] dan Agus Sudibyo Jati[d]

[a]*Mahasiswa Program Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada*
[b]*Staf Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada*
[c]*Manajer Konservasi Hewan Taman Safari Indonesia II Prigen, Pasuruan*
[d]*Mahasiswa Program Studi Pascasarjana Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada*

Abstract

Conservation of elephant in conservation institute, such as Taman Safari Indonesia (TSI) produces abundant elephant dung waste that not fully utilized yet. Elephant dung waste contains about 50-60% lignocelullosic fibers that are potential to be used as composite board's raw material. The utilization of citric acid as natural adhesive is expected to increase physical and mechanical properties of composite board. Therefore, this research was to investigate the effect of citric acid content on physical and mechanical properties of elephant dung fiber composite board. Citric acid content in this research were 0%, 10%, and 20% based on dry weight particles. Composite board of elephant dung fiber was made in 25 x 25 x 1 cm with the density of 0.8 g/cm^3. Test condition was 180^{o}C for 10 minutes. Physical and mechanical properties test were performed according to Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908. The results showed that citric acid addition could increase the physical mechanical properties of composite board significantly and some properties of the composite board were found met the requirement of JIS A 5908 type 8 and 13.

Keywords: Citric acid, Composite board, Elephant dung fiber, Mechanical properties, Physical properties

* Korespondensi penulis. Tel.: +081-227-094937.
E-mail: rwidyorini@gmail.com

1. Pendahuluan

Saat ini mulai dikembangkan penggunaan berbagai jenis serat alam sebagai bahan baku papan komposit selain kayu. Salah satu serat alam yang potensial adalah serat dari kotoran gajah. Kotoran gajah mengandung 50-60% serat (Farah *et al.*, 2014) sehingga jika Taman Safari Indonesia II menghasilkan ± 6-15 ton kotoran gajah setiap hari maka diperoleh serat sebanyak ± 3-9 ton setiap hari. Secara kimia, serat kotoran gajah memiliki alfa selulosa sebesar 71,67% dan lignin tidak terlarut asam sebesar 30,5% (Farah *et al.*, 2014). Serat kotoran gajah telah diteliti dapat digunakan sebagai kertas (Farah *et al.*, 2014). Hal tersebut

menunjukkan bahwa serat kotoran gajah dapat digunakan sebagai bahan baku papan komposit.

Produksi papan komposit komersial biasanya masih menggunakan perekat sintetis berbasis formaldehida. Pada umumnya, perekat tersebut menghasilkan emisi formaldehida yang berbahaya bagi kesehatan. Oleh karena itu, muncul penggunaan perekat alami yang salah satunya adalah asam sitrat. Asam sitrat telah diteliti dapat digunakan sebagai perekat kayu *moulding* kulit *Acacia mangium* (Umemura *et al.,* 2011a) dan papan partikel bambu petung (Widyorini *et al.*,2014, 2016). Asam sitrat mampu memperbaiki sifat fisika dan mekanika pada kayu, serat tanaman dan kertas melalui ikatan ester yang dihasilkan dari gugus karboksil asam sitrat yang berikatan dengan gugus hidroksil kayu (Umemura *et al.*,2011a). Jumlah asam sitrat sebagai salah satu faktor di dalam bahan perekat yang mempengaruhi kualitas papan komposit telah diteliti dapat meningkatkan sifat fisika dan mekanika papan partikel bambu petung (Widyorini *et al.,* 2014). Efek peningkatan jumlah asam sitrat terhadap sifat fisika dan mekanika papan komposit serat kotoran gajah masih belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini difokuskan untuk mengetahui pengaruh peningkatan jumlah asam sitrat terhadap sifat fisika dan mekanika papan komposit serat kotoran gajah.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kotoran gajah, asam sitrat dan aquades. Serat kotoran gajah yang digunakan berukuran lolos 10 mesh dan dalam kondisi kering udara (Gambar 1). Sebagai perekat, larutan asam sitrat diperoleh dengan mencampurkan asam sitrat anhidrat (10% dan 20% dari berat serat) dan aquades dengan konsentrasi asam sitrat di dalam larutan adalah 60% dari total berat. Kebutuhan bahan penelitian tersebut dapat dilihat pada Tabel 1.

Gambar 1. Serat kotoran gajah berukuran lolos 10 mesh

2.2. Metode penelitian

Serat kotoran gajah dicampur dengan larutan asam sitrat kemudian dikering-ovenkan selama ± 18 jam, 80^{o}C hingga diperoleh kadar air 3-5%. Campuran serat kotoran gajah dan asam sitrat tersebut kemudian ditabur dalam cetakan berukuran 25 x 25 cm untuk membentuk mat/kasuran. Pada pembuatan papan komposit dengan jumlah asam sitrat 0%, serat kotoran gajah langsung ditabur dalam cetakan untuk membentuk mat (tanpa dilakukan pengovenan). Selanjutnya mat dikempa pada mesin hot press dengan suhu kempa 180^{0}C, tekanan spesifik

3,5 MPa selama 10 menit. Dimensi papan komposit yang dituju adalah 25 x 25 x 1 cm^3 dengan target kerapatan 0,8 g/cm^3. Papan komposit di-*conditioning* selama ± 1 minggu pada kondisi ruangan sebelum dipotong menjadi sampel-sampel uji. Pengujian sifat fisika dan mekanika papan komposit serat kotoran gajah dilakukan berdasarkan standar JIS A 5908 dan FAO. Pengujian sifat fisika meliputi penyerapan air dan pengembangan tebal setelah direndam dalam air selama 24 jam, sedangkan pengujian sifat mekanika meliputi modulus patah, modulus elastisitas dan keteguhan rekat internal.

Tabel 1. Kebutuhan bahan

Jumlah Asam Sitrat (%)	Kebutuhan bahan (g)	Asam Sitrat (g)	Air destilasi (g)
0		0	0
10	500	50	33,33
20		100	66,67

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat fisika papan komposit serat kotoran gajah

Kerapatan dan kadar air papan komposit serat kotoran gajah dapat dilihat pada Tabel 2. Peningkatan jumlah asam sitrat akan meningkatkan kerapatan papan komposit, sedangkan pada kadar air, peningkatan jumlah asam sitrat tidak berpengaruh. Peningkatan jumlah asam sitrat akan meningkatkan berat papan komposit sehingga dengan volume yang sama maka kerapatan papan akan meningkat. Asam sitrat dapat menambah berat papan komposit karena asam sitrat memiliki kerapatan relatif yaitu 1,66 g/cm^3 (Rowe *et al.*, 2009). Kadar air papan komposit serat kotoran gajah pada peningkatan jumlah asam sitrat 0-20% telah memenuhi standar kadar air JIS A 5908 yang berkisar antara 5-13%.

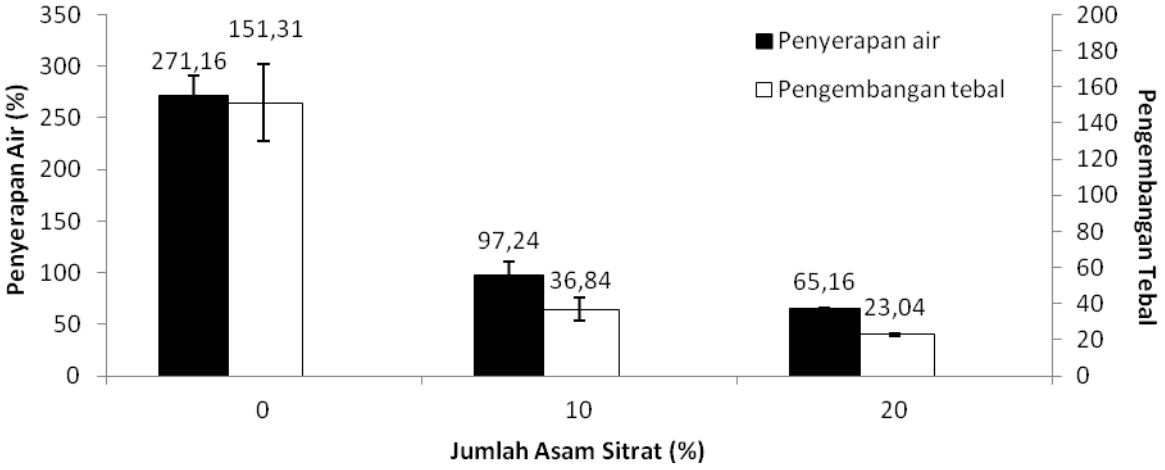
Tabel 2. Nilai kerapatan dan kadar air papan komposit serat kotoran gajah

Jumlah Asam Sitrat (%)	Kerapatan Papan (g/cm^3)	Kadar Air Papan (%)
0	0,68	10,47
10	0,73	9,87
20	0,86	10,85

Efek jumlah asam sitrat terhadap stabilitas dimensi papan komposit serat kotoran gajah dapat dilihat pada Gambar 2. Peningkatan jumlah asam sitrat mampu menurunkan nilai penyerapan air dan pengembangan tebal papan komposit serat kotoran gajah. Hal tersebut diduga karena adanya peningkatan jumlah asam sitrat akan meningkatkan jumlah ikatan ester yang terbentuk antara gugus karboksil asam sitrat dan gugus hidroksil lignoselulosa (Umemura *et al.*, 2011b). Peningkatan jumlah ikatan ester tersebut menurunkan jumlah gugus hidroksil bebas pada lignoselulosa yang dapat berikatan dengan gugus H air. Oleh karena itu, papan komposit menjadi lebih bersifat hidrofobik sehingga penyerapan air dan pengembangan tebal papan komposit menjadi menurun.

Penambahan asam sitrat 10% mampu menurunkan penyerapan air sebesar ± 64% dan menurunkan pengembangan tebal sebesar ± 76% dari penyerapan air dan pengembangan tebal pada perlakuan jumlah asam sitrat 0%. Penyerapan air papan komposit serat kotoran gajah pada perlakuan jumlah asam sitrat 20% telah memenuhi syarat FAO sebesar 25-70%,

sedangkan pengembangan tebal papan komposit serat kotoran gajah pada perlakuan jumlah asam sitrat 0-20% tidak mampu memenuhi standar JIS A 5908 yang maksimal sebesar 12%.



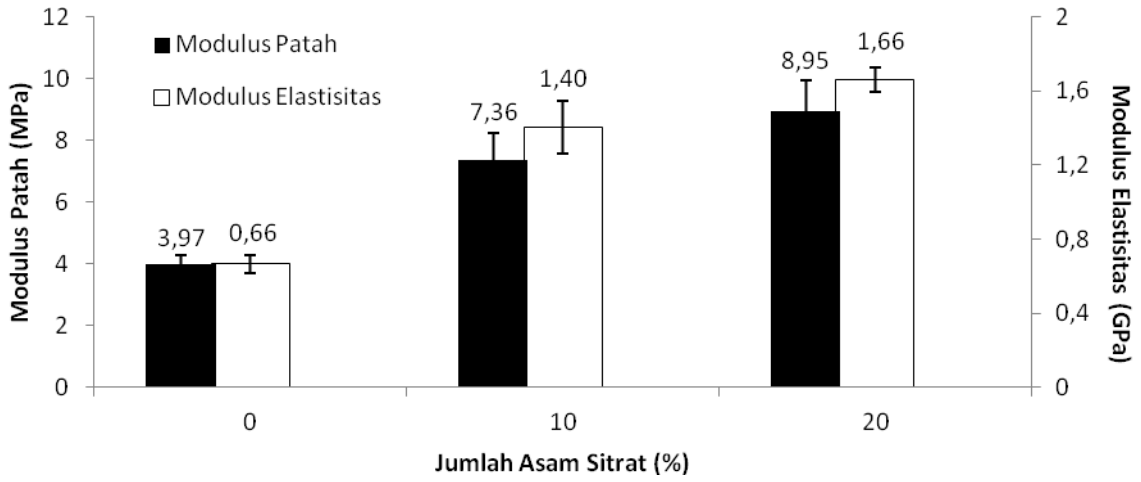
Gambar 2. Stabilitas dimensi papan komposit serat kotoran gajah

3.2 Sifat mekanika papan komposit serat kotoran gajah

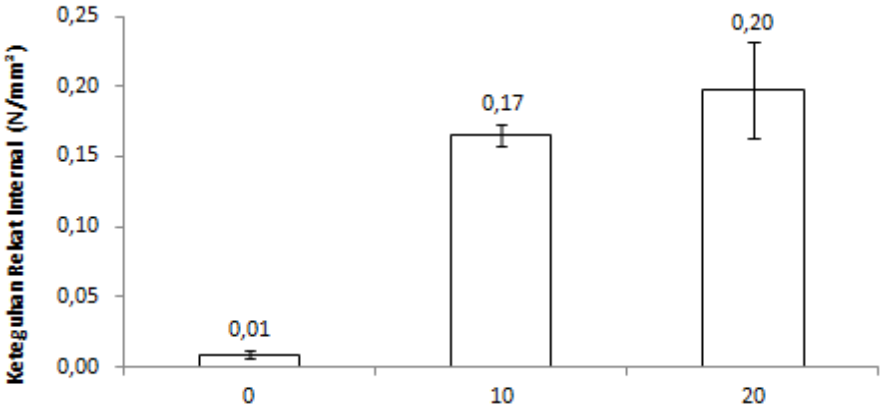
Efek jumlah asam sitrat terhadap nilai modulus patah dan modulus elastisitas papan komposit serat kotoran gajah dapat dilihat pada Gambar 3. Peningkatan jumlah asam sitrat mampu meningkatkan modulus patah dan elastisitas papan komposit serat kotoran gajah. Penambahan 10 % asam sitrat mampu meningkatkan modulus patah dan modulus elastisitas kurang lebih 2 kali lipat dari modulus elastisitas pada perlakuan tanpa penambahan asam sitrat (jumlah asam sitrat 0%). Modulus patah papan komposit pada perlakuan jumlah asam sitrat 20% dapat memenuhi standar JIS A 5908 tipe 8, sedangkan modulus elastisitas papan komposit pada perlakuan jumlah asam sitrat 0-20% tidak dapat memenuhi standar JIS A 5908.

Efek peningkatan jumlah asam sitrat terhadap nilai keteguhan rekat internal papan komposit dapat dilihat pada Gambar 4. Peningkatan jumlah asam sitrat dari 0-20% akan meningkatkan nilai keteguhan rekat internal papan komposit serat kotoran gajah. Penambahan 10% asam sitrat mampu menghasilkan keteguhan rekat internal sebesar 10 kali lipat lebih tinggi dari keteguhan rekat internal pada jumlah asam sitrat 0%. Keteguhan rekat internal pada jumlah asam sitrat 10% tersebut mampu memenuhi standar JIS A 5908 tipe 8, sedangkan penambahan 20% asam sitrat mampu menghasilkan keteguhan rekat internal yang memenuhi standar JIS A 5908 tipe 13.

Peningkatan sifat mekanika papan komposit serat kotoran gajah seiring penambahan jumlah asam sitrat diduga karena terjadi peningkatan jumlah ikatan ester seiring peningkatan jumlah asam sitrat. Ikatan ester ini memperbaiki ikatan silang antar kayu sehingga terjadi perbaikan sifat fisika dan mekanika papan komposit serat kotoran gajah. Ikatan ester termasuk ikatan yang kuat karena memiliki *average bond energies* (ABE) sebesar 745 kJ/mol (Zumdahl, 2005).



Gambar 3. Nilai modulus patah dan modulus elastisitas papan komposit serat kotoran gajah



Gambar 4. Nilai keteguhan rekat internal papan komposit serat kotoran gajah.

4. Kesimpulan

Penambahan asam sitrat mampu meningkatkan sifat fisika dan mekanika papan komposit serat kotoran gajah. Peningkatan jumlah asam sitrat mampu menurunkan nilai penyerapan air dan pengembangan tebal serta meningkatkan nilai modulus patah, modulus elastisitas dan keteguhan internal papan. Papan komposit serat kotoran gajah terbaik diperoleh dari perlakuan jumlah asam sitrat 20% dengan penyerapan air 65,16%, pengembangan tebal 23,04%, modulus patah 8,95 MPa, modulus elastisitas 1,66 GPa dan keteguhan rekat internal 0,20 N/mm^2. Sebagian sifat fisika dan mekanika papan komposit serat kotoran gajah telah memenuhi standar JIS A 5908 baik tipe 8 dan tipe 13.

Ucapan Terima Kasih

Penulis berterimakasih atas dukungan Taman Safari Indonesia (TSI) II Pasuruan. Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi UGM Tahun 2015 [No. 43/LPPM/2015].

Referensi

Farah, N., Moazzam, A., Yaqoob, N. & I. Rehman. (2014). Processing of Elephant Dung and Its Utilization as a Raw Material for Making Exotic Paper. *Research Journal of Chemical Sciences* 4(8), 94-103.

Rowe, R.C., Sheskey, P.J. & E. Q. Marian. (2009). *Handbook of Pharmaceutical Excipients (6 th ed.)*. Parmaceutical Press. USA.

Umemura, K.., Ueda, T., Munawar, S.S. & S. Kawai. (2011a). Application of Citric Acid as Natural Adhesive for Wood. *Journal of Applied Polymer Science* 123:1991-1996.

Umemura, K., Ueda, T. & S. Kawai. (2011b). Characterization of wood –based molding bonded with citric acid. *J Wood Sci*. DOI 10.1007/s10086-011-1214-x.

Widyorini, R., Yudha A.P., Isnan, R., Awaluddin, A., Prayitno, T.A., Ngadianto, A., & K. Umemura. (2014). Improving the Physico-Mechanical Properties of Eco-friendly Composite Made From Bamboo. *Advanced Materials Research* 896, 562-565.

Widyorini, R., Umemura, K., Isnan, R., Putra, D. R., Awaludin, A. & T. A. Prayitno. (2016). Manufacture and Properties of Citric Acid-Bonded Particleboard Made from Bamboo Materials. *European Journal of Wood and Wood Products*. DOI 10.1007/s00107-015-0967-0.

Zumdahl, S. S. (2005). *Chemical Principles (5th ed.)*. Houghton Mifflin Company. Boston.

Pengaruh Jumlah Pulp Pelepah Sawit Terfibrilasi dalam Komposit Hibrid Polipropilena dan Poli Asam Laktat

Firda Aulya Syamani*, Subyakto dan Lisman Suryanegara

Pusat Penelitian Biomaterial LIPI,

Jl. Raya Bogor Km. 46, Cibinong, Jawa Barat 16911,Indonesia

Abstract

Pulp pretreatments were needed to improve its ability as a reinforcement in composite products. The pretreatment was conducted chemically to improve pulp hydrophobicity or mechanically to increase pulp fiber aspect ratio. Hybrid matrix composites consisted of polypropylene (PP) and poly lactic acid (PLA) were developed in order to produce composite products that can decompose naturally, and also has high mechanical performance. This study objective was to determine the effect of fibrillated oil palm frond pulp content on composite's mechanical properties. Bleached pulp of oil palm fronds was fibrillated using a high-speed blender. Fibrillated pulp with the amount of 10%, 20%, 30% and 40% of composite total weight, was dispersed into the PLA matrix to form sheets. Sheets of PLA and fibrillated pulp were then mixed with PP in rheomix to obtain compound of PLA / PP / fibrillated pulp. Composites were produced by compression moulding technique. The mechanical properties of composites were tested with a universal testing machine, based on ASTM D-638 and D-790. Composite fracture morphology was analyzed with a light microscope.

Keywords: bleached pulp, composite, fibrillated pulp, oil palm fronds, polypropylene, poly lactic acid.

* Korespondensi penulis. Tel.: +62-021-87914509.
E-mail: firda.syamani@biomaterial.lipi.go.id

1. Pendahuluan

Proses pembuatan pulp secara kimia umum dilakukan karena efisien dan efektif. Selain metode kraft, pembuatan pulp secara kimia dengan hanya menggunakan sodium hidroksida dapat menghasilkan pulp soda. Penggunaan sodium hidroksida dengan alkali aktif sebesar 25%, selama 40 menit pada suhu proses 170°C menghasilkan pulp soda dari pelepah sawit dengan *yield* 41,26 %, *tensile index* 58,78 N m/g dan bilangan kappa 30,06 (Wan Rosli *et al.*, 2004). Pembuatan pulp pelepah sawit selama 2 jam dengan proses sulfit (Na_2SO_3 20%, NaOH 30%) menghasilkan pulp sulfit dengan *yield* 41,9 %, *tensile index* 65,9 N m/g dan bilangan kappa 11,0 sedangkan dengan proses soda (NaOH 20%) menghasilkan pulp soda dengan *yield* 55,1 %, *tensile index* 71,8 N m/g dan bilangan kappa 37,3 (Wan Rosli *et al.*,

2007). Sedangkan pulp kraft pelepah sawit yang diproses dengan alkali aktif 16% dan sulfiditas 25% menghasilkan pulp kraft dengan *yield* 29,19%, *tensile index* 63,04% dan bilangan kappa 81,72 (Hunsa-Udom dan Jarupan 2008). Dengan mempertimbangkan nilai *yield* dan *tensile index* tersebut, maka pulp soda dari pelepah sawit merupakan sumber selulosa yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai penguat dalam produk komposit.

Namun pulp tidak dapat langsung dimanfaatkan sebagai penguat dalam produk komposit plastik, karena sifat pulp yang hidrofilik tidak sesuai (*in-compatible*) dengan plastik yang hidrofobik. Perbedaan sifat tersebut mempengaruhi karakteristik perekatan antara matriks dan pulp (Zampaloni *et al.*,, 2007). Karena itu pulp perlu dimodifikasi secara kimia agar bersifat lebih hidrofobik atau menggunakan *coupling agent* yang dapat bereaksi dengan pulp yang hidrofilik dan plastik yang hidrofobik. Zampaloni *et al.,* (2007) menyebutkan bahwa *coupling agent* dapat bereaksi dengan gugus hidroksil dari pulp dan gugus fungsional dari plastik, sebagai upaya mempermudah perpindahan tekanan dari plastik (matriks) ke pulp (serat). Semakin sedikit hambatan dalam proses perpindahan tekanan dari plastik (matriks) ke pulp (serat), maka deformasi komposit berlangsung semakin lambat. Menurut Lee *et al.*, (2007), kinerja mekanis komposit dipengaruhi oleh karakteristik perpindahan tekanan (*stress*) pada antarmuka plastik (matrik) dan pulp (serat).

Selain permasalahan perbedaan polaritas dan dispersi pulp (serat) dalam plastik (matriks), bentuk, ukuran dan jumlah serat juga mempengaruhi karakteristik perpindahan tekanan antarmuka dan akhirnya mempengaruhi sifat mekanis komposit. Pengisi (*filler*) maupun penguat (*reinforcement*) dalam matriks plastik dapat berupa bundel serat (*fiber bundle*), serbuk lignoselulosa, pulp atau selulosa. Secara umum pengelompokan pengisi (filler) dalam matriks dibedakan menjadi partikulat (*particulate*) dan serat (*fibrous*) (Manson dan Sperling, 1976). Umumnya serat dengan diameter yang lebih kecil menunjukkan keteguhan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat dengan diameter yang lebih besar (Inacio *et al.*, 2010). Namun pada serat alam, selain diameter serat, kekuatan serat juga dipengaruhi oleh ketebalan dinding sel, diameter dan jumlah lumen (Fidelis *et al.*, 2013). Dibandingkan dengan serat pulp, keteguhan tarik fibril selulosa lebih tinggi. Proses pulping kayu menghasilkan pulp dengan keteguhan tarik sebesar 100 MPa. Proses disintegasi lebih lanjut, baik secara mekanis maupun dengan menggunakan bahan kimia menghasilkan fibril dengan keteguhan tarik sebesar 700 MPa. Selanjutnya fibril selulosa yang dihidrolisis asam membentuk struktur kristal dengan keteguhan tarik yang lebih tinggi hingga 10.000 MPa (Zimmermann *et al.,* 2004). Jumlah partikulat atau serat dalam matriks juga mempengaruhi sifat komposit. Bahkan fraksi volume serat dalam komposit menjadi faktor kritis yang mempengaruhi karakteristik komposit (Shah *et al.,* 2012), dan dibedakan menjadi fraksi volume minimum, kritis dan maksimum.

Pembuatan komposit serat alam dengan matriks plastik, biasanya dilakukan dalam keadaan kering. Namun proses pengeringan akan menyebabkan terjadinya aglomerasi serat karena terbentuknya ikatan hidrogen di antara serat (Peng *et al.,* 2011). Untuk mempertahankan struktur serat pulp terfibrilasi, maka serat pulp terfibrilasi perlu didispersikan dalam matriks sebelum proses pengeringan dilakukan. Salah satu polimer plastik yang dapat dilarutkan dalam pelarut organik adalah poli asam laktat. Serat pulp

terfibrilasi yang telah didispersikan dalam poli asam laktat akan membentuk lembaran komposit yang kemudian dapat dicampur dengan polimer lain, seperti polipropilena (Hui *et al.*, 2013, Ploypetchara *et al.*, 2014).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari jumlah pulp pelepah sawit terfibrilasi terhadap keteguhan tarik komposit dengan matrik campuran antara polipropilena dan poli asam laktat.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan adalah pelepah kelapa sawit dari PTPN VIII Jawa Barat. Bahan kimia untuk pulping dan pemutihan adalah akuades, sodium hidroksida teknis dan hidrogen peroksida teknis (50%). Matrik komposit menggunakan poli asam laktat semi kristalin LACEA H-400 dan poli propilena homopolimer dari PT Tripolyta.

Peralatan yang digunakan dalam tahap pembuatan pulp pelepah sawit adalah *ring flaker*, *digester*, *waterbath*, *stirer,* dan pompa vakum. Peralatan yang digunakan dalam tahap pembuatan komposit adalah *overhead stirrer*, *rheomix* dan kempa panas. Pengujian sifat mekanis sampel menggunakan Universal Testing Machine (UTM) "Shimadzu".

2.1 Proses pembuatan pulp dan pemutihan pulp

Pelepah sawit diproses menggunakan *ring flaker* kemudian di saring sehingga menghasilkan serat dengan panjang sekitar 2 cm. Serat dikeringkan sehingga kadar airnya menjadi 11%. Sebanyak 500 g serat pelepah sawit di masukkan ke dalam digester. Proses pembuatan pulp soda dilakukan pada tingkat alkali aktif sebesar 44,78%, rasio antara bahan dan larutan pemasak sebesar 1:8. Proses pembuatan pulp dilakukan selama 2 jam 46 menit pada suhu 176 °C. Pada akhir proses pembuatan pulp setelah tekanan digester turun menjadi nol, pulp di dikeluarkan dari digester dan dicuci dengan air dengan pembilasan beberapa kali hingga netral.

Proses pemutihan pulp dilakukan menggunakan hidrogen peroksida teknis. Sebanyak 20 g pulp (basis kering) di tambahkan 300 mL air distilata dan 8 mL hidrogen peroksida teknis, dalam erlenmeyer 500 mL, kemudian dipanaskan dalam waterbath pada suhu 80°C. setelah 1 jam, tanpa menunggu dingin, langsung ditambahkan lagi 8 mL hidrogen peroksida. Proses penambahan hidrogen peroksida dilakukan sampai 3 kali. Setelah proses pemutihan selesai, pulp dicuci dengan air mengalir.

2.2 Proses pembuatan komposit PP-PLA-pulp terfibrilasi

Sebelum pembuatan komposit, kandungan air dalam pulp pelepah sawit perlu dihilangkan dengan cara penggantian pelarut. Sebanyak 40 g pulp dimasukkan ke dalam *beaker glass*, ditambahkan 500 ml etanol 96% dan diaduk selama 30 menit, kemudian disaring untuk memisahkan etanol. Proses penggantian pelarut menggunakan etanol dilakukan sebanyak 3 siklus. Selanjutnya dilakukan proses penggantian pelarut menggunakan aseton. Pulp kembali ditempatkan dalam *beaker glass*, ditambahkan 500 mL aseton dan diaduk selama 30 menit, kemudian disaring untuk memisahkan aseton. Proses penggantian

pelarut menggunakan aseton dilakukan sebanyak 3 siklus. Pulp bebas air kemudian ditempatkan dalam wadah tertutup rapat dan diukur kadar padatannya.

Sebanyak 6 g, 12 g, 18 g atau 24 g (berat kering) pulp bebas air dimasukkan ke dalam *high speed blender*, ditambahkan 200 mL aseton dan difibrilasi pada tingkat kecepatan 5 (8000 rpm) selama 6 menit. Sementara itu 27 g, 24 g, 21 g atau 18 g PLA H400 dilarutkan dalam 200 ml diklorometan teknis. Pulp pelepah terfibrilasi kemudian disuspensikan secara perlahan ke dalam larutan PLA dan diaduk menggunakan over head stirer selama 10 menit pada kecepatan 800 rpm. Campuran pulp pelepah terfibrilasi dan PLA dituang ke dalam loyang dan diuapkan semalaman pada suhu ruang untuk menghilangkan pelarut. Kemudian komposit PLA-pulp terfibrilasi dikeringkan lebih lanjut dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam.

Proses pencampuran antara PLA-pulp terfibrilasi, PP dan MAPP dilakukan dalam dalam rheomix (HAAKE Polydrive), pada suhu 170°C, putaran 60 rpm. Polipropilena dilelehkan terlebih dulu dalam rheomix selama 3 menit, kemudian MAPP dimasukkan ke dalam rheomix dan dilelehkan selama 4 menit, setelah itu PLA-pulp tefibrilasi dimasukkan ke dalam rheomix dan diproses selama 7 menit. Komposisi pulp-PLA-PP-MAPP lebih rinci disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Formulasi Komposit

Kadar serat (%)	Pulp (g)	PLA (g)	PP (g)	MAPP (g)
10	6	27	26.4	0.6
20	12	24	22.8	1.2
30	18	21	19.2	1.8
40	24	18	15.6	2.4

Komposit PP-PLA-Pulp terfibrilasi kemudian dibentuk menjadi lembaran komposit menggunakan kempa panas. Pengempaan dilakukan dengan 2 tahap, yaitu pelelehan selama 8 menit pada suhu 180°C, kemudian pengempaan panas pada tekanan 0.5 MPa selama 2 menit, suhu 180°C. Setelah dikeluarkan dari mesin kempa panas, sampel tetap diberi tekanan selama 10 menit untuk proses *curing*.

2.3 Pengujian sifat mekanis komposit

Pengujian sifat mekanis meliputi keteguhan tarik (*tensile strength*) dan modulus tarik (*tensile modulus*) berdasarkan ASTM D-638 dan keteguhan lentur (*flexural strength*) dan modulus lentur (*flexural modulus*) berdasarkan ASTM 790. Pengujian menggunakan universal testing machine (UTM) Shimadzu, dengan kecepatan *load-cell* 5 mm/min dan jarak sangga 20 mm. Ukuran sampel untuk uji mekanis adalah 60 x 6 x 0,8 mm (panjang x lebar x tebal).

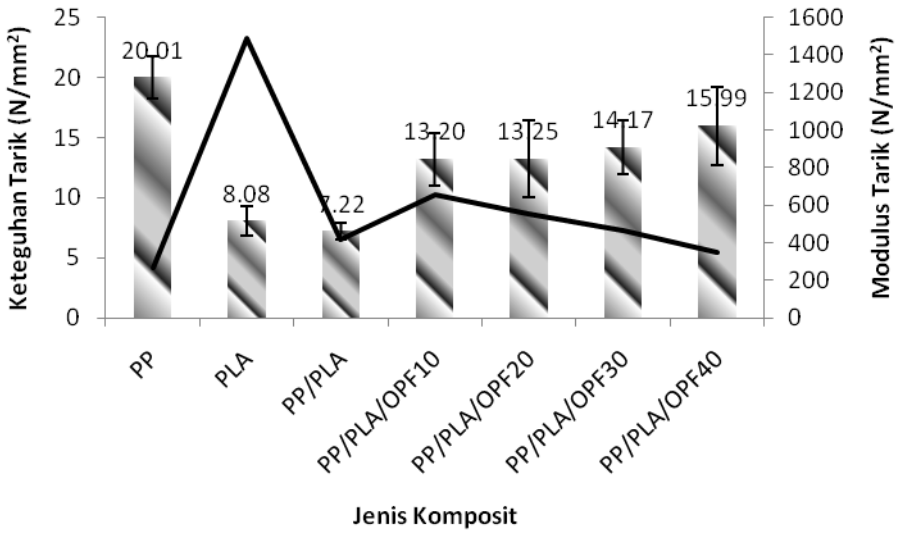
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik tarik komposit

Keteguhan tarik dari PP murni dan PLA murni berturut turut sebesar 20,01 N/mm^2 dan 8,08 N/mm^2. Sedangkan komposit PP/PLA hanya menunjukkan keteguhan tarik sebesar 7,22 N/mm^2. Penurunan keteguhan tarik PP/PLA, disebabkan oleh PP tidak dapat bercampur

dengan PLA (*immicible*) akibat perbedaan polaritas antara PP dan PLA. PP merupakan polimer yang bersifat hidrofobik, sedangkan PLA cenderung bersifat hidrofilik. Ketidaksesuaian antara PP dan PLA, dapat diperbaiki dengan menambahkan agen penggandeng (*coupling agent*), *maleated anhydride polypropylene* (MAPP) (Zhang *et al.*, 2010, Hui *et al.*, 2013).

Selanjutnya pembuatan komposit PP/PLA/Pulp OPF menggunakan MAPP sebanyak 10% dari berat pulp yang digunakan dalam komposit. Komposit PP/PLA/Pulp OPF dengan pengisi pulp OPF sebanyak 10% sampai 40% menunjukkan keteguhan tarik antara 13,20 ~ 15,99 /mm^2. Semakin banyak jumlah pulp dalam komposit, nilai keteguhan tarik komposit semakin meningkat. Gambar 1 menunjukkan karakteristik keteguhan tarik dan modulus tarik komposit PP/PLA/Pulp OPF.



Gambar 1. Keteguhan tarik dan modulus tarik komposit PP/PLA/Pulp OPF

Interaksi antara PP, PLA dan Pulp OPF dipengaruhi oleh struktur kimia dan proses pencampuran yang dilakukan. Langkah pertama pembuatan komposit adalah mencampurkan pulp OPF yang kandungan airnya sudah digantikan dengan aseton (pulp OPF bebas air) dengan PLA yang dilarutkan dalam diklorometan. Setelah proses penguapan pelarut, didapatkan campuran PLA/Pulp OPF yang mudah dihancurkan menjadi serbuk, bukan berupa lembaran seperti yang diharapkan. Keadaan tersebut menunjukkan bahwa PLA tidak berperan sebagai matriks dan hanya melingkupi Pulp OPF. Selanjutnya proses pembuatan komposit dilanjutkan dengan mencampurkan PLA/Pulp OPF dengan PP dan MAPP didalam rheomix. MAPP mempunyai gugus anhidrida karbosilat yang dapat berikatan kovalen dengan gugus hidroksil dari selulosa, sehingga setelah proses pencampuran dalam rheomix, didapatkan *compound* PLA/PP/Pulp OPF. Peningkatan nilai keteguhan tarik komposit dengan adanya penambahan pulp OPF menunjukkan bahwa pulp OPF dapat berperan sebagai penguat.

Modulus tarik PLA lebih tinggi dari PP, namun campuran PLA dan PP menunjukkan nilai modulus tarik yang lebih rendah. Seperti halnya dengan keteguhan tarik, penurunan modulus

tarik PP/PLA, disebabkan oleh PP tidak dapat bercampur dengan PLA (*immicible*) akibat perbedaan polaritas antara PP dan PLA.

Komposit PP/PLA/Pulp OPF dengan pengisi pulp OPF sebanyak 10% sampai 40% menunjukkan modulus elastisitas tarik antara 347 ~ 659 N/mm^2. Semakin banyak jumlah pulp dalam komposit, nilai modulus elastisitas tarik komposit semakin menurun, yang menunjukkan bahwa komposit bersifat semakin elastis (Gambar 1).

Berbeda dengan keteguhan tarik komposit yang semakin tinggi dengan semakin banyak jumlah pulp OPF yang digunakan, nilai modulus tarik komposit semakin rendah dengan semakin banyak jumlah pulp OPF. Menurut Oksman *et al.*, (1998), pengisi dengan sifat yang lebih kaku dari matriks dapat meningkatkan modulus tarik komposit, namun menyebabkan penurunan pada nilai regangan komposit. Pulp OPF sebanyak 10% dalam campuran PP/PLA dapat meningkatkan nilai modulus tarik komposit, hal ini menunjukkan bahwa pulp OPF memiliki modulus tarik yang lebih tinggi dari campuran PP/PLA. Namun peningkatan jumlah pulp OPF cenderung menurunkan nilai modulus tarik komposit, karena semakin banyak pulp OPF menyebabkan komposit semakin lentur.

Regangan PP jauh lebih tinggi dari PLA, sedangkan campuran PP/PLA menunjukkan regangan yang lebih tinggi dari PLA namun lebih rendah dari PP. Komposit PP/PLA/Pulp OPF dengan pengisi pulp OPF sebanyak 10% sampai 40% menunjukkan regangan tarik antara 5,08 ~ 5,45 %. Jumlah pulp dalam komposit, tidak mempengaruhi nilai regangan tarik komposit. Penambahan pulp OPF, meningkatkan nilai regangan komposit, namun tidak dipengaruhi oleh jumlah pulp yang ditambahkan. Hal ini menunjukkan bahwa pembebanan menyebabkan regangan yang relatif seragram pada komposit PP/PLA/Pulp OPF.

3.2 Karakteristik lentur komposit

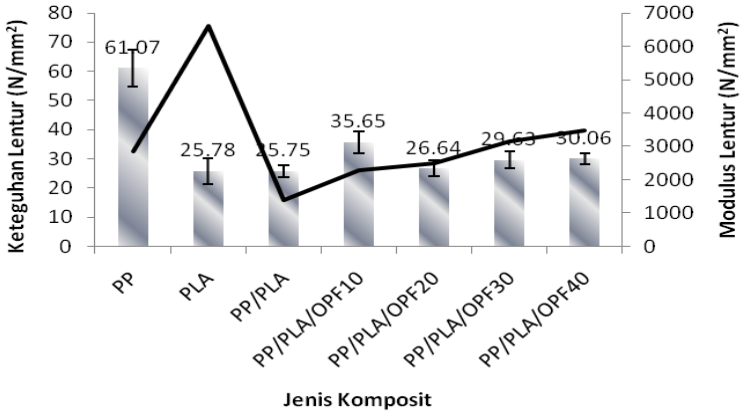
Keteguhan lentur PP lebih tinggi dibandingkan dengan PLA dan PP/PLA. PP bersifat lebih lentur dibandingkan dengan PLA yang bersifat lebih regas. PP mampu menahan beban yang menekan komposit pada kecepatan tertentu, lebih baik dibandingkan dengan PLA dan PP/PLA.

Komposit PP/PLA/Pulp OPF dengan pengisi pulp OPF sebanyak 10% sampai 40% menunjukkan keteguhan lentur antara 26,64 ~ 35,65 %. Jumlah pulp dalam komposit, mempengaruhi nilai keteguhan lentur komposit. Komposit dengan jumlah pulp OPF sebesar 10% menunjukkan nilai keteguhan lentur yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit dengan jumlah pulp OPF sebesar 20%, 30% dan 40%. Gambar 2 menunjukkan karakteristik keteguhan lentur dan modulus lentur komposit PP/PLA/Pulp OPF.

Pulp OPF sebanyak 10% mampu meningkatkan nilai keteguhan lentur komposit PP/PLA/Pulp OPF, namun jumlah pulp yang lebih banyak (20%, 30%, 40%) tidak lagi meningkatkan nilai keteguhan lentur komposit. Semakin banyak jumlah serat dalam komposit menyebabkan perekatan antar muka (*interfacial adhesion*) antara PP dan selulosa semakin sulit terjadi sehingga mempersulit perpindahan beban dari matriks ke serat, dan mempengaruhi keteguhan lentur komposit.

Modulus lentur PLA jauh lebih tinggi dibandingkan dengan PP dan PP/PLA, menunjukkan bahwa PLA bersifat lebih kaku dibandingkan dengan PP dan PP/PLA. Sedikit berbeda dengan nilai keteguhan lentur, nilai modulus lentur komposit meningkat dengan semakin banyaknya jumlah pulp OPF yang digunakan dalam komposit. Artinya dengan semakin banyak pulp OPF, komposit yang dihasilkan bersifat semakin kaku.

Komposit PP/PLA/Pulp OPF dengan pengisi pulp OPF sebanyak 10% sampai 40% menunjukkan modulus elastisitas lentur antara 2282 ~ 3465 N/mm^2. Jumlah pulp dalam komposit, mempengaruhi nilai modulus elastisitas lentur komposit. Semakin banyak jumlah pulp OPF dalam komposit, nilai modulus elastisitas lentur komposit semakin tinggi, menunjukkan komposit bersifat semakin kaku.



Gambar 2. Keteguhan lentur komposit PP/PLA/Pulp OPF

Komposit PP/PLA/Pulp OPF dengan pengisi pulp OPF sebanyak 10% sampai 40% menunjukkan regangan lentur antara 1,08 ~ 2,52 %. Jumlah pulp dalam komposit, mempengaruhi nilai regangan lentur komposit. Semakin banyak jumlah pulp OPF dalam komposit, nilai regangan lentur komposit semakin rendah menunjukkan komposit bersifat semakin kaku. Nilai regangan komposit semakin rendah dengan penambahan jumlah pulp. Semakin banyak pulp, komposit menjadi semakin kaku, hal ini sesuai dengan nilai modulus lentur yang semakin tinggi.

4. Kesimpulan

Jumlah serat dalam komposit plastik mempengaruhi sifat mekanis komposit. Semakin banyak serat yang digunakan, sifat mekanis komposit semakin baik. Namun dalam komposit dengan matriks hibrid yang menggunakan lebih satu satu jenis plastik, kesesuaian antara jenis plastik adalah hal penting yang perlu diperhatikan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kegiatan Program Unggulan IPT-LIPI tahun 2015 atas dukungan dana bahan penelitian.

Referensi

Fidelis, M. E. A., T. V. C.Pereira, O. F. M. Gomes, F. A. Silva, R.D.T. Filho (2013). The effect of fiber morphology on the tensile strength of natural fibers. *Journal of Materials Research and Technology*, *2* (2), 149–157.

Hui ZP, P Sudhakara, YQ Wang, BS Kim, JI Song. (2013). Manufacturing and Mechanical Properties of Sisal Fiber Reinforced Hybrid Composites. *Composites Research*, *26* (5), 273-278.

Hunsa-Udom, R. dan L.Jarupan, (2008). Mechanical Properties of Oil Palm Pulp Sheets for Pulp-Molded Packaging : A Preliminary Study. *Journal of Metals, Materials and Minerals*, *18* (2), 229-232.

Inacio, W.P., F.P.D., Lopes, S.N. Monteiro, (2010). Diameter dependence of tensile strength by Weibull analysis: Part III sisal fiber. *Revista Matéria*, *15* (2), 124-130.

Lee, S. H., S.Wang, G. M. Pharr, H.Xu (2007). Evaluation of interphase properties in a cellulose fiber-reinforced polypropylene composite by nanoindentation and finite element analysis. *Composites: Part A*, *38*, 1517–1524.

Mason, J.A., L.H. Sperling (1976). Polymer blends and composites.

Oksman K, C.Clemons (1998). Mechanical Properties Polypropylene-Wood and Morphology of Impact Modified Flour Composites. *Journal of Applied Polymer Science*, *67*, 1503-1513.

Shah, D.U., P.J. Schubel, P.Licence, M.J. Clifford, (2012). Determining the minimum, critical andmaximum fibre content for twisted yarn reinforced plant fibre composites. *Composites Science and Technology*, *72* (15), 1909-1917.

Wan-Rosli, W.D., K.N.Law, Z.Zainuddin, R. Asro. (2004). Effect of pulping variables on the characteristics of oil-palm frond-fiber. *Bioresource Technology*, *93*, 233–240.

Wan-Rosli, W.D., Z.Zainuddin, K.N. Law, R.Asro, (2004). Pulp from oil palm fronds by chemical processes. *Industrial Crops and Products*, *25*, 89–94.

Zampaloni, M., F.Pourboghrat, S.A.Yankovich, B.N. Rodgers, J. Moore, L.T. Drzal, A.K., Mohanty, M Misra. (2007). Kenaf natural fiber reinforced polypropylene composites: A discussion on manufacturing problems and solutions. *Composites: Part A, 38*, 1569–1580.

Zhang YC, HY.Wu, YP.Qiu (2010). Morphology and properties of hybrid composites based on polypropylene/polylactic acid blend and bamboo fiber. *Bioresource Technology*, *101*, 7944–7950.

Zimmermann T, E.Pohler, T.Geiger (2004). Cellulose fibrils for polymer reinforcement. *Advanced Engineering Materials*, *6* (9), 754-761.

Pengaruh Penggunaan Bahan Baku Pelepah Salak dan Jumlah Perekat Asam Sitrat terhadap Sifat Fisika dan Mekanika Papan Partikel

Bangun Dwi Prasetyo[a], Ragil Widyorini,[b,*] dan Tibertius Agus Prayitno[b]

[a] *Mahasiswa Program Pascasarjana Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*
[b] *Staff Pengajar Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

Abstract

The utilization of non-timber as material for particleboards has been considered due to the higher demand for world panel production and the limit of wood supply. Salacca frond as one of non-timber material could be used for particleboard raw materials. Nowdays, citric acid is developed to be utilized as natural adhesive. This study aimed to determine the effect of citric acid content on the physical and mechanical properties of salacca frond particleboard. This study used two factors, i.e. raw materials (salacca frond with out bark, and salacca frond with bark) and citric acid content (0 and 10wt%, based on air-dried materials). Particleboard were produced by hot pressing at 180ºC for 10 min with dimensions of 25 x 25 x 1cm, specific pressure of 3 MPa, and the target density of 0.8 g/cm³. The testing parameters based on the standard JISA 5908: 2003 (with modification) including thickness swelling, water absorption, modulus of rupture, modulus of elasticity, and internal bonding. The results showed that particleboard with citric acid made from salacca frond without bark produced physical and mechanical properties better than those made from salacca frond with bark.

Keywords: Citric acid, Mechanical-physical properties, Particleboard, Raw material, Salacca Frond

*Korespondensi penulis. Telp: 081227094937
E-mail: rwidyorini@gmail.com

1. Pendahuluan

Peningkatan permintaan bahan baku kayu di dalam industri perkayuan terutama papan partikel menyebabkan semakin terbatasnya sumberdaya kayu sehingga diperlukan sumber alternatif sebagai penggantinya. Produksi pertanian (perkebunan) memiliki keuntungan secara ekonomi sebagai bahan baku pembuatan papan partikel karena ramah lingkungan, ketersediaan yang melimpah, dan pada umumnya menghasilkan limbah yang belum termanfaatkan secara optimal. Pelepah salak merupakan salah satu bahan baku non kayu yang belum banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan papan partikel.

Jenis bahan baku merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi sifat papan partikel. Shmulsky dan Jones (2011) menyatakan bahwa kerapatan bahan baku merupakan ciri yang penting dan pada umumnya bahan baku yang memiliki kerapatan rendah lebih disukai untuk pembuatan papan partikel daripada kerapatan yang tinggi. Pelepah salak merupakan bahan berlignoselulosa yang memiliki kerapatan rendah yang diduga sesuai digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan partikel. Secara umum, batang tumbuhan monokotil memiliki kerapatan yang lebih tinggi pada bagian dekat kulit dibandingkan bagian tengahnya (Schweinguber *et al.*, 2006; Yudodibroto, 1984; Li, 2004; Stems, 2015). Pelepah salak diduga memiliki gambaran yang sama seperti batang tumbuhan monokotil pada umumnya. Atas dasar hal tersebut, penggunaan pelepah salak tanpa kulit dan dengan kulit menarik untuk dilakukan penelitian sebagai bahan baku pembuatan papan partikel.

Pembuatan papan partikel umumnya menggunakan perekat berbasis formaldehida yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Penggunaan perekat alam seperti asam sitrat atau peniadaan perekat (*binderless*) diharapkan menjadi alternatif untuk mengatasi hal tersebut. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dan hasil terbaik dari bahan baku dan jumlah asam sitrat terhadap sifat fisika dan mekanika papan partikel pelepah salak.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah salak yang diperoleh dari perkebunan milik petani yang berada di Pakem, Sleman, Yogyakarta. Pelepah salak berumur 21 tahun (tahun tanam 1994), diambil 2 – 3 pelepah tiap rumpun pada posisi pelepah paling luar (bawah) rumpun. Pelepah salak yang digunakan sampai panjang 3 m dihitung dari pangkal pelepah. Pelepah salak dibedakan menjadi dua bagian yaitu pelepah salak tanpa kulit dan dengan kulit. Pelepah salak tanpa kulit diperoleh dengan menghilangkan duri dan kulitnya dengan tebal pengulitan sekitar 0,1 – 0,2 cm dari kulit luar. Partikel pelepah salak dengan geometri serbuk dihasilkan dengan menggunakan mesin gerinder. Partikel yang dihasilkan kemudian dikeringkan sehingga dicapai kadar air kering udara yaitu sekitar 9 – 10%. Partikel yang sudah kering kemudian disaring sehingga diperoleh ukuran partikel lolos 10 mesh dan tertahan 60 mesh atau 0,25 – 2 mm. Partikel yang diperoleh kemudian ditimbang menurut perlakuan yang digunakan. Kebutuhan partikel disesuaikan dengan dimensi papan yang dibuat yaitu 25 x 25 x 1 cm^3 dan target kerapatan yang dituju yaitu 0,8 g/cm^3. Partikel yang sudah siap kemudian dicampur dengan asam sitrat. Partikel dengan pencampuran asam sitrat 10% dilakukan pengovenan pada suhu 80^0C sampai diperoleh kadar air sekitar 2 – 4%. Rancangan penelitian terdiri dari dua faktor yaitu bahan baku (pelepah salak tanpa kulit yang selanjutnya disingkat PSTK dan pelepah salak dengan kulit yang selanjutnya disingkat PSDK), dan jumlah asam sitrat (0 dan 10%). Kombinasi faktor tersebut diulang sebanyak 3 kali, sehingga dibutuhkan 12 papan partikel.

Papan partikel dibuat dengan tekanan spesifik 3 Mpa dengan memberi *thickness bar* untuk mengatur ketebalan papan yang dibuat yaitu 1 cm. Pengempaan dilakukan pada suhu 180ºC selama 10 menit. Pengkondisian terhadap papan yang telah dibuat dilakukan selama kurang lebih 1 minggu untuk mencapai kondisi seimbang dengan udara sekitar dan selanjutnya

dibuat contoh uji menurut standar JIS A 5908: 2003 yang dimodifikasi meliputi kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, penyerapan air, modulus patah, modulus elastisitas, dan kuat rekat internal.

3. Hasil dan Pembahasan

Secara visual papan partikel yang menggunakan bahan baku pelepah salak tanpa kulit lebih halus daripada pelepah salak dengan kulit. Hal ini diduga rasio pemampatan (*compaction ratio*) yang lebih tinggi terjadi pada papan partikel dengan bahan baku pelepah salak tanpa kulit daripada dengan kulit sehingga papan partikel yang terbentuk lebih kompak dan memiliki porositas yang rendah. Hal ini dilaporkan juga oleh Nemli *et al.,* 2005 yang menyatakan bahwa papan partikel dengan kerapatan tinggi dan rasio pemampatan yang lebih tinggi memberikan nilai kekasaran permukaan yang lebih baik (halus) daripada papan partikel dengan kerapatan dan rasio pemampatan yang rendah. Sedangkan papan partikel dengan penambahan jumlah asam sitrat 10% memiliki penampilan fisik yang lebih gelap dibandingkan papan partikel dengan penambahan jumlah asam sitrat 0%. Hal ini diduga asam sitrat menjadi matang ketika dikenai panas pada saat pengempaan dan memberikan gambaran warna gelap, dimana asam sitrat memiliki titik leleh 153ºC (UNEP, 2010), sedangkan suhu pengempaan yang digunakan yaitu 180ºC.

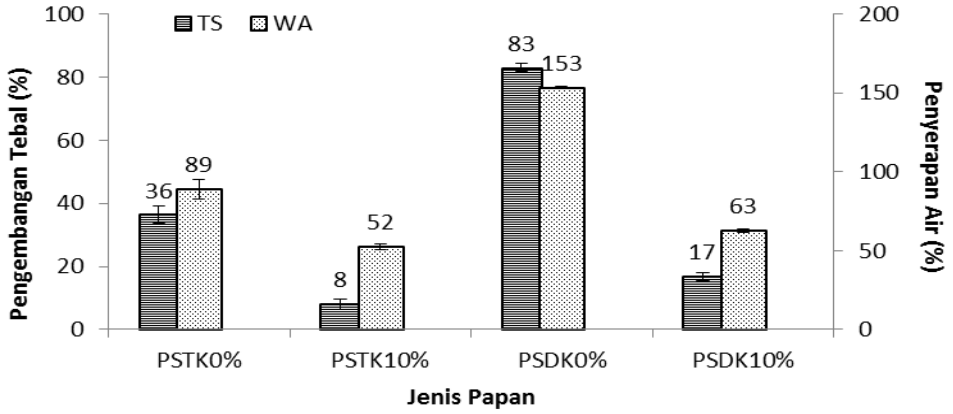
3.1. Pengembangan tebal dan penyerapan air

Sifat pengembangan tebal dan penyerapan air seringkali dikaitkan dengan stabilitas dimensi dari papan partikel tersebut. Hal ini disebabkan kedua sifat inilah yang menjadi tolak ukur kemampuan suatu papan partikel untuk mempertahankan dimensi semula setelah direndam di dalam air atau perubahan kondisi udara sekitar ketika papan tersebut digunakan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai rata- rata pengembangan tebal papan partikel pelepah salak berkisar antara 8,01 – 83,01%. Nilai pengembangan tebal terendah dijumpai pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak tanpa kulit dengan jumlah asam sitrat 10%, sedangkan nilai pengembangan tebal tertinggi dijumpai pada kombinasi perlakuan bahan baku dengan kulit dengan jumlah perekat asam sitrat 0%. Hanya kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak tanpa kulit dengan jumlah perekat asam sitrat 10% saja yang memenuhi standar JIS A 5908: 2003 yang mempersyaratkan nilai maksimal 12%. Nilai pengembangan tebal papan partikel dengan bahan baku pelepah salak tanpa kulit lebih baik daripada bahan baku pelepah salak dengan kulit pada penambahan jumlah perekat asam sitrat yang sama yang menunjukkan nilai sekitar 2 kalinya lebih baik.

Penyerapan air dari papan partikel yang dihasilkan dalam penelitian ini menunjukkan nilai rata- rata berkisar 52,38 – 153,27%. Nilai penyerapan air terendah dihasilkan dari kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak tanpa kulit dengan jumlah perekat asam sitrat 10%, sedangkan nilai tertinggi dihasilkan dari kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak dengan kulit dengan jumlah perekat asam sitrat 0%. Peningkatan jumlah perekat asam sitrat yang digunakan menghasilkan nilai penyerapan air yang lebih rendah. Hal ini berarti adanya peningkatan jumlah asam sitrat menghalangi air untuk masuk/ diserap oleh papan partikel. Data penelitian menunjukkan bahwa nilai penyerapan air untuk papan partikel pelepah salak

tanpa kulit dan dengan kulit pada kondisi jumlah asam sitrat 0% masing- masing yaitu 89,11% dan 153,27%. Nilai penyerapan air turun ketika jumlah asam sitrat yang digunakan meningkat pada 10% yaitu sekitar hampir setengahnya untuk papan partikel pelepah salak tanpa kulit menjadi 52,38% dan turun lebih dari setengah kalinya untuk papan partikel pelepah salak dengan kulit menjadi 62,60%.

Gambar 1 menunjukkan hubungan antara pengaruh perlakuan terhadap nilai stabilitas dimensi papan partikel. Dilihat dari stabilitas dimensinya yang dapat dilihat dari nilai pengembangan tebal dan penyerapan air, nampaknya jelas bahwa papan partikel dengan bahan baku pelepah salak tanpa kulit lebih baik daripada papan partikel dengan bahan baku pelepah salak dengan kulit. Hal ini diduga karena struktur papan partikel dari pelepah salak tanpa kulit yang lebih rapat dan sedikit rongga antar partikel yang terbentuk daripada pelepah salak dengan kulit. Kecenderungan yang sama juga didapatkan pada pengaruh perlakuan penambahan jumlah asam sitrat dimana peningkatan penggunaan jumlah asam sitrat memperbaiki stabilitas dimensi papan partikel yang dihasilkan. Hal ini sesuai dengan penelitian Umemura *et al.*, (2011) dan Widyorini *et al.*, (2014) yang menyebutkan bahwa peningkatan jumlah asam sitrat akan memperbaiki stabilitas dimensi dari molding dan papan partikel yang dihasilkan.



Gambar 1. Histogram nilai stabilitas dimensi papan partikel

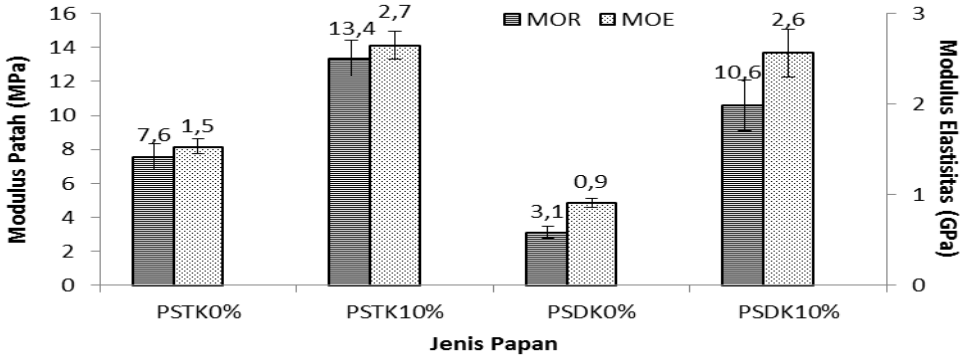
3.2. Keteguhan lengkung statik

Nilai keteguhan lengkung statik meliputi modulus patah dan modulus elastisitas. Nilai rata- rata modulus patah papan partikel pelepah salak berkisar antara 3,12 – 13,38 MPa. Nilai modulus patah terendah didapatkan pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak dengan kulit pada penambahan jumlah asam sitrat 0%, sedangkan nilai modulus patah tertinggi didapatkan pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak tanpa kulit dengan penambahan jumlah asam sitrat 10%. Nilai modulus patah papan partikel dengan bahan baku pelepah salak baik dengan kulit maupun tanpa kulit dengan penambahan jumlah asam sitrat 0% tidak memenuhi Standar JIS A 5908: 2003, sedangkan papan partikel dengan bahan baku pelepah salak dengan kulit pada penambahan jumlah asam sitrat 10% memenuhi Standar JIS A 5908: 2003 tipe 8 yaitu sebesar 10,59 MPa bahkan untuk papan partikel pelepah salak

tanpa kulit pada penambahan jumlah asam sitrat 10% telah memenuhi Standar JIS A 5908: 2003 tipe 13 dengan nilai 13,38 MPa.

Modulus elastisitas papan partikel pelepah salak yang dihasilkan memiliki nilai rata- rata berkisar antara 0,91 – 2,65 MPa. Nilai modulus elastisitas terendah didapatkan pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak dengan kulit pada penggunaan jumlah asam sitrat 0%, sedangkan nilai modulus elastisitas tertinggi didapatkan pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak tanpa kulit pada penggunaan jumlah asam sitrat 10%. Hanya dengan penggunaan jumlah asam sitrat 10% saja yang memenuhi Standar JIS A 5908: 2003 tipe 13 baik bahan baku pelepah salak tanpa kulit maupun dengan kulit dengan nilai masing-masing sebesar 2,65 dan 2,57 GPa.

Gambar 2 menunjukkan hubungan antara pengaruh perlakuan terhadap nilai keteguhan lengkung statik papan partikel pelepah salak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa papan partikel dengan bahan baku pelepah salak tanpa kulit menghasilkan nilai keteguhan lengkung statik yang lebih tinggi daripada papan partikel pelepah salak dengan kulit. Hal ini diduga adanya kandungan kulit menyebabkan penurunan sifat keteguhan lengkung statik. Hal ini sesuai dengan penelitian Blanchet *et al.,* (2000) dan Nemli *et al.,* (2004) yang menyebutkan bahwa penggunaan kulit pada pembuatan papan partikel akan cenderung menghasilkan sifat mekanika yang rendah. Peningkatan jumlah asam sitrat akan meningkatkan keteguhan lengkung statik dari papan partikel pelepah salak yang dihasilkan. Umemura *et al.,* (2011) dan Widyorini *et al.,* (2014) juga mengonfirmasi hal yang sama bahwa peningkatan jumlah asam sitrat akan menghasilkan peningkatan keteguhan lengkung statik yang optimum sampai penambahan asam sitrat 20% pada molding *Acacia mangium* dan 30% pada papan partikel bambu.



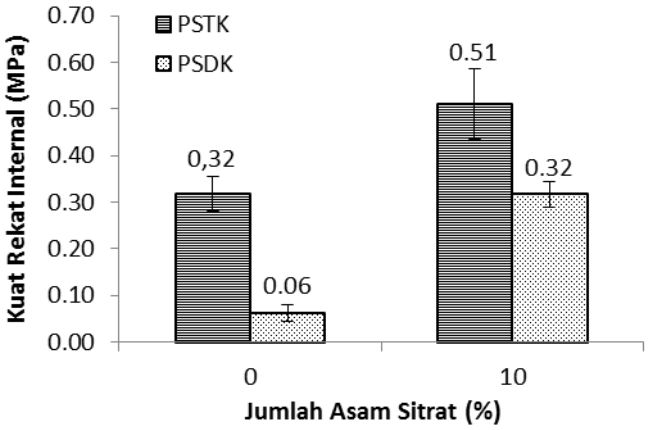
Gambar 2. Histogram nilai keteguhan lengkung statik papan partikel

3.3. Kuat rekat internal

Nilai kuat rekat internal papan partikel pelepah salak berkisar antara 0,06 – 0,51 MPa. Nilai kuat rekat internal terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak dengan kulit pada penambahan jumlah asam sitrat 0%, sedangkan nilai tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak tanpa kulit pada penambahan jumlah asam sitrat 10%. Nilai kuat rekat internal yang dihasilkan semuanya memenuhi Standar JIS A 5908: 2003 tipe 18 yang mempersyaratkan nilai minimal 0,3 MPa kecuali

untuk perlakuan bahan baku pelepah salak dengan kulit pada penambahan jumlah asam sitrat 0%.

Penggunaan bahan baku pelepah salak tanpa kulit memiliki kuat rekat internal yang lebih baik dibandingkan bahan baku pelepah salak dengan kulit. Bahkan nilai kuat rekat internal papan partikel dengan bahan baku pelepah salak tanpa kulit pada jumlah asam sitrat 0% menyamai nilai kuat rekat internal papan partikel dengan bahan baku pelepah salak dengan kulit pada jumlah asam sitrat 10%. Hal ini diduga pelepah salak dengan kulit memiliki zat ekstraktif yang lebih tinggi dibandingkan pelepah salak tanpa kulit yang menyebabkan terganggunya proses perekatan antar partikel sehingga kontak antar partikel lemah dan menghasilkan kuat rekat internal yang rendah. Haygeen dan Bowyer (1989) menyebutkan bahwa bagian kulit mengandung zat ekstraktif yang lebih tinggi dibandingkan non kulit. Baharoglu *et al.,* (2013) melaporkan bahwa ekstraktif memberikan pengaruh negatif terhadap ikatan perekat dan perekatan. Peningkatan jumlah asam sitrat menghasilkan peningkatan kuat rekat internal. Hal ini sesuai dengan pernyataan Widyorini *et al.,* (2014) yang menyebutkan bahwa peningkatan jumlah asam sitrat akan meningkatkan kuat rekat internal dari papan partikel yang dihasilkan. Gambar 3 menunjukkan hubungan antara pengaruh perlakuan terhadap nilai kuat rekat internal.



Gambar 3. Histogram nilai kuat rekat internal papan partikel

4. Kesimpulan

Perlakuan berupa bahan baku dan jumlah asam sitrat memberikan pengaruh terhadap sifat fisika dan mekanika papan partikel pelepah salak yang dihasilkan. Papan partikel terbaik diperoleh pada kombinasi perlakuan bahan baku pelepah salak tanpa kulit dengan jumlah asam sitrat 10% yang memenuhi semua Standar JIS A 5908: 2003, dan khusus untuk sifat keteguhan lengkung statik dan kuat rekat internal masing- masing telah memenuhi Standar JIS A 5908: 2003 tipe 13 dan 18.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi UGM Tahun 2015 (No. 43/LPPM/2015).

Referensi

Baharoglu, M., G.Nemli, B.Sari, T.Birturk, , & S. Bardak. (2013). Effect of Anatomical and Chemical Properties of Wood on the Quality of Particleboard. *Composites* Part B, *52*, 282 – 285.

Blanchet, P., A.Cloutier & B. Riedl,. (2000). Particleboard Made from Hammer Milled Black Spruce Bark Residue. *Wood Science and Technology, 34*, 11-19.

Haygeen, J.G. & J.L Bowyer. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar*. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Japanese Industrial Standard. (2003). *JIS A 5908: 2003 Particleboards*. Japanese Standards Association. Tokyo

Li, X. (2004). *Physical, Chemical, and Mechanical Properties of Bamboo and its Utilization Potential for Fiberboard Manufacturing* (thesis). Diakses dari http://etd.lsu.edu/docs/available/etd-04022004-144548/unrestricted/Li_thesis.pdf.

Nemli, G., H.Kirci, & A Temiz,. (2004). Influence of Impregnating Wood Particles with Mimosa Bark Extract on Some Properties of Particleboard. *Industrial Crops and Products, 20*, 339 – 344.

Nemli, G., I. Ozturk, & I.Aydin. (2005). Some of the Parameter Influencing Surface Roughness of Particle Board. *Building and Environment, 40*, 1337 – 1340.

Schweinguber, F.H., A.Borner & E.D Schulze,. (2006). *Atlas of Woody Plant Stems*. Springer. Berlin.

Shmulsky, R., & P.D. Jones. (2011). *Forest Products an Wood Science An Introduction Sixth Edition*. Wiley Blackwell. UK.

Stems.(2015). Diakses dari http://www.botany.uwc.ac.za/scied/gade10/anatomy/stems.htm.

Umemura, K., T.Ueda, & S. Kawai. (2011). Characterization of wood based molding bonded with citric acid. *J Wood Sci,58*, 38-45

United Nations Environment Programme. (2010). *Citric Acid CAS No. 77-92-9*. UNEP Publication. Orlando.

Widyorini, R., A.P.Yudha, R.Isnan, A.Awaluddin, T.A.Prayitno, A.Ngadianto, & K.Umemura (2014). Improving the Physico-Mechanical Properties of Eco-friendly Composite Made from Bamboo. *Advanced Materials Research, 896*, 562-565.

Yudodibroto, H. (1984). Proceeding of the Rattan Seminar: *Anatomy, Strength Properties and the Utilization of Some Indonesia Rattans*. Kuala Lumpur.

Pengaruh Penambahan Perekat dan Suhu Kempa terhadap Sifat Papan Komposit dari Serat Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) dengan Asam Sitrat sebagai Perekat

Fernando[a], Ragil Widyorini,[b,*], Joko Sulistyo[b], Mahdi Santoso[a]

[a] *Mahasiswa Program Pascasarjana Ilmu Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*
[b] *Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta*

Abstract

Coconut coir fibers with containing high lignin (around 45.8%) are potential for being an alternative raw material in the manufacture of composite board. One of the natural adhesives, i.e. citric acid, is currently being developed. Adhesion mechanism of citric acid, especially for lignocellulosic materials with high lignin content is not yet known. Therefore, this study aims to investigate the effect of press temperature and citric acid content on the quality of particleboard made from coir fiber. The contents of citric acid were 0 wt% and 20 wt%, while the press temperature was 180°C and 200°C. The pressing time was set at 10 min with a target board density was 0.8 g/cm^3. The properties of particleboard were then evaluated according to the Japanese Industrial Standard for particleboard (JIS A 5908: 2003). The addition of citric acid can produce particleboard with good physical and mechanical properties of particleboard. The properties of particleboard in this research could meet the requirements of Japanese Industrial Standard for particleboard (JIS A 5908: 2003).

Keywords: Citrid acid addition, Particleboard, Coir fiber, Natural adhesive, Hot pressing temperature

* Korespondensi penulis. Telp.: 081227094937
E-mail: rwidyorini@gmail.com

1. Pendahuluan

Luas areal tanaman kelapa (*Cocos nucifera*) di Indonesia mencapai 3,78 juta Ha (BPS, 2014). Sabut kelapa merupakan bagian dari buah kelapa, yaitu sekitar 35% dari berat keseluruhan buah (Thampan, 1982). Sabut kelapa sendiri terdiri dari empulur (*pith*) sebanyak 70% dan serat (*fibre*) sebanyak 30% (Van Dam *et al.*, 2004). Serat sabut kelapa dikenal juga sebagai *coco fiber, coir fiber, coir yarn, coir mats*, dan *rugs* yang merupakan produk hasil pengolahan sabut kelapa (Woodroof, 1979). Sebagai bahan berlignoselulosa serat sabut kelapa sangatlah menjanjikan untuk dijadikan bahan baku pembuatan papan partikel dengan kandungan selulosa 43,4% dan kandungan lignin 45,8% berat kering (Khedari *et al.*,, 2003) contohnya papan partikel binderless insulasi panas (Panyakaew dan Fotios. 2011) dan papan partikel insulasi panas dari serat sabut kelapa dengan perekat urea formaldehid (Khedari *et*

al.,, 2003). Menurut Prayitno (2009), perkembangan teknologi perekatan dalam pembuatan papan partikel merupakan salah satu jalan untuk membantu mengurangi laju kerusakan hutan. Dalam proses pembuatan papan partikel umumnya menggunakan perekat sintetis yang mengandung formaldehid dimana mayoritas (96,6%) menggunakan senyawa formaldehida (Li, 2002). Senyawa ini dapat menghasilkan emisi formaldehida yang berbahaya dan dapat menyebabkan kanker, iritasi mata dan kerongkongan serta gangguan pernapasan (Roffael, 1993). Oleh karena itu, perlu dilakukan pengembangan produk papan komposit yang ramah lingkungan salah satunya yaitu pemanfaatan asam sitrat sebagai perekat. Umemura *et al.*, (2011) berhasil membuktikan bahwa antara gugus karboksil asam karboksilat dengan gugus hidroksil bahan lignoselulosa mampu berperan sebagai agen pembentuk ikatan silang melalui ikatan esterifikasi dan bisa berfungsi sebagai perekat alami pada kayu.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan papan partikel dari serat sabut kelapa dengan kombinasi suhu kempa dan jumlah asam sitrat. Sifat fisik dan mekanik papan dibandingkan dengan Standar JIS A 5908-2003.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam pembuatan papan partikel yaitu serat sabut kelapa, asam sitrat ($C_6H_{12}O_6$) anhidrat, air destilasi, perekat *epoxy*. Peralatan yang digunakan antara lain : alat kempa, timbangan elektrik dengan ketelitian 0,001 g, cetakan lembaran berukuran 25 cm x 25 cm x 30 cm, dan ketebalan berukuran ukuran 1 cm. Serat sabut kelapa yang diperoleh dari industri pengolahan sabut kelapa UD. Makmur Cocos Kabupaten Kulon Progo dipotong-potong sepanjang 2,5 ± 0,5 cm untuk menyamakan ukuran panjang bahan.

Serat sabut kelapa yang telah dipotong dicampurkan dengan perekat asam sitrat dengan jumlah perekat 0% dan 20%. Untuk penambahan asam sitrat 20% sebelum pengempaan dilakukan pengovenan selama 18 jam dengan suhu 80^0C untuk mengurangi kadar air lembaran sebelum pengempaan. Pengempaan panas dilakukan dengan kondisi suhu plat kempa 180ºC dan 200ºC, tekanan spesifik sebesar 3,5 Mpa dan lama waktu kempa 10 menit. Parameter pengujian yaitu sifat fisik dan mekanik papan partikel yang dihasilkan meliputi kerapatan, kadar air, pengembangan tebal, modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE).

3. Hasil dan Pembahasan

Pada perlakuan suhu pengempaan 180^0C dengan asam sitrat 0% setelah dilakukan pemotongan sampel uji papan partikel terjadi kerusakan akibat tarikan dari mesin gergaji sehingga untuk papan tersebut tidak bisa dilakukan pengujian (Gambar 1).

Gambar 1. Contoh sampel uji papan dengan suhu kempa 180^0C tanpa perekat

Tabel 1. Tabel perbandingan hasil sifat fisika dan mekanika papan partikel serat sabut kelapa dengan standar.

Kode Papan	Sifat Fisika dan Mekanika Papan Partikel						
	KA (%)	KR (g/cm^3)	PT (%)	PA (%)	MOR (MPa)	MOE (GPa)	IB (MPa)
S18AN	-	-	-	-	-	-	-
S20AN	8,20	0,70	45,38	99,29	6,22	0,72	0,08
S18AD	7,26	0,81	5,26	32,35	13,47	2,17	0,23
S20AD	5,89	0,79	1,33	22,00	13,02	2,36	0,37
JIS A 5908 tipe 8	5 – 13	0,4 - 0,9	<12	-	≥ 8	≥ 2	≥ 1,5
JIS A 5908 tipe-13	5 – 13	0,4 - 0,9	<12	-	≥ 13	≥ 2,5	≥ 0,2
JIS A 5908 tipe-18	5 – 13	0,4 - 0,9	<12	-	≥ 18	≥ 3	≥ 0,3

Keterangan : S18 : Suhu Kempa 180°C, S20 : Suhu Kempa 200°C, AN : Asam Sitrat 0%, AD : Asam Sitrat 20%, KA : Kadar Air, KR : Kerapatan, PT : Pengembangan Tebal, PA : Penyerapan Air, IB : Keteguhan rekat internal, MOR : Keteguhan Patah, MOE : Keteguhan Elastisitas.

3.1. Kadar air dan kerapatan

Hasil perhitungan kadar air papan berkisar 5,89-8,26%, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Kadar air terendah pada papan dengan suhu kempa 200°C dan jumlah perekat 20% asam sitrat, tertinggi pada papan dengan suhu kempa 200°C dan jumlah perekat 0%. Berdasarkan standar JIS A5908-2003 yang mensyaratkan kadar air antara 5-13%, maka semua papan mempunyai nilai kadar air yang memenuhi standar tersebut. Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kadar air papan yang dikempa pada suhu 200°C dan jumlah perekat 20% lebih rendah dari pada papan lainnya. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan suhu dan penembahan jumlah perekat efektif mengeluarkan uap air yang terdapat dalam partikel selama proses pengempaan. Menurut Umemura *et al.*, (2011) bahwa antara gugus karboksil asam karboksilat dengan gugus hidroksil bahan lignoselulosa mampu berperan sebagai agen pembentuk ikatan silang melalui ikatan esterifikasi dan bisa berfungsi sebagai perekat alami pada kayu. Pembentukan ikatan ester antara gugus hidroksil dari serat sabut kelapa dan gugus karboksil dari asam menyebabkan papan partikel lebih bersifat hidrofobik sehingga dapat mengurangi kadar air papan yang dihasilkan.

Kerapatan papan merupakan massa atau berat yang dimiliki oleh suatu papan pada volume tertentu. Pada penelitian ini menggunakan target kerapatan 0,8 g/cm^3. Hasil perhitungan kerapatan papan berkisar dari 0,70-0,81 g/cm^3 seperti terlihat pada Tabel 1. Nilai

kerapatan papan terendah pada papan dengan suhu pengempaan 200°C dan jumlah perekat 0%, tertinggi pada papan dengan suhu pengempaan 180°C dan jumlah perekat 20%. Hal ini diduga karena penambahan jumlah perekat akan menambah berat dari papan partikel itu sendiri. Maloney (1977) menyatakan bahwa penambahan perekat akan meningkatkan berat papan sehingga berat papan juga akan meningkat.

3.2. Pengembangan tebal dan penyerapan air

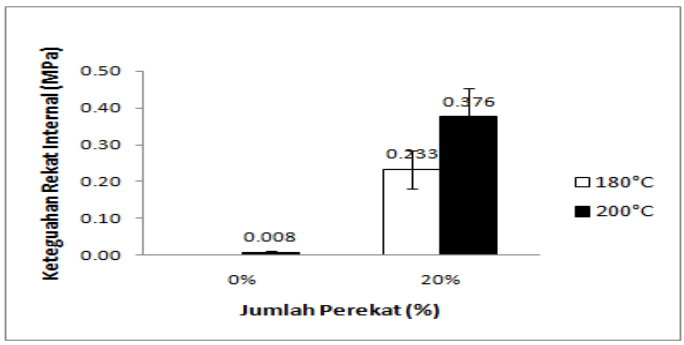
Pengembangan tebal menunjukkan kestabilan dimensi papan setelah perendaman dalam air selama 24 jam. Standar JIS A 5908-2003 tipe 8 mensyaratkan nilai pengembangan tebal kurang dari 12%. Penelitian ini menghasilkan nilai pengembangan tebal papan berkisar dari 1,33% sampai 43,19%, seperti yang terlihat pada Tabel 1. Pengembangan tebal papan tertinggi pada papan dengan suhu kempa 200°C dan jumlah perekat 0%, terendah pada papan dengan suhu pegempaan 200°C dengan jumlah perekat 20%.

Peningkatan jumlah perekat dan peningkatan suhu kempa menghasilkan nilai pengembangan tebal lebih rendah dari papan yang lainnya. Hal tersebut terlihat pada nilai pengembangan papan dengan pada suhu 200^0C dan jumlah perekar 20% sebesar 1.33% lebih rendah dari papan yang lainnya. Hasil tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan jumlah perekat asam sitrat dan peningkatan suhu kempa dapat meningkatkan kestabilan dimensi papan. Umemura *et al* (2012) menemukan bahwa molding kayu akasia mangium dengan penambahan asam sitrat mempunyai ketahanan terhadap air yang tinggi dan dapat meminimalisir terjadinya pengembangan tebal papan.

Penyerapan air (*water absorption*) menunjukkan kemampuan papan partikel dalam menyerap air. Standar yang diacu pada penyerapan air papan adalah FAO yaitu sebesar 20-75%, karena pada JIS A 5908-2003 tidak mensyaratkan nilai penyerapan air. Daya serap air papan setelah perendaman 24 jam berkisar dari 22,00-99,29%, terlihat di Tabel 1. Nilai tertinggi pada papan dengan suhu kempa 200°C pada jumlah perekat 0% dan terendah pada papan dengan suhu kempa 200°C dan jumlah perekat 20%. Nilai penyerapan air pada penambahan perekat 20% baik pada suhu 180^0C maupun 200^0C telah memenuhi standar FAO.

3.3. Keteguhan rekat internal (internal bond strength)

Hasil perhitungan nilai *internal bond* (IB) papan dapat dilihat pada Tabel 1 berkisar dari 0,08-0,37 MPa. Nilai IB tertinggi pada papan yang dikempa dengan suhu kempa 200°C dan jumlah perekat 20%, terendah pada papan yang dikempa dengan suhu 200°C dan jumlah perekat 0%. Nilai IB pada papan dengan jumlah perekat 20% telah memenuhi standar JIS 5908-2003 tipe 13, bahkan telah memenuhi stadar JIS 5908-2003 tipe 18 pada papan partikel serat sabut kelapa dengan jumlah perekat 20% dengan suhu pengempaan 200^0C. Peningkatan nilai keteguhan rekat internal dikarenakan adanya ikatan ester yang terjadi akibat penambahan jumlah asam sitrat dan peningkatan suhu kempa (Gambar 2) pada serat sabut kelapa. Pembuatan papan partikel dengan menggunakan asam sitrat sebagai perekat mekanisme yang terjadi yaitu pembentukan ikatan ester. Menurut Umemura *et al.,* (2015) pembentukan ikatan ester dapat menambah daya rekat dan berkontribusi terhadap sifat yang baik dari papan.

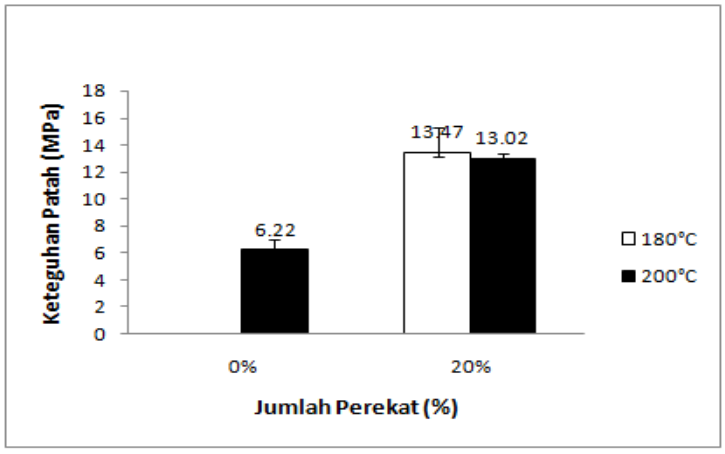


Gambar 2. Grafik keteguhan rekat internal papan partikel dari serat sabut kelapa

3.4. Keteguhan patah (modulus of rupture)

Modulus of rupture (MOR) merupakan sifat mekanis yang berhubungan dengan kekuatan papan yaitu ukuran kemampuan papan untuk menahan beban. Nilai MOR papan yang dihasilkan berdasarkan nilai aktual berkisar dari 6,22-13,47 MPa. Nilai tertinggi pada papan dengan suhu kempa 180°C pada jumlah perekat 20%, nilai terendah pada papan dengan suhu kempa 200°C dan jumlah perekat 0% seperti yang terlihat pada Gambar 3.

Pada penelitian ini menunjukkan kecenderungan peningkatan nilai MOR pada suhu kempa 200^0C pada penambahan jumlah perekat 20%. Hal ini mengindikasikan bahwa peningkatan jumlah perekat dapat meningkatkan nilai MOR papan partikel serat sabut kelapa (Gambar 3). Menurut Widyorini *et al* (2014) berdasarkan data analisis spektrum inframerah dari partikel bambu yang diberi kandungan asam sitrat yang berbeda menunjukan bahwa kehadiran kelompok ester yang lebih tinggi dengan meningkatnya kandungan asam sitrat yang ditandai dengan pembentukan gugus C=O pada pita serapan 1734 cm^{-1}. Berdasarkan standar JIS 5908-2003 nilai keteguhan patah papan partikel dengan penambahan asam sitrat sudah memenuhi tipe 13, sedangkan untuk penambahan perekat 0% belum memenuhi standar JIS 5908-2003.



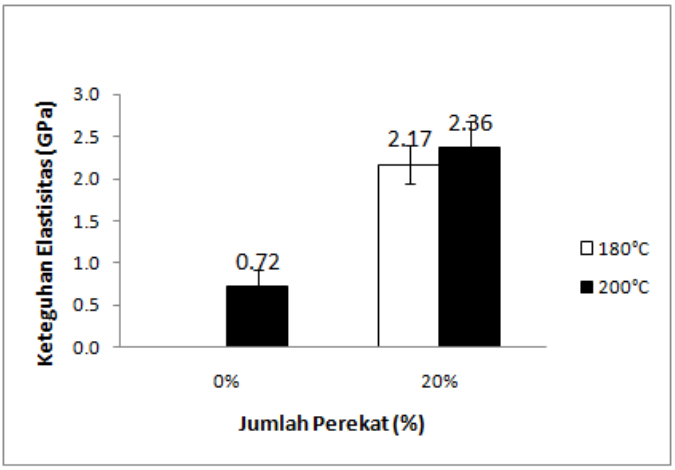
Gambar 3. Grafik keteguhan patah (MOR) papan partikel dari serat sabut kelapa

3.5. Modulus elastisitas (modulus of elasticity)

Modulus of elasticity (MOE) merupakan kemampuan papan untuk menahan perubahan bentuk atau lentur yang terjadi sampai dengan batas proporsi. Nilai rerata MOE papan partikel serat sabut kelapa berkisar antara 0,72-2,36 GPa (Gambar 4). Nilai terendah pada papan dengan suhu kempa 200°C dan jumlah perekat 0%, nilai tertinggi pada papan dengan suhu pengempaan 200°C dan jumlah perekat 20%. Nilai MOE pada penelitian ini telah memenuhi standar JIS A 5908-2003 tipe 8 yaitu minimal 2 GPa, kecuali pada suhu 200^0C dengan jumlah perekat 0%.

Secara umum, sifat modulus elastisitas dipengaruhi oleh daya rekat lapisan permukaan papan (Umemura *et al.*,2015). Hal tersebut mengindikasikan bahwa peningkatan suhu pengempaan dapat meningkatkan sifat elastisitas dari papan partikel serat sabut kelapa baik pada jumlah perekat 0% maupun pada jumlah perekat 20% (Gambar 4). Hal ini diduga dikarenakan adanya ikatan ester antara asam sitrat dengan serat sabut kelapa. Pembentukan hubungan ester akan mengembangkan daya rekat dan akan berkontribusi terhadap sifat fisik dan mekanik yang baik dari papan (Umemura *et al.*, 2015).

Sifat mekanika papan partikel serat sabut kelapa yang terbaik dihasilkan pada suhu kempa 200^0C dengan jumlah perekat 20% dengan waktu pengempaan 10 menit yaitu dengan nilai keteguhan rekat internal 0,37 MPa, MOR 13,02 MPa, MOE 2,36 GPa. Nilai ini hampir sama dengan penelitian Widyorini *et al*., (2012) pada pembuatan papan partikel dari bambu petung dimana hasil terbaik pada penambahan jumlah asam sitrat 20% dengan suhu kempa 200˚C dan waktu pengempaan 15 menit dengan keteguhan rekat internal 0,31 MPa, MOR 12,5 MPa dan MOE 3,5 GPa.



Gambar 4. Grafik keteguhan elastisitas (MOE) papan partikel dari serat sabut kelapa

4. Kesimpulan

Peningkatan suhu kempa dan penambahan jumlah perekat secara keseluruhan dapat meningkatan sifat fisika dan mekanika papan yang dihasilkan. Komposisi yang terbaik dari penelitian ini pada pembuatan papan partikel dari serat sabut kelapa yaitu pada suhu kempa 200^0C dengan jumlah perekat 20% dengan Nilai IB 0,37 MPa, MOR 13,02 MPa, MOE 2,36 GPa.

Referensi

Badan Pusat Satistik. (2014). Statistik Indonesia Tahun 2013. BPS.

Defoirdt, N., S.Biswa, L.De Vriese, L.Q. Ngoc Tran, J.Van Acker, Q.Ahsan, L.Gorbatikh, A.Van Vuure, & J.Verpoest (2010). Assesment of the tensile Properties of Coir, Bamboo and Jute Fibre. *Jounal Composites* Part A *41*, 588-595.

FAO. (2012). *State of the World's Forest*. FAO. ISBN 978-92-5-107292-9. Rome

Japan Industrial Standard. (2003). *Japan Industrial Standard (JIS) for Particleboard*. JIS A 5908-2003. Tokyo. Japan

Khedari, J., N.Nankongnab, J.Hirunlabh, & S. Teekasap. (2004). New Lost-Cost Insulation Particleboards from Mixture of Durian Peel and Coconut Coir. *Journal Building and Environment 39*, 59-65.

Li, X. (2004). *Physical, Chemical, and Mechanical Properties of Bamboo and Its Utilization Potential for Fiberboard Manufacturing*. (Thesis). A Thesis Submitted to the Gaduate Faulty of the Louisiana State University and Agiculture and Mechanical College.

Maloney, T. M. (1977). *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. United States of America (USA): Miller Freeman Publications Inc.

Pantze, A. (2006). Studies of Ester Formation on an Cellulose Matrix. *Division of Wood Science and Technology*. 18: 1402-1757

Panyakaew, S & S.Fotios. (2011). New Thermal Insulation Board Made from Coconut Husk and Bagasse. *Journal Energy and Building 43*,1732-1739.

Prayitno, T.A. (2009). *Perekatan Kayu*. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Thampan, P. K. (1982). *Handbook of Coconut Palm*. Oxford and IBH Publishing Co. New York, Bombay, Calcutta.

Umemura, K., U. Tomohide, S.M. Sasa, & K. Shuichi. (2011). Application of Citric Acid as Natural Adhesive for Wood. *Journal of Applied Polymer Science 23*(4), 1991-1996

Umemura, K., Ueda, T dan Kawai, S. 2012. *Effects of Moulding Temperature on the Physical Properties of Wood-Based Moulding Bonded with Citric Acid*. *Forest Products J. 62*(1), 63–68

Umemura, K., O. Sugihara & S. Kawai. (2015). Investigation of A New Natural Adhesive Composed of Citric Acid and Sucrose for Particleboard II: Effects of Board Density and Pressing Temperature. *Journal Wood Science*. *61*(1), 40-44

Van Dam, J, GE. Van Den Oever, M. Teunissen, W. Keijsers, E.R.P. & A.G. Peralta. (2004). Process for Production of High Density/High Performance binderless boards from whole coconut husk Part 1: Lignin as intrinsic thermosetting binder resin. *Industrial Crops and Product. 19*, 207-216.

Widyorini, R., Y.A.Puspa, A. Ngadianto, K.Umemura, & S.Kawai. (2012). Development of Bio-Base Composite Made From Bamboo and Oil Palm Frond. *Proceeding of Biocomp 2012 (11th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium)*, Shizuoka. Japan.

Widyorini, R., A.P.Yudha, R. Isnan, A.Awaluddin, T.A.Prayitno, A.Ngadianto, & K. Umemura (2014). Improving the Phsyco-Mechanical Properties of Eco-friendly Composite Made from Bamboo. *Advanced Materials Research , 896*, 562-565.

Woodroof, J. G. (1979). *Coconut: Production, Processing, Product*. Second Edition. AVI Publishing Company Inc. Westport, Connecticut.

Potensi Papan Insulator Termal dari Tandan Kosong Kelapa Sawit

Yeyen Nurhamiyah,[a],*, Ismail Budiman[a], Lisman Suryanegara[a] dan Listiana Cahya Lestari[b]

[a]*Pusat Penelitian Biomaterial LIPI*
Jl Raya Bogor KM 46 Cibinong, Bogor, 16911. Telp. 021-87914511
[b]*Departemen Kimia, FMIPA IPB, Bogor*

Abstract

As the demand for green building materials increase sharply, in particular insulating materials from renewable resources, utilization of natural materials is increase. Recently, the focus of study is to find out the suitable material for thermal insulation . This study aimed to analyze the composition variation of oil palm empty fruit bunches (OPEFB) as a natural thermal insulation. This biomass was mixed with variation of natural adhesive composition such as sodium alginate and cornstarch. Thermal insulation of the board were evaluated by utilizing its density and thermal conductivity data. The best thermal insulation board is indicated by the lowest density and conductivity value. For both natural adhesives, the ratio of OPFEB and adhesives of 80 to 20 resulted in the lowest density and thermal conductivity of insulation board.

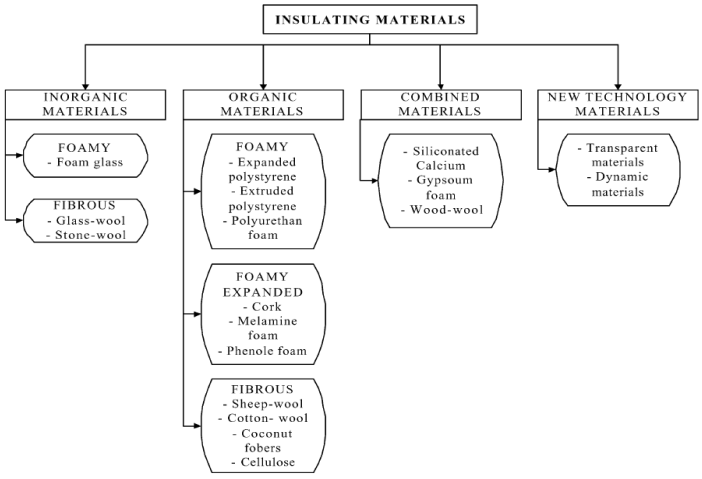
Keywords : Density, Insulation board, Natural adhesives, Oil Palm Empty Fruit Bunch, Thermal Insulation, Thermal Conductivity

* Korespondensi penulis. Tel.: +62-8121-184-7585
E-mail: yeyen.nurhamiyah@lipi.go.id

1. Pendahuluan

Geen building adalah suatu kesatuan bangunan yang mempertimbangkan pengaruh ekonomi, lingkungan, dan sosial mulai dari desain hingga daur ulang dari akhir masanya (World Geen Building Council). Material yang dipakai dalam *green building* adalah material yang memanfaatkan bahan-bahan ramah lingkungan. Energi yang digunakan dalam bangunan digunakan seminimal mungkin sehingga mengurangi emisi CO_2.

Insulator termal dipakai untuk membatasi transfer energi panas di dalam dan di luar sebuah sistem sehingga heat loss dapat dikurangi dan energi yang dipakai menjadi lebih efisien (E-Star Colorado, 2008). Dengan insulator termal bangunan akan hangat, kering dan higienis Serta mengurangi energi yang digunakan untuk memanaskan dan mendinginkan bangunan sehingga tujuan pengehematan energi dapat dicapai. Beberapa kategori insulator termal dapat dilihat pada Gambar 1. (Papadopoulos, 2005) terlihat bahwa insulator termal dapat dibuat dari serat alam.



Gambar 1. Beberapa kategori insulator termal (Papadopoulos, 2005)

Penggunaan bahan alami sebagai insulator telah banyak dilaporkan sebelumnya. Zhang *et al.,* (2013) melakukan penelitian yang terbuat dari kepompong ulat sutra tanpa perekat. Nilai konduktifitas yang didapatkan bervariasi yakni berkisar antara 0,0106 W/mK hingga 0,0653 W/mK. Sementara itu Panyakaew dan Fotios (2011) membuat papan insulasi dari bagas dari bagian batang dan daun, dengan kerapatan 0.35 g/cm^3 dan konduktifitas termal berkisar antara from 0,046 W/mK hingga 0,068 W/mK. Pembuatan papan insulasi termal dengan bahan dasar sorghum dan perekat formaldehida telah dilakukan oleh Ferrandez-Garcia *et al*., (2013) yang menghasilkan konduktifitas termal yang rendah yakni 0,065 W/mK dengan densitas 644 hingga 0,853 g/cm^3.

Salah satu sumberdaya alam yang berpotensi untuk papan insulasi termal adalah tandan kosong kelapa sawit (TKKS). Biomasa ini merupakan sisa bahan dari tandan buah segar yang tidak digunakan dalam industri minyak kelapa sawit. Kelapa Sawit atau Elaeis Guineensis telah diproduksi secara komersial di Indonesia. Data Kementerian Pertanian Republik Indonesia pada tahun 2014 luas areal perkebunan kelapa sawit mencapai 10.956.231 hektar dengan produksi mencapai 29.344.479 ton pada tahun tersebut. Namun, tandan kosong kelapa sawit (TKKS) dibuang dan menjadi sampah industri. Oleh karena itu, penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu solusi untuk membuat limbah industri kelapa sawit lebih bermanfaat.

Pembuatan papan insulasi termal ini menggunakan dua jenis perekat alami yakni sodium alginat dan pati jagung (maizena) dengan komposisi berdasarkan penelitian yang telah dilakukan Palumbo *et al.,* (2015). Maizena telah digunakan secara umum sebagai perekat baik pada konstruksi maupun industri kemasan dan pembuatan kertas (Fahmy *et al.,* 2010). Alginat dikenal luas dalam pengunaannya dalam industri kosmetik dan industri makanan, namun sebuah penelitian telah menambahkan alginat pada campuran batu bata (Galán-Marín *et al*., 2010). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui formulasi bahan serat TKKS dan perekat yang optimal dan dapat menghasilkan bahan insulator termal yang baik, yang diindikasikan dengan rendahnya nilai konduktivitas termal dan nilai densitas.

2. Bahan dan Metode

2.1 Alat dan bahan

Alat yang digunakan yaitu magnetik stirrer, hot plate, oven, cetakan 5 cm x 5 cm dan 25 cm x 25 cm, kertas teflon, neraca analitik, penggaris, dan heat flow meter (NETZSCH milik Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan). Bahan yang digunakan antara lain TKKS dengan ukuran panjang 0,841 mmdan 0,4 mm, pati jagung (maizena), sodium alginat , dan air kran.

2.2 Metode penelitian

2.2.1 Pengujian densitas

Perekat(maizena dan alginat) dengan berat yang bervariasidan TKKS (15 g) ditimbang kemudian dilarutkan dengan air kran sebanyak 150 mL. Perbandingan antara TKKS dan perekat yang digunakan 80:20, 70:30, dan 60:40 sesuai dengan percobaan (Palumbo *et al.*, 2015).Campuran yang terbentuk dipanaskan dan dihomogenkan dengan magnetik stirrer dalam suhu 80 ºC sehingga terbentuk campuran seperti pasta. Campuran tersebut kemudiandicetak dengan ukuran 5 cm x 5 cm (Gambar 1) dan dioven dalam suhu 105 ºC sampai tidak terdapat lagi air selama 10-24 jam. Insulator tersebutdiukur panjang, lebar dan tingginya menggunakan penggaris kemudian ditimbang berat dan ditentukan densitasnya (EN 323: 1993)

$$\rho = \frac{m}{V} \quad (1)$$

Keterangan :

ρ = massa jenis/kerapatan (g/cm^3)

m = massa (g)

V = Volume (cm^3)

Gambar 2.Cetakan ukuran 5 cm x 5 cm untuk pengujian densitas

2.2.2 Pengujian konduktivitas termal

Perekat (maizena maupun alginat) ditimbang sesuai dengan formulasi kemudian dilarutkan dengan air kran 1000 mL dan dipanaskan sambil dihomogenkan dengan magnetik stirrer padasuhu 80 ºC se hingga larutan mendidih. TKKS ditimbang sesuai perbandingan dengan perekat yang digunakan 80:20, 70:30, dan 60:40. Penentuan bobot campuran yang digunakan dengan menghitung luas permukan dan penggunaan densitas sebesar 0,3 g/cm^3. Larutan perekat dicampurkan dengan TKKS sehingga membentuk adonan pasta. Campuran

dicetak dengan ukuran 25 cm x 25 cm x 1,92 cm dan dioven dalam suhu 105 ºC sampai tidak terdapat lagi air selama 10-24 jam. Insulator kering ditentukan konduktivitas termal dengan *heat flow meter* pada suhu 30 ºC berdasarkan EN 12667:2001.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakteristik densitas papan insulator termal

Densitas atau massa jenis diartikan sebagai massa per satuan volume. Semakin tinggi densitas yang dimiliki oleh suatu benda, maka pori-pori yang terdapat dalam benda tersebut akan lebih sedikit sehingga menghasilkan susunan yang lebih teratur. Insulator termal dengan ukuran panjang serat TKKS 0,841 mm baik perekat maizena maupun natrium alginat memiliki nilai densitas yang rendah pada perbandingan TKKS : Perekat 80:20 dengan masing-masing densitas 0,26 g/cm^3 dan 0,32 g/cm^3 (Tabel 1.Papan insulator denganukuran panjang seratTKKS 0,4 mm dengan perbandingan TKKS : Perekat 80:20dengan kode 1A dan 4memiliki densitas yang lebih kecil dari komposisi yang lain yaitu sebesar 0,30 g/cm^3 pada maizena dan alginat 0,33g/cm^3 (Tabel 2). Komposisi tersebut memiliki densitaskecil karena insulator memiliki komposisi pengikat paling sedikit diantara yang lain sehingga tidak cukup banyak komponen air yang berkontribusi dalam pembentukan ikatan antarmolekul insulator. Rongga yang terbentuk akan semakin banyak karena adanya tempat kosong yang ditinggalkan air saat proses pengeringan. Dari kedua ukuran panjang serat yang dibuat dengan komposisi perekat yang sama, perekat tipe maizena memiliki kerapatan yang lebih rendah. Kandungan air yang lebih besar dalam alginat memberikan struktur insulator lebih teratur sehingga kerapatannya pun lebih tinggi dibandingkan struktur maizena (Palumbo *et al.,* 2015).

Gambar 3**.** Papan Insulator kering ukuran 5 cm x 5 cm dengan ukuran panjang partikel 0,841 mm komposisi TKKS:Maizena (A1) 80:20, (A2) 70:30, dan (A3) 60:40; TKKS:Na-alginat (A4) 80:20, (A5) 70:30, (A6) 60:40; Untuk ukuran panjang partikel 0.4 mmkomposisi TKKS:Maizena (B1) 80:20, (B2) 70:30, dan (B3) 60:40; TKKS:Na-alginat (B4) 80:20, (B5) 70:30, (B6) 60:40

Tabel 1**.** Data densitas insulator termal menggunakan TKKS dengan ukuran panjang serat 0,841 mm

Kode	Komposisi	Persentase TKKS	Persentase Perekat	Berat (g)	Volume (cm^3)	Densitas (g/cm^3)
3A	TKKS+Alginat	60	40	21,75	57,60	0,38
6	TKKS+Maizena	60	40	33,87	80,64	0,42
2A	TKKS+Alginat	70	30	17,90	44,18	0,41
5	TKKS+Maizena	70	30	27,68	69,12	0,40
1A	TKKS+Alginat	80	20	17,06	52,82	0,32
4	TKKS+Maizena	80	20	18,02	69,12	0,26

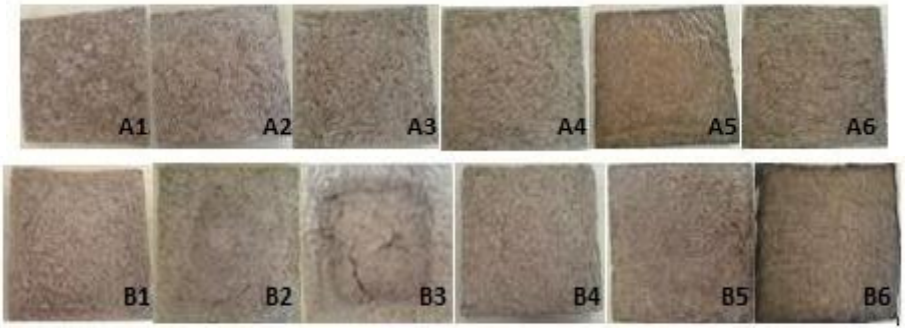
Perbedaan ukuran panjang serat juga memiliki kontribusi terhadap kerapatan yang dihasilkan. Ukuran panjang serat TKKS 0,841 mm memiliki densitas lebih kecil dibandingkan dengan ukuran partikel 0,400 mm. Ukuran partikel yang semakin besar memberikan bentuk struktur serat yang tidak beraturan. Bentuk yang dihasilkan akan memberikan ruang kosong yang lebih banyak, sehingga kerapatan semakin turun (Palumbo *et al.,* 2015).

Tabel 2. Data Densitas Insulator Termal Menggunakan TKKS dengan UkuranPanjang Serat 0,400 mm

Kode	Komposisi	Persentase TKKS	Persentase Perekat	Berat (g)	Volume (cm^3)	Densitas (g/cm^3)
6b	TKKS+Alginat	60	40	16,31	38,08	0,43
3b	TKKS+Maizena	40	40	26,0	56,70	0,46
5b	TKKS+Alginat	70	30	18,02	46,08	0,39
2b	TKKS+Maizena	70	30	21,92	59,90	0,37
4b	TKKS+Alginat	80	20	16,09	48,60	0,33
1b	TKKS+Maizena	80	20	17,77	60,03	0,30

3.2 Karakteristik konduktivitas termal papan insulator termal

Konduktivitas termal merupakan kemampuan suatu bahan atau material dalam menghantarkan energi panas. Nilai ini menggambarkan seberapa besar laju aliran panas yang melalui suatu benda per satuan waktu dan luas.



Gambar 4**.** Papan insulator kering ukuran 25 cm x 25 cm dengan ukuran panjang serat TKKS 0.841mm komposisi TKKS:Maizena (A1) 80:20, (A2) 70:30, dan (A3) 60:40; TKKS:Na-alginat (A4) 80:20, (A5) 70:30, (A6) 60:40; untuk ukuran panjang serat 0.4 mm komposisi TKKS:Maizena (B1) 80:20, (B2) 70:30, dan (B3) 60:40; TKKS:Na-alginat (B4) 80:20, (B5) 70:30, (B6) 60:40

Pengukuran konduktifitas termal dilakukan dengan *Heat Flow Meter* yang mengacu pada EN 12667:2001.Sampel untuk pengujian ini berukuran mulai 20 cm^2hingga 30 cm^2.Dalam

penelitian ini dilakukan dengan ukuran 25 cm x 20 cm dengan ketebalan rata-rata 1,92 cm dan densitas 0,30 g/cm^3. Pengukuran dilakukan pada suhu 30ºC yang diasumsikan suhu yang cukup tinggi dalam suatu bangunan.

Hasil pengujian konduktivitas termal memberikan respon yang beragram. Semakin tinggi komposisi perekat pada papan baik ukuran panjang serat TKKS ukuran panjang serat0.841 mm (kode A) maupun TKKS ukuranpanjang serat 0.4 mm (kode B) memberikan respon daya hantar termal yang semakin tinggi pula (Tabel 4). Respon ini berpengaruh terhadap kemampuan papan insulator untuk meneruskan panas karena adanya kemampuan perekat yang mampu membentuk ikatan hidrogen dengan air yang lebih banyak karenakomposisiperekat yang lebih banyak.Namun demikian, ada beberapa papan insulator yang tidak merespon konduktivitas termal secara linear seperti pada nilai papan kode B2 yang lebih tinggi dari B3 dan B5 yang lebih tinggi dari B6. Keadaan ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh kondisi papan sampel yang tidak lurus sehingga transfer panas yang diberikan oleh lempeng pemanas dari *Heat Flow Meter (*HFM) tidak diterima secara sempurna.

Konduktivitas termal insulator selain dipengaruhi oleh komposisi bahan baku juga dipengaruhi oleh ukuran panjang serat TKKS. Penggunaan ukuran panjang seratTKKS 0,841 mm memiliki nilai konduktivitas termal rata-rata yang lebih rendah dibandingkan ukuran panjang serat TKKS 0,4 mm. Ukuran panjang serat yang lebih besar besar dan susunanyang tidak teratur memberikan kemungkinan ukuran pori bagian dalam akan semakin besar sehingga panas yang dialirkan akan lebih banyak yang terjebak sehingga memberikannilai konduktivitas termal yangsemakin rendah. Akan tetapi, pada sampel B3 (komposisi TKKS:Maizena 60:40) yang terjadi ukuran yang lebih besar memiliki konduktivitas termal yang lebih besar. Hal ini terjadi karena bentuk papan B3 yang lebih melengkung dibandingkan B6 maupun yang lainnya. Pelengkungan papan ini bisa terjadi jika laju pengeringan antara papan bagian atas dengan bagian bawah tidak sama.

Tabel 4**.** Data konduktivitas termal pada insulator menggunakan *heat flow meter*

Kode Papan	Konduktifitas(W/(m·K))
A1	0,043
A2	0,055
A3	0,057
A4	0,044
A5	0,044
A6	0,045
B1	0,047
B2	0,063
B3	0,053
B4	0,050
B5	0,0597
B6	0,052

Kandungan dan sifat fisis seperti tekstur TKKS yang lebih keras memberikan pengaruh terhadap daya hantar panasnya. Perbedaan jenis perekat memberikan tingkat respon yang berbeda. Perekat maizena (papan kode 1 sampai 3) memberikan perbedaan respon yang cukup menonjol dibandingkan alginat darisegi komposisinya. Hal ini dikarenakan sifat hidrofobik alginat yang lebih tinggi sehingga nilai konduktivitas termalnya akan lebih tinggi dibandingkan maizena. Dibandingkan dengan insulator jenis lain yang umum berada

dipasaran, insulator termal dari TKKS dan perekat alami ini memiliki nilai konduktifitas termal yang mendekati nilai konduktifitas termal insulator termal yang terbuat dari *glass wool*. Tabel nilai konduktifitas pada beberapa material insulator termal yang umum terdapat di pasaran dapat dilihat pada Tabel 5. Berdasarkan data dari Papadopoulos (2005), maka papan insulator dengan perekat maizena dengan perbandingan TKKS : Perekat 80 : 20 yang dibuat memenuhi standar karena memiliki densitas dan konduktivitas termal yang rendah.

Tabel 6. Nilai densitas dan konduktifitas pada beberapa insulator termal (Papadopoulos, 2005)

Sifat Fisis	Bahan				
	Glass Wool	*Stone Wool*	*Extruded Polystyrene*	*Expanded Polystyrene*	*Polyurethane Foam*
Densitas/Massa Jenis (g/cm^3)					
Minimum	0,013	0,03	0,02	0,018	0,03
Maksimum	0,1	0,18	0,08	0,05	0,08
Konduktifitas Termal(W/m K)					
Minimum	0,030	0,033	0,025	0,029	0,020
Maksimum	0,045	0,045	0,035	0,041	0,027

4. Kesimpulan

Nilai densitas papan insulator yang dihasilkan berbanding lurus dengan konduktivitas termalnya. Semakin sedikit perekat yang digunakan menghasilkan nilai densitas dan konduktivitas termal yang dimiliki semakin rendah pula. Perbandingan TKKS : Maizena 80 : 20 pada kedua ukuran panjang serat merupakan formulasi terbaik untuk papan insulator. Hal ini diindikasikan darinilai konduktivitas termal dan densitas yang paling rendah. Untuk penelitian selanjutnya diharapkan dapat menambahkan hasil pengujian mekanis untuk mengetahui bagaimana kaitan antara konduktivitas termal dengan sifat mekanis papan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Program Unggulan LIPI tahun 2015 yang telah membiayai penelitian ini. Berdasarkan Surat Keputusan Kepala LIPI nomor 934/F/2014 tahun 2014.

Referensi

Agawal, R., N. S. Saxena, M. S.Sreekala & S. Thomas. (2000). Effect of treatment on the thermal conductivity and thermal diffusivity of oil-palm-fiber-reinforced phenolformaldehyde composites. *Journal of Polymer Science,38*, 916–92.

Behzad, T.& M. Sain. (2007). Measurement and prediction of thermal conductivity for hemp fiber reinforced composites. *Polymer Engineering and Science,47* (7),977-983.

European Standard 323:1993. (1993). *Wood-based Panels: Determination of Density*. Bruxelles (BE): CEN.

European Standard12667:2001. (2001). *Thermal Performance of Building Materials and Products: Determination of Thermal Resistance by Means of Guarded Hot Plate and Heat Flow Meter Methods.* Bruxelles (BE): CEN.

E-Star Colorado. (2008). Energy Saving Calculations. Energy Living Alliance.

Fahmy, Y., A.A.El-Gendy, N. A.El-Wakil, R.E. Abou-Zeid, & M.A.Youssef. (2010) Plant proteins as binders in cellulosic paper composites. *International journal of biological macromolecules*, *47*(1), 82–85.

Ferrandez-Garcia, C. E., Andreu-Rodriguez, J., Ferrandez-Villena, M., Ferrandez-Garcia, M. T., & Garcia-Ortuño, T. (2013).Properties of Thermal Insulating Panels from Sorghum Waste.Košutic´, S. & Zrnčic´, H.Actual Tasks on Agicultural Engineering. *Proceedings of the 41. International Symposium on Agicultural Engineering, Opatija, Croatia,* 19-22 February 2013, 388-392.

Galán-Marín, C., Rivera-Gómez, C. &Petric,J. (2010). Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials*, *24*,1462–1468.

Panyakaew, S.& Fotios, S.. (2011). New thermal insulation boards made from coconut husk and bagasse. *Energy and Buildings,43*,1732–1739.

Palumbo, M., J.Formosa, & A.M. Lacasta. (2015).Thermal degadation and fire behaviour of thermal insulation materials based on food crop by-products. *Construction and Building Materials*, *79*, 34–39.

Palumbo, M., M. A.Navarro, J.Avellaneda & A. M. Lacasta (2014). Characterization of thermal insulation materials developed with crop wastes and natural binders. A: World Sustainable Building Conference. *WSB 14 Barcelona Sustainable Building, 188-1-188-10.*

Panesar,D.K. & B.Shindman (2011). The mechanical, transport and thermal properties of mortar and concrete containing waste cork. *Journal of Cement & Concrete Composites*, *34*,982–992.

Papadopoulos, A.M. (2005). State of the art in thermal insulation materials andaims for future developments. *Energy and Buildings*, *37*, 77–86.

Zhang,J. R., J.L. , Li.Rajkhowa, , X.Y.Liu, & X.G.Wang (2013). Silkworm cocoon as natural material and structure for thermal insulation. *Journal ofMaterials and Design*, *49*, 842–849.

Efek Penambahan Serat Bambu terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel Berbahan Dasar Limbah Media Tanam Jamur Tiram

Lisman Suryanegara,[a],*, Wildan Hakim[b], dan Gina Bachtiar[b]

[a]*Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI, Jl. Raya Bogor Km. 46, Cibinong*
[b]*Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Jakarta, DKI Jakarta*

Abstract

This paper describes the physical and mechanical properties of particle board which made from polen of oyster mushroom planting media (baglog) waste, Betung bamboo fibers and urea formaldehyde adhesive with various compositions. The main objective of this study was to determine the effect of addition of Betung bamboo fibers into physical and mechanical properties particleboard. The concentration of urea formaldehyde adhesives were 12%, 14% and 16% of the weight of the particle. The ratio of baglog with Betung bamboo fibers was 70:30 of the the weight particle board. The particle size of baglog was 10 mesh pass, with a water content of 5.63%. The particle board were formed into 25 cm x 25 cm x 0.9 cm with the target of density was 0,6 g/cm3. The results showed that the physical and mechanical properties of the particle board with the concentration of 12%, 14%, and 16% were not significantly different. The adhesive optimum composition of particle board was 16% wtih density was 0.547 g/cm^3, water content was 7.279%, water absorption was 9.41%, thickness swelling was 112.49%, MOE was 9149.58 kgf/cm^2, MOR was 45.104 kgf/cm^2, internal bond was 4,692 kgf /cm^2, screw withdrawal was 12.35 kgf. These properties fulfilled the requirement of particle board of SNI 03-2105-2006.

Keywords: Bamboo betung fiber, Baglog, Particle board, Urea formaldehyda adhesive

* Korespondensi penulis. Tel.: +6281317918323
E-mail: l_suryanegara@yahoo.com

1. Pendahuluan

Saat ini jumlah penduduk di Indonesia terus bertambah bahkan mencapai 250 juta jiwa di akhir tahun 2013 (BKKBN, 2014). Pertumbuhan penduduk yang tinggi ini akan meningkatkan kebutuhan masyarakat akan kebutuhan furniture di Indonesia. Kebutuhan kayu ini belum dapat diimbangi dengan jumlah penanaman kembali pohon-pohon sehingga dapat terjadi kelangkaan kayu. Oleh karena itu, dibutuhkan alternatif lain untuk menanggulangi masalah tersebut, salah satunya adalah pembuatan papan partikel (*particle board*) dari limbah

industri pengolahan kayu. Papan partikel adalah lembaran bahan yang terbuat dari serpihan kayu atau bahan-bahan kayu yang mengandung lignoselulosa seperti keping, serpih, untai yang di satukan dengan bahan pengikat organik denagan memberikan perlakuan panas, tekanan, kadar air, katalis, dan sebagainya (FAO, 1997).

Salah satu limbah industri pengolahan kayu adalah limbah jamur tiram yang digunakan sebagai media tanam baglog. Limbah ini dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan papan partikel. Media yang umum dipakai untuk membiakkan jamur tiram adalah serbuk gergaji kayu yang merupakan limbah dari penggergajian kayu. Limbah tersebut digunakan sebagai bahan baku dalam penelitian papan partikel ini.

Selain bahan baku, hal lain yang perlu diperhatikan dalam pembuatan papan pertikel adalah perekat yang akan digunakan untuk pembuatan papan partikelnya. Perekat yang banyak dipakai untuk pembuatan papan partikel salah satunya yaitu Urea Formaldehida (UF). Menurut Ruhendi dan Hadi (1997), urea formaldehida merupakan hasil kondensasi dari urea dan formaldehida. Perekat Urea Formaldehida banyak digunakan karena harganya relatif murah dibandingkan perekat sintetis lainnya serta tahan terhadap biodeteriorasi dan air dingin. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan serat bambu betung pada serbuk media tanam jamur tiram terhadap sifat fisis dan mekanis papan partikel.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan alat

Bahan utama yang digunakan dalam penetilian ini adalah limbah serbuk media tanam jamur tiram yang didapatkan dari Pusat Penelitian Biologi, LIPI-Cibinong yang merupakan hasil dari pemanfaatan serbuk gergaji, serat bambu betung, perekat urea formaldehida yang dibeli dari didapatkan dari PT. Palmolite Adhesive Industry, dan air.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin *hot press, spray gun, blender, hammer mill,* alat uji mekanis (*universal testing Machines), oven,* jangka sorong, timbangan elektrik, timbangan digital, kantong plastik, cetakan berukuran 25 cm x 25 cm x 0,9 cm, kertas teflon, *circular saw*, plat besi, plastik, sarung tangan, ember, masker, gunting, laptop, dan alat tulis.

2.2 Metode penelitian

2.2.1 Persiapan partikel

Bahan Utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah serbuk media tanam jamur tiram. Limbah serbuk media tanam tersebut dijemur selama 6 jam kemudian dengan menggunakan alat *hammer mill* semua limbah serbuk media tanam jamur tiram tersebut dapat dihancurkan lalu disaring dengan ukuran saringan 10 mesh kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 ^{o}C selama tiga hari untuk mendapatkan kadar air di bawah 10%. Setelah selesai di oven limbah serbuk media tanam tersebut ditimbang sesuai dengan kerapatan yang diinginkan yaitu sebesar 0,6 g/cm^3.

Bahan tambah yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat bambu betung, serat bambu betung yang digunakan sebesar 30% dari berat papan partikel yaitu 89,1 g, 87,07 g,

85,05 g berdasarkan komposisi UF 12%, 14% dan 16%. Agar menjadi serat, bambu ini di potong/dicacah menjadi sepanjang 3-4 cm dengan menggunakan alat *discmill*.

Kandungan perekat UF yang digunakan adalah sebesar 12%, 14%, dan 16% dari berat papan partikel. Besarnya persentase perekat dilakukan untuk mengetahui persentase manakah yang memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Perekat UF ditimbang seberat 81 g, 95 g, dan 108 g berdasarkan urea formaldehida 12%, 14%, 16% dari berat papan partikel.

2.2.2 Pembuatan benda uji

Papan partikel yang dibuat pada penelitian ini adalah papan yang berukuran 25 cm x 25 cm x 0,9 cm dengan kerapatan sedang yaitu sebesar 0,6 g/cm^3. Komposisi perbandingan papan partikel yang dibuat berdasarkan besarnya urea formaldehida yaitu:

1) Papan partikel yang dibuat dengan kadar perekat sebesar 12%.
2) Papan partikel yang dibuat dengan kadar perekat sebesar 14%.
3) Papan partikel yang dibuat dengan kadar perekat sebesar 16%.

Tabel 1. Ukuran dan cadangan sampel benda uji

No	Sifat Fisis dan Mekanis	Ukuran	Jumlah	Cadangan
1	Kerapatan	10 x 10 cm	4	1
2	Kadar air			
3	Pengembangan tebal	5 x 5 cm	4	1
4	Daya serap air			
5	Modulus elastisitas lentur (MOE)	5 x 20 cm	4	1
6	Keteguhan patah (MOR)			
7	Kuat rekat internal	5 x 5 cm	4	1
8	Kuat pegang sekrup	5 x 10 cm		

2.2.3 Pengujian papan partikel

2.2.3.1 Pengujian kerapatan

Benda yang akan diuji berukuran 10 cm x 10 cm sesuai dengan SNI 03-2105-2006. Nilai kerapatan dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

Kerapatan (g/cm^3) = $\frac{B}{I}$ (1)

Keterangan:

B = Berat (g) I = Isi atau volume (cm^3) dengan ketelitian hingga 0,01 g/cm^3

2.2.3.2 Pengukuran kadar air

Benda uji yang digunakan sama dengan benda uji kerapatan yaitu 10 cm x 10 cm. Nilai kadar air di hitung berdasarkan SNI 03-2105-2006 dengan rumus:

Kadar air (%) = $\frac{(BA-BK)}{BK}\ x\ 100\%$ (2)

Keterangan:

BA : berat awal (g) BK : berat kering oven (g)

2.2.3.4 Pengukuran pengembangan tebal (thicknes swelling)

Pembuatan papan partikel dilakukan terhadap benda uji berukuran 5 cm x 5 cm. Nilai pengembangan tebal dihitung berdasarkan SNI 03-2105-2006 dengan rumus :

Pengembangan Tebal (%) = $\frac{T2-T1}{T1}\ x\ 100\%$ (3)

Keterangan:

T_1 = tebal sebelum direndam air (mm) T_2 = tebal setelah direndam air (mm)

2.2.3.5 Pengukuran daya serap air

Benda uji yang digunakan sama dengan benda uji pengembangan tebal yaitu 5 cm x 5 cm. Nilai daya serap air dapat dihitung dengan rumus:

Daya Serap Air (%) = $\frac{B2-B1}{B1}\ x\ 100\%$ (4)

Keterangan:

B_1 = berat sebelum direndam (g) B_2 = berat sesudah direndam (g)

2.2.3.6 Pengujian sifat mekanis modulus elastisitas lentur (modulus of elasticity)

Pengujian dilakukan dengan mesin *universal testing Machine* (UTM) merek Shimadzu. Nilai modulus elastisitas lentur (MOE) dihitung berdasarkan SNI 03-2105-2006 dengan rumus:

Modulus elastisitas lentur (kgf/cm^2) = $\frac{S^3}{4LT^3}\ x\ \frac{\Delta D}{\Delta B}$ (5)

Keterangan:

S = Jarak sangga (cm) L = Lebar (cm) T = Tebal (tebal)

ΔB = Selisih antara (B1-B2) yang didapatkan dari kurva (kgf)

ΔD = Defleksi (cm) yang terjadi pada selisih beban (B1-B2)

2.2.3.7 Pengujian sifat mekanis keteguhan patah (modulus of rupture)

Pengujian ini dilaksanakan bersamaan dengan MOE. Tetapi pada pengujian ini pembebanan maksimum hingga benda uji patah. Nilai MOR dihitung berdasarkan SNI 03-2105-2006 dengan rumus:

Keteguhan patah (kgf/cm^2) = $\frac{3BS}{2LT^2}$ (6)

Keterangan:

B = beban maksimum L = lebar (cm) a = diameter ± 10 mm

S = jarak sangga T = tebal (t)

2.2.3.8 Pengujian sifat mekanis kuat rekat internal (internal bond)

Benda uji berukuran 5 cm x 5 cm direkatkan pada dua buah balok besi menggunakan perekat epoxy dan dibiarkan mengering selama 24 jam. Nilai kuat rekat internal dihitung berdasarkan SNI 03-2105-2006 dengan rumus:

*Internal Bond (*IB) = $\frac{P}{A}$ (7)

Keterangan:

P = beban maksimum (kgf) A = luas permukaan benda uji (cm^2)

2.2.3.9 Pengujian sifat mekanis kuat cabut sekrup (screw withdrawal)

Pengujian ini merupakan pengujian yang terakhir yang dilakukan pada benda uji yang berukuran 5 cm x 10 cm sesuai dengan SNI 03-2105-2006. Nilai kuat cabut sekrup dinyatakan oleh besarnya beban maksimum yang dicapai (kgf).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian papan partikel berbahan dasar dari limbah media tanam jamur tiram dengan penambahan serat bambu dapat dilihat dalam Tabel 2. Hasil perbandingan nilai-nilai tersebut dengan persyaratan SNI 03-2105-2006 tentang kualitas papan partikel dapat dilihat pada Tabel 3. Dari hasil nilai sifat fisis dan mekanis tersebut dapat dilihat bahwa penambahan serat bambu sangat berpengaruh pada kekuatan papan partikel, karena pada penelitian ini dengan penelitian sebelumnya papan yang diperkuat dengan serat bambu betung jauh lebih besar nilai sifat fisis dan mekanisnya dibandingkan papan yang dibuat tanpa serat, perbedaan nilai sifat mekanisnya bisa mencapai 3x lipat.

Tabel 2 Perbandingan nilai rata-rata dari tiap-tiap kadar perekat

Pengujian		SNI 03-2105-2006	Kadar Perekat			
			Kontrol	UF 12%	UF 14%	UF 16%
Sifat Fisis	Kerapatan (g/cm³)	0,4-0,9	0,45± 0,03	0,53± 0,02	0,53± 0,03	0,54± 0,01
	Kadar Air (%)	< 14	8,13± 0,25	8,19± 0,62	7,91± 0,85	7,28± 0,33
	Pengembangan Tebal (%)	-	8,06± 1,79	13,58± 0,94	9,85± 0,99	9,41± 0,33
	Daya Serap Air (%)	Maks 12	163,52± 11,23	113,08± 6,94	112,78± 8,20	112,49± 18,42
Sifat Mekanis	MOE (kgf/cm²)	Min 82	3039,73± 255,87	8747,83± 204,04	8953,65± 391,18	9149,58± 396,58
	MOR (kgf/cm²)	Min 2,04 x 10^4	14,63± 1,26	39,42± 1.94	43,32± 3,68	45,11± 2,13
	Kuat Rekat Internal (kgf/cm²)	Min 1,5	1,98± 0,25	3,52± 0,15	4,13± 0,28	4,69± 0,22
	Kuat Cabut Sekrup (kgf)	Min 31	5,22± 0,67	11,67± 0,65	12,03± 0,74	12,35± 0,90

Tabel 3 Hasil perbandingan dari tiap-tiap kadar perekat berdasarkan SNI 03-2105-2006

Pengujian		Kadar Perekat		
		12%	14%	16%
Sifat Fisis	Kerapatan	✓	✓	✓
	Kadar Air	✓	✓	✓
	Pengembangan Tebal	X	✓	✓
	Daya Serap Air	✓	✓	✓
Sifat Mekanis	MOE	X	X	X
	MOR	X	X	X
	Kuat Rekat Internal	✓	✓	✓
	Kuat Cabut Sekrup	X	X	x

Keterangan:

✓ = Memenuhi SNI 03-2105-2006

x = Tidak memenuhi SNI 03-2105-2006

3.1 Sifat Fisis

3.1.1 Kerapatan

Kerapatan merupakan perbandingan antara massa kayu dengan volumenya. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa papan yang menggunakan serat nilai kerapatannya lebih baik dari pada papan yang di buat tanpa serat. Nilai yang didapat pada papan ini tidak memenuhi target yang diinginkan yaitu sebesar 0,6 g/cm^3. Hal ini diduga karena pada saat proses pencampuran bahan, kebutuhan bahan yang diperlukan berkurang ketika pengerukan limbah serbuk media tanam jamur tiram di dalam *blender*.

3.1.2 Kadar air

Kadar air papan partikel menunjukkan banyaknya persentase jumlah air yang terkandung di dalam papan partikel tersebut terhadap berat kering oven (BKO). Nilai kadar air papan partikel yang dihasilkan pada penelitian ini telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa nilai kadar air papan partikel ini cenderung menurun pada penambahan kadar perekat urea formaldehida. Hal ini diduga karena semakin besar kandungan perekat urea formaldehida maka semakin kecil kadar airnya sedangkan semakin kecil kandungan perekat urea formaldehida maka semakin besar kadar airnya.

3.1.3 Pengembangan tebal

Pengembangan tebal menunjukkan persentase penambahan tebal papan partikel setelah direndam dalam air selama 24 jam terhadap tebal papan awal. Nilai pengembangan tebal papan partikel dengan perekat urea formaldehida sebesar 14% dan 16% telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Sedangkan papan partikel dengan perekat urea formaldehida sebesar 12% yang dihasilkan pada penelitian tersebut belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 karena tingginya nilai pengembangan tebal papan partikel tersebut diduga terjadi karena tingkat absorpsi air oleh bahan baku yang tinggi dan sifat perekat yang digunakan.

3.1.4 Daya serap air

Daya serap air merupakan persentase berat papan partikel yang menunjukkan banyaknya air yang diserap oleh papan partikel setelah direndam dengan air selama 24 jam. Semakin kecil daya serap air maka kualitas papan partikel akan semakin baik. Daya serap air mempunyai hubungan linear dengan pengembangan tebal. Berdasarkan data pada tabel dapat dilihat bahwa nilai daya serap air pada penelitian ini cenderung menurun seiring dengan penambahan kadar perekat. Hal tersebut diduga karena jenis partikel yang digunakan yaitu berupa serbuk dan serat sehingga lebih mudah menyerap air.

3.2 Sifat Mekanis

3.2.1 Modulus elastisitas lentur (modulus of elasticity)

Modulus of Elasticity (MOE) merupakan ukuran ketahanan papan untuk mempertahankan bentuk yang berhubungan dengan kekakuan papan. Nilai MOE cenderung meningkat seiring dengan meningkatnya kadar perekat. Nilai papan pada penelitian tersebut sangat jauh dari nilai MOE yang disyaratkan oleh SNI 03-2105-2006 adalah minimum 20.400 kgf/cm^2. Rendahnya nilai MOE tersebut diduga karena kurang sempurnanya

pencampuran perekat dengan partikel dalam pembuatan papan partikel dan juga disebabkan rendahnya kadar lignin yang terkandung pada partikel limbah serbuk media tanam.

3.2.2 Keteguhan Patah (Modulus of Rupture)

Keteguhan patah papan partikel menunjukkan besarnya beban maksimum yang dapat ditahan oleh suatu bahan papan partikel per satuan luas sampai bahan tersebut patah/rusak. Berdasarkan hasil pengujian dapat dijelaskan bahwa ketiga nilai rata-rata keteguhan patah papan partikel belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan minimal sebesar 82 kgf/cm². Hal ini diduga serat bambu memberikan kekuatan pada papan. Sedangkan yang hanya menggunakan bahan partikel serbuk limbah media tanam jamur mudah hancur sehingga papan partikel tersebut tidak mempunyai daya tahan yang kuat.

3.2.3 Kuat rekat internal (internal bond)

Kuat Rekat Internal atau *Internal bond* (IB) merupakan daya tahan papan partikel terhadap kemungkinan pecah atau belah. Nilai IB yang dihasilkan pada penelitian ini sudah memenuhi standar SNI 03-2105-2006. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa nilai IB pada papan partikel telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006.

3.2.4 Kuat cabut sekrup (screw withdrawl)

Kuat pegang sekrup merupakan kemampuan papan partikel untuk menahan sekrup yang ditanamkan pada papan partikel. Nilai kuat cabut sekrup papan partikel tersebut belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 yang mensyaratkan minimum 31 kgf. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa nilai kuat cabut sekrup cenderung naik dalam penambahan kadar perekat. Nilai kuat cabut sekrup dipengaruhi oleh kerapatan papan partikel.

4. Kesimpulan

Hasil pengujian sifat fisis dari papan partikel baglog ditambah serat bambu betung dengan variasi perekat urea formaldehida (UF) sebesar 12%, 14%, dan 16% telah memenuhi standar SNI 03-2105-2006 untuk semua kadar perekat papan partikel. Hasil pengujian sifat mekanis baik MOE, MOR, dan kuat cabut sekrup belum memenuhi standar SNI 03-2105-2006 tentang papan partikel, tetapi hasil kuat rekat internal telah memenuhi standar. Peningkatan jumlah perekat UF dari 12% menjadi 14% tidak berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanis papan partikel, begitu pula dengan 14% menjadi 16%. Dari pengujian sifat fisis dan mekanis, pengaruh penambahan perekat pada papan partikel yang terbaik dihasilkan dari kadar perekat 16%. Semakin meningkatnya kadar serat bambu betung menyebabkan sifat fisis dan mekanis papan partikel semakin baik.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Program Kompetitif LIPI tahun 2015 yang telah mendanai penelitian ini dan Pusat Penelitian Biomaterial LIPI Cibinong sebagai tempat penelitian ini berlangsung.

Referensi

Badan Standarisasi Nasional. (2006). *Papan Partikel Standar Nasional Indonesia No. 03-2105*. BSN. Jakarta.

Departemen Pendidikan Nasional. (2008). *Kamus Besar Bahasa Indonesia*. Balai Pustaka,.Jakarta.

Badan Kependudukan dan Keluarga Berencana (BKKBN). (2013). *Jumlah Penduduk Indonesia Tahun 2013*. diambil dari www.bkkbn.go.id (10 Februari 2014).

Arsyad, F.T. (2009), *Pengaruh Proporsi Campuran Serbuk Kayu Gergajian dan Ampas Tebu Terhadap Kualitas Papan Partikel.* (Skripsi). Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

Haygeen, J. G and J. L Bowyer. 1989. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu. (Terjemahan Sujipto, A. H, penerjemah. Yogyakarta; Gadjah Mada University Press. Terjemahan dari: Forest Product and Wood Science, na Introduction.

Maloney, T. M. (1993). *Modern Particle Board and Dry Process Fiberboard Manufacturing.* Miller Freeman Publication. San Fransisco.

Ruhendi, S. (1988). *Teknologi Perekatan.* Pusat Antar Universitas Bioteknologi IPB. Bogor.

Sinulingga, H.R. (2009). *Pengaruh Kadar Perekat Urea Formaldehida Pada Pembuatan Papan Partikel Serat Eceng Gondok.* (Skripsi). Fakultas Matematika dan Pengetahuan Alam Universitas Sumatra Utara. Medan.

Soenanto, H. (2000). *Jamur Tiram Budidaya Medan: dan Peluang Usaha*. CV.Aneka Ilmu. Semarang.

Subiyanto, B. (2000). *Pengaruh Temperatur Terhadap Sifat Fisis dan Mekanis Bambu. Puslitbang Fisika Terapan LIPI*. Prosiding Simposium Fisika Nasional XVIII, April 2000, 38-146.

Surachman, I.I. (2013). *Analisis Sifat Fisis dan Mekanis Papan Partikel dari Bahan Baku Limbah Serbuk Media Tanam Jamur Tiram Dengan Menggunakan Perekat Urea Formaldehida* [Skripsi]. Fakultas Teknik Universitas Negeri Jakarta. Jakarta.

Trihusada, K. (2000). *Papan Partikel Bambu Kuning (Bambusa Vulgaris Schrad) dan Kayu Sengon (Paraserianthes Falcataria (L) Nielsen) dengan Perekat Fenol Formaldehida*. (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Walker, J.C.F. (1993). *Prymary Wood Processing: Priciples and Practice*. Chapman and Hall. London.

Karakteristik Papan Komposit dari Kulit Batang Sagu dan Limbah Plastik Polipropilena

Dina Setyawati*, Farah Diba dan Nurhaida

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak Kalimantan Barat

Abstract

Sago bark has not been used optimally and discarded as waste from the sago flour manufacture. Other wastes that have the potential amounts to be used on a large scale were a polypropylene plastic waste. The research aimed to determine the characteristics of the composite board fromSago bark waste and polypropylene plastic waste. Bark fibers were separated by hand, then cut along 30 cm. Treatment of research included two treatments, first treatment was Sago fiber (without soaking and soaking in cold water for 48 hours), second treatment was the fiber arrangement direction (parallel fibers and fibers intersect perpendicular to each other). Composite board was made with the ratio of Sago bark fiber and polypropylene plastic waste by 50: 50, with the target board density of 0.7 g/cm^3. Polypropyleneplastic waste was used as an adhesive to the distribution of 15:70:15 for the surface and core. Compression performed for 20 minutes at 180ºC. Testing of physical and mechanical properties of composite board made reference to JIS A 5908 2003 standard. The results showed the composite board has quality that met the standard of JIS A 5908 2003, except for the value of modulus of bending. Best composite board was obtained from treatment of the fiber composition of Sago bark parallel fibers with fiber soaking treatment in cold water for 48 hours.

Keywords : Composite board, Mechanical properties, Polypropylene plastic waste, Physical properties, Sago bark

* Korespondensi penulis. Tel.: +62-813-10369457
* *E-mail*: dsetyawati007@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Laju pertambahan penduduk disertai dengan kemajuan teknologi menyebabkan kebutuhan kayu untuk pembangunan terus meningkat. Di satu sisi pasokan kayu untuk industri semakin berkurang. Salah satu cara untuk mengatasi hal tersebut adalah mengantikan penggunaan kayu dengan bahan-bahan berlignoselulosa non kayu yang masih belum optimal pemanfaatannya, seperti limbah serat kulit batang sagu sebagai bahan baku papan komposit.

Potensi kulit batang sagu di Indonesia sangatlah tinggi. Saat ini luas lahan sagu di Indonesia mencapai 5,2 juta hektar, tersebar di 27 provinsi (Tribun, 2014). Sampai saat ini pemanfaatan batang sagu untuk mengrambil pati hanya dijadikan tepung saja, sedangkan bagian kulitnya belum dimanfaatkan. Limbah ikutan pengolahan sagu berupa kulit batang batang sagu sekitar 17-25% dari serat batang, sedangkan ampas sekitar 75-83%. Namun, limbah tersebut belum dimanfaatkan secara optimal (McClatchey *et al.*, 2006). Biasanya kulit

batang sagu dikeringkan dan digunakan untuk kayu bakar, sedangkan ampas sagu dicampur dengan bahan makanan tambahan dan digunakan sebagai makanan hewan.

Di sisi lain limbah plastik terus meningkat setiap tahunnya dan memiliki sifat lama terurai, sehingga dapat mencemari lingkungan. Kementerian Lingkungan Hidup 2008, menyebutkan jenis sampah plastik sebesar 5,4 juta ton/tahun (Anonim, 2010). Salah satu plastik yang paling banyak ditemukan adalah polipropilena (PP). Pemanfaatan limbah kulit batang sagu dan limbah plastik sebagai bahan baku papan komposit merupakan salah satu alternatif pemecahan masalah penanganan limbah dan mengatasi kekurangan bahan baku kayu.

Penelitian ini bertujuan mengetahui karakteristik papan komposit dari limbah kulit batang sagu dan limbah plastik polipropilena (*Metroxylon Sago* Rottb) dan limbah plastik. Manfaat dari penelitian ini adalah memberikan informasi mengenai pemanfaatan dan pengolahan kulit batang sagu serta limbah plastik polipropilena dalam pembuatan papan komposit sehingga dapat meningkatkan nilai guna kulit batang sagu dan mengurangi limbah plastik.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan utama penelitian ini adalah limbah kulit batang sagu yang diperoleh dari industri pengolahan sagu tradisional yang berlokasi di Desa Kumpai, Kubu Raya Kalimantan Barat. Kulit batang sagu dipisahkan seratnya secara manual, dilakukan perendaman air dingin 48 jam (untuk perlakuan perendaman) kemudian dikeringanginkan dan dioven dengan suhu 60-70°C hingga kadar air ± 5 %, kemudian serat langsung dipotong-potong ± 30 cm. Limbah plastik polipropilena diperoleh dari gelas bekas air minum kemasan. Gelas bekas tersebut dipotong-potong ± 1cm, kemudian dicuci untuk membuang kotoran dan dijemur hingga kering.

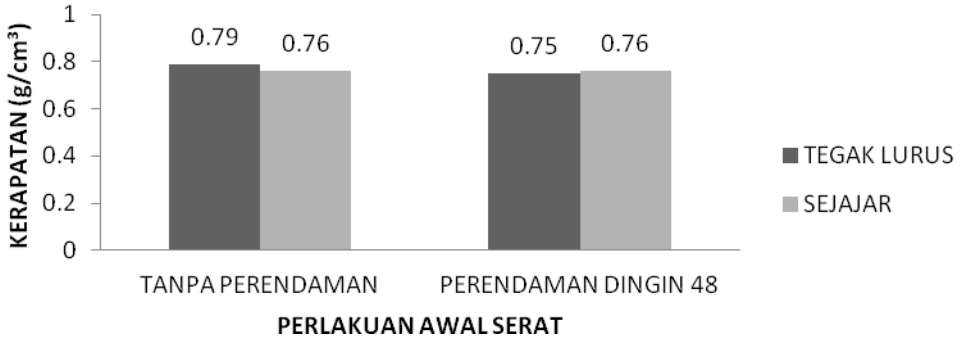
2.2 Pembuatan dan pengujian papan komposit

Papan komposit dibuat berukuran 30 x 30 x 1 cm dengan target kerapatan 0,7 g/cm^3. Rasio kulit batang sagu (KBS) dan limbah plastik polipropilena (PP) adalah 50:50. Pencampuran bahan dilakukan secara manual. Distribusi polipropilena dibagi menjadi tiga bagian yaitu bagian muka dan belakang masing-masing sebanyak 15% dan bagian tengah 70% dari berat plastik. Faktor yang diteliti adalah perlakuan awal (*pretreatment*) serat (tanpa perendaman dan direndam dalam air dingin 48 jam) serta arah susunan serat (sejajar serat dan bersilangan tegak lurus serat), dengan ulangan sebanyak 3 kali. Pengempaan dilakukan pada suhu 180 ºC dan tekanan ± 25 kg/cm^2 selama 20 menit. Pengkondisian dilakukan selama 7 hari, selanjutnya dilakukan pengujian sifat fisik dan mekanik mengacu pada standar JIS A 5908 2003.

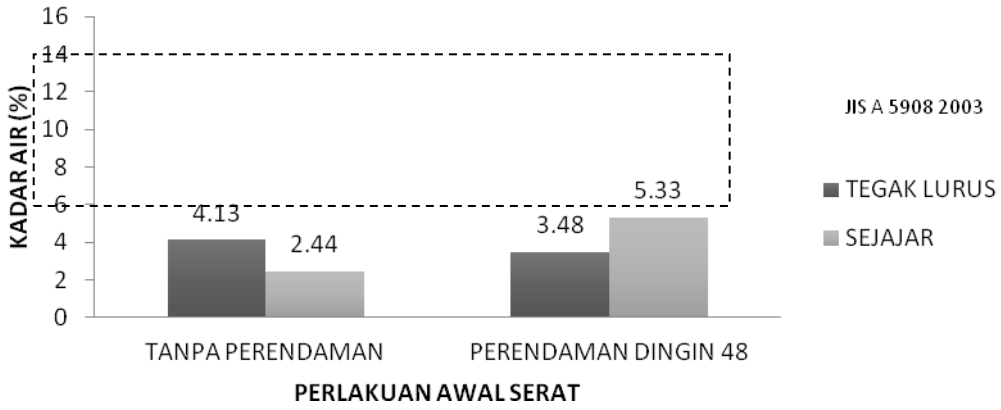
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat fisik papan komposit

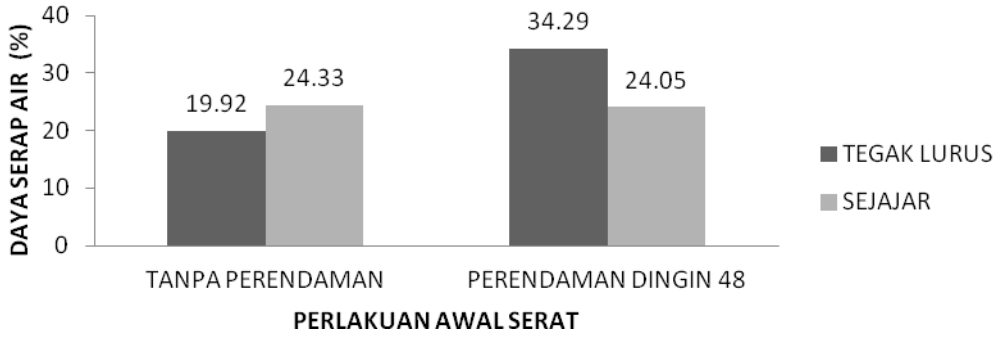
Sifat fisik papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik yang diuji meliputi kerapatan, kadar air, daya serap air, dan pengembangan tebal. Hasil pengujian disajikan pada Gambar 1, 2, 3, dan 4.



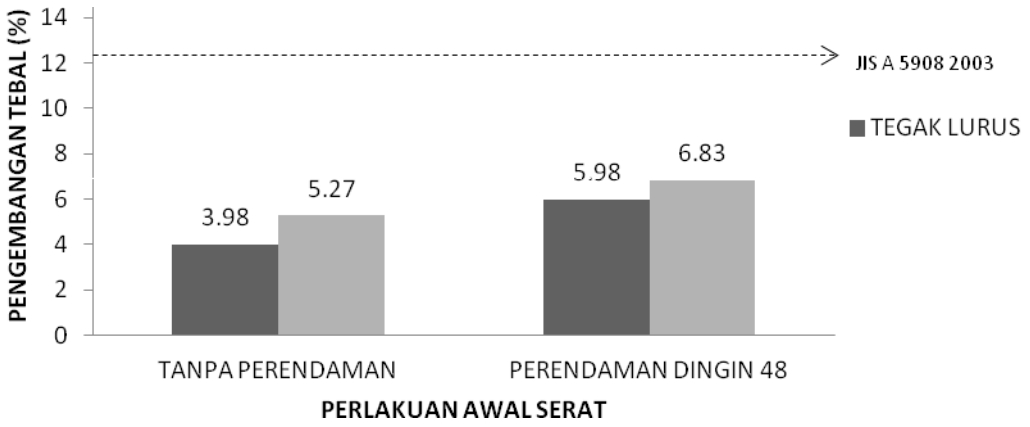
Gambar 1. Kerapatan papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik



Gambar 2. Kadar air papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik



Gambar 3. Daya serap air dan pengembangan tebal papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik



Gambar 4. Pengembangan tebal papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik

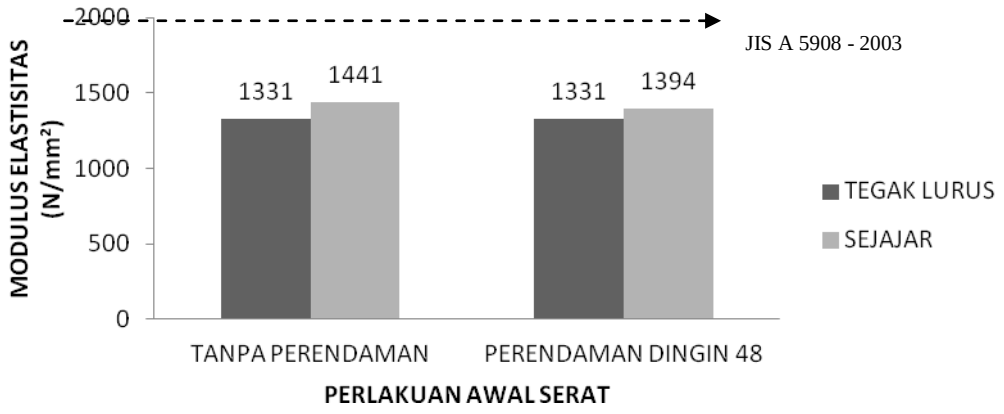
Pada penelitian ini, semua papan komposit yang dibuat tidak memenuhi kerapatan sasaran yaitu 0,7 g/cm$^{3.}$ Hal ini disebabkan adanya penambahan dalam perhitungan bahan baku (spilasi) sebesar 5% dari berat total bahan, sehingga berat papan menjadi bertambah pada volume yang tetap. Semua nilai kerapatan memenuhi standar JIS A 5908 2003 untuk papan partikel kerapatan sedang. Karena nilai kerapatan papan komposit yang dihasilkan pada penelitian ini bervariasi maka parameter pengujian selanjutnya dihitung dan dikoreksi berdasarkan kerapatan sasaran yaitu 0,7 g/cm^3 agar diperoleh nilai perbandingan yang lebih tepat.

Perlakuan perendaman, arah susunan serat, dan interaksinya berpengaruh nyata terhadap kadar air, daya serap air, dan pengembangan tebal papan komposit. Secara umum perlakuan perendaman serat dalam air selama 48 jam menghasilkan papan komposit yang memiliki nilai kadar air, daya serap air dan pengembangan tebal yang lebih tinggi dari serat tanpa perendaman. Hal ini disebabkan dengan perlakuan perendaman zat ekstraktif kayu akan larut. Ini menyebabkan sel-sel serat tersebut menjadi kosong, sehingga air akan masuk dan mengisi kekosongan tersebut (Dwianto *et al.*, 2005). Adapun arah susunan serat menghasilkan nilai yang bervariasi pada berbagai kondisi perlakuan perendaman serat.

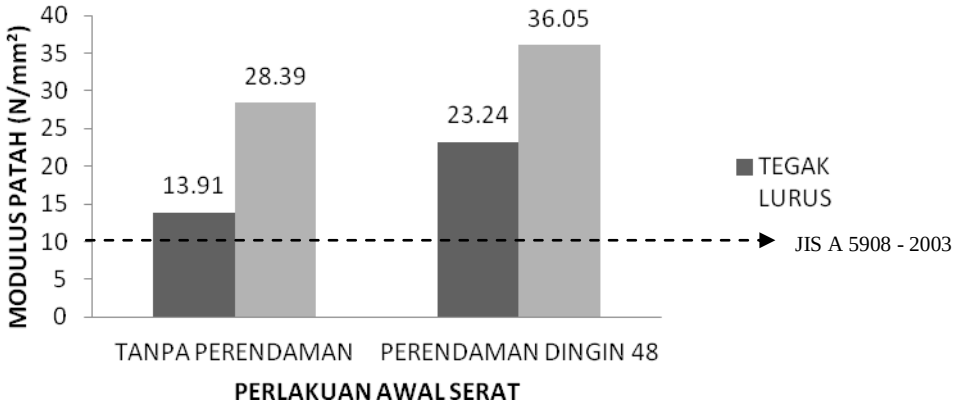
Nilai kadar air dan pengembangan tebal papan komposit pada penelitian ini lebih rendah dari standar JIS A 5908 2003 disebabkan plastik yang digunakan sebagai pengganti perekat bersifat hidrofobik sehingga akan mengurangi kemampuan papan secara keseluruhan dalam menyerap air (Setyawati *et al.*, 2008). Ini mengindikasikan papan komposit yang dihasilkan memiliki stabilitas dimensi yang tinggi.

3.2 Sifat mekanik papan komposit

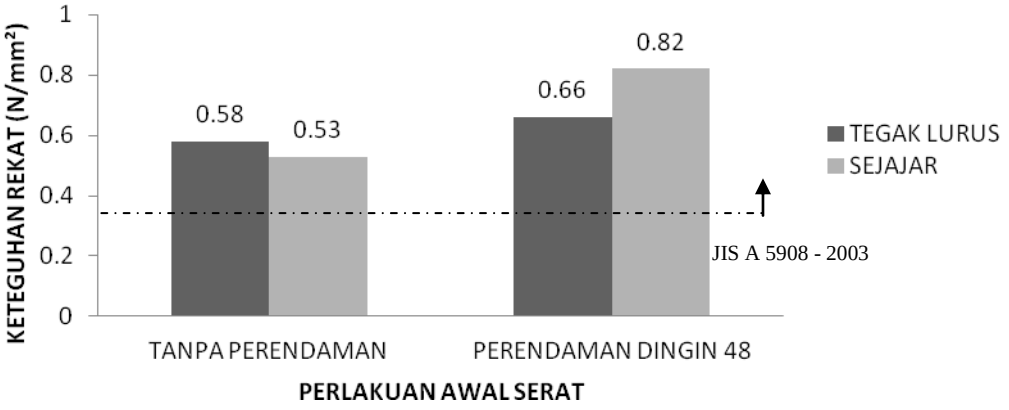
Sifat mekanik yang diuji meliputi modulus elastisitas (MOE), modulus patah (MOR), keteguhan rekat, dan kuat pegang sekrup. Nilai rerata pengujian sifat mekanik disajikan pada Gambar 5, 6, 7, dan 8.



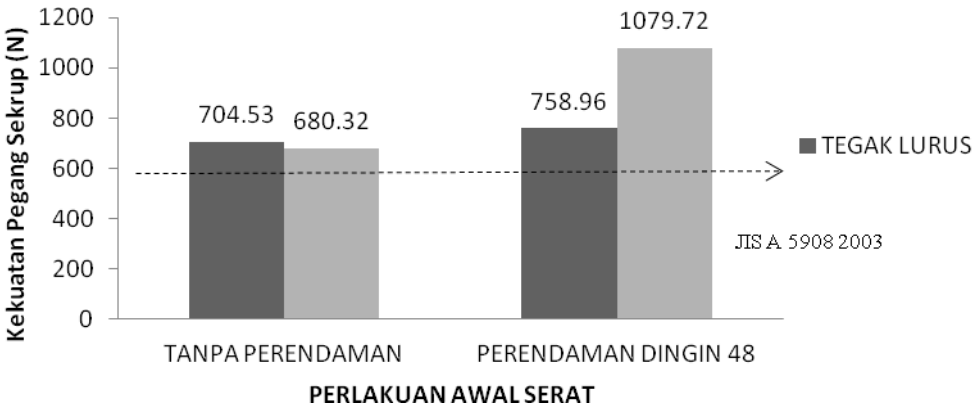
Gambar 5. Modulus elastisitas papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik



Gambar 6. Modulus patah papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik



Gambar 7. Keteguhan rekat papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik



Gambar 8. Kuat pegang sekrup papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik

Perlakuan awal, arah susunan serat, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap sifat mekanik papan komposit, kecuali pada MOE. Secara umum, perlakuan perendaman serat selama 48 jam serta susunan arah serat yang sejajar menghasilkan papan komposit dengan sifat mekanik yang lebih tinggi dibandingkan papan komposit tanpa perlakuan perendaman serat dan susunan arah serat yang bersilangan. Serat pada dasarnya memiliki struktur permukaan yang berlubang dan tidak rata (Bismarck *et al.*, 2001). Struktur permukaan yang demikian itu berperan sebagai jembatan bagi perekat untuk masuk dan menjangkar dalam proses perekatan papan komposit (Monteiro *et al.*, 2005). Perendaman serat dalam air dingin dapat melarutkan zat-zat ekstraktif tertentu. Larutnya zat ekstraktif tersebut akan memudahkan perekat masuk ke dalam sel sehingga kualitas perekatan dapat meningkat, dan papan komposit menjadi lebih kompak dan kuat (Kliwon, 2002).

Dari histogram dapat dilihat bahwa papan komposit dengan arah susunan serat yang sejajar cenderung mempunyai nilai sifat mekanis yang lebih tinggi dibandingkan papan komposit dengan arah susunan serat yang bersilangan. Menurut Bowyer *et al.*, (2003) kemiringan serat dapat menyebabkan penurunan kekuatan dalam lengkungan maupun tekanan sejajar serat, dimana besarnya penurunan tersebut berbeda-beda berdasarkan proporsi kemiringannya. Selanjutnya Thwea & Liao (2003) menyatakan bahwa sifat mekanis akan meningkat jika orientasi serat sejajar dengan arah beban. Hal ini disebabkan beban akan dapat diteruskan dengan sempurna pada arah sejajar serat daripada pada serat yang bersilangan.

4. Kesimpulan

Secara umum perlakuan awal dan susunan arah serat berpengaruh nyata terhadap kualitas papan komposit dari serat batang sagu dan limbah plastik polipropilena. Perlakuan perendaman serat dalam air dingin selama 48 jam dan susunan arah serat sejajar menghasilkan papan komposit yang lebih baik kualitasnya dibandingkan papan komposit yang dibuat dengan serat tanpa perlakuan perendaman dan arah serat bersilangan tegak lurus.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset,Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas bantuan dana yang diberikan pada Program Penelitian Strategi Nasional tahun anggaran 2015.

Referensi

Anonim. (2010). *Menghancurkan Plastik dengan Air*. http://www.chemstry.org/.[2 Agustus 2010].

Bismarck, A., A.K.Mohanty, A.Aranberri-Askargorta, S.Czapia, M.Misra, G.Hinrichsen, & J. Springer. (2001). Surface characterization of natural fibers; surface properties and the water up-take behavior of modified sisal and coir fibers. *Journal Genn Chemistry 3*, 100-107.

Bowyer, J.L., R.Shmulsky, & J.G. Haygreen. (2003). Forest Products and Wood Science An Introduction 4th Edition. IOWA State Press A Blackwell Publ, USA.

Dwianto, W, I. Wahyuni, Y.Amin, & T. Darmawan. (2005). *Influence of NAOH Pretreatment on Fixation of Compressed Wood.* Di dalam Dwianto W, editor. Towards Ecology and Economy Harmonization of Tropical Forest Resources. Proceeding of the 6th International Wood Science Symposium LIPI-JSPS Core University in Field of Wood Science. August 29-31 2005. Bali Indonesia.

JIS A 5908. (2003). *Particle Board, Japenese Industrial Standar*. Japenese Standards Association.

Kliwon, S. (2002). Sifat Papan Partikel dari Kayu Mangium. *Buletin Penelitian Hasil Hutan, 20* (3),195-206.

McClatchey, W, H.I. Manner, & C.R. Elevitch. (2006). *Metroxylon amicarum, M. paulcoxii, M. sagu, M. salomonense, M. vitiense, and M. warburgii (sago palm) Arecaceae (palm family)*. Species Profiles for Pacific Island Agoforestry. www.traditionaltree.org.

Monteiro, S.N, L. Terrones, F.P.D. Lopes, & J. d'Almeida. (2005). Mechanical strength of polyester matrix composites reinforced with coconut fiber wastes. *Journal Revista Matéria, 10* (4), 571 – 576.

Setyawati, D, Y.S. Hadi, M.Y. Massijaya, dan N.Nugroho. (2008). Karakteristik Papan Komposit dari Sabut Kelapa dan Plastik Polipropilena Daur Ulang Berlapis Anyaman Bambu. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Hutan, 1* (1),18-26.

Thwea, M.M, & K.Liao (2003). Durability of bamboo-glass fiber reinforced polymer matrix hybrid composites. *Composites Science and Technology, 63*, 375-387

Tribun. (2014). *Sagu Komoditas Pangan Strategis Masa Depan*. (7 Maret 2015)

Sifat Fisik Mekanik Papan Partikel dari Limbah Pabrik Teh

Yuliati Indrayani,[a],* dan Sasa Sofyan Munawar [b]

[a]*Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura, Jl. Imam Bonjol, Pontianak, Kalimantan Barat,78124*
[b]*Pusat Inovasi LIPI, Jl. Raya Bogor Km 47, Bogor 16912*

Abstract

Waste of tea factory (part of leaf and stalk) having higher phenolic extract and was abundant from processing at the tea factory which has the potential to be used as raw material for the particle board manufacture. Manufacture of particle board using waste tea factory type Broken Mix (BM) obtained from PTPN VIII, Ciater, Subang, Jawa Barat 8-10 mesh with 10% water content. To determine the quality of the tea factory waste particle board, the quality of physical and mechanical properties has been evaluated in a variety of concentrations of adhesive and target density. Urea Formaldehyde (UF, 52% solid content) was used as an adhesive with concentration of 10%, 13% and 16% based on dry weight of the particle and NH_4Cl as additive material and liquid paraffin as much as 1% mixed into UF with manually mixing process using a stirrer. The target densities of the board were 0.6, 0.7 and 0.8 g/cm^3. The results showed that higher concentration of adhesive increasing the physical and mechanical properties of the board. Similarly, a higher density resulted in higher *modulus of rupture* (MOR), *modulus of elasticity* (MOE) and *internal bonding* (IB). Particle board produced in this study met the standard JIS A 5908-2003, except the particle board with 10% adhesive and density of 0.6 g/cm^3. Based on test results, combination of adhesive concentration and density of 16%-0.8 g/cm^3 produced higher quality of particleboard followed by combination of 13%-0.8 g/cm^3 and 10%-0.8 g/cm^3, respectively. From this study we concluded that tea factory waste can be used as raw material for manufacture of particle board.

Keywords: Adhesive concentration, Density, Quality of particle board, Tea factory waste

* Korespondensi penulis. Tel.: +081-522-850200.
E-mail: mandaupermai@yahoo.com

1. Pendahuluan

Seiring dengan meningkatnya pertumbuhan penduduk di Indonesia, kebutuhan kayu dan panel-panel kayu sebagai bahan baku bangunan dan industri semakin meningkat, bahkan diperkirakan lebih cepat dari pertambahan penduduk itu sendiri. Salah satu usaha untuk mengatasi kekurangan kayu sebagai bahan baku bangunan dapat dilakukan 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 tanaman perkebunan yang dapat dijadikan alternatif sebagai bahan panel untuk kebutuhan konstruksi/non-konstruksi bangunan dan meubel yaitu teh (*Camelia sinensis. L*)

Dalam pengolahan daun dan tangkai teh di PT. Perkebunan Nusantara (PTPN) VIII dihasilkan hasil sampingan (limbah), yaitu dari hasil panen 30-40 ton/hari besarnya limbah yang dihasilkan sebesar 6-7% (400-500 kg kering/hari). Selama ini limbah pabrik teh dimanfaatkan sebagai sumber protein alternatif bagi ternak karena kandungan protein kasar pada limbah pengolahan teh cukup tinggi 27% (Istirahayu,1993), dan sebagai bahan baku pembuatan pupuk kompos yang di dekomposisi oleh EM4 (Rahayu dan Nurhayati, 2005). Untuk mengoptimalkan pemanfaatan limbah maka di perlukan pengembangan teknologi agar terjadi diversifikasi pengembangan produk dengan bahan baku limbah pabrik teh.

Salah satu upaya pemanfaatan limbah pabrik teh adalah sebagai bahan baku papan partikel. Penelitian pembuatan papan partikel dari limbah daun teh telah dilakukan oleh Yalinkilic *et al.*,(1998) dimana papan partikel yang dihasilkan telah memenuhi standar BS 5669 untuk papan partikel penggunaan umum. Shi *et al.,* (2006) juga telah membuat papan partikel dari limbah daun teh dimana hasil yang diperoleh menunjukan bahwa kerapatan pada papan partikel berpengaruh terhadap sifat mekanik baik itu modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) serta memiliki kemampuan untuk mengurangi emisi formaldehida.

Penelitian yang telah dilakukan mengkaji pengaruh kerapatan terhadap sifat fisik dan mekanik papan partikel dengan menggunakan bahan baku daun teh. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian yang mengkaji aspek lain, yaitu pengkajian terhadap bahan baku limbah pabrik teh yang terdiri dari campuran daun dan tangkai tanaman teh. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas (sifat fisik dan mekanik) papan partikel dari limbah pabrik teh berdasarkan konsentrasi perekat dan berat bahan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Limbah pabrik teh (bagian daun dan tangkai) jenis BM (*Broken Mix*) yang di peroleh dari PTPN VIII, Ciater, Subang, Jawa Barat, Perekat urea formaldehida (UF) dengan *solid content* 52% yang diperoleh dari PT. Duta Pertiwi Nusantara (DPN), Katalis (NH_4Cl) yang diperoleh PT. Duta Pertiwi Nusantara (DPN), Parafin cair dengan konsentrasi 40% yang diperoleh dari Puslitbang Hasil Hutan, Bogor.

2.2 Prosedur penelitian

2.2.1 Persiapan bahan baku

Bahan baku yang digunakan untuk pembuatan papan partikel adalah hasil akhir pabrik teh yang merupakan limbah dari proses pembuatan teh yang terdiri dari campura bagian daun dan tangkai tanaman teh. Limbah pabrik teh tersebut kemudian disaring untuk memisahkan debu dan partikel dengan menggunakan saringan berukuran lolos 8 tertahan 10 mesh.

Selanjutnya partikel limbah pabrik teh dikeringkan dalam oven dengan suhu 80˚- 90˚C hingga mencapai kadar air 5%. Perekat yang digunakan adalah UF dengan *solid content* 52%. Adapun konsentrasi perekat yang digunakan adalah 10%, 13%, 16% dari berat kering bahan baku. Sebagai bahan campuran perekat, ditambahkan katalis NH_4Cl dan parafin cair masing-masing sebanyak 1% berdasarkan berat kering bahan baku.

2.2.2 Komposisi bahan dalam pembuatan papan partikel

Papan partikel dibuat dengan ukuran 30 cm x 30 cm x 1 cm , dengan target kerapatan 0,60 g/cm^3, 0,70 g/cm^3, 0,80 g/cm^3. Perhitungan keperluan bahan-bahan partikel dan perekat seperti disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Perhitungan bahan untuk pembuatan papan partikel

Konsentrasi Perekat	Target Kerapatan (g/cm^3)	Partikel Limbah Teh (g)	Jumlah Perekat UF (g)	Katalis NH_4CL (g)	Parafin (g)	Total Berat (g)
10%		506,25	92,71	19,29	12,05	630,30
13%	0,6	493,05	117,38	18,78	11,74	640,95
16%		480,51	140,81	18,31	11,44	651,07
10%		590,63	108,17	22,50	14,04	735,36
13%	0,7	575,22	136,96	21,91	13,70	747,79
16%		560,60	164,27	21,36	13,35	759,58
10%		675,00	123,64	25,71	16,07	840,42
13%	0,8	657,39	156,52	25,04	15,65	854,60
16%		640,68	187,75	24,41	15,25	868,09

2.2.3. Pembuatan papan partikel

Pencampuran partikel teh dengan bahan perekat UF, katalis dan parafin menggunakan hand sprayer. Selanjutnya, bahan tersebut dimasukkan ke dalam cetakan yang berukuran 35 cm x 35 cm x 1cm, kemudian permukaannya diratakan dan cetakan ditutup, selanjutnya diberi tekanan awal untuk membentuk lembaran. Setelah lembaran terbentuk, cetakan diangkat secara perlahan–lahan, kemudian kedua sisinya diberi plat baja setebal 1 cm sebagai plat penahan untuk memperoleh ketebalan yang diinginkan. Pengempaan panas dilakukan pada suhu 150^{0}C dengan tekanan 27 kg/cm^2 selama 5 menit, mengacu pada penelitian (Yalinkilic *et al.*, 1998). Setelah contoh uji dikeluarkan dari cetakan, dilakukan pengkondisian pada suhu ruangan selama 1 minggu.

2.2.4. Pengujian papan partikel

Pengujian papan partikel dilakukan berdasarkan standar JIS A 5908-2003. Kualitas papan partikel yang diuji yaitu sifat fisik (pengembangan tebal dan daya serap air) dan sifat mekanik (keteguhan lentur statis/*Modulus of Elastisity* (MOE), keteguhan lentur patah /*Modulus of Rupture* (MOR), keteguhan rekat internal /*Internal Bond* (IB), kuat Pegang Sekrup *(screw holding power)*).

2.2.5. Analisa data

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) pola Faktorial dengan perlakuan konsentrasi perekat (10%, 13%, 16%) dan berat bahan (540 g, 630 g, 720 g). Penelitian dilakukan sebanyak 3 kali ulangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat fisik papan partikel

3.1.1 Pengembangan tebal

Nilai rerata pengembangan tebal papan partikel terbesar terdapat pada penggunaan persentase perekat 10% sebesar 8,82% diikuti oleh penggunaan konsentrasi perekat 13% sebesar 7,64%, dan diikuti penggunaan persentase perekat 16% sebesar 6,46% (Tabel 2). Berdasarkan hasil penelitian terlihat bahwa semakin banyak perekat yang digunakan maka pengembangan tebal papan partikel akan menurun. Hasil uji pengembangan tebal papan partikel pada setiap berat bahan dari nilai rerata yang dihasilkan menunjukkan bahwa pengembangan tebal semakin menurun dengan bertambahnya perekat. Nilai pengembangan tebal terendah terdapat pada penggunaan berat bahan 720 g sebesar 6,59%, diikuti dengan berat bahan 630 g sebesar 7,37% dan berat bahan 540 g sebesar 8,96% (Tabel 2). Hasil analisis keragraman menunjukkan bahwa persentase perekat dan berat bahan berpengaruh sangat nyata terhadap pengembangan tebal papan partikel sedangkan interaksi kedua faktor tidak berpengaruh nyata.

Tabel 2. Rerata pengembangan tebal

Perekat	Berat Bahan (g)			Rerata
	540	630	720	
10 %	10,23	8,74	7,50	8,82
13 %	8,841	7,132	6,934	7,64
16 %	7,805	6,247	5,328	6,46
Rerata	8,96	7,37	6,59	

Tabel 3. Rerata penyerapan air

Perekat	Berat Bahan (g)			Rerata
	540	630	720	
10 %	78,823	57,589	56,967	64,46
13 %	77,466	59,458	40,733	59,22
16 %	73,671	42,231	32,610	49,50
Rerata	76,65	53,09	43,44	

Konsentrasi perekat berbeda sangat nyata terhadap pengembangan tebal papan partikel, karena semakin banyak perekat yang digunakan maka akan semakin kecil ruang untuk masuknya cairan atau air, sehingga penyerapan air oleh papan kecil akibatnya pengembangan tebal kecil pula. Menurut Maloney (1993) semakin tinggi kerapatan papan partikel maka semakin baik sifat fisiknya. Faktor berat bahan menunjukkan bahwa pengembangan tebal cenderung menurun dengan semakin tinggi berat bahan yang digunakan, hal ini dikarenakan jumlah bahan yang sedikit menyebabkan kerapatan rendah sehingga memiliki ruang antar partikel yang besar.

Hasil penelitian ini senada dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Yalinkilic *et al.* (1998) pada papan partikel dari daun teh dengan kerapatan 0,55 g/cm^3, 0,65 g/cm^3, dan 0,75 g/cm^3 yang menunjukkan bahwa semakin tinggi kerapatan maka pengembangan tebal

semakin rendah. Gambar 1 menunjukkan nilai pengembangan tebal papan partikel pada penelitian ini semuanya memenuhi standar JIS A 5908-2003.

3.1.2. Daya serap air

Nilai rerata penyerapan air papan partikel terbesar terdapat pada penggunaan konsentrasi perekat 10%, yaitu sebesar 64,46% diikuti oleh 13% sebesar 59,22%, dan 16% sebesar 49,50% (Tabel 3). Hal ini dikarenakan dengan bertambahnya perekat maka rongga-rongga kosong antar partikel tertutup oleh perekat sehingga air tidak mudah masuk kedalam ruang kosong pada papan partikel (Maloney, 1993). Sementara itu, nilai penyerapan air terendah terdapat pada penggunaan berat bahan 720 g sebesar 43,44%, diikuti berat bahan 630 g sebesar 53,09% dan berat bahan 540 g sebesar 76,65% (Tabel 3).

Hasil penelitian ini didukung oleh penelitian Yalinkilic *et al* (1998), yaitu nilai penyerapan air pada kerapatan 0,55 kg/cm^3 lebih tinggi dibandingkan nilai penyerapan air pada kerapatan 0,75 kg/cm^3. Penelitian ini menunjukkan penyerapan air pada kerapatan 0,60 (berat bahan 540 g) lebih tinggi dibandingkan dengan kerapatan 0,80 (berat bahan 720 g). Berdasarkan hasil analisis keragraman penyerapan air papan partikel diperoleh bahwa perekat dan berat bahan berpengaruh sangat nyata terhadap penyerapan air papan partikel. Sedangkan interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap penyerapan air papan partikel. Penyerapan air tidak dipersyaratkan dalam JIS A 5908-2003, oleh karena itu peneliti menggunakan standar FAO. Tabel 3 menunjukkan sebagian besar nilai penyerapan air penelitian ini memenuhi standar FAO (1996) yaitu berkisar antara 20%-75%.

3.2. Sifat mekanik papan partikel

3.2.1. Keteguhan lentur statis /Modulus of Elastisity (MOE)

Nilai retara Modulus Elastisitas (MOE) papan partikel tertinggi pada berat bahan 720 g, yaitu sebesar 4872,06 kg/cm^2 dan nilai terendah terdapat pada berat bahan 540 gyaitu sebesar 778,59 kg/cm^2 (Tabel 4). Hal ini sesuai dengan Yalinkilic *et al* (1998) yang menyatakan bahwa kerapatan papan partikel 0,75 g/cm^3 memiliki modulus elastisitas yang lebih baik dibanding kerapatan 0,65 g/cm^3 dan 0,55 g/cm^3. Hal ini dikarenakan semakin tinggi kerapatan maka semakin banyak bahan yang berserat atau berlignoselulosa yang terdapat didalam papan partikel sehingga modulus elastisitasnya semakin tinggi.

Berdasarkan hasil analisis keragraman MOE papan partikel, bahwa berat bahan berpengaruh sangat nyata terhadap MOE papan partikel. Sedangkan konsentrasi perekat dan interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap MOE papan partikel.

Tabel 4. Rerata MOE papan partikel limbah pabrik teh

Perekat	Berat Bahan (g)			Rerata
	540	630	720	
10 %	578,09	2353,52	4629,66	2520,42
13 %	719,09	3073,33	4958,23	2916,88
16 %	1038,60	2514,98	5028,28	2860,62
Rerata	778,59	2647,28	4872,06	

Tabel 4 menunjukkan bahwa semua papan partikel limbah pabrik teh pada penelitian ini tidak memenuhi standar JIS A 5908-2003. Hal ini diduga disebabkan oleh pengaruh dari kadar ekstraktif yang dimiliki oleh bahan baku uji limbah pabrik teh dan kandungan pati. Menurut Maloney (1993), zat ektraktif berpengaruh terhadap konsumsi perekat, laju pengerasan perekat dan daya tahan papan partikel yang dihasilkan. Kandungan pati pada limbah pabrik teh sebesar 8,4% sedangkan pati pada ampas tebu sebesar 2,5-6% (Muharram, 1993), hal ini menunjukkan kandungan pati pada limbah pabrik teh lebih besar dari ampas tebu. Namun papan partikel dengan berat bahan 720 g memenuhi standar ANSI A208.1-1999.

3.2.2. Keteguhan lentur patah /Modulus of Rupture (MOR)

Nilai keteguhan patah (MOR) berkisar antara 18,18 kg/cm^2-65,13 kg/cm^2. Nilai rerata MOR papan partikel tertinggi pada penggunaan konsentrasi perekat 16% yaitu sebesar 45,65 kg/cm^2 selanjutnya diikuti konsentrasi perekat 13% sebesar 41,12 kg/cm^2 dan 10% sebesar 34,78 kg/cm^2 (Tabel 5). Sedangkan nilai rerata MOR tertinggi pada penggunaan berat bahan 720 g yaitu sebesar 58,53 kg/cm^2, diikuti dengan berat bahan 630 g sebesar 40,83 kg/cm^2 dan berat bahan 540 g sebesar 22,19 kg/cm^2 (Tabel 5). Hasil analisis keragraman papan partikel menunjukkan bahwa konsentrasi perekat dan berat bahan berpengaruh sangat nyata sedangkan interaksi antar kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap MOR papan partikel yang dihasilkan.

Tabel 5. Rerata MOR papan partikel limbah pabrik teh

Perekat	Berat Bahan (g)			Rerata
	540	630	720	
10 %	18,18	35,79	50,38	34,78
13 %	22,04	41,25	60,08	41,12
16 %	26,36	45,46	65,13	45,65
Rerata	22,19	40,83	58,53	

Hasil ini didukung oleh penelitian yang dilakukan oleh penelitian Laemlaksakul (2010), yang menyatakan bahwa papan partikel dari limbah bambu dengan kerapatan 0,80 kg/cm^3 lebih baik daripada papan partikel berkerapatan 0,60 kg/cm^3 dan 0,70 kg/cm^3. Tabel 5 menunjukkan nilai MOR semuanya tidak memenuhi standar JIS A 5908-2003 yang menetapkan keteguhan patah papan partikel minimal 82 kg/cm^2. Hal ini diduga karena kadar dari serat limbah pabrik teh lebih kecil dibandingkan komposisi serat kayu akasia yaitu sebesar 34% sedangkan komposisi serat kayu akasia sebesar 45,72% (Shi *et al*, 2006).

3.2.3. Keteguhan rekat (internal bond)

Nilai keteguhan rekat / *Internal Bond* (IB) berkisar antara 1,19 kg/cm^2-6,78 kg/cm^2. Nilai rerata IB tertinggi dimiliki papan partikel dengan konsentrasi perekat 16% dan berat bahan 720 g yaitu sebesar 6,78 kg/cm^2 dan yang terendah dimiliki papan partikel dengan konsentrasi perekat 10% dan berat bahan 540 gram yaitu sebesar 1,19 kg/cm^2 (Tabel 6). Tabel 6 menunjukkan nilai IB papan partikel memenuhi standar JIS A 5809-2003 untuk papan partikel yaitu minimal 1,5 kg/cm^2, kecuali papan partikel dengan konsentrasi perekat 10% dan berat bahan 540 g. Hasil penelitian ini sesuai dengan Yalinkilic *et al.* (1998), yang

menyatakan bahwa papan partikel dari daun teh dengan kerapatan 0,75 g/cm^3 memiliki keteguhan rekat yang lebih tinggi dari papan partikel dengan kerapatan 0,55 g/cm^3.

Hasil analisis keragraman menunjukkan bahwa konsentrasi perekat, berat bahan dan interaksi kedua faktor berpengaruh sangat nyata terhadap IB papan partikel. Keteguhan rekat berhubungan dengan kerapatan dan kerapatan berbanding lurus dengan berat bahan, dimana kerapatan yang tinggi menyebabkan daya rekat antar partikel semakin kuat, sehingga nilai keteguhan rekat papan partikel limbah pabrik teh yang dihasilkan juga tinggi. Menurut Yalinkilic *et al* (1998), semakin tinggi kerapatan papan partikel dari daun teh maka semakin tinggi pula keteguhan rekat papan partikel. Menurut Maloney (1993) nilai keteguhan rekat dipengaruhi oleh kandungan dan jenis bahan perekat yang digunakan. Konsentrasi perekat memegang peranan penting dalam mengikat partikel limbah pabrik teh, yaitu semakin tinggi konsentrasi perekat maka semakin tinggi daya ikat antar partikel sehingga mempengaruhi kekuatan struktural papan partikel dan menyebabkan keteguhan rekat meningkat.

Tabel 6. Rerata IB papan partikel

Perekat	Berat Bahan (g)			Rerata
	540	630	720	
10 %	1,19	3,18	3,44	2,60
13 %	2,68	4,01	4,54	3,74
16 %	3,43	4,24	6,78	4,81
Rerata	2,43	3,81	4,92	

Tabel 7. Rerata Kuat Pegang Sekrup

Perekat	Berat Bahan (g)			Rerata
	540	630	720	
10 %	15,38	27,45	30,83	24,56
13 %	18,27	31,83	37,38	29,16
16 %	25,38	36,12	48,28	36,59
Rerata	19,68	31,80	38,83	

3.2.4. Kuat pegang sekrup

Nilai kuat pegang sekrup papan partikel dalam penelitian ini berkisar antara 15,38 kg-48,28 kg. Nilai rerata kuat pegang sekrup tertinggi terdapat pada konsentrasi perekat 16 % yaitu sebesar 36,59 kg, diikuti konsentrasi 13% sebesar 29,16 kg dan konsentrasi 10% sebesar 24,56 kg (Tabel 7). Sedangkan nilai rerata tertinggi kuat pegang sekrup papan partikel terdapat pada berat bahan 720 g yaitu sebesar 38,83 kg, diikuti berat bahan 630 kg sebesar 31,80 kg dan berat bahan 540 g sebesar 19,68 kg (Tabel 7). Tabel 7 menunjukkan nilai kuat pegang sekrup papan partikel dari limbah pabrik teh sebagian memenuhi standar JIS A 5908-2003. Menurut Subiyanto *et al* (2005), semakin tinggi kerapatan papan partikel maka semakin baik kuat pegang sekrup papan partikel. Semakin tinggi kadar perekat maka akan semakin tinggi kuat pegang sekrup papan partikel, hal tersebut dikarenakan semakin kompaknya partikel dalam dalam papan partikel sehingga lebih kuat menahan sekrup. Hasil analisis keragraman kuat pegang sekrup papan partikel. menunjukkan bahwa konsentrasi perekat dan berat bahan berpengaruh sangat nyata terhadap kuat pegang sekrup papan partikel. Sedangkan interaksi antara kedua faktor tidak berpengaruh nyata terhadap kuat pegang sekrup.

4. Kesimpulan

Konsentrasi perekat dan berat bahan mempengaruhi kualitas papan partikel yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi perekat 16% dan berat bahan 720 g menghasilkan papan partikel dengan sifat fisik mekanik terbaik kemudian diikuti berturut–turut oleh kombinasi konsentrsai perekat 13% dan berat bahan 720 g dan kombinasi persentase konsentrasi 10% dan berat bahan 720 g. Untuk meningkatkan sifat fisik mekanik papan partikel dari limbah pabrik teh dapat dilakukan dengan mencampur atau mengkombinasikan limbah pabrik teh dangan serbuk/partikel dari dari kayu atau bahan berligoselulosa lain.

Referensi

ANSI A208 1. (1999). *Particleboard*. Composite Panel Association, America.

FAO. (1996). *Fiberboard and Particle Board*, Geneva.

Istirahayu, D. N. (1993). *Pengaruh Penggunaan Ampas Teh Dalam Ransum Terhadap Persentase Karkas, Gilet, Limpa Dan Lemak Abdominal Broiler*. Fakultas Peternakan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

JIS A 5908. (2003). *Particleboard*. Japanese Industrial Association, Japan.

Laemlaksakul, V. (2010). Physical and Mechanical Properties of Particleboard from Bamboo Waste. *J. World Academy of Science, Engineering and Technology*, 64, 561-565.

Maloney, M.T. (1993). *Modern Particleboard And Dry Process Fiberboard Manufacturing*. Miller Freeman Inc, San Fransisco.

Muharram, A. (1993). *Pengaruh Ukuran dan Kerapatan Lembaran Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Papan Partikel Ampas Tebu*. Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Rahayu, S.M. dan Nurhayati. (2005). Penggunaan EM-4 Dalam Pengomposan Limbah Teh Padat. *J. Ilmu Bidang Pertanian*, 3 (2), 26-30.

Subiyanto, B. Subyakto, Sudijono, M. Gopar, E. Rasyid, S.S. Munawar,. (2005). Pembuatan Papan Partikel Berukuran Komersial Dari Limbah Tandan Kosong Kelapa Sawit Dengan Perekat Urea Formaldehid. *J. Ilmu & Teknologi Kayu Tropis, 3*(1), 9-14.

Shi, J.S., Li, J.Z., Fan, Y.M., Ma, H.X. (2006). Preparation and properties of waste tea leaves Particleboard**.** *Forestry Studies In China 8* (1), 41-45.

Yalinkilic, M.K., Imamura, Y., Takahashi, M., Kalaycioglu, H., Nemli, G., Demirci, Z., Ozdemir, T. (1998). Biological, Physical and Mechanicl Properties of Particleboard Manufacture From Tea Leaves. *J. International & Biodegadation 41*, 75-84.

C. REKAYASA MATERIAL

Analisis Kekuatan Balok Kayu Glulam Nyatoh tanpa dan dengan Perkuatan

Saptahari Sugiri,[a],* dan Arie Putra Usman [b]

[a]*Dosen Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung, jl. Ganesha 10, Bandung 40132*
[b]*Mahasiswa Program Doktor Teknik Sipil ITB, Bandung*

Abstract

Indonesia is a major source of tropical timber in the world after Brazil. Wood is also a renewable material and environmentally friendly material. Today, the availability of wood is not enough for construction even less with the limited sources of solid wood. In the construction of the structure, heavier work load need better dimension and strength of wood. Therefore wood technology is needed to obtain larger dimensions. This is known as wood glulam. This research discussed about behavior of Glulam Nyatoh (grade III) without and with reinforcement. The result found an increase in capacity of glulam beams Nyatoh with reinforcement. The critical zone in wood beams was in the tensile zone, so that the reinforcement should have added in the tensile zone. The type of reinforcement used in glulam beams Nyatoh are Kamper wood (grade II) and Bangkirai wood (grade I) which has higher density compared to Nyatoh wood (Grade III).

Keywords: Glulam, Nyatoh Wood, Reinforcement

* Korespondensi penulis. Tel.: (022)2504952.
E-mail: saptaharis@gmail.com ; saptahari@si.itb.ac.id ; arie.putrausman@gmail.com

1. Pendahuluan

Kayu merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan tersedia dalam berbagai macam spesies di negara tropis seperti Indonesia. Ketersediannya yang banyak dan mudah karena didapatkan dari tumbuhan di alam, menjadikan kayu sebagai bahan konstruksi yang paling pertama digunakan. Ketersediaan sumber daya ini juga dipengaruhi dalam cara pelestariannya yaitu terciptanya keseimbangan antara penggunaannya dan penanaman kembali (reboisasi). Sifatnya yang dapat diperbaharui (*renewable material*) menjadikan kayu sebagai bahan konstruksi yang ramah lingkungan. Selain itu, kayu sebagai bahan bangunan juga mempunyai kelebihan dibanding bahan bangunan lain seperti beton, baja, dll, diantaranya ringan, mudah dalam pelaksanaan, mudah didaur ulang, dan memiliki nilai estetika.

Ketika bentang yang diperlukan menjadi panjang atau beban menjadi bertambah besar, kayu solid berkemungkinan menjadi tidak praktis, karena harus menunggu waktu yang lama dan juga menjadi kurang ekonomis. Untuk mendapatkan kayu dengan dimensi yang

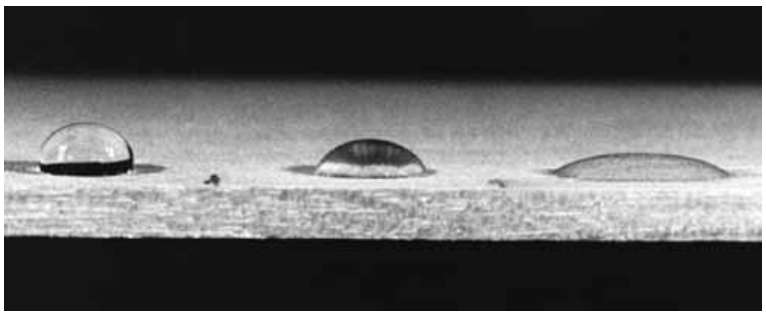
diinginkan, bisa dilakukan dengan teknik laminasi dimana produknya sebagai bahan struktural biasa dikenal sebagai balok glulam. Glulam merupakan rekayasa produk pengaturan tegangan (*stress-rated product*) yang terdiri dari dua atau lebih lapisan kayu yang direkatkan satu dengan yang lainnya secara bersama-sama dengan arah serat longitudinal seluruh lapisan yang disebut sebagai lamina, paralel terhadap panjangnya (Moody dkk., 1999).

Terlepas dari segala keunggulan yang dimilki oleh balok glulam, perlunya dikembangkan suatu struktur yang detail guna mengurangi dampak gempa bumi dan berbagai situasi akibat beban yang ekstrim. Sejauh ini, penelitian hanya terbatas pada penggunaan baja sebagai elemen tambahan guna dapat meningkatkan daktilitas dari material kayu tersebut. Sehingga diperlukan juga penelitian mengenai penggunaan kayu mutu tinggi sebagai elemen perkuatan.

2. Bahan dan Metode

4.1 Permukaan kayu

Sifat kimia yang mengurangi kemampuan lekat kayu lebih sulit ditemukan dibanding dengan sifat mekanik dari permukaan kayu. Dengan sebuah tes air sederhana dapat diketahui banyak hal mengenai keadaan permukaan kayu dan juga berbagai permasalahan dalam proses membasahi kayu oleh perekat dan juga proses melekatkan perekat pada kayu. Tes ini memungkinkan untuk mengestimasi tingkat penyerapan permukaan kayu terhadap proses pembasahan dan penetrasi perekat dengan meneteskan air pada permukaan kayu sehingga dapat diamati seberapa cepat air tersebut dapat menyebar diatas permukaan kayu. Pada tes ini, setetes air ditaruh diatas permukaan kayu yang rata dan bebas cacat kayu. Setelah permukaan kayu diteteskan dengan air, maka hal yang perlu diperhatikan adalah pada permukaan kayu. Ilustrasi dari penjelasan diatas dapat dilihat pada Gambar 1.

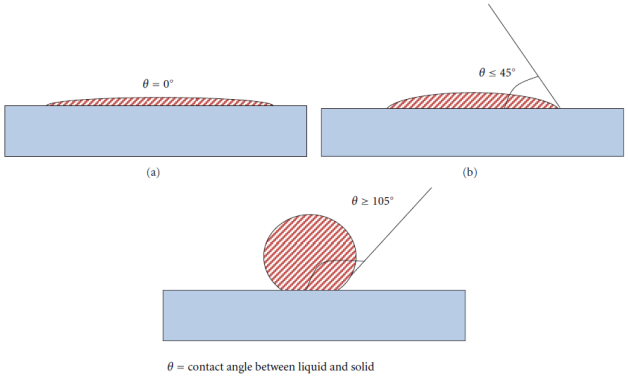


Gambar 1. Tes air sederhana yang menunjukkan perbedaan tingkat kebasahan

4.2 Sudut kontak dan tegangan permukaan

Material yang basah terhadap satu sama lainnya cederung memiliki area kontak yang lebih luas daripada material yang tidak basah terhadap satu sama lainnya. namun pembasahan sangat tergantung pada energi permukaan relatif dari perekat dan substrat. Pembasahan adalah kemampuan cairan untuk membentuk ikatan antarmuka dengan permukaan solid dan tingkat pembasahan ini dilihat sebagai sudut kontak θ yang terbentuk antara cairan dan permukaan substrat. Hal ini ditentukan oleh tegangan permukaan cairan dan sifat maupun

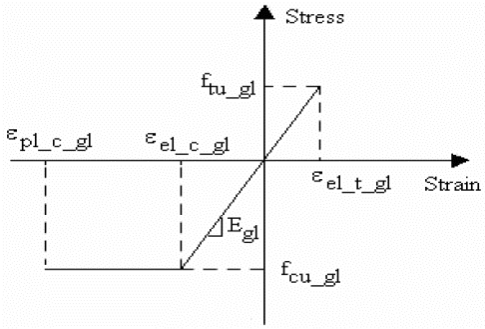
kondisi permukaan substrat. Semakin kecil sudut kontak dan semakin rendah tegangan permukaan cairan, semakin besar tingkat pembasahan yaitu tetesan cairan akan menyebar di seluruh permukaan substrat, seperti yang ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sudut kontak air dan permukaan kayu

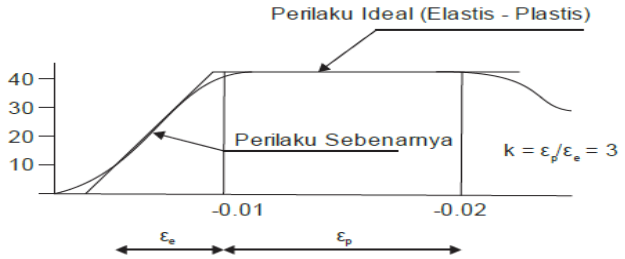
4.3 Perilaku mekanik kayu glulam

Perilaku elastoplastik kayu, untuk serat tarik kegagalan tarik akan terjadi dengan rusaknya kayu, plastisitas pada zona tarik tidak terjadi karena kayu mengalami kegagalan, sedangkan untuk serat tekan, kayu dapat mengalami plastisitas pada serat tekannya. Perilaku elastoplastik kayu dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Idealisasi tegangan-regangan pada kayu

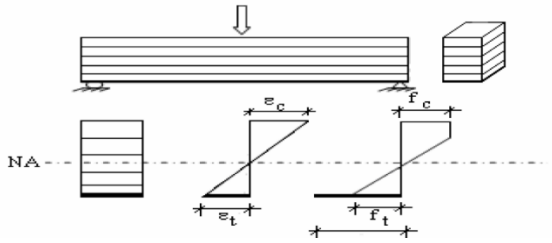
Untuk kapasitas plastis kayu, pendekatan diambil k=3, dimana k adalah perbandingan regangan plastis terhadap elastis sebesar 3 (Gambar 4). Batas regangan plastis ultimit di daerah tekan diasumsikan tiga kali nilai regangan batas elastis berdasarkan studi yang dilakukan oleh Fiorelli dan Dias (2003). Kegagalan tekan murni diasumsikan jika regangan pada sisi tekan terluar mencapai batasnya.



Gambar 4. Idealisasi perilaku tekan kayu

4.4 Perkuatan pada bagian tarik

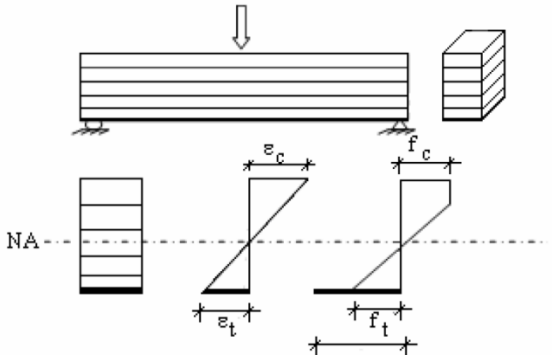
Dalam pengujian lentur balok glulam, biasanya kegagalan sering terjadi pada daerah tarik, daerah yang dekat dengan cacat kayu, pada posisi sambungan, dan pada bagian yang memiliki nilai tegangan maksimum. Balok glulam biasanya diberi perkuatan pada daerah tarik sehingga diharapkan kekuatan tariknya dapat meningkat dan akibatnya menghasilkan kekuatan lentur dan kekakuan yang baik. Gambar 5 menunjukkan model linier-elastis dan elastoplastis yang meliputi perilaku nonlinier dalam tekan



Gambar 5. Linear elastis, elastoplastis model, Hernandez et al. (1997)

3. Hasil dan Pembahasan

Dalam bagian ini akan dijelaskan mengenai hasil pengujian makro dan mikro struktur, wetting ability, serta hasil pengujian lentur kayu glulam baik tanpa perkuatan maupun dengan perkuatan. Dalam pengujian makrostruktur kayu ini akan digambarkan mengenai besaran diameter dari rongga-rongga kayu yang terdapat pada kayu nyatoh. Berikut adalah hasil pengujian makrostruktur kayu tersebut dengan skala 200 μm (Gambar 6)



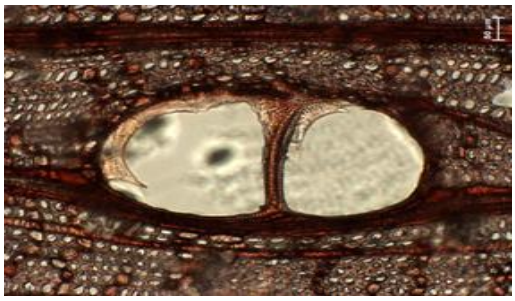
Gambar 6. Makrostruktur kayu nyatoh

Dari hasil pengujian makrostruktur ini diperoleh besaran diameter rongga pori-pori pada sel kayu. Data besaran diameter rongga pori-pori kayu nyatoh selengkapnya disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian makrostruktur

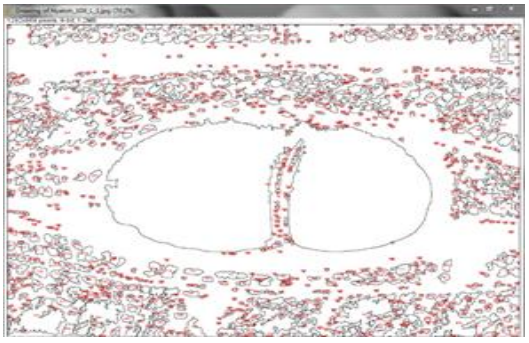
Kayu	Diameter (μm)	Rata-rata diameter (μm)
Nyatoh	256.66	317.674
	319.61	
	319.61	
	334.14	
	358.35	

Dari pengujian mikrostruktur akan didapatkan jumlah rongga pori-pori kayu tersebut. Berikut adalah hasil pengujian mikrostruktur dari kayu bangkirai, kamper, dan nyatoh dengan skala 50 μm (Gambar 7).



Gambar 7. Mikrostruktur kayu nyatoh

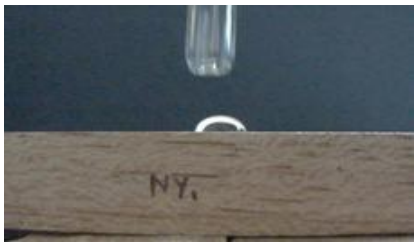
Dari hasil pengujian mikrostruktur, didapat luasan area pori pada kayu dengan menggunakan bantuan software ImageJ. Dalam penggunaan program ini, hasil pengujian mikrostruktur kayu dianalisa partikel kayu nya sehingga didapatkan banyaknya jumlah rongga yang terdapat di permukaan lintang kayu ini dan juga besar luasan pori-pori kayu.



Gambar 8. Hasil software Image J kayu nyatoh

Hasil perhitungan luas area rongga pada kayu nyatoh didapatkan sebesar 549306 μm^2. Pengujian *wetting ability* bertujuan untuk melihat kemampuan permukaan kayu dalam menyerap air. Dalam hal ini air diumpamakan sebagai bahan perekat. Keterbasahan adalah kondisi suatu permukaan yang menentukan sejauh mana cairan yang akan ditarik oleh permukaan mempengaruhi absorpsi, adsorpsi, penterasi dan penyebaran perekat (Marra 1992). Keterbasahan kayu dapat diperoleh dengan mengukur sudut kontak antara garis rekat cair dengan permukaan kayu. Sudut kontak yang bernilai kecil dari 90° menunjukkan keterbasahan yang tinggi dimana cairan membasahi permukaan dengan baik. Sudut kontak yang bernilai lebih besar dari 90° menunjukkan keterbasahan yang rendah dimana cairan

tidak membasahi permukaan dengan baik (Yuan dan Lee, 2013). Pada pengujian keterbasahan ini dilakukan pada jenis kayu nyatoh. Pada kayu diberikan perlakuan penetesan air pada permukaannya dalam waktu 0 s.d 120 detik. Hasil pengujian ini dapat dilihat pada Gambar 9 dan 10 berikut.

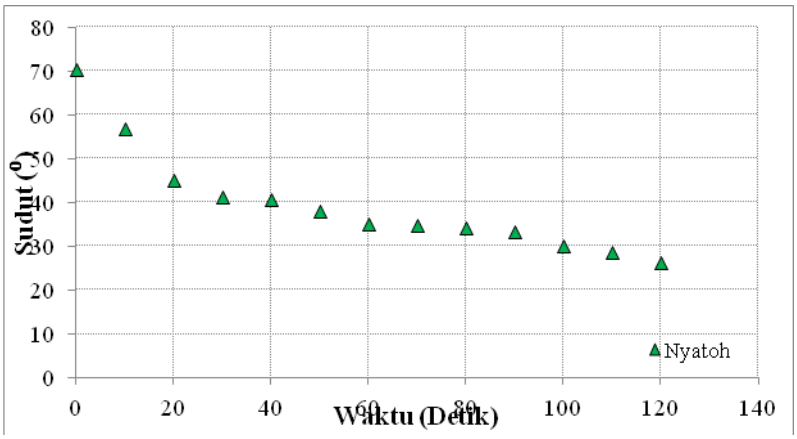


Gambar 9. Pengujian *wetting ability* pada kayu nyatoh

Dari pengujian *wetting ability* ini kemudian didapat sudut kemiringan antara air dengan permukaan kayu. Dari pengujian didapat sudut kemiringan air dan permukaan kayu nyatoh 70,34º.

Gambar 10. Pengujian *wetting ability* pada kayu nyatoh

Adapun perubahan sudut kontak kayu terhadap perubahan waktu dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Sudut kontak pengujian *wetting ability* pada kayu nyatoh

Hasil tersebut menunjukkan bahwa sudut kontak menurun seiring dengan lamanya pembasahan air pada permukaan kayu. Hal ini disebabkan oleh jumlah luasan area rongga pori-pori yang terdapat pada kayu.

Pada pengujian lentur kayu glulam, hal yang dilakukan adalah pengujian lentur kayu glulam nyatoh (kelas kuat 3), kayu glulam nyatoh dengan perkuatan kayu kamper (kelas kuat 2), dan kayu glulam nyatoh dengan perkuatan kayu bangkirai (kelas kuat 1). Hasil dari kapasitas masing-masing balok glulam disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Momen kapasitas kayu glulam nyatoh dengan dan tanpa perkuatan

Kayu	Momen (kNm)	% kenaikan
Nyatoh	0,84	
Nyatoh perkuatan kamper	1,48	76,82
Nyatoh perkuatan bangkirai	2,06	146,58

4. Kesimpulan

Didapatkan diameter rata-rata rongga pori kayu nyatoh sebesar 317.674 μm. Dari hasil pengujian mikrostruktur didapatkan luasan rongga pori kayu nyatoh sebesar 549.306 μm^2. Dari pengujian diperoleh sudut kemiringan air dan permukaan kayu nyatoh 70,34º. Kayu nyatoh yang diberikan perkuatan kayu kamper (kelas kuat 2) dan kayu bangkirai (kelas kuat 1) dapat meningkatkan kapasitas masing-masing sebesar 76,82% dan 146,58%.

Referensi

Breyer, D. E. (2004). *Design of Wood Structures – ASD/LRFD*. New York

Brunner, M., M.Lehmann, S.Kraft, U.Fankhauser,& K. Richter. (2010). A Flexible Adhesive Layer Boosts The Bending Resitance Of Glulam : World conference on timber engineering.

Hernandez, R., J. F. Davalos, S. S.Sonti, Y.Kim, & R. C. Moody (1997). *Strength and stiffness of reinforced yellow-poplar glued-laminated beams*. Retrieved from http://originwww.fpl.fs.fed.us/documnts/fplrp/fplrp554.pdf

Jacob, J, Barragan. (2007). *Flexural Strengthening of Glued Laminated Timber Beams with Steel and Carbon Fiber Reinforced Polymers*, retrieved from: http://publications.lib.chalmers.se/records/fulltext/40294.pdf

Leonardo da Vinci Pilot Project. (2008). *Handbook 2-Design of Timber Structures According to EC 5*. Prague

Sugiri. S, E. M. Alamsyah, , and Usman, A. P. (2013). *Mapping of Indonesian Timber: Potential of Glulam Wooden Beams without Reinforcement and with Reinforcement for Timber Structures*: The Second International Conference on Sustainable Infrastructure and Built Environment. Bandung

Sugiri, S. (2012). *The Standard of Using Wood for Construction Materials*: Exposure Research Scope Research and Development Engineering Center of Forestry and Forest Products Processing. Bogor

Sugiri, S. (2012). *Using Wood as Construction Materials*: SITH Workshop Role of wood as a construction material and decorative products. Bandung

Usman, A. P. (2013). *Behavior of Glulam with Flexural Strengthening*: The Second International Conference on Sustainable Infrastructure and Built Environment. Bandung

Penambahan Natrium Silikat untuk Meningkatkan Ketahanan Kayu *Hevea brasiliensis* terhadap Api

M. Hafizh Zhafran Nurrachman,[a,*], Eka Mulya Alamsyah[b] dan Ihak Sumardi[b]

[a]*Program Studi Rekayasa Kehutanan, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung Kampus Jatinangor*
[b]*Kelompok Keahlian Teknologi Kehutanan, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung Kampus Jatinangor*

Abstract

Sodium silicate (Na_2SiO_3) as an environmentally friendly fire retardant was added to a rubber wood veneer. This research purposed to find the effectiveness of adding sodium silicate as a fire retardant for laminated veneer lumber (LVL) of rubber wood (*Hevea brasiliensis*) product. An industrial grade of sodium silicate was added to LVL by coating, gluing, and impregnating. Fire retardant test was done by comparing three different methods to control. Effectiveness result of adding sodium silicate was obtained by igniting duration. Experiment on impregnating mixture composition of 1:1 has proven as the best method. It retards the combustion rate up to 2.20 g/min and temperature rate up to 5.10 C/min.

Keywords: Fire retardant, *Hevea brasiliensis*, LVL, Sodium Silicate

* Korespondensi penulis. Tel. : +62-817-020-3453.
E-mail: mhahafizh27@students.itb.ac.id

1. Pendahuluan

Penggunaan kayu sebagai kebutuhan manusia sudah menjadi hal yang umum. Kualitas fisik, ketahanan dan keawetan kayu menjadi bagian penting dari kayu untuk mengkonservasi kayu di alam. Sebab penggunaan kayu dengan kualitas rendah menjadi tidak efektif karena kayu tidak tahan lama ketika digunakan. Salah satu kendala kualitas fisik kayu adalah sifat kayu yang mudah terbakar. Penyebab utamanya adalah api.

Api memiliki tiga unsur utama, yaitu bahan bakar, oksigen dan panas. Dengan suhu yang panas dan konsentrasi oksigen yang tinggi, kayu api. Kayu menjadi bahan bakar api yang baik karena kandungan bahan mudah terbakarnya yang tinggi. Salah satunya adalah karbon, komposisi karbon pada kayu terdapat sekitar 47% dari biomassanya (Subedi, *et al*., 2010) dan hidrogen sekitar 6% dari biomassanya (Santoso *et al.,* 2012). Oksigen dan hidrogen mudah terbakar, pada suhu sekitar 250 ^{0}C pembakaran mulai terjadi. (Özdemir & Tutus, 2013; Santoso & Hamidah, 2012). Secara sederhana, proses pembakaran terjadi seperti berikut:

Bahan Bakar + *Oksidator* → *Produk* + *Energi* (1)

Babrauskas (2002) menyatakan bahwa kayu merupakan salah satu dari bahan bakar pembakaran, karena kayu memiliki komposisi karbon yang dapat dibakar. Jika kayu terbakar,

walaupun pemadaman api dapat dilakukan, namun kurang praktis karena hal yang dilakukan adalah paska terjadi pembakaran. Maka dari itu, untuk mendapatkan ketahanan kayu terhadap api yang baik dapat dilakukan penambahan zat kimia penghambat api. Salah satu bahan yang dapat meningkatkan ketahanan kayu terhadap api adalah natrium silikat. (Santoso & Hamidah, 2012; Effendi, 2007)

Bahan penghambat api atau *fire retardant* merupakan suatu senyawa kimia yang dapat menghambat terjadinya proses pembakaran. Walaupun dapat menghambat, bukan berarti tidak dapat terbakar. Jika konsentrasi oksigen dan panas tinggi bahan akan tetap terbakar. Bahan penghambat api umumnya mengandung hidrat atau karbon dioksida. Jika dipanaskan, senyawa hidrat atau karbon dioksida tersebut akan menguap dan mendinginkan nyala api, sehingga diharapkan intensitas api berkurang hingga padam. Beberapa jenis unsur yang biasa yang digunakan adalah fosfor, antimon, klor, brom dan nitrogen, dan senyawa ion negatif yang biasa digunakan adalah fosfat (PO_4^{3-}), borat (BO_2^{1-}), silikat (SiO_3^{2-}), sulfat (SO_4^{2-}) dan sulfanat ($NH_2SO_3^{4-}$). Dan senyawa yang digunakan pada penelitian ini adalah natrium silikat. (Effendi, 2007)

Natrium silikat memiliki sifat larut dalam air dan adesif yang baik. Sehingga natrium silikat dapat digunakan sebagai bahan pemodifikasi kayu yang baik dan dapat digunakan dalam berbagai perlakuan seperti impregnasi, perekat dan pelapis permukaan (Effendi, 2007). Selain itu juga menurut Son *et al.*, (2012), natrium silikat lebih ramah lingkungan. Ketika natrium silikat terpapar ke lingkungan, kandungan airnya menguap. Dan ketika tercampur ke dalam badan air natrium silikat akan terdekomposisi menjadi ion natrium dan silika terlarut (OXY, 2009). Silika yang terlalut tersebut lama kelamaan akan hilang dari badan air akibat proses biokimia (HERA, 2005).

Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah untuk mengukur efektivitas penambahan natrium silikat ke dalam proses pembuatan *laminated veneer lumber* (LVL) terhadap ketahanannya dengan api. Penambahan dilakukan ke dalam tiga proses utama pembuatan LVL, yaitu impregnasi, perekatan, dan pelapisan.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah venir karet (*H. brasiliensis*), natrium silikat (Natrium silikat), Phenol-Formaldehyde Resin (PF-resin), *low molecular weight* PF-resin (LMP), dan *water-based coating*. Alat yang digunakan antara lain *beaker glass*, timbangan, *mixer*, *stopwatch*, roller cat lapis, mesin *cold* & *hot press*, *panel saw*, *table saw*, meteran, amplas, kuas, mesin impregnasi, termometer, dan *burner*. Sampel uji yang digunakan berupa LVL karet (*H. brasiliensis*) dengan ukuran 20 cm x 30 cm x 2 cm.

Pengujian dilakukan di lapangan secara terbuka dengan menembakkan burner kepada panel. Saat pengujian berlangsung, parameter yang diukur adalah laju pembakaran panel dan laju kenaikan temperatur. Laju pembakaran panel adalah rata-rata kecepatan hilangnya massa panel yang terbakar per satuan waktu dan laju kenaikan temperatur adalah rata-rata kecepatan naiknya temperatur panel per satuan waktu. Temperatur yang diukur tepat pada bagian belakang panel yang ditembak oleh burner.

Sampel kontrol yang dibuat adalah panel LVL dengan impregnasi menggunakan LMP, perekatan menggunakan PF-resin dan pelapisan dengan *water-based coating*. Perlakuan yang dilakukan adalah penambahan natrium silikat ke dalam proses impregnasi, perekatan, dan pelapisan. Perlakuan pada impregnasi dilakukan dengan menambahkan natrium silikat yang diencerkan dengan perbandingan 1:1 dan 1:7. Perlakuan pada perekatan dilakukan dengan mencapurkan natrium silikat dengan PF-resin dengan perbandingan 1:1 dan 1:7. Terakhir, perlakuan pada pelapisan dilakukan dengan melapiskan natrium silikat yang diencerkan dengan perbandingan 1:7 dan pelapisan dengan natrium silikat murni.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pengujian yang telah dilakukan pada 8 panel dengan 6 panel perlakuan dan 2 kontrol, didapat data pada Tabel 1 sebagai berikut:

Tabel 1**.** Hasil uji pembakaran pada panel LVL *H. brasiliensis*

No Reg	Perlakuan	Laju pembakaran panel (g.menit^{-1})	Laju kenaikan temperatur (^{0}C.menit^{-1})
388	Kontrol	6.76	10.27
362	Kontrol + Pelapisan Kontrol	7.62	7.79
363	Pelapisan Natrium silikat + air (1:7)	3.20	6.35
400	Pelapisan Natrium silikat murni	2.27	6.00
383	Lem PF + Natrium silikat (7:1)	3.10	10.38
399	Lem PF + Natrium silikat (1:1)	7.14	9.29
384	Impregnasi Natrium silikat + air (1:7)	3.53	8.00
386	Impregnasi Natrium silikat + air (1:1)	2.20	5.10

Tabel 1 diatas menggambarkan laju pembakaran kayu. Dari keseluruhan hasil uji, proses pembakaran yang paling tahan api adalah panel 386 dengan laju 2.20 g/menit. Sedangkan kontrolnya mencapai 6.76 g/menit. Jika dilihat dari rata-rata kontrol dan rata-rata perlakuan terjadi penurunan laju pembakaran. Artinya pemberian perlakuan penambahan Natrium silikat memberikan perbedaan nyata dalam uji pembakaran terhadap panel. Hal tersebut setidaknya memberi gambaran jika ada pengaruh yang diberikan oleh natrium silikat terhadap penghambatan api pada panel (Majeed, 2013). Polimer silikat dan uap airnya mampu menghambat proses reaksi berantai pembakaran.

Pada pengujian panel kontrol, panel kontrol dengan tambahan *water-based coating* memiliki laju pembakaran yang lebih tinggi daripada panel kontrol tanpa tambahan pelapis. Dari hasil tersebut, maka *water-based coating* yang digunakan memiliki pengaruh negatif terhadap ketahanan panel pada api. Hal tersebut dapat terjadi karena pada *water-based coating* digunakan thinner yang mudah terbakar, sehingga pada proses uji pembakaran laju pembakaran meningkat karena pengaruh thinner (MSDS, 2009).

Dalam perlakuan pelapisan, panel 400 lebih efektif dengan laju pembakaran sebesar 2,27 g/menit, sedangkan panel 363 sebesar 3,20 g/menit. Pelapisan 400 memberikan hasil terbaik terjadi karena natrium silikat dapat menempel dengan baik pada permukaan panel. Natrium

silikat selain memiliki sifat tahan api juga memiliki sifat adhesif, sehingga natrium silikat murni dapat melapisi panel lebih baik. Dengan adanya lapisan yang kompak pada permukaan panel, natrium silikat dapat menghambat api dengan baik. Sedangkan pada panel 363 tidak lebih efektif. Hal ini terjadi karena pada campuran tersebut konsentrasi natrium silikat terlalu sedikit setelah pengenceran. Sehingga lapisan permukaan panel tidak terlapisi natrium dengan kompak. (Effendi, 2007; Park & Kim, 2013)

Perlakuan panel 383 lebih efektif dari panel 399 dengan laju pembakaran 3,10 g/menit. Pada panel 383 natrium silikat bercampur lebih baik dengan PF-resin dibandingkan dengan panel 399. Hal ini terjadi karena dengan campuran PF-resin: natrium silikat = 1 : 1, campuran lem tidak bercampur dengan baik, karena konsentrasi Natrium silikat yang terlalu tinggi untuk dapat larut, dan pH yang berbeda jauh. Karena penambahannya pada lapisan di dalam panel untuk perekat, pengaruhnya ke permukaan tidak sebaik perlakuan pelapisan. Dan karena PF-resin bersifat mudah terbakar juga menyebabkan pengaruh pada glue tidak sebaik metode pelapisan dan impregnasi. (Effendi, 2007; Sun *et al*,, 2012)

Pada perlakuan terakhir, metode impregnasi, panel 386 lebih efektif dari panel 384 dengan laju pembakaran 2,20 g/menit. Perlakuan panel 386 memberikan hasil yang lebih baik daripada panel 384. Hampir seperti pada perlakuan pelapisan, natrium silikat melapisi bagian venir. Perbedaannya, pada impregnasi yang terlapisi natrium silikat dari luar sampai ke dalam, karena natrium silikat tertekan oleh udara sehingga mengisi bagian-bagian dalam venir. Oleh karena itu hasil impregnasi jauh lebih baik daripada perlakuan pelapisan. Lamanya impregnasi juga berpengaruh terhadap efektivitas natrium silikat yang diserap oleh kayu/venir. Tetapi, metode impregnasi natrium silikat memiliki kekurangan yaitu sifatnya yang tahan air. Air yang terperangkap di dalam lapisan natrium silikat tidak menguap seutuhnya. Butuh waktu lebih lama pada proses pengeringan venir setelah impregnasi dan saat *assembling*. Akibatnya kadar air panel menjadi kendala dalam perlakuan 386. Dan pada panel 384 hasilnya tidak sebaik dengan panel 386. Hal ini dikarenakan panel 384 natrium silikat terlalu encer sehingga lebih banyak kandungan air daripada natrium silikat setelah proses impregnasi. Namun pada perlakuan 384 kadar air tidak menjadi masalah, karena saat proses pengeringan setelah impregnasi air lebih mudah menguap dibandingkan dengan perlakuan 386. (OxyChem, 2001; Santoso & Hamidah, 2012)

4. Kesimpulan

Penambahan zat penghambat api pada seluruh metode dan perlakuan berhasil meningkatkan ketahanan LVL terhadap api. Penambahan zat penghambat api pada LVL dapat meningkatkan ketahanan terhadap api rata-rata sebesar 51%, dengan rincian: metode impregnasi 60%, metode lem 40% dan metode pelapisan 60%. Metode paling efektif dalam pengaplikasian zat penghambat api adalah dengan metode impregnasi dan pelapisan. Hasil tersebut sesuai dengan data yang dimiliki oleh Departemen Pertanian Amerika Serikat/USDA (*United States Department of Agiculture*) (1956).

Referensi

Babrauskas, V. (2002). Ignition of wood: a review of the state of the art. *Journal of Fire Protection, 12*(3), 163-189.

Effendi, A. H. (2007). Natrium silikat sebagai bahan penghambat api aman lingkungan. *Jurnal Teknik Lingkungan, 8*(3),245-252.

HERA. (2005, February). *Human & Environmental Risk Assessment.* Retrieved September 29, 2015, from http://www.heraproject.com/files/14-f-05-ra%20risk%20assessment%20of%20soluble%20silicates%20final%20draft.pdf

Majeed, H. A. (2013). Effect of sodium silicate addition on flame retardancy of the oil paint produced by modern paint company. *Engineering & Technology Journal, 31*(A), 1618-1625.

MSDS. (2009). *Material Safety Data Sheet Lacquer Thinner.* Memphis: W. M. Barr.

Neuvonen, E., M.Salminen, J.Heiskanen, M.Hochstrate, & M. Weber. (1998). *LVL, Laminated Veneer Lumber : Overview of the Product, Manufacturing and Market Situation.* Kymenlaakso University of Applied Sciences. Kotka: Kymenlaakso University of Applied Sciences.

OXY. (2009, December 2). *OXY.* Retrieved September 29, 2015, from http://www.oxy.com/OurBusinesses/Chemicals/ResponsibleCare/Documents/Liquid%20Sodium%20Silicates.pdf

OxyChem. (2001). *The OxyChem Sodium Silicates Handbook.* Dallas: OxyChem.

Özdemir, F., & A. Tutus. (2013). Effects of fire retardants on the combustion behavior of high-density fibreboard. *BioResources, 8*(2),1665-1674.

Park, C.H., & H. J. Kim (2013). Combustion behavior and weathering characteristic of sodium silicate coated wood. *한국목재공학 학술발표논문집 2013.단일호*: 162-163.

Santoso, M., & N.Hamidah. (2012). Efektivitas natrium silikat sebagai bahan pengawet anti api dan anti rayap pada kayu meranti merah. *Jurnal Ilmu Kehutanan, 5*,1-5.

Santoso, M., S. A.Hadikusumo, & A.Aziz. (2012). Kombinasi boraks dan asam borat sebagai bahan penghambat api dan antirayap pada kayu meranti merah. *Jurnal Ilmu Kehutanan, 6*(2),71-80.

Son, D. W., M. R. Kang, J. I.Kim, & S.-B. Park,. (2012). Fire performance of the wood treated with inorganic fire retardants. *Journal of Korean Wood Science & Technology, 40*(5), 335-342.

Subedi, B. P., Pandey, S. S., Pandey, A., Rana, E. B., Bhattarai, S., Banskota, T. R., Tamrakar, R. (2010). *Forest Carbon Stock Measurement: Guidelines for Measuring Carbon Stocks in Community-Managed Forests.* Kathmandu: International Centre for Integated Mountain Development (ICIMOD), Federation of Community Forest Users Nepal (FECOFUN), dan Asia Network for Sustainable Agiculture and Bioresources (ANSAB).

Sun, J., R.Lin, X.Wang, X. Zhu, & Z. Gao. (2012). Sodium silicate as catalyst and modifier for phenol-formaldehyde resin. *Applied Mechanics and Materials, 184*,1198-1206.

USDA. (1956). *Making Wood Fire Retardant*. Madison: United States Department of Agiculture, Forest Product Laboratory.

Perilaku Mekanik Pasak Bambu dalam Perekat pada Sambungan Balok Kolom Kayu

Buan Anshari*

Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram, NTB

Abstract

Usage of timber and bamboo as building materials is very promising for now and future. As renewable resources they have high mechanical properties, lightweight, environmentally friendly and economic. Utilization of bamboo as connector is rarely published. Therefore, this study focused on utilization of non-metal material as connector in timber structure especially for beam and column. This research was conducted in laboratory to examine the strength of double shear timber connection by using glued in rods (bamboo dowel) as connector. Bolts were used in control specimen in timber connection. The results showed that the strength of double shear timber connection by using glued in rods (bamboo dowel) as connector was able to resist axial force higher than those of using bolts as connector.

Keywords: Bamboo, connection, dowel, timber

* Korespondensi. Tel.: +62-81907509333.
E-mail: buan.anshari@unram.ac.id

1. Pendahuluan

Akhir-akhir ini penggunan bahan bangunan alami seperti kayu dan bambu menjadi suatu tuntutan untuk mendukung keberlanjutan kelestarian lingkungan dengan slogan '*go geen*'. Pertimbangannya adalah merupakan material yang dapat di daur ulang (*recyclable*), relatif ekonomis, dan dapat melindungi lingkungan dengan mengurangi gas CO_2 dan volatile organic compounds (VOC).

Dalam rangka pengembangan struktur bangunan kayu maka bagian sambungan merupakan hal yang krusial untuk diteliti. Sambungan pada konstuksi kayu adalah sebuah konstruksi untuk menyatukan dua atau lebih batang kayu untuk memenuhi kebutuhan panjang, lebar atau tinggi tertentu dengan bentuk konstruksi yang sesuai dengan gaya-gaya yang akan bekerja pada batang kayu tersebut sesuai penggunaan konstruksi kayu tersebut. Sambungan kayu (timber joints) mempunyai peran yang penting untuk kestabilan suatu struktur kayu secara keseluruhan yang ditentukan oleh perilaku dari sambungan. Umumnya keruntuhan dari bangunan dari kayu disebabkan oleh kegagalan dari sambungan yang merupakan titik terlemah dalam struktur kayu. Kegagalan pada sambungan biasanya disebabkan oleh pecah atau kerusakan pada kayu, atau kelelehan dari alat sambung atau biasa disebabkan oleh keduanya secara bersamaan.

Pada umumnya ada dua jenis sambungan untuk struktur kayu saat-saat ini yaitu sambungan mekanik atau sambungan dengan perekat. Sambungan mekanik lebih lazim diterapkan dalam prakteknya pada beberapa bagian struktur kayu. Sambungan mekanik ini biasanya memakai alat sambung baut, paku, plat baja, pasak, sekerup dengan satu, dua, atau tiga bidang geser. Sambungan perekat biasanya diaplikasikan untuk produk kayu laminasi, balok susun dan laminated veneer lumber (LVL).

Bambu adalah material yang dapat diperbaharui dan penghematan sumber daya alam yang berpotensi bahan konstruksi bangunan yang berkesinambungan. Ada sekitar 1250 species bambu di seluruh dunia dan sekitar 500 species yang ada di China. Li, Shen et al., (2012)

Awaluddin (2005) menganalisa angka keamanan sambungan kayu dengan alat sambung baut mengacu ke SNI-5(2002) dibandingkan dengan peraturan NDS (1997). Hasilnya menunjukkan kedua code menggunakan angka aman yang lebih besar pada sambungan dengan arah tegak lurus terhadap serat kayu daripada angka aman pada sambungan dengan arah gaya sejajar serat kayu.Smith, *et al*., (2007) mengidentifikasi scope mekanisme kegagalan untuk sambungan engineering wood product (EWP) mengggunakan alat sambung baut, paku, pasak dan sekerup. Studi ini menghasilkan database secara menyeluruh tentang karateristik sambungan pada produksi LVL di Canada.Jung, et al., (2009);. Jung,et al., (2010) mengembangkan sambungan glued-in-road (GIR) menggunakan pasak dari compressed wood. Hasil test menunjukkan bahwa pasak kayu mempunyai tahanan lekat yang hampir sama pada kerapatan massa antara 300 dan 1000 kg/m^3 , uji kuat cabut pasak GIR mencapai optimum bila panjang masuknya adalan 10 kali diameternya. Oudjene and Khelifa (2010)mengembangkan numerical model dan experiment untuk sambungan pasak tampang dua. Validasi dengan finite element modelling menggunakan ABAQUS dengan VUMAT subroutine memberikan hasil yang mendekati dengan hasil eksperimen.

a. Kayu

Kayu didefinisikan sebagai bahan lignoselulosa yg dihasilkan oleh tumbuhan berkayu disebut pohon, batang tunggal tumbuh meninggi dan mempunyai penebalan sekunder. Sifat fisik kayu adalah sifat sifat kayu yang dapat ditangkap secara visual oleh indera manusia Sifat fisik kayu meliputi berat jenis, kadar air, warna, dan lain-lain. Sifat mekanik kayu ialah kemampuan kayu untuk menahan muatan atau beban dari luar.

b. Bambu

Bambu merupakan material yang dapat diperbaharui yang dapat tumbuh cepat dan terus menerus.Tanaman bambu biasanya tumbuh pada lahan kering dan basah siap pakai pd umur 3-5 th. Bambu mempunyai ratio kekutan terhadap berat lebih tinggi dibandingkan dengan beton, kayu dan baja (Morisco 1999).

c. Tahanan lateral sambungan

Tahanan lateral sambungan diperoleh apabila kekuatan tumpu ultimit kayu di bawah alat sambung tercapai, atau terbentuknya satu atau beberapa sendi plastis (*plastic hinge*) pada alat sambung disertai dengan plastis pada kayu. Untuk memperoleh persamaan tahanan lateral, digunakan sebagai contoh adalah sambungan satu irisan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian akan dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Fakultas Teknik Universitas Mataram. Alat Penelitian yang digunakan antara lain: Mesin Uji Tarik, Mesin Uji Lentur, Mesin Uji geser, Alat pengukur waktu, dial gauge, oven, mesin bubut, alat pemotong kayu, rol meter, jangka sorong. Sedangkan bahan penelitian terdiri dari kayu Bajur, Bambu petung, Epoxy dan hardener, dan baut diameter 10 mm.

2.1 Jumlah benda uji

Kuantitas dan geometri spesimen ditabelkan dalam Tabel 1.

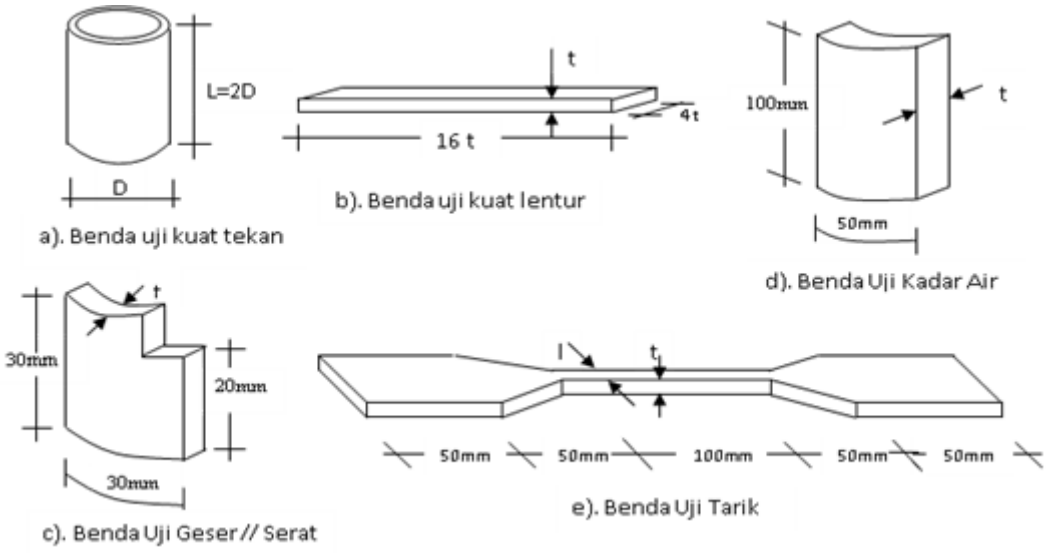
2.1.1. Kayu Bajur

Tabel 1. Dimensi dan jumlah benda uji sifat dasar kayu dan sambungan

Jenis Pengujian		Ukuran		Jumlah
		b (mm)	h(mm)	(buah)
Sifat Fisik	Kadar air	50	50	6
	Berat Jenis	50	50	6
Sifat Mekanik:	Uji Tarik	4.8	6.4	6
	Uji Lentur	50	200	6
	Uji Geser	50	50	6
	Uji MOE	50	200	6
Uji Sambungan	Type 1			6
	Type 2			6

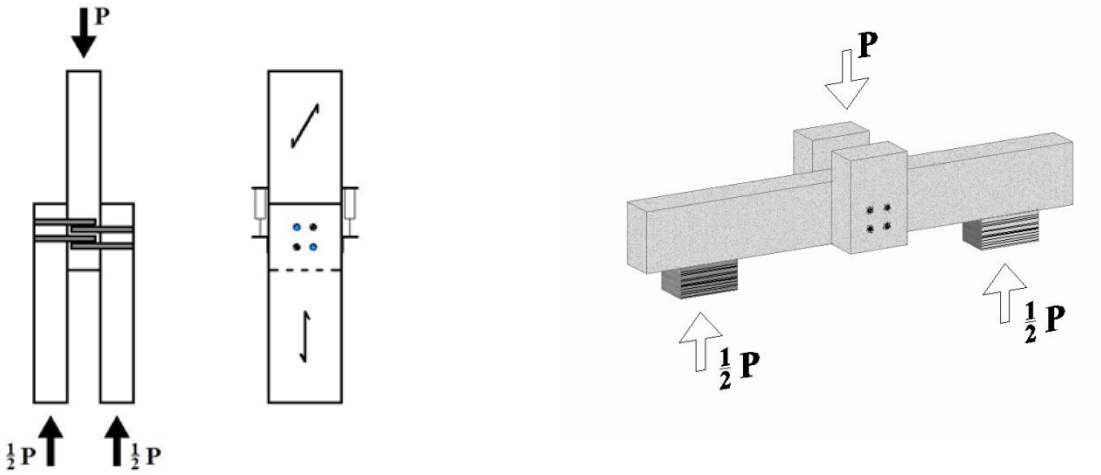
2.2.2 Bambu

Untuk pengujian karakteristik bambu mengikuti ukuran sebagai berikut (Ghavami, 1990).



Gambar 1: Karakteristik spesimen sifat dasar bambu

2.2 Setting up pengujian sambungan



(a) (b)

Gambar 2a. Uji sambungan tipe 1(beban normal); 2b. tipe 2 (beban lateral)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat fisik kayu dan bambu

Hasil pengamatan visual menunjukan bahwa kayu Bajur memiliki arah serat yang relatif sejajar dengan sumbu batang, serta dijumpai adanya mata kayu lebih kecil 0,25 lebar kayu, wanvlak kurang dari 0,1 tinggi kayu, terdapat retak-retak yang lebih kecil dari lebar kayu. Berdasarkan dari hasil pengamatan visual kayu bajur tersebut, maka kayu Bajur dapat digolongkan sebagai kayu struktural mutu B.

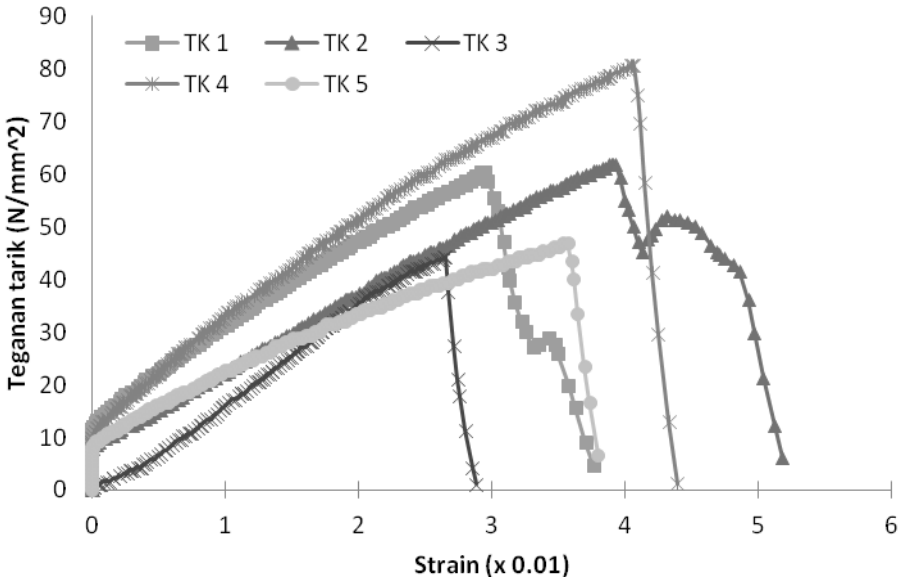
3.1.2 Kadar air

Pengujian dilakukan selama 4 hari dengan tujuan untuk mendapatkan berat kering oven yang benar-benar konstan. Nilai kadar air pada kayu Bajur rata-rata kayu Bajur sebesar 14,72 % artinya kadar air benda uji yang digunakan memenuhi syarat standar kadar air untuk balok laminasi yaitu kurang dari 16 %, serta sesuai dengan kondisi umum kayu kering udara Indonesia yaitu sekitar 12 – 18 %. Untuk kadar air bambu karena masih relatif baru ditebang sehingga kadar airnya masih cukup tinggi pada saat uji kadar air yaitu berkisar antara 20-30%.

3.2 Sifat mekanis kayu dan bambu

3.2.1 Kuat tarik kayu

Uji kuat tarik kayu dilaksanakan di Laboratorium Material Jurusan Teknik Mesin dengan menggunakan UTM merk Controls. Total ada 6 specimen yang diuji. Adapun hasil pengujian disajikan dalam Gambar 3 berikut:



Gambar 3. Grafik hasil pengujian uji tarik kayu Bajur sejajar serat

Gambar 3 menunjukkan bahwa modulus elastisitas dari ke lima (5) sampel ada relatif sama dengan modulus berkisar antara 15-20 Mpa. Beban ultimit terbesar dicapai pada sampel ke-4. Berdasarkan nilai modulus elastis tarik ini maka kayu Bajur ini masuk dalam kategori kelas kuat III atau E12 menurut RSNI T-02-2003.

3.2.2 Kuat tarik bambu

Uji kuat tarik bambu dilaksanakan di Laboratorium Struktur dan Bahan Jurusan Teknik Sipil dengan menggunakan UTM merk Controls. Total ada 10 spesimen yang diuji yaitu 5 buah di bagian pangkal dan 5 buah di bagian tengah. Rekapitulasi hasil uji tarik bambu bagian pangkal dan tengah disajikan dalam Tabel 2 berikut.

Tabel 2. Rekapitulasi hasil uji tarik spesimen bambu bagian pangkal dan tengah.

No. sampel	Bagian pangkal			Bagian tengah		
	Teg leleh (Mpa)	Gaya Ult (N)	Reg. (%)	Teg leleh (Mpa)	Gaya Ult (N)	Reg. (%)
1	76	4020	7.9	145	4380	7.3
2	64	3610	6.1	109	4710	8.2
3	65	3150	5.2	100	4510	6.9
4	78	4000	5.9	87	4490	7.5
5	90	3400	10.3	117	3860	6.7

Berdasarkan Tabel 2 terlihat bahwa tegangan leleh bambu bagian tengah hampir meningkat 50% dibandingkan dengan bagian pangkal. Ini sesuai dengan dalam Morisco (1999) bahwa dari pangkal ke ujung terjadi peningkatan kuat tarik disebabkan keteraturan serat lebih homogen untuk mendukung peeningkatan kuat mekaniknya. Oleh karena itu dalam penelitian ini digunakan bagian bambu yang bagian tengah untuk pembuatan pasak

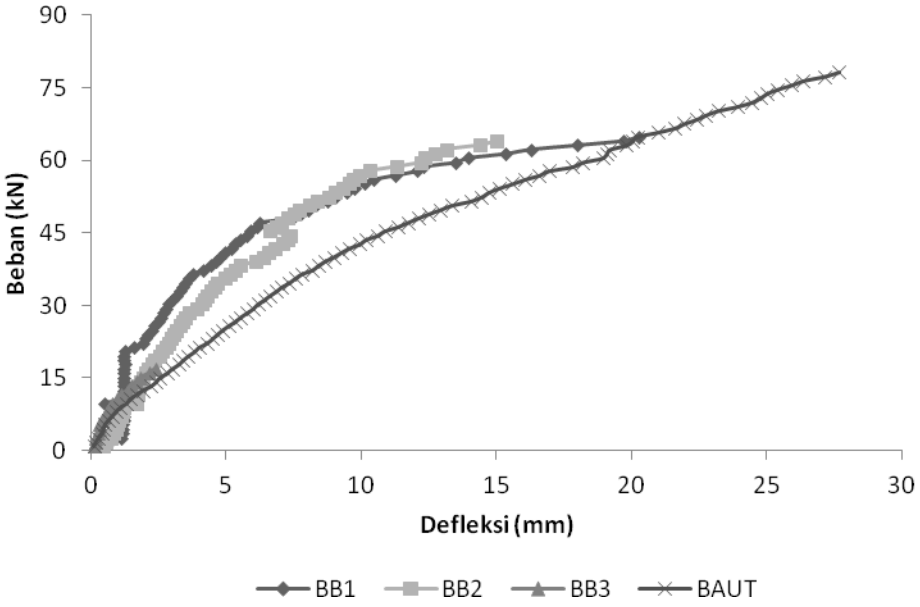
dengan pertimbangan untuk mendapatkan diameter yang relatif besar dibandingkan dengan bagian ujung dan kuat mekanik yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian pangkal.

3.3 Kuat sambungan

Pengujian untuk aplikasi sambungan tampang dua dengan alat sambung pasak bambu dalam perekat. Sebagai control dalam pengujian ini menggunakan alat sambung baut untuk mengetahui kinerja pasak bambu yang diasumsikan sebagai pengganti baut. Ada dua type sambungan yaitu balok kayu menerima beban normal dan beban lateral.

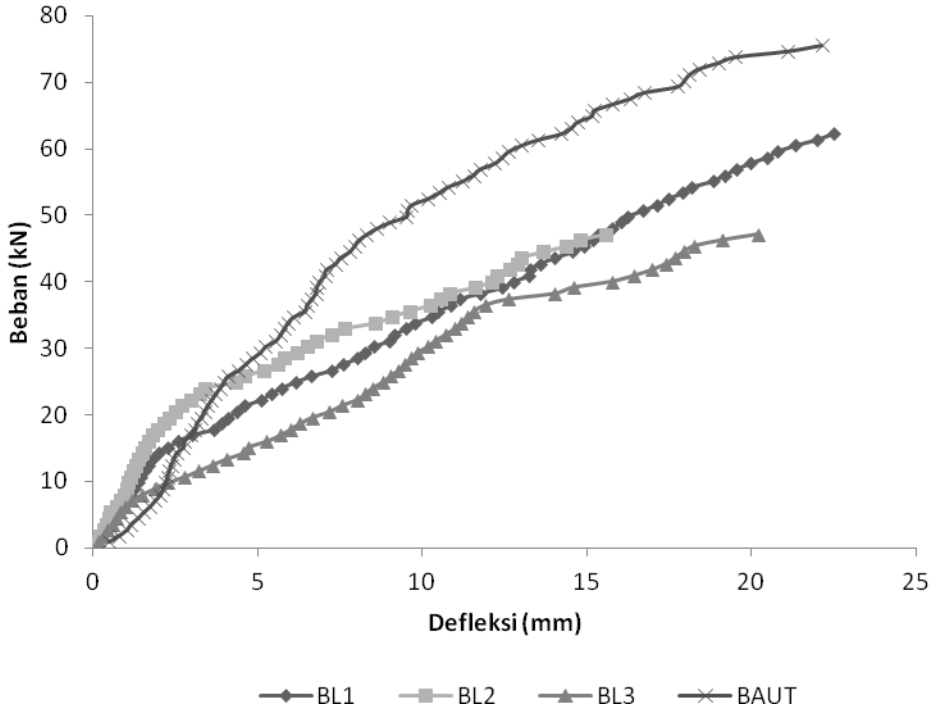
3.3.1 Sambungan dengan gaya normal

Gambaran hasil pengujian sambungan balok/kolom tampang dua dengan pasak bambu dalam perekat sebagai alat sambung dapat dilihat pada Gambar 4. Terlihat bahwa kekakuan sambung dengan pasak bambu lebih tinggi dibandingkan dengan baut. Ini menggambarkan bahwa potensi pasak bambu dalam perekat cukup menjanjikan untuk mengganti fungsi baut yang selama ini diaplikasikan ke sambungan struktur kayu. Gambar 4 juga memperlihatkan pada defleksi yang sama (1 cm) terjadi peningkatan kekuatan menahan beban 15% lebih besar dengan alat sambung pasak bambu disbanding alat sambung baut. Dilihat dari pola kelelehan yang terjadi sebagian besar keagagalan dimulai dari ikatan antara perekat dan pasak yang relatif lemah karena tidak sempurnanya penetrasi lem disubstrat kayu ataupun bambu.



Gambar 4. Grafik hasil pengujian sambungan menerima beban normal

3.3.2 Sambungan dengan gaya lateral



Gambar 5. Grafik hasil pengujian sambungan menerima beban lateral

Gambar 5 menunjukkan bahwa kekuatan sambungan kayu dengan alat sambung pasak bambu dalam perekat dengan dua irisan masih di bawah kekuatan sambungan menggunakan alat sambung konvesional (baut). Terlihat pada defleksi 12,5 mm kekuatan menahan beban sambungan dengan alat sambung pasak 20% lebih rendah dari sambungan dengan alat sambung baut. Ini disebabkan masih kurangnya kontribusi perekat dalam menahan beban karena ketebalan perekat yang tidak memadai saat pelaburan. Dari ketiga sampel memiliki kemampua merata dalam menahan beban dimana beban ultimit dicapai pada sampel ke-1 yang mencapai 62 kN, sedangkan sambungan yang menggunakan alat sambung baut beban ultimitnya mencapai 75 kN.

Pola kegagalan sebagian besar terjadi lepasnya pasak dari lobang karena kurangnya kontribusi perekat dalam mencengkram pasak bambu dengan permukaan kayu. Moda kelelehan yang terjadi sebagian besar moda kelelehan IV dimana alat sambung mengalami kelelehan lebih dahulu dibandingkan dengan kayu yang disambung.

4 Kesimpulan

Alat sambung pasak dalam perekat punya potensi sebagai alat penyambung kayu untuk menerima beban normal sebagai pengganti alat sambung baut. Moda kelelehan sambungan kayu tampang dua dengan alat sambung pasak dalam perekat sebagian besar terjadi moda kelelehan IV dimana alat sambung mengalami kelelehan lebih dahulu dibandingkan dengan kayu yang disambung.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Mataram yang membiayai penelitian ini melalui skema dana Penerimaan Nasional Bukan Pajak(PNBP).

Referensi

Awaluddin, A. (2005). Safety factor of Timber Bolted-Connection Design with SNI-5 (2002).*Jurnal Teknik Sipil*,*12*(2).

Ghavami, K., (1990), Application of Bamboo as a Low-cost Constraction Material: 270-279. In Rao, I.V.R, Gnanaharan, R & Shastry, C.B., *Bamboos Current Research*, The Kerala Forest Research Institute - India, and IDRC Canada

Jung, K., A.Kitamori, & K.Komatsu (2009). Development of a joint system using a compressed wooden fastener I: evaluation of pull-out and rotation performance for a column—sill joint.*Journal of Wood Science*,*55*(4), 273-282.

Jung, K., S.Murakami, A.Kitamori, & K. Komatsu,. (2010).Improvement of glued-in-rod joint system using compressed wooden dowel.*Holzforschung*,*64*(6), 799-804.

Li, Y., H.Shen, W.Shan, &Han, T. (2012). Flexural behavior of lightweight bamboo–steel composite slabs.*Thin-Walled Structures*,*53*, 83-90.

Morisco. (1999). *Rekayasa Bambu*. Yogyakarta, Nafiri Offset.

Oudjene, M. & M. Khelifa (2010). Eksperimental and Numerical Analysis of single double shear dowel-type Timber Joints. *The 11th Word Conference on Timber Engineering (WTCE) 2010*, Riva del Garda Italy.

Smith, I., A. Asiz, & Snow. (2007). Performance of Mechanical Fastener used with Engineering Wood Product. Value to Wood Program, University of New Brunswick**.**

D. KIMIA HASIL HUTAN DAN BIOREFINERY

Pemanfaatan Limbah Buah Pinus sebagai Bahan Baku Pembuatan Arang Aktif

Sri Komarayati* dan Djeni Hendra

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor

Abstract

The results of activated charcoal manufacturing from pine fruit (Pinus) is presented in this paper. The activation process conducted in chemistry and physics. The objectives of the research were to determine the effect of phosporic acid concentration as an activator material, the effect of temperature and time activation on the quality of activated charcoal. Activated charcoal manufacturing process was conducted using a retort made of stainless steel, equipped with an electric element at temperature 800°C, while activation time used were 60 and 90 minutes. Activator material was phosphoric acid solution with concentration about 10%. The results showed the optimum conditions for activated charcoal manufacturing process of pine fruit was resulted from activated charcoal at temperature 800°C with flowing steam for 90 minutes using 10% phosphoric acid therefore this method was considered the best. The yield of activated charcoal about 38.33%, with moisture content 5.73%, ash content 11.63%, volatile matter content 4.28%, fixed carbon content 84.09%, iodine absorption 868.60 mg/g, benzene absorption 19.22% and chloroform absorption about 26.78%. The iodine absorption value met with Indonesian Standard (SNI). Activated charcoal of pine fruit can be used as water purifier.

Keywords: Activation, Activated charcoal, Pine fruit, Quality, Retort

*Korespondensi penulis :Telp. 0251- 8633378 ; Fax. 0251 – 8633413
E-mail: srikomp3hh@yahoo.com

1. Pendahuluan

Arang aktif adalah arang yang diaktivasi dengan cara kimia atau fisika sehingga daya serapnya tinggi dengan kadar karbon yang bervariasi. Banyak bahan baku yang dapat digunakan untuk dibuat arang aktif seperti kayu, bambu, tempurung kelapa, tempurung nyamplung dan lain-lain. Salah satu bahan yang dapat dibuat arang aktif adalah bunga Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese), termasuk famili Pinaceae. Daerah penyebaran pohon Pinus yaitu Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat dan seluruh p. Jawa. Pohon Pinus berbunga dan berbuah sepanjang tahun, buahnya berbentuk kerucut dan bila telah kering berwarna coklat dengan bentuk yang keras (Abdurahim *et al*., 2005).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi asam fosfat sebagai bahan pengaktif, pengaruh suhu dan waktu aktivasi terhadap mutu arang aktif.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi

Penelitian dan analisis dilakukan di Laboratorium Kimia dan Energi Hasil Hutan, Laboratorium Instrumentasi dan Proksimat Terpadu Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.

2.2 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah limbah buah Pinus (*Pinus merkusii*) berasal dari Sukabumi. Bahan kimia yang digunakan antara lain larutan H_3PO_4 10%, larutan iod 0,1 N, larutan natrium tio sulfat 0,1 N, larutan kanji 1%, benzene, klroroform dan akuades.

Peralatan yang digunakan untuk membuat arang dan arang aktif adalah tungku terbuat dari drum bekas yang sudah dimodifikasi, tungku aktivasi (retort). Alat–alat lainnya yaitu timbangan, golok, gergaji, karung, termokopel, oven, tanur, pipet, gelas piala dan lain-lain.

2.3 *Metode Penelitian*

2.3.1 Pembuatan arang

Bahan berupa buah pinus dibuat arang dengan menggunakan tungku drum yang telah dimodifikasi. Setelah potongan buah pinus masuk tungku, kemudian dilakukan pembakaran dengan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian bawah tungku. Proses pengarangan berlangsung antara 15 jam – 18 jam, tergantung kadar air dan jumlah bahan yang digunakan. Suhu pengarangan sekitar 400 – 450^o C.Setelah tungku dingin (kurang lebih 24 jam) arang dikeluarkan kemudian dilakukan penimbangan arang.

2.3.2 Pembuatan arang aktif

Aktivasi arang aktif menggunakan dua perlakuan yaitu secara fisika dan kimia. Aktivasi secara fisika tidak dilakukan perendaman dalam larutan H_3PO_4, sedangkan secara kimia dilakukan perendaman dalam bahan kimia larutan H_3PO_4 10% selama 24 jam. Kemudian arang dicuci dan selanjutnya ditiriskan dan siap untuk diaktivasi. Selanjutnya arang tadi diaktivasi dengan menggunakan retort pada suhu 800o C. Setelah suhu retort tercapai, dialirkan uap panas (*steam*) selama 60 dan 90 menit. Alur proses pembuatan arang aktif dapat dilihat pada Gambar 1.

2.4 Analisis kualitas

Analisis kualitas arang dan arang aktif seperti : rendemen, kadar air, kadar abu, kadar zat mudah menguap, kadar karbon terikat, daya serap arang terhadap Iod, benzen dan kloroform dilakukan di Laboratorium Kimia, Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor. Pengujian kualitas arang aktif berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI 06-3730-1995).

2.5 Analisis data

Data yang terkumpul, ditabulasi, dianalisis secara deskriptif dan hasilnya dibandingkan dengan standar.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rendemen arang aktif

Rendemen arang aktif dari buah pinus yang dihasilkan bervariasi antara 30,83 -77,50%. Rendemen tertinggi (77,50%) dihasilkan oleh arang aktif dengan perlakuan tanpa direndam H_3PO_4 10%, diaktivasi pada suhu 800o C selama 60 menit. Rendemen terendah (30,83%) dihasilkan oleh arang aktif yang diaktivasi dengan steam uap air pada suhu 800C selama 90 menit. Aktivasi dengan uap air dan bahan pengaktif akan berpengaruh terhadap rendemen arang aktif. Proses aktivasi akan menurunkan rendemen karena permukaan arang aktif akan menjadi lebih luas akibat asam-asam organik dan hidrokarbon yang semula ada dipermukaan arang aktif telah hilang karena pengaruh bahan pengaktif (Sudradjat, 1985). Untuk membuat arang aktif dengan rendemen tinggi, diperlukan perlakuan panas (Pari *et al*., 2006).

3.2 Kadar air arang aktif

Penetapan kadar air tujuannya untuk mengetahui sifat higoskopis arang aktif. Kadar air arang aktif dari buah Pinus berkisar antara 5,44 - 7,50%. Kadar air tertinggi (7,50%) dihasilkan oleh arang aktif yang diaktivasi steam uap air selama 60 menit dan direndam dalam larutan H_3PO_4 10% pada suhu 800^{o}C. Kadar air yang tinggi disebabkan oleh sifat higoskopis arang aktif dan adanya molekul uap air yang terperangkap di dalam kisi-kisi heksagonal arang aktif, terutama pada saat proses pendinginan (Pari *et al.*, 2008). Kadar air terendah (5,44%) dihasilkan oleh arang aktif tanpa direndam larutan H_3PO_4 10% dan diaktivasi pada suhu 800^{0}C selama 60 menit. Kadar air yang rendah disebabkan permukaan arang aktif lebih sedikit mengandung gugus fungsi yang bersifat polar sehingga interaksi antara uap air yang bersifat polar sedikit. Nilai kadar air yang dihasilkan telah memnuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) Arang Aktif Teknis yaitu kadar air maksimal 15% (SNI, 1995). Arang aktif yang baik yaitu arang yang diaktivasi dengan bahan kimia (Pari *et al*., 2008).

3.3 Zat terbang arang aktif

Tujuan menentukan kadar zat terbang yaitu untuk mengetahui kandungan senyawa yang belum menguap pada saat karbonisasi dan aktivasi, sihingga dapat diketahui besarnya kandungan zat selain karbon pada permukaan arang aktif. Kadar zat terbang arang aktif buah Pinus berkisar antara 4,28 - 6,75%. Kadar zat terbang tertinggi (6,75%) dihasilkan oleh arang aktif tanpa perendaman larutan H_3PO_4 10%, pada suhu 800^{0}C selama 60 menit. Tingginya zat terbang menunjukkan bahwa permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawa bukan karbon sehingga dapat mengurangi kemampuan daya jerapnya (Pari *et al*., 2008). Kadar zat terbang terendah (4,28%) dihasilkan oleh arang aktif tanpa perendaman larutan H_3PO_4 10% pada suhu aktivasi 800^{o}C selama 90 menit. Kadar zat terbang yang rendah menunjukkan adanya reaksi antara atom kabon dengan uap air membentuk senyawa non karbonyang mudah menguap pada waktu proses aktivasi (Pari *et al*., 2006) Nilai kadar zat terbang arang aktif yang dihasilkan telah memenuhi standar SNI Arang aktif Teknis yaitu kadar zat terbang maksimal sebesar 25%.

3.4 Kadar abu arang aktif

Penentuan kadar abu arang aktif yaitu untuk mengetahui kandungan logram oksida dalam arang aktif. Kadar abu arang aktif buah pinus berkisar antara 5,97 -15,17%. Kadar abu tertinggi (15,17%) dihasilkan oleh arang aktif tanpa perendaman larutan H_3PO_4 10% yang diaktivasi pada suhu 800^0C selama 60 menit. Sedangkan kadar abu terendah (5,97%), dihasilkan oleh arang aktif tanpa perendaman larutan H_3PO_4 10% yang diaktivasi pada 800^0 C selama 90 menit. Besarnya kadar abu yang dihasilkan dapat mengurangi daya jeraparang aktif, karena pori-pori arang aktif akan tertutup mineral seperti K, Na, Ca dan Mg yang menempel pada permukaan arng aktif (Pari *et al*., 2008).

3.5 Kadar karbon terikat arang aktif

Penentuan kadar karbon terikat mempunyai tujuan untuk mengetahui potensi arang yang baik untuk dibuat arang aktif. Kadar karbon terikat arang aktif dari buah Pinus berkisar antara 78,08 - 89,50%. Kadar karbon terikat tertinggi (89,50%) dihasilkan dari perlakuan tanpa perendaman larutan H3PO4 10% pada suhu 800o C selama 90 menit. Sedangkan karbon terikat paling rendah dihasilkan oleh perlakuan tanpa perendaman larutan $H_3PO_4$10% pada suhu 800^oC selama 60 menit. Bila dibandingkan dengan SNI Arang Aktif Teknis , maka kadar karbon terikat arang aktif buah Pinus telah memenuhi standar SNI yaitu sebesar 65% (SNI, 1995). Sebagian besar dari kadar karbon terikat arang aktif ini telah memenuhi standar Arang Aktif komersial karena mempunyai nilai lebih besar dari 79,22%. Makin tinggi kadar karbon terikat arang aktif, tingkat kemurnian karbon makin meningkat. Ini disebabkan oleh senyawa non karbon telah banyak hilang pada saat proses aktivasi (Hendra *et al*., 2014).

3.6 Daya jerap iodin arang aktif

Daya jerap iodin arang aktif dari buah pinus berkisar antara 607,30 – 868,60 mg/g. Ada 3 perlakuan yang mempunyai daya jerap iodin memenuhi syarat SNI 750 mg/g, yaitu arang aktif yang diaktivasi dengan steam uap air pada suhu 800^0C selama 90 menit dan yang direndam larutan H_3PO_4 10% diaktivasi dengan uap air pada suhu 800^o C selama 60 dan 90 menit yaitu sebesar 752,40 ; 803,90 dan 868,60 mg/g. Makin tinggi daya jerap iod menunjukkan bahwa atom karbon yang membentuk kristalit heksagonal makin banyak, sehingga pori yang terbentuk diantara lapisan kristalit makin besar (Pari *et al*. 2006). Sedangkan daya jerap iod yang rendah, kemungkinan disebabkan terbentuknya oksida logram yang banyak hasil interaksi H_3PO_4 dengan tungku aktivasi, sehingga menutupi pori-pori arang aktif (Wibowo *et al*., 2010).

Menurut Pari *et al*., (2008) tinggi rendahnya nilai daya jerap arang aktif terhadap iod menunjukkan banyaknya diameter pori yang aktif yang berukuran 10 Angstrom dan permukaan arang aktifnya lebih bermuatan positif sehingga akan lebih menjerap senyawa yang lebih negatif.

3.7 Daya jerap benzena arang aktif

Tujuan menentukan daya jerap benzena yaitu untuk menentukan kapasitas menjerap arang aktif pada fase gas (Marsh dan Reinoso, 2006). Daya jerap benzena arang aktif buah Pinus yang dihasilkan berkisar antara 10,76 – 19,22%. Semua nilai daya jerap arang aktif buah Pinus tidak memenuhi syarat SNI yaitu minimal sebesar 25% (SNI, 1995). Arang aktif

yang dihasilkan masih rendah disebabkan masih terdapatnya senyawa non karbon yang menempel pada permukaan arang aktif terutama atom H dan atom O sehingga arang aktifnya lebih bersifat polar (Hendra, 2007).

3.8 Daya jerap khloroform arang aktif

Daya jerap khloroform arang aktif yang dihasilkan berkisar antara 11,84 - 27,09%. Daya jerap tertinggi dihasilkan dari perlakuan aktivasi dengan uap air selama 90 menit pada suhu 800^{o}C. Sedangkan daya jerap terendah dihasilkan dari perlakuan tanpa perendaman dalam larutan H_3PO_4 10% selama 60 menit pada suhu 800^{o}C. Semua daya jerap terhadap khloroform arang aktif bunga Pinus tidak ada yang memenuhi syarat yang dikeluarkan oleh Departemen Kesehatan, karena daya jerapnya kurang dari 40% (Sudradjat dan Soleh, 1994).

4. Kesimpulan

Buah pinus dapat dibuat arang aktif dengan kualitas yang dihasilkan sebagai berikut : Daya jerap terhadap larutan iodin 607,30 – 868,60 mg/g ; daya jerap terhadap benzena 10,76 – 19,22% dan daya jerap terhadap khloroform 11,84 - 27,09%. Kondisi optimum pembuatan arang aktif dihasilkan pada suhu 800^{o}C yang direndam larutan H_3PO_4 10% dengan waktu aktivasi uap air selama 90 menit. Nilai daya jerapnya telah memenuhi persyaratan arang aktif teknis dalam SNI No : 06-3730-1995.

Referensi

Hendra, D. (2007). Pembuatan arang aktif dari limbah pembalakan kayu puspa dengan teknologi produksi skala semi pilot. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan 25*, 93-107.

Hendra, D., R. E. P. Gusti & S. Komarayati. (2014). Pemanfaatan limbah tempurung kemiri sunan (*Aleuritas trisperma*) sebagai bahan baku pada pembuatan arang aktif. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan 32*,271-282.

Martawijaya, A., I. Kartasudjana., Y.I.Mandang., S.A.Prawira & K. Kadir. (2005). Atlas Kayu Indonesia. Jilid II. Departemen Kehutanan. Badan Litbang Kehutanan. Bogor.

Pari, G., D. Hendra & R.A. Pasaribu. (2006). Pengaruh lama waktu aktivasi dan kosentrasi asam fosfat terhadap mutu arang aktif kulit kayu *Acacia mangium*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan 24*,33-46.

Pari, G., D. Hendra & R.A. Pasaribu. (2008). Peningkatan mutu arang aktif kulit kayu mangium. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan 26*, 214-227.

(SNI) Standar Nasional Indonesia. (1995). SNI 06-3730-1995 : Arang aktif Teknis. Jakarta : Dewan Standarisasi Indonesia.

Sudradjat & S. Soleh. (1994). Petunjuk teknis pembuatan arang aktif. Pusat Peneltian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.

Wibowo, S., W. Syafii & G. Pari. (2010). Karakteristik tempurung biji Nyamplung. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan 28*, 43-54.

Karakteristik Arang Pinus sebagai Bahan Baku Nano Karbon

Gustan Pari,[a],*, Novitri Hastuti [a], Saptadi Darmawan[b] dan Lisna Efiyanti[a]

[a]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan*
Badan Litbang Kehutanan dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan
Jl. Gunung Batu 5 Bogor, 16610, Indonesia
[b]*Balai Penelitian Teknologi Hasil Hutan Bukan Kayu*
Badan Litbang Kehutanan dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan
Jl. Dharma Bhakti No.7, Lombok Barat, NTB, Indonesia

Abstract

Nano technology is now widely used in many fields including the use of nanocarbon for various applications. Carbon nano raw materials can be obtained from lignocellulosic materials such as pine wood. Pine wood carbonized at temperature 400-500°C for 5 hours using a kiln drum then charcoal produced was purified by heating at 800°C for 120 minutes. Purified charcoal was then trashed using HEM (High Energy mechanic) for 48 hours. Nano-sized charcoal sintered by spark plasma sintering at temperature 1,300°C for 18 minutes. Structure and properties of carbon produced was tested using Py-GCMS, SEM, XRD and dielectric properties. The results showed that the purification of pine wood charcoal increase the fixed carbon from 84.32% to 91.88%. The degree of crystallinity of pine wood charcoal that purified at 800°C was 62.46%, the nano-sized carbon was 70.58% and the sintered carbon was 75.74%. Nano-sized purified pine charcoal did not have resistance value (Ω) and sintered carbon at temperature 1,300°C has a resistance value about 0.9 Ω. Characteristics of purified pine charcoal met the Indonesian standard of activated charcoal but not meet yet the standards on water content parameters. Pine charcoal has potential utilization as nano carbon raw materials for the conductor or bioelectrode due to its high carbon content and good dielectric properties indicated by a low resistance value.

Keywords: Pine charcoal, Fixed carbon, Conductor, Dielectric properties, Sintering

* Korespondensi penulis. Tel.: +62-251-8633378.
E-mail: gustanp@yahoo.com

1. Pendahuluan

Teknologi nanokarbon merupakan kombinasi dari material dalam ukuran nano dan sifat unik dari atom karbon. Kata "nano" berasal dari Bahasa Yunani. Satu nano meter sama dengan sepermilyar meter, sama dengan lebar 6 atom karbon atau 10 molekul air (Sahoo *et al.*,, 2007). Karbon sebagai unsur organik memiliki kemampuan membentuk ikatan rantai yang panjang dari ikatan interkoneksi antara karbon dan karbon (C-C) yang kuat dan stabil.

Unsur karbon dalam hibridisasi sp^2 dapat membentuk struktur menakjubkan seperti susunan atom tertutup dan terbuka dan susunan atom sarang lebah (Popov, 2004).

Teknologi nanokarbon memberikan harapan baru bagi perkembangan kehidupan manusia. Saat ini teknologi nanokarbon banyak diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti elektronik sebagai anoda berkapasitas tinggi yang dapat digunakan dalam baterai lithium dan superkapasitor, dalam bidang kesehatan sebagai biokatalis untuk penjerap bakteri *E.coli*, dan dalam bidang lingkungan hidup sebagai filter gas NO_2 yang menyebabkan pencemaran udara (Zhang *et al.*, 2015; Kovalenko *et al.*, 2013; Brunet *et al.*, 2012). Sifat material karbon untuk berbagai aplikasi dipengaruhi oleh proses pembuatan dan bahan baku karbon. Karbon mikropori yang dibuat dari bahan lignoselulosa, campuran antara *pyrogallol* dan formaldehida, serta campuran antara nikel oksida dengan formaldehida menghasilkan daya serap yang berbeda terhadap gas metana (CH_4) (Djeridi *et al*,,2015).

Karakteristik bahan baku nanokarbon dari material lignoselulosa seperti kayu pinus perlu dilakukan untuk diketahui sifat-sifatnya. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu pinus. Bahan kimia yang digunakan di antaranya adalah titanium, alumunium, lithium. Peralatan yang digunakan diantaranya adalah reaktor pirolisis, oven dan tanur untuk menentukan kadar air, abu, karbon, zat terbang, Py-GCMS, SEM dan SPS. Bahan diarangkan dalam kiln yang terbuat dari drum yang dimodifikasi Bahan baku dipotong kecil, lalu dimasukkan ke dalam *kiln drum* pada bagian atas dan ditata sedemikian rupa, kemudian dinyalakan dengan cara membakar bagian lubang udara yang terdapat pada bagian bawah. Sesudah bahan baku menyala, kiln ditutup dan cerobong asap dipasang. Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong menipis dan berwarna kebiru-biruan, selanjutnya kiln diturunkan sejajar tanah dan cerobong asap ditutup dengan kain basah.

Arang yang dihasilkan selanjutnya di pirolisis dengan menggunakan retor yang terbuat dari baja tahan karat yang dilengkapi dengan elemen listrik. Proses peningkatan pemurnian arang dilakukan pada suhu 800^oC selama 120 menit dengan tujuan untuk mendapatkan arang dengan kemurnian karbon tinggi. Arang ini selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan HEM (*high energy mechanic*) untuk mendapatkan partikel arang dengan ukuran nano.Arang halus dengan kemurnian atom karbon tinggi ini selanjutnya di sintering menggunakan *spark plasma sintering* (SPS) pada suhu 1300^0C selama 18 menit untuk meningkatkan kinerja atom karbon.

Kualitas arang di uji berdasarkan standar arang kayu, SNI 01-1683-1989 yang meliputi penetapan kadar air, zat terbang, abu, karbon terikat Indonesia (Dewan Standardisasi Nasional, 1989). Arang kemurnian tinggi ini selajutnya juga dikarakterisasi struktur atom karbonnya dengan menggunakan SEM, XRD, PY-GCMS serta sifat dielektriknya.

Analisis data dilakukan dengan cara deskriptif dan membandingkan hasil penelitian dengan standar yang berlaku. Sifat nanokarbon ini akan menentukan performa kerjanya untuk berbagai aplikasi. Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi arang kayu pinus sebagai bahan nanokarbon.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu pinus. Bahan kimia yang digunakan di antaranya adalah titanium, alumunium, lithium. Peralatan yang digunakan diantaranya adalah reaktor pirolisis, oven dan tanur untuk menentukan kadar air, abu, karbon, zat terbang, Py-GCMS, SEM dan SPS.

2.2 Metode

2.2.1 Pembuatan arang

Bahan diarangkan dalam kiln yang terbuat dari drum yang dimodifikasi Bahan baku dipotong kecil, lalu dimasukkan ke dalam *kiln drum* pada bagian atas dan ditata sedemikian rupa, kemudian dinyalakan dengan cara membakar bagian lubang udara yang terdapat pada bagian bawah. Sesudah bahan baku menyala, kiln ditutup dan cerobong asap dipasang. Pengarangan dianggap selesai apabila asap yang keluar dari cerobong menipis dan berwarna kebiru-biruan, selanjutnya kiln diturunkan sejajar tanah dan cerobong asap ditutup dengan kain basah.

2.1.2 Pemurnian arang

Arang yang dihasilkan selanjutnya di pirolisis dengan menggunakan retor yang terbuat dari baja tahan karat yang dilengkapi dengan elemen listrik. Proses peningkatan pemurnian arang dilakukan pada suhu 800^{o}C selama 120 menit dengan tujuan untuk mendapatkan arang dengan kemurnian karbon tinggi. Arang ini selanjutnya dihaluskan dengan menggunakan HEM (*high energy mechanic*) untuk mendapatkan partikel arang dengan ukuran nano.

2.2.3 Sintering arang

Arang halus dengan kemurnian atom karbon tinggi ini selanjutnya di sintering menggunakan *spark plasma sintering* (SPS) pada suhu 1300^{0}C selama 18 menit untuk meningkatkan kinerja atom karbon.

2.2.4 Pengujian kualitas

Kualitas arang di uji berdasarkan Standar Indonesia (Anonim, 1989) yang meliputi penetapan kadar air, zat terbang, abu, karbon terikat. Arang kemurnian tinggi ini selajutnya juga dikarakterisasi struktur atom karbonnya dengan menggunakan SEM (*Scanning Electron Microscope*), XRD (*X-Ray Diffractometre*), Py-GCMS (*Pyrolysis-Gas Chromatogaphy Mass Spectrometry*) serta sifat dielektriknya.

2.2.5 Analisis data

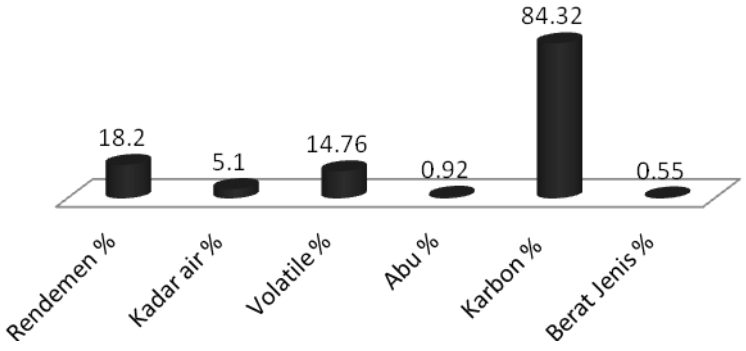
Analisis data dilakukan dengan cara deskriptif dan membandingkan hasil penelitian dengan standar yang berlaku.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Arang pinus hasil karbonisasi 400°C

Gambar 1 menunjukkan kualitas arang pada suhu karbonisasi 400°C. Pinus yang dikarbonisasi pada suhu tersebut menghasilkan rendemen arang sebesar 18,20%. Jumlah rendemen yang sedikit dapat diakibatkan oleh nilai berat jenis kayu pinus yang kecil (0,55). Untuk kadar air arang kayu pinus bernilai cukup tinggi yaitu 5,1%, hal ini dimungkinkan karena pori yang terbentuk pada arang pinus cukup besar dan banyak sehingga porositasnya

tinggi yang mengakibatkan sifat higoskoskopisnya juga lebih besar (mampu menyerap air lebih banyak).

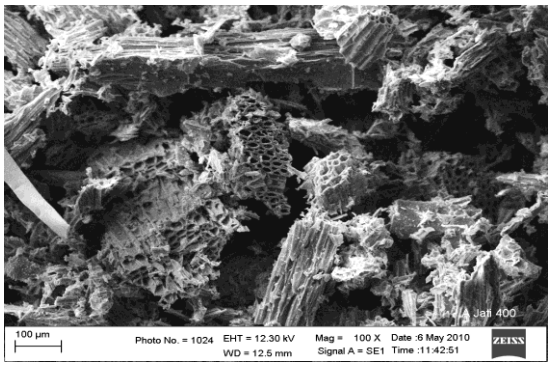


Keterangan : 0.55 data Atlas Kayu (Martawijaya *et al.*,, 2005)

Gambar 1. Diagram kualitas arang pinus pada suhu karbonisasi 400°C

Kadar volatile pada arang kayu pinus bernilai 14,76%. Kadar volatile menunjukkan masih banyaknya senyawa yang mudah menguap yang menempel pada permukaan arang. Hasil analisis Pyrolisis GCMS menunjukkan senyawa tersebut diantaranya benzene, napthalen, kreosol.

Kadar abu arang pinus sebesar 0,92%, juga disebabkan oleh porositas dan sifat higroskopis arang, semakin poros bahan baku maka arang yang dihasilkan juga akan bersifat poros. Hasil analisis topografi permukaan arang pinus ditunjukkan pada Gambar 2. Sedangkan kadar karbon arang pinus sebesar 84,32%. Hal ini diakibatkan oleh oleh besarnya kadar abu dan senyawa volatile yang menempel pada permukaan arang.

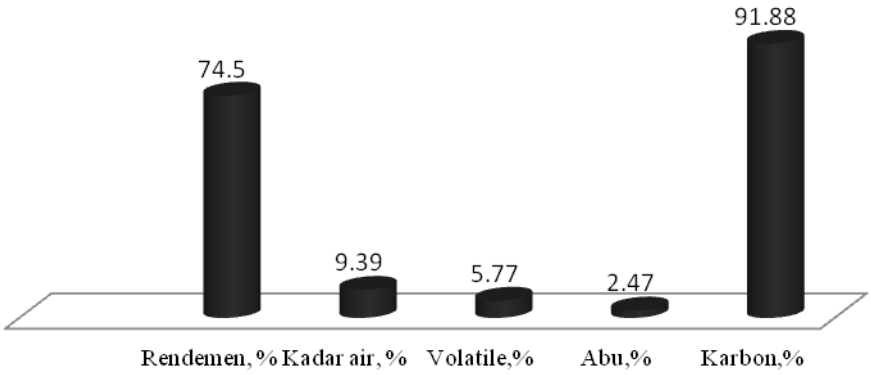


Gambar 2. Struktur morfologi arang pinus yang dikarbonisasi suhu 400^0C

3.2 Arang pemurnian pada suhu 800°C

Arang pinus yang di karbonisasi pada suhu 800^0C menghasilkan rendemen 74,5% (Gambar 3). Sedikit banyaknya rendemen yang di dapat dikarenakan pengaruh atom karbon yang bereaksi dengan atom seperti oksigen dan hydrogen. Kadar air arang pinus sebesar 9,39% meningkat dibanding perlakuan 400^0C, hal ini dapat dikarenakan sifat arang pinus yang higroskopis sehingga pori dapat mudah menyerap air. Kadar volatile arang pinus

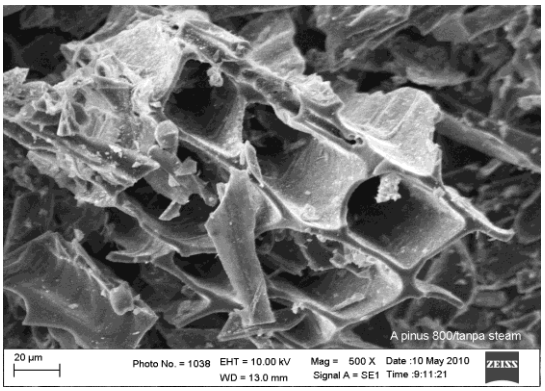
sebesar 5,77%. Apabila dibandingkan dengan arang yang dikarbonisasi pada suhu 400^0C, maka kadar volatile yang dikarbonisasi suhu 800^0C lebih rendah. Hal ini menunjukkan atom seperti oksigen dan hidrogen yang masih menempel pada permukaan arang teruapkan.



Gambar 3. Diagram kualitas arang pinus pada suhu karbonisasi 800^0C pada suhu 120 menit

Kadar abu pada arang kayu pinus sebesar 2,47%, sehingga apabila dibandingkan dengan kadar abu yang dihasilkan dari arang yang dikarbonisasi pada suhu 400^0C maka kadar abu yang dikarbonisasi suhu 800^0C ini lebih besar. Hal ini disebabkan oleh partikel halus yang terdapat pada arang kurang kuat pada suhu tersebut sehingga banyak yang menjadi abu.

Adapun kadar karbon arang pinus yang dikarbonisasi suhu 800^0C sebesar 91,88%. Apabila dibandingkan dengan arang yang dikarbonisasi pada suhu 400^0C, maka kadar karbon yang dikarbonisasi suhu 800^0C lebih tinggi. Hal ini menunjukkan telah terjadi peningkatan kemurnian karbon.



Gambar 4. Struktur morfologi arang pinus pemurnian pada suhu 800°C

3.3 Perbandingan derajat kristalinitas dan nilai tahanan arang

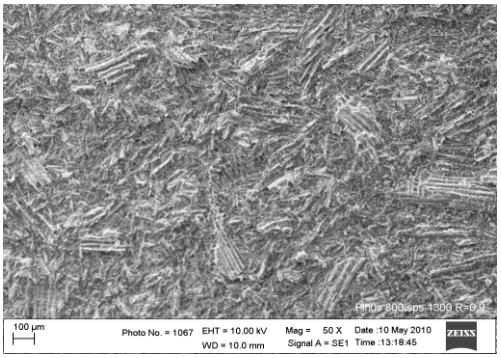
Berdasarkan Tabel 1 dapat diketahui bahwa nilai derajat kristalinitas arang pinus pada suhu karbonisasi 400°C, 800°C, 800-Nano dan suhu 1300°C dengan SPS masing-masing sebesar 17,57%, 62,46%, 70,58%, dan 75,74%.

Tabel 1. Derajat kristalinitas dan tahanan arang

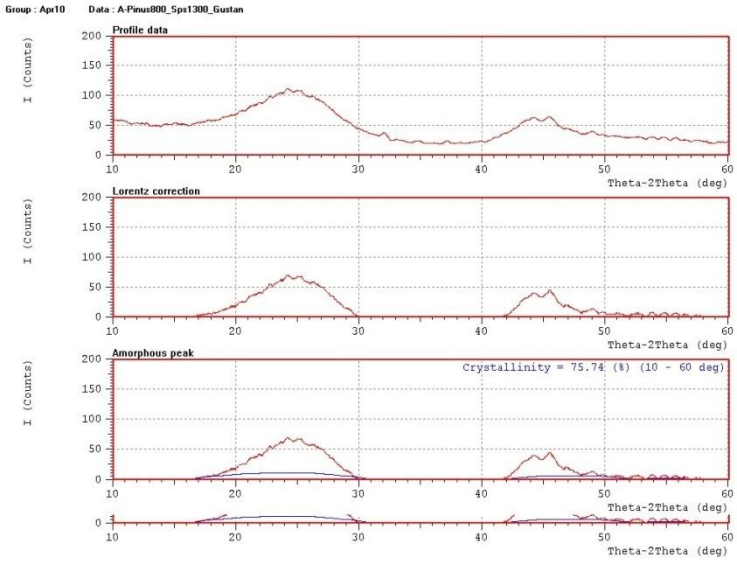
Jenis bahan baku	Suhu karbonisasi, ^{0}C	Derajat kristalinitas,%	Tahanan (ohm)
Pinus	400	17,57	>100 mega Ω
	800	62,46	0,25 kilo Ω
	800 - Nano	70,58	-
	1300 -SPS	75,74	0,9 Ω

Persentasi derajat kristalinitas yang rendah menunjukkan bahwa arang yang terbentuk masih bersifat amorf atau tidak beraturan, antar lapisan aromatiknya tidak beraturan. Masing-masing perlakuan memberikan efek peningkatan derajat kristalinitas pada arang yang terbentuk. Untuk suhu 800°C derajat kristalinitas meningkat dibanding suhu 400°C. Hal ini mengindikasikan struktur yang terbentuk sudah lebih kristalin, antar lapisan aromatiknya simetris. Begitupun juga dengan perlakuan arang nano-800°C dan 1300°C-SPS mengalami peningkatan kembali sehingga menunjukkan makin tinggi suhu karbonisasi tingkat keteraturan sistem kristalnya makin sempurna dan susunan antar lapisan aromatiknya lebih simetris dan kristalin. Dari nilai kristalinitas ini, walaupun sudah berubah menjadi bentuk kristal perlu ditingkatkan lagi derajat kristalinitasnya dengan atom lain seperti nikel, seng, tembaga, titanium, lithium dll agar terbentuk defek kristal. Hasil analisis XRD yang menggambarkan derajat kristalinitas terbaik dari arang pinus yang disintering 1300°C seperti pada Gambar 6.

Tabel 1 juga memperlihatkan sifat tahanan dari arang semakin rendah dengan makin tingginya suhu karbonisasi. Arang pinus yang dikarbonisasi suhu 400^{0}C tanahannya lebih dari 100 mega Ω. Hal ini menunjukkan arang tersebut belum bersifat sebagai konduktor, sedangkan arang yang dikarbonisasi suhu 800^{0}C nilai tahanannya menjadi 0,25 kilo Ω. Hal ini menunjukkan senyawa volatile yang menempel pada permukaan arang telah banyak yang teruapkan namun masih bersifat semi konduktor. Arang pinus yang disintering suhu 1300^{0}C nilai tahanannya menjadi 0,9 Ω. Nilai yang dihasilkan ini sudah bersifat sebagai konduktor. Berdasarkan sifat ini arang yang disintering dapat diolah lebih lanjut menjadi bahan biosensor, biobatere dan bioelektroda. Morfologi arang pinus yang diberi perlakuan sintering pada suhu 1300°C seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Arang pinus yang diberi perlakuan sintering pada suhu 1300°C



Gambar 6. Pola difraksi arang pinus yang disintering 1300°C

4. Kesimpulan

Karakteristik arang pinus hasil pemurnian telah memenuhi standar arang aktif teknis Indonesia namun belum memenuhi standar arang kayu Indonesia untuk parameter berupa kadar air. Arang pinus berpotensi dijadikan sebagai bahan nano karbon untuk konduktor atau bioelektroda karena memiliki kadar karbon yang tinggi, sifat dielektrik yang baik yang ditandai dengan nilai tahanannya yang rendah.

Referensi

Beecher, J.F. (2007). Wood, trees and nanotechnology. Diambil dari www.nature.com./nature nanotechnology

Brunet, J., M.Dubois, A.Pauly, L.Spinelle, A.Ndiaye, K.Guerin, C.Varenne, & B.Lauron, (2012). An innovative gas sensor system designed from a sensitive organic semiconductor downstream a nanocarbonaceous chemical filler for the selective detection of NO_2 in an environmental context. Part I: Developmnet of nanocarbon filler for the removal of ozone. *Sensors and Activators*, *173*, 659-667.

Deng, D., M.Gyu Kim, J.Yang Lee, & C. Jaephil. (2009). Geen energy strorage materials: Nanostructured TiO2 and Sn-based anodes for lithium-ion batteries. *Energy and Environmental Science 2* , 818-837.

Dewan Standardisasi Nasional. (1989). Standar Nasional Indonesia 01-1683-1989 : Arang kayu. Jakarta: Dewan Standardisasi Nasional.

Djeridi, W., N.Ben Mansour, A.Ouederni, P.N. Llewellyn & L. El Mir (2015). Influence of the raw material and nickel oxide on the CH4 capture capacity behaviors of microporous carbon. *International Journal of Hydrogen Energy,* http://dx.doi.org/10.1016/j.ijhydene.2015.05.010

Kovalenko, G.A., A.B.Bekleimshev, L.V.Perminova, A.L.Mamaev, N.A.Rudina, S.I.Moseenkov, & V.L. Kuznetsov (2013). Immobilization of recombinant E.coli thermostable lipase by entrapment inside silica xerogel and nanocarbon in silica composites. *Journal of Molecular Catalysis B: Enzymatic*, *98,* 78-86.

Martawijaya, A., Kartasujana, I., Kadir, K., & Prawira, S.A. (2005). Atlas Kayu Jilid I. Bogor: P3THH, Badan Litbang Kehutanan.

Popov, V.N. (2004). Carbon nanotubes: properties and application. *Materials Science and Engineering R 43*, 61-102.

Pusat Litbang Teknologi Industri. (2008). *Roadmap pengembangan teknologi industri berbasis nanoteknologi*. Jakarta: Departemen Perindustrian

Ruiz, V., C.Blanco, R.Santamaria, R. J.M Fernandez, M.M. Escandell, A.S. Escribanto. & F.R. Reinoso (2009). An activated carbon monolith as an electrode material for supercapacitors. *Carbon*, *47*, 195-200.

Sahoo, S.K., S Parveen, & J.J. Panda (2007). The present and future of nanotechnology in human health care. *Nanomedicine: Nanotechnology, Biology and Medicine*, *3*, 20-31.

Zhang, H., X.Sun, X. Zhang, H. Lin, K.Wang & Y. Ma (2015). High capacity nanaocarbon anodes for lithium-ion batteries. *Journal of Alloys and Compounds 622*, 783-788.

Pengaruh Konsentrasi NaOH dan Perlakuan Jamur terhadap Pulp Semimekanis Kayu Mahang (*Macaranga hypoleuca*)

Yeni Aprianis* dan Siti Wahyuningsih

Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan, Jl. Raya Bangkinang-Kuok, Km.9, Riau

Abstract

Mahang wood potential (*Macaranga hypoleuca*) in pulp chemi-mechanical prosess has been investigated. This study aimed to determine the effect of concentration NaOH to pulp properties in chemi-mechanical process. Chemi-mechanical pulping is a combination of mechanical and chemical pulping. Reduction of energy in a mechanical process was done by pretreatment fungi of *Phanerochaete chrysosporium.* The wood chips were chemi-mechanical pulped with 4, 6, 8, and 10% NaOH. The parameters observed pulp yield, tensile, bursting, tear index, and brightness. The results showed that the interaction of fungi treatment and NaOH concentration significantly affected brightness, tensile, and tear index. The brightness was decreased by increasing concentration.

Keywords: *Macaranga hypoleuca*, *Phanerochaete chrysosporium*, Physical properties of pulp

* Korespondensi penulis. Tel.: 082300094536
E-mail:yennie_dy@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Mahang (*Macaranga hypoleuca*) merupakan tumbuhan pionir yang tumbuh di hutan sekunder. Menurut Saito (2005) tumbuhan pionir merupakan tumbuhan cepat tumbuh. Berdasarkan sifat pertumbuhan mahang cocok dijadikan sebagai bahan baku pulp. Sifat dimensi serat kayu mahang juga mendukung sebagai bahan baku pulp. Menurut Aprianis dan Syofia, (2009) panjang serat, diameter serat, tebal dinding sel dan diameter lumen kayu mahang adalah berturut-turut 1.455 µ; 36,822 µ; 2,277 µ dan 32,25 µ.

Disisi lain Mahang memiliki berat jenis tergolong ringan, yaitu berkisar 0,27-0,50 (Suhartati *et al*., 2012). Kayu dengan berat jenis rendah lebih cocok untuk diolah sebagai pulp mekanis, supaya lebih mudah diuraikan seratnya. Menurut Cameron (2004) kayu dengan berat jenis rendah lebih cocok dijadikan sebagai bahan baku pulp mekanis. Disisi lain berat jenis ringan perlu dilakukan peningkatan rendemen melalui pengolahan pulp semimekanis. Keunggulan pulp semimekanis yaitu rendemen relatif lebih tinggi, biaya produksi murah, ramah lingkungan, sifat opasitas, tingkat kecerahan dan hasil cetakan yang baik (Yang *et al*., 2008). Pengolahan pulp semimekanis merupakan suatu konsep pengolahan pulp

menggunakan bahan kimia berkonsentrasi rendah dan penguraian serat berupa *refining*. Konsentrasi bahan kimia merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi rendemen dan sifat fisik pulp (Lai & Iwamida, 1993). Menurut Siagian *et al.*, (2001) perlakuan konsentrasi NaOH 4, 6, 8, dan 10% terhadap kayu *Acacia mangium* memberikan pengaruh terhadap tingkat kecerahan pulp yang dihasilkan, semakin tinggi konsentrasi NaOH maka warna pulp semakin tidak cerah.

Berdasarkan konsentrasi NaOH yang dilakukan Siagian *et al*., (2001) maka perlu dilakukan untuk jenis kayu mahang, namun kayu mahang telah diberi perlakuan jamur sebelum pemasakan pulp. Perlakuan ini dimaksudkan untuk mengurangi energi dalam proses penguraian serat. Menurut Scott *et al*., (2002) perlakuan jamur dapat mengurangi kebutuhan energi hingga 30%.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan peralatan

Bahan baku yang digunakan adalah kayu mahang berasal dari Kabupaten Siak, Provinsi Riau. Bahan kimia yang digunakan dalam pengolahan pulp secara semimekanis adalah natrium hidroksida (NaOH) 4%,6%, 8% dan 10%, sedangkan bahan untuk sebelum pemasakan menggunakan isolat jamur *Phanerochaete chrysosporium* Burds, media *Potato dextrose agar*/PDA (Merck), spritus, dan alkohol. Peralatan yang dibutuhkan adalah gergaji, *chain saw*, golok, meteran, plastik tempat sampel, oven, timbangan analitik merk Sartorius (ketelitian 0,001 g), *chipper, rotary digester, disk refiner, defibrator, centrifuge, niagara beater, canadian standart freeness tester, handsheet forming machine*, peralatan uji sifat fisik lembaran pulp, *autoclave*, *laminar flow*.

2.1. Metode

2.2.1 Persiapan bahan baku

Kayu mahang dipilih lurus dan tidak terserang penyakit. Kayu ditebang dan diambil potongan kayu mewakili bagian pangkal, tengah dan ujung sampai berdiameter 5 cm kemudian dipotong dan dan dibelah untuk dimasukkan ke dalam mesin *chipper* dengan ukuran serpih ± 2 x 2 x 0,2 cm dan dikering udara sampai kadar air (11-12%).

2.2.2. Biodegradasi kayu

P. chryrsosporium dikembangkan pada media padat yang terdiri dari 19,5 gram PDA (Merck) dilarutkan dalam aquadest sampai 0,5 liter. Isolat jamur *P. chrysosporium* diinokulasi pada suhu 27^{o} C selama 7 hari. Pembuatan suspensi jamur dilakukan dengan pengambilan miselia yang dicampurkan dengan aquadest.

Suspensi miselia 5% dari BKT (Berat Kering Tanur) bahan baku atau 10 ml (Pasaribu *et al*., 1998 *dalam* Istikowati dan Marsoem, 2009) dimasukkan dalam plastik, diujung plastik dipasang kapas steril dan ditutup dengan kertas steril. Lama inkubasi yang digunakan adalah 3 minggu. Pada akhir masa inkubasi, serpih kayu disterilkan kembali menggunakan *autoclave* untuk pemutusan siklus jamur dan dicuci, setelah itu dikeringkan. Serpih siap untuk diukur kadar air dan digunakan sebagai bahan baku pengolahan pulp semimekanis.

2.2.3 Pengolahan pulp semimekanis, pemutihan, dan pengujian pulp

Serpih dimasukan ke dalam *rotary digester* kemudian ditambahkanNaOH 4%,6%, 8% dan 10% dengan perbandingan serpih dan larutan NaOH 1:7. Pemasakan dilakukan pada suhu 120^{o} C selama 30 menit. Serpih dicuci kemudian diuraikan seratnya menggunakan *refiner*. Derajat giling setelah melewati *refiner* 600-700 ml CSF. Pulp disaring dan dilanjutkan pemutihan.

Tahap pemutihan pertama menggunakan konsentrasi peroksida (H_2O_2) 4% dan tahap kedua 2%. Setiap tahap ditambahkan bahan kimia NaOH 2%, $MgSO_4$ 0,05%, Na_2SiO_3 5%, EDTA 0,5%, suhu 70^{o}C dengan waktu 3 jam dan konsistensi 10%. Setelah diputihkan pulp dibuat lembaran dengan berbentuk lingkaran bergaris tengah 15 cm, Lembaran pulp dikondisikan pada ruangan khusus dengan suhu 23ºC, Rh 65% selama 24 jam.

Pembuatan lembaran dilakukan dengan derajat giling 200-300 ml CSF. Hasil lembaran yang kering ditentukan ketahanannya berupa indeks tarik, retak, dan sobek (SNI, 2011) dan derajat putih: SNI 14.0438-1989 (Anonim, 2000d).

2.2. Analisis data

Untuk melihat pengaruh konsentrasi NaOH terhadap rendemen pulp, indek tarik, indek retak, indek sobek, dan derajat putih diolah secara statistik bila pengaruhnya nyata terhadap respon yang diamati, dilakukan uji Tukey dengan setiap perlakuan ada 3 kali ulangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Rendemen pulp dan tingkat kecerahan

Rendemen dan tingkat kecerahan pulp semimekanis mahang terlihat pada Tabel 1. Rendemen pulp yang dimaksud pada penelitian ini adalah rendemen pulp putih. Rendemen pulp tanpa dijamurkan lebih tinggi dibandingkan dengan setelah diberi jamur. Hal ini diduga disebabkan adanya komponen dinding sel kayu yang terdegradasi oleh jamur atau komponen sel kayu menjadi lebih elastis, sehingga bila dilakukan pemasakan komponen kayu yang elastis lebih mudah larut dan rendemen pulp semakin sedikit.Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH, maka rendemen pulp semakin rendah pada titik tertentu. Hal ini disebabkan semakin banyak komponen kayu yang terlarut selama proses pemasakan. Ion-ion hidroksil pada NaOH semakin banyak bereaksi dengan komponen kayu. Nilai rendemen terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan jamur dengan konsentrasi NaOH 6% yaitu 59,45%, sedangkan rendemen pulp tertinggi diperoleh pada kombinasi tanpa perlakuan jamur dengan konsentrasi NaOH 4% yaitu 79,30%. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa faktor konsentrasi NaOH tidak berpengaruh terhadap rendemen pulp yang dihasilkan. Artinya perlakuan NaOH 4, 6, 8, dan 10% memberikan nilai yang sama terhadap rendemen pulp.

Tabel 1. Rendemen dan tingkat kecerahan pulp

Konsentrasi NaOH (%)	Rendemen Pulp (%)		Rerata rendemen pulp (%)	Tingkat kecerahan (% ISO)		Rerata tingkat kecerahan (% ISO)
	Tanpa jamur	Dengan jamur		Tanpa jamur	Dengan jamur	
4	79,30 ± 4,70	67,88 ± 4,24	73,59 ± 4,47	43,14 ± 0,65	39,26 ± 0,95	41,20 ± 0,80[b]
6	76,32 ± 3,62	59,45 ± 7,80	67,89 ± 5,71	41,14 ± 1,01	34,06 ± 0,59	37,60 ± 0,80[b]
8	75,84 ± 10,20	63,99 ± 2,37	69,92 ± 6,29	38,79 ± 0,60	34,78 ± 0,73	36,78 ± 0,66[a]
10	78,37 ± 0,78	62,10 ± 1,57	70,24 ± 1,17	37,95 ± 1,10	35,02 ± 0,82	36,48 ± 0,96[a]
Rerata	77,46 ± 4,83	63,36 ± 4,00	70,41 ± 4,41	40,25 ± 0,84	35,78 ± 0,77	38,02 ± 3,16

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada α =5%

Tabel 1 menunjukkan bahwa tingkat kecerahan pulp tanpa dijamurkan lebih tinggi dibandingkan dengan tingkat kecerahan pulp dengan perlakuan jamur. Perlakuan konsentrasi NaOH menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi NaOH maka tingkat kecerahan semakin menurun. Hal ini disebabkan oleh depolimerisasi NaOH dengan lignin yang menyebabkan timbulnya gugus penyerap warna (gugus kromofor), sehingga mengurangi pemantulan cahaya biru yang ada pada alat pengukuran tingkat kecerahan (Siagian *et al*., 2001). Penurunan tingkat kecerahan dengan meningkatnya konsentrasi NaOH juga terjadi pada pulp mangium. Hasil penelitian Siagian *et al*., (2001) tingkat kecerahan pulp semimekanis mangium semakin berkurang dengan meningkatnya konsentrasi NaOH, tingkat kecerahan pulp semimekanis mangium pada konsentrasi NaOH 4 sampai 10% berkisar 38,55-60,60%. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi NaOH dan perlakuan jamur berpengaruh sangat nyata terhadap tingkat kecerahan. Hasil uji lanjut Tukey pada tingkat kecerahan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan rerata pada semua konsentrasi kecuali antara konsentrasi NaOH 8 dan 10%. Tingkat kecerahan pada penelitian ini adalah berkisar 34,06 –43,14%. Nilai tingkat kecerahan pada penelitian ini belum memenuhi standar tingkat kecerahan persyaratan kertas koran yaitu 55% (SNI, 2008).

3.2. Sifat fisik pulp

Sifat fisik pulp pada penelitian ini adalah indek tarik, retak, dan sobek (Tabel 2 dan 3). Sifat fisik pulp tanpa perlakuan jamur lebih tinggi dibandingkan dengan perlakun jamur. Hal ini diduga disebabkan adanya degadasi selulosa oleh jamur, sehingga serat pada pulp semakin berkurang. Kisaran indek tarik adalah 1,48 – 6,17 Nm/g. Faktor konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap indek tarik. Semakin tinggi konsentrasi NaOH maka semakin tinggi juga indek tarik. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa interaksi konsentrasi NaOH dan perlakuan jamur berpengaruh sangat nyata terhadap indek tarik. Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa indek tarik pada aras konsentrasi NaOH 4 dan 6% memiliki nilai yang sama, sedangkan aras konsentrasi NaOH 8 dan 10% juga memiliki nilai indek tarik yang sama.

Tabel 2. Indek tarik dan retak pulp mahang

Konsentrasi NaOH (%)	Indeks tarik (Nm/g)		Rerata indeks tarik (Nm/g)	Indeks retak (KPa^2/g)		Rerata indeks retak (KPa^2/g)
	Tanpa jamur	Dengan jamur		Tanpa jamur	Dengan jamur	
4	3,20 ± 0,89	1,48 ± 0,23	2,34 ± 0,56[a]	0,46 ± 0,13	0,16 ± 0,03	0,31 ± 0,08
6	3,46 ± 0,67	1,50 ± 0,06	2,48 ± 0,37[a]	0,35 ± 0,10	0,18 ± 0,03	0,26 ± 0,06
8	6,17 ± 2,06	3,32 ± 1,43	4,75 ± 1,75[b]	0,74 ± 0,08	0,39 ± 0,17	0,57 ± 0,12
10	5,30 ± 1,89	2,97 ± 0,87	4,14 ± 1,38[b]	0,67 ± 0,30	0,41 ± 0,08	0,54 ± 0,19
Rerata	4,53 ± 1,38	2,32 ± 0,65	3,42 ± 1,01	0,55 ± 0,15	0,29 ± 0,88	0,42 ± 0,11

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada α =5%

Tabel 2 menunjukkan bahwa indek retak meningkat dengan meningkatnya konsentrasi NaOH. Hal ini disebabkan oleh degradasi lignin oleh NaOH. Indek retak pulp mahang berkisar 0,16 – 0,74 Kpa^2/g. Hasil analisis varian menunjukkan bahwa konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap indek retak. Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa indek retak pada aras konsentrasi NaOH 4% memiliki nilai sama dengan indek retak pada konsentrasi NaOH 6%, begitu juga indek retak pada aras konsentrasi NaOH 8% memiliki nilai sama dengan indek retak pada aras konsentrasi 10%.

Tabel 3. Indek sobek pulp mahang

Konsentrasi NaOH (%)	Indek sobek (mNm^2/g)		Rerata indek sobek (mNm^2/g)
	Tanpa jamur	Dengan jamur	
4	1,49 ± 0,28	0,56 ± 0,08	1,02 ± 0,18[a]
6	1,45 ± 0,33	0,60 ± 0,03	1,02 ± 0,18[a]
8	1,46 ± 0,20	1,49 ± 0,42	1,47 ± 0,31[b]
10	1,40 ± 0,44	0,97 ± 0,42	1,19 ± 0,43[a]
Rerata	1,45 ± 0,31	0,90 ± 0,24	1,18 ± 0,27

Keterangan : huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan nilai yang berbeda nyata pada α =5%

Indek sobek tanpa perlakuan jamur lebih tinggi dibandingkan indek sobek perlakuan jamur. Hal ini diduga disebabkan oleh adanya degadasi selulosa oleh jamur, sehingga kandungan serat semakin sedikit. Kisaran indek sobek pulp mahang adalah 0,56 – 1,49 mNm^2/g. Indek sobek tertinggi diperoleh pada kombinasi perlakuan tanpa jamur dengan perlakuan NaOH 4%, sedangkan indek sobek terendah diperoleh pada kombinasi perlakuan jamur dengan konsentrasi NaOH 4%. Hasil analisis varian menunjukkan interaksi perlakuan jamur dan konsentrasi NaOH berpengaruh sangat nyata terhadap indek sobek. Hasil uji Tukey menunjukkan bahwa indek sobek pada konsentrasi 4% memiliki nilai yang sama dengan indek sobek pada konsentrasi NaOH 6, dan 10%, tetapi berbeda dengan indek sobek pada konsentrasi NaOH 8%.

4. Kesimpulan

Interaksi perlakuan konsentrasi NaOH dengan perlakuan jamur berpengaruh terhadap tingkat kecerahan, indek tarik, dan indek sobek pulp semimekanis mahang. Perlakuan konsentrasi NaOH 8% memiliki sifat fisik tertinggi.

Referensi

Cameron, J.H. (2004). *Mechanical pulping.* Pulping. Elsevier Ltd.

Istikowati, W.T., &S.N. Marsoem. (2009). Pengaruh inokulasi jamur *Phanerochaete chrysosporium* Burdsterhadap kimia kayu randu *(Ceiba pentandra Gaertn). Sains dan Terapan Kimia,3*(2), 144-153.

Lai, Y.Z &T. Iwamida. (1993). Effect of chemical treatments on ultra-high-yield pulping fiber separation. *Wood Sci Technol. , 27*, 195-203.

Yang, Q., Huaiyu. Z., Shuangfei, W., &Shiyu. F. (2008). Bio-modification of eucalyptus chemithermomechanical pulp. *Front. Chem. Eng. China*, *2*(1), 28-33.

Saito, H., M. Shibuya, S.J. Tuah, M. Turjaman, K. Takashi, Y. Jamal, H. Segah, P.E. Putir &S.H. Limin. 2005. Initial screening of fast-gowing tree species being tolerant of dry tropical peatlands in central Kalimantan, Indonesia. *Journal of Forestry Research 2* (2), 1-10.

Scott, G.M, M. Akhtar, R.E Swaney &C.J Houtman. (2002). *Recent developments in biopulping technology at Madison.* WI. *Dalam:* Viikari dan R. Lantto (ed.). Biotechnology in the Pulp and Paper Industry, hal 61-71. Elsevier Science B.V.

Siagian, R.M., H. Roliadi &T.H. Martua. (2001). Sifat pulp kimia-Termomekanik (CTMP) kayu mangium (*Acacia mangium* Wild) dari berbagai tingkat umur. *Buletin Penelitian Hasil Hutan,19* (4), 245 – 257.

Suhartati, S. Rahmayanti, A. Junaedi, &E.Nurrohman. (2012). *Sebaran dan Persyaratan Tumbuh Jenis Alternatif Penghasil Pulp di Wilayah Riau*. Kementerian Kehutanan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.

Standar Nasional Indonesia. (2008). *Standar Nasional Indonesia (SNI) 7273-2008 Kertas koran*. Badan Standardisasi Nasional (BSN). Jakarta.

. ———(2011). *Standar Nasional Indonesia (SNI) ISO 2758-2011 Kertas-Cara uji ketahanan*. Badan Standardisasi Nasional (BSN). Jakarta.

Zanuttini, M., V. Marzocchi, &M. Citroni. (1999). *Alkaline treatment of poplar wood. Holz alsh Roh und Werkstoff. 57*, 185-190.

Kayu Sekubung (*Macaranga gigantea*) sebagai Bahan Baku Pulp Alternatif

Dodi Frianto* dan Rima Rinanda

Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
Jl. Raya Bangkinang-Kuok Km. 9. Po. Box 4/BKN Bangkinang, Riau 28401
Telp: 0762-7000666/7000121, Fax: 0762-21370

Abstract

Increased pulp demand is not in line with productivity of pulp raw material. These materials tend to decrease in productivity mainly the quantity of raw materials. In this regard, it is required to explore local plants that have potential as pulp raw material, one of which is sekubung wood (*Macaranga gigantea*). This wood is fast and easy to grow. Therefore, this study aimed to determine the fiber dimensions and its derivatives, the chemical component of the wood and its pulp quality, Sekubung wood fiber has a length of 1777.91 μ, 43.38 μ of fiber diameter, wall thickness by 4.00 μ, 35.39 μ of lumen diameter, fiber length of 1072.18 μ, with 259.53 μ of vessel diameter. The derivatives of fiber dimension including Runkel ratio, felting power, muhlsteph ratio, coeffisien rigidity and flexibility ratio were 0.23, 40.98, 33.44, 0.09, 0.82, respectively. Chemical analysis of sekubung wood resulted in cellulose (55.14%), lignin (35.97%), ethanol benzene extractives (0.71%), ash content (0.86%), density (0.33), wood pulp consumption (6.78 M^3 / Ton). Pulp yield of sekubung was 45.35% with 0.06% of pulp reject, and 34.21 of the kappa number. Sekubung wood meets the criteria as a source for pulp raw material with fiber quality categorized in grade II

Keywords : *Macaranga gigantea*, Pulp, Raw materials, Sekubung

Korespondensi penulis. Telp.:+62812-680-8734
E-mail: frianto_dodi@yahoo.co.uk

1. Pendahuluan

Luas hutan tanaman industri (HTI) pada tahun 2012 mencapai 12.508.522,59 Ha dengan produksi pulp sebesar 5.364.107 ton pulp, sedangkan pada tahun 2011 luas HTI hanya 10.046.839,43 Ha namun produksi pulp mencapai 6.178.359,11 ton pulp (Anonim, 2013). Penurunan produksi pulp disebabkan oleh terjadinya penurunan pasokan bahan baku kayu penghasil pulp seperti akasia dan ekaliptus. Jenis tanaman yang saat ini dikembangkan merupakan kayu eksotik yang sudah mengalami penurunan produktivitas.

Peningkatan produktivitas pulp perlu dilakukan dengan mengingkatkan ketersediaan bahan baku pulp. Bahan baku yang ada selama ini didominasi oleh akasia dan ekaliptus sehingga perlu dilakukan pemanfaatan jenis tanaman lokal setempat sebagai tanaman

penghasil pulp alternatif lainnya. Tanaman lokal yang dapat dipertimbangkan untuk menjadi penghasil bahan baku pulp adalah kayu sekubung (*Macaranga gigantea*).

Sekubung termasuk dalam family *Euphorbiaceae* , genus *Macaranga.* Kayu sekubung dapat mencapai tinggi 20 m dengan diameter 25 cm. Kayu sekubung di Riau tersebar di Kab Siak, Kampar, Bengkalis, Rokan Hulu, Pelalawan dan Kuantan Singingi (Suhartati, Rahmayanti, Junaedi, & Nurrohman, 2012). Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi dimensi serat dan turunannya, sifat kimia serta kualitas pulp dari sekubung sebagai bahan baku pulp alternatif.

2. Bahan dan Metode

2.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian dilakukan pada Juli – September 2014 di Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan, Laboratorium Teknologi Serat Puslitbang Keteknikan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor dan Lab. Wood Tech PT. Arara Abadi.

2.2 Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu sekubung dari Nagari Muaro Takung, Kec. Kamang Kab. Sijunjung, Sumatera Barat, *white liquor*, aquades, alkohol, H_2SO_4, $Na_2S_2O_3$, KI, $KMnO_4$. Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah: gelas ukur, digester, buret, micro pipet, microscope, oven, timbangan digital

2.3 Metode

2.3.1 Pengukuran dimensi serat

Pengukuran dimensi serat dilakuan dengan cara membuat preparat maserasi metode *Schultze* (Silitonga, 1972). Kayu contoh dibuat menjadi serpih sebesar batang korek api, lalu serpih dipanaskan secara perlahan didalam tabung reaksi yang telah diisi dengan campuran larutan hidrogen peroksida dan asam asetat glasial dengan perbandingan berdasarkan volume 1:1. Serat yang sudah terpisah lalu dicuci dengan air yang mengalir lalu diberi warna dengan safranin. Serat yang telah diwarnai dimuat kedalam gelas obyek yang telah ditetesi gliserin dan dilakukan pengukuran dimensi serat di bawah mikroskop.

Pengamatan dimensi serat yang diukur adalah panjang serat sebanyak 30 sampel, diameter serat dan diameter lumen masing-masing 15 sampel, sedangkan untuk diameter dan panjang pembuluh sebanyak 25 sampel. Selanjutnya untuk mengetahui kualitas serat kayu untuk bahan baku pulp dan kertas dilakukan perhitungan turunan dimensi serat seperti *Runkel Ratio* (RR), *Felting Power* (FP), *Muhlsteph Ratio* (MR), *Coefficient Rigidity* (CC), *dan Flexibility Ratio* (FR).

2.3.2 Analisis sifat kimia dan fisik kayu

Sifat kimia kayu yang dianalisa adalah kandungan lignin, selulosa, zat ekstraktif dan berat jenis. Lignin dianalisa dengan menggunakan SNI 0492:2008, kandungan selulosa dianalisa dengan menggunakan SNI 0444:2009, kandungan ekstraktik dianalisa dengan menggunakan SNI 12-7197-2006, sedangkan berat jenis dengan menggunakan SNI 03-6847-2002.

2.3.3 Pembuatan pulp

Proses pemasakan kayu sekubung dilakukan dengan kondisi kraft. Sebelum pemasakan dilakukan, kayu sekubung dibuat chip atau serpih kayu terlebih dahulu. Pembuatan serpih dilakukan dengan menggunakan mesin *chipper*. Kemudian serpih dipilah untuk membuang mata kayu dan membuat serpih menjadi seragram. Sebelum dilakukan pemasakan maka dilakukan pengukuran kadar air dari serpih kayu tersebut. Setelah itu baru dilakukan pemasakan dengan menggunakan digester. Pemasakan pulp dengan kondisi *kraft* sebagai berikut :

* Alkali aktif : 22%
* Sulfiditas : 25%
* Waktu pemasakan : Waktu dari suhu kamar sampai dengan suhu 170^{o}C 90 menit, waktu pada suhu 170^{o} C: 120 menit
* Perbandingan bahan kimia dan serpih: 4 : 1

Setelah selesai pemasakan maka pulp dicuci dan dimasukan ke dalam *disintegator*, lalu disaring dan dipres. Setelah itu dihitung rendemen pulp, *pulp reject*, bilangan kappa (SNI 0494:2008), produktivitas pulp, dan *wood consumption.* Rendemen pulp didapatkan dari hasil perbandingan antara berat kering oven pulp dengan berat kering oven chip. *Pulp reject* merupakan hasil perbandingan dari berat kering oven *pulp* yang tidak lolos dari proses penyaringan dengan berat kering oven chip. Produktivitas pulp merupakan hasil dari randemen pulp dikali dengan *basic density* (BD), sedangkan *wood consumption* merupakan hasil dari 1.000 dibagi dengan produktivitas pulp.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Dimensi serat

Dimesi serat merupakan salah satu indikator pemilihan kayu sebagai bahan baku pulp. Dimensi serat yang terdiri dari panjang serat, diameter serat, diameter lumen, tebal dinding sel, panjang pembuluh dan diameter pembuluh. Dimensi serat dari kayu sekubung dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Dimensi serat kayu sekubung

Parameter	μ
Panjang serat	1.777,91
Diameter serat	43,38
Tebal dinding	4,00
Diameter lumen	35,39
Panjang pembuluh	1.072,18
Diameter pembuluh	259,53

Panjang serat sekubung 1.777,91 μ termasuk kelas kayu serat panjang sub kelas cukup panjang, karena panjang seratnya berada pada kisaran 1.600 – 2.200 μ. Hal ini berdasarkan klasifikasi panjang serat menurut IAWA (Anonim, 1932 *dalam* (Nurrahman & Silitonga, 1972)). Berdasarkan kriteria penilaian serat kayu Indonesia untuk bahan baku pulp dan kertas kayu sekubung termasuk dalam mutu II (1.000 μ – 2.000 μ). Semakin panjang serat tanaman

maka akan berpengaruh terhadap kuatnya ikatan antar serat dan kekuatan lipat kertas yang tinggi (Sutiya, Istikowati, & Sunardi, 2012), serta kualitas kertas yang dihasilkan akan semakin baik (Safitri, 2003). Panjang serat juga dapat mempengaruhi sifat-sifat tertentu dari pulp seperti ketahanan sobek, kekuatan tarik dan daya lipat (Aprianis & Rahmayanti, 2009).

Tebal dinding sel dipengaruhi oleh diameter serat dan diameter lumen. Tebal dinding sel merupakan hasil pengurangan diameter serat dengan diameter lumen, kemudian dibagi 2 (dua). Dinding sel yang tipis akan menghasilkan lembaran pulp yang lebih padat dan keteguhan letup pecah yang lebih baik, sedangkan dinding serat yang tebal memiliki kekuatan keteguhan sobek yang tinggi (Siregar, 2012). Diameter lumen menentukan keteguhan sobek, retak dan tarik pada kertas. Diameter lumen yang lebar akan mengakibatkan serat mudah pipih, ikatan antar serat dan tenunnya baik. Diameter lumen kayu sekubung sebesar 35,39 μ.Turunan dimensi serat juga sangat menentukan dalam persyaratan bahan baku pulp. Penilaian serat kayu sekubung untuk bahan baku pulp dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Penilaian serat kayu sekubung untuk bahan baku pulp.

Parameter	Nilai	Syarat	Skor	Kelas Mutu
Panjang serat	1.777,91 μ	1.000 – 2.000	50	II
Runkel Ratio	0,23	<0,25	100	I
Felting Power	40,98	<50	25	III
Muhlsteph ratio	33,44	30 - 60	50	II
Flexibility ratio	0,82	>0,82	100	I
Rigidity Coefficient	0,09	<0.1	100	I
	Jumlah		425	II

Penilaian bahan baku pulp kayu sekubung berdasarkan panjang serat dan turunan dimensi serat kayu termasuk dalam kelas mutu II, dengan *runkel ratio* 0,23. *Runkel ratio* yang kecil memiliki dinding sel yang tipis dan diameter lumen yang tebal sehingga menghasilkan kualitas serat yang sangat baik (Kasmudjo, 1994) dan ikatan antar serat baik.

Felting power merupakan hasil perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat. *Felting power* kayu sekubung termasuk dalam kelas mutu III (40,98). *Felting power* yang kecil maka akan semakin kecil kekuatan sobek dan kurang baik daya tenun seratnya. *Felting power* yang rendah akan berpengaruh terhadap kekuatan lipat, tarik dan jebol pada kertas (Sutiya, Istikowati & Sunardi, 2012).

Muhlstep ratio kayu sekubung sebesar 33,44 termasuk dalam kelas mutu II. Muhlsteph ratio berpengaruh terhadap kerapatan dan kekuatan pulp yang dihasilkan (Siregar, 2012). Semakin kecil nilai *muhlstep* maka kerapatan dan kekuatan lembaran pulp yang dihasilkan akan semakin tinggi sebaliknya semakin besar nilai *muhlstep* maka kerapatan dan kekuatan lembaran pulp yang dihasilkan akan semakin rendah (Safii & Siregar, 2006). *Muhlstep ratio* kayu sekubung termasuk dalam kelas mutu III (30-80) berdasarkan klasfikasi tingkat kebaikan serat berdasarkan *muhlsteph ratio*, sehingga kayu sekubung memiliki kerataan yang rata, kehalusan yang sangat halus, plastisitas yang plastic dan kekuatan kertas yang cukup (Kasmudjo, 1994).

Flexibility ratio kayu sekubung sebesar 0,82 termasuk dalam kelas mutu I, berarti kertas yang dihasilkan sangat fleksibel dan mudah berubah bentuk. *Rigidity coefficient* kayu sekubung termasuk dalam kelas mutu I (0,09). *Rigidity coefficient* mempengaruhi kekuatan sobek, lipat dan jebol pada kertas. Semakin rendah nilai koefisien ini, maka kertas yang dihasilkan akan semakin tidak mudah putus apabila terkena tarikan.

3.2 Komponen kimia kayu dan produktifitas pulp

Komponen kimia kayu akan menentukan produksi dan efisiensi penggunaan bahan kimia pada proses pengolahan pulp. Kandungan kimia kayu sekubung dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Kandungan komponen kimia dan produktivitas pulp kayu sekubung

Parameter	Sekubung
Selulosa (%)	55,14
Lignin (%)	35,97
Ekstraktif (%)	0,71
Berat Jenis	0,33
Wood consumption pulp (M^3/ton)	6,78
Rendemen (%)	45,35
Pulp reject (%)	0,06
Bilangan Kappa	34,21

Kandungan selulosa kayu sekubung sebesar 55,14% (>45%) termasuk kelas mutu I berdasarkan kriteria kualitas kimia kayu jenis daun lebar sebagai bahan pulp (Mindawati, 2007). Kandungan selulosa di atas 40% memberikan gambaran positif sebagai bahan baku untuk pulp dan kertas dengan baik (Kasmudjo, 1994). Kandungan selulosa dalam kayu dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya rendemen pulp yang dihasilkan dalam proses pulping, dimana semakin besar kadar selulosa dalam kayu maka semakin besar pula rendemen pulp yang dihasilkan.

Kandungan lignin sekubung sebesar 35,97% termasuk dalam kelas mutu III (>33%). Kandungan lignin pada kayu dapat digunakan untuk memprediksikan sifat pulp yang dihasilkan. Kandungan lignin yang terdapat pada kayu sebagai indicator kebutuhan bahan kimia untuk pemutihan pulp. Semakin rendah kandungan lignin yang terdapat pada kayu maka akan semakin sedikit kebutuhan bahan kimia untuk pemutihan. Kandungan lignin berbanding terbalik dengan kandungan selulosa, semakin tinggi kandungan lignin maka akan semakin rendah kandungan selulosa pada kayu. Dalam industri pulp dan kertas, lignin merupakan komponen yang harus dihilangkan agar sel-sel kayu dapat terurai (Junaidi & Yunus, 2009).

Kandungan ekstraktif pada kayu sekubung sebesar 0,71% termasuk dalam kelas mutu I (< 2%). Pada industri pulp dan kertas kandungan ekstraktif yang diharapkan adalah kayu dengan kandungan ekstraktif yang rendah. Semakin tinggi kandungan ekatraktif pada kayu maka akan banyak menimbulkan *pitch* atau penumpukan alat-alat yang digunakan dan adanya bercak-bercak pada kertas (Sutopo, 2005). Kandungan ekstraktif juga akan mempengaruhi terhadap pemakaian bahan kimia dalam proses pembuatan pulp.

Berat jenis yang dipersyaratkan untuk bahan baku pulp adalah kayu dengan berat jenis 0,3 – 0,7. Berat jenis kayu sekubung sebesar 0,33. Berdasarkan kriteria kualitas kimia kayu

jenis daun lebar sebagai bahan pulp, maka kayu sekubung termasuk dalam kelas mutu I (< 0. 49). Kayu yang memiliki berat jenis yang tinggi cenderung merupakan kayu yang keras dan akan menyebabkan kondisi pemasakannya menjadi lebih berat, sehingga akan berdampak terhadap pulp yang sukar digiling. Kertas yang dihasilkan, meskipun memiliki kekuatan sobek yang tinggi, namun akan memiliki kekuatan tarik, retak dan ketahanan lipat yang cukup rendah (Fatriasari & Hermiati, 2006).

Wood consumption pulp atau konsumsi kayu yang dibutuhkan untuk menghasilkan 1 (satu) ton pulp dari kayu sekubung adalah 6,78 m^3/ton pulp. *Wood consumption pulp* dari kayu sekubung lebih tinggi jika dibandingan dengan *Eucalyptus pelitta* (EP-05) yakni sebesar 3,72 m^3/ton pulp, sedangkan *Acacia mangium* sebesar 4,1 m^3/ton pulp. Semakin kecil *wood consumption pulp* maka akan semakin sedikit kayu yang dibutuhkan dalam menghasilkan 1 ton pulp.

Rendemen pulp kayu sekubung sebesar 45,35% tergolong dalam kelas mutu I (>44%) berdasarkan kriteria penilaian sifat pulp sulfat kayu daun lebar. Rendemen total menunjukan tingkat pembuangan komponen kimia kayu selama proses pembuatan pulp berlangsung. Rendemen yang baik adalah rendemen total yang tinggi dan rendemen sisa yang rendah.

Pulp reject yang dihasilkan dari proses pulp ini sebesar 0,06%. *Pulp reject* kayu sekubung lebih kecil jika dibandingkan dengan pulp reject *Acacia mangium* (0,33%) (Junaedi *et al*. 2011). Semakin sedikit *pulp reject* yang dihasilkan maka semakin banyak rendemen pulp yang dihasilkan dari proses *pulping* tersebut.

Bilangan kappa dari kayu sekubung adalah 34,21. Bilangan kappa sebesar 34,21 termasuk dalam kelas mutu IV (>30) berdasarkan kriteria penilaian sifat pulp sulfat kayu daun lebar. Bilangan kappa biasanya digunakan untuk mengetahui tingkat kematangan pulp dari hasil proses pemasakan dan daya putih. Bilangan kappa sangat berhubungan erat dengan kandungan lignin pada kayu. Semakin tinggi kandungan lignin yang masih tersisa pada pulp, maka bilangan kappa juga akan tinggi pula (Frianto & Rojidin, 2014). Semakin rendah bilangan Kappa menunjukkan pulp tersebut semakin matang atau delignifikasi berlangsung sempurna, sehingga untuk memproduksi pulp putih diduga akan membutuhkan bahan kimia pemutih yang rendah.

4. Kesimpulan

Dimensi serat kayu sekubung : memiliki panjang serat 1.777,91 μ, diameter serat 43,38 μ, tebal dinding 4,00 μ, diameter lumen 35,39 μ, panjang pembuluh 1.072,18 μ, diameter pembuluh 259,53 μ. Turunan dimensi serat kayu sekubung nilai *runkel ratio* 0,23, *felting power* 40,98, *muhlsteph ratio* 33.44, *rigidity coeffisien* 0,09, *flexibility ratio* 0,82. Kandungan kimia kayu sekubung menghasilkan selulosa (55,14%), lignin (35.97%), zat ekstraktif (0,71 %), kadar abu (0,86 %), berat Jenis (0,33), *wood consumption pulp* (6,78 M^3/Ton). Kayu sekubung memiliki rendemen 45,35%, *pulp reject* 0,06%, dan bilangan Kappa 34,21. Kayu sekubung sebagai sumber serat untuk bahan baku pulp termasuk kualitas serat II.

Referensi

Anonim. (2013). *Buku Statistik Kehutanan 2012*. Jakarta: Kementerian Kehutanan.

Aprianis, Y., & S. Rahmayanti (2009). Dimensi Serat dan Nilai Turunannya dari 7 Jenis Kayu Asal Provinsi Jambi. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 27 (1).

Fatriasari, W., & E. Hermiati. (2006). *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas.* Bogor: Laporan Teknik Akhir Tahun 2006. UPT BPP Biomaterial LIPI.

Frianto, D., & A. Rojidin. (2014). Morfologi Serat dan Sifat Fisis-Kimia Kayu Sesendok Sebagai Alternatif Bahan Baku Pulp. *Prosiding Seminar Nasional Mapek*i XVII, 47-52.

Junaedi, A., T. Swandayani, & M. Mulyawijaya (2011). *Data dan Statistika Pulp di Indonesia*. Bogor: Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan.

Junaidi, A., & R.Yunus (2009). Kajian Potensi Tumbuhan Gelam (Melaleuca Cajuput Powel) Untuk Bahan Baku Industri Pulp: Aspek Kandungan Kimia Kayu. *Jurnal Hutan Tropis Indonesia 28*, 284-291.

Kasmudjo. (1994). *Cara-cara Penentuan Proporsi Tipe Sel dan Dimensi Serat Kayu*. Yogyakarta: Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan UGM.

Nurrahman , A., & T. Silitonga (1972). *Dimensi Serat Beberapa Jenis Kayu Sumatera Selatan*. LPHH, Bogor.

Syafii, W., & Siregar, I. (2006). Sifat Kimia dan Dimensi Serat Kayu Mangium (*Acacia mangium* Wild) dari Tiga Provenan. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. *4* (1), 29-32.

Safitri, E. (2003). *Analisis Komponen Kimia dan Dimensi Serat Kayu Karet (Hevea brasiliensis. Muell. Ag) Hasil Klon*. Bogor. (Skripsi) Fahutan IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).

Silitonga, T. R. (1972). *Cara pengukuran serat kayu di Lembaga Penelitian Hasil Hutan (LPHH)*. Bogor, LPHH: Publikasi khusus No. 12 Agustus 1972.

Siregar, N. (2012). Peluang Benuang Bini (*Octomeles sumatrana* Miq) sebagai bahan baku pulp. *Mitra Hutan Tanaman 7*(1), 23-30.

Suhartati, S.Rahmayanti, A.Junaedi, & E. Nurrohman. (2012). *Sebaran dan Persyaratan Tumbuh Jenis Alternatif Penghasil Pulp di Wilayah Riau.* Jakarta: Badan Litbang Kehutanan.

Sutiya, D., W.Istikowati, & A. Sunardi (2012). Kandungan Kimia dan Sifat Serat Alang-alang (*Imperata cylindrical*) sebagai Gambaran Bahan Baku Pulp dan Kertas. *Jurnal Biocientiae 9*, 8-19.

Sutopo, R. (2005). *Karakteristik Industri Pulp*. Bandung: Makalah Pelatihan Industri Pulp, Balai Besar Pulp dan Kertas.

Kajian Komponen Kimia Jati Platinum berdasarkan Umur Pohon (II)

Dwi Ajias Pramasari*, Eka Lestari, Adik Bahanawan, Danang Sudarwoko Adi dan Wahyu Dwianto

Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong, Bogor 16911

Abstract

Platinum teak wood is a fast growing wood cultivated by tissue culture which has been developed by Indonesian Institute of Sciences (LIPI). Despite of a fast growing wood, it is expected have similar properties with conventional teak wood, especially in strength and durability. Unfortunately, information of the basic properties of Platinum teak wood is still limited; including information of chemical components that can be used for determine the prospects of the wood utilization. Hence, the aim of this study was to investigate alteration of chemical components of platinum teak wood based on the tree age or growth. In the previous research, the samples of Platinum teak wood (2 and 5 years of growth) were used for chemical component analysis. The present study was using 3 and 8 years old Platinum Teak wood selected from two locations in the Cibinong Science Center Nurseries. The chemical component of samples were analyzed using Mokushitsu Kagaku Jiken Manual standard. The result showed that the range value for chemical components of Platinum Teak wood in 2-8 years growth were extractive content that soluble in alcohol-benzene (0.66 - 3.16%), lignin (29.01-31.81%), holocellulose (70.58- 74.94%), and α-cellulose (41.67- 49.19%). Meanwhile, the result of statistical analysis showed that the alteration of chemical component was significantly affected by tree age. Therefore the study suggested that Platinum Teak wood has similar chemical components to the conventional teak wood and thus, is prospective for wood industry.

Keywords: Chemical Component, Fast-gowing wood, Platinum Teak, Tree age

* Korespondensi penulis. Tel.: +62812-192-3337.
E-mail: dwi.ajias@gmail.com

1. Pendahuluan

Dalam industri kayu, komponen kimia kayu merupakan hal penting untuk diketahui karena menjadi salah satu dasar dalam menentukan pemanfaatan dan cara pengolahan kayu. Menurut Pettersen (1984), faktor-faktor yang mempengaruhi komponen kimia kayu meliputi bagian kayu (akar, batang, dan cabang), jenis kayu, tempat tumbuh, iklim, dan kondisi tanah. Selain itu, faktor genetik dan umur pohon juga berpengaruh terhadap komponen kimia kayu (Berrocal *et al.,* 2004).

Kayu jati (*Tectona gandis* L.f.) merupakan salah satu jenis kayu yang paling banyak digunakan di kalangan masyarakat. Hal ini dikarenakan kayu jati memiliki sifat yang kuat, awet, stabil, mudah dikerjakan, dan memiliki corak yang unik (Wahyudi *et al.,* 2014). Menurut Dwiprabowo (2008), pasokan kayu jati Perum Perhutani Unit I Jawa Tengah cenderung menurun sejak tahun 2001. Faktor utama penyebabnya yaitu daur hidup jati yang panjang yaitu antara 50 – 80 tahun, sehingga tidak dapat mencukupi permintaan kayu jati setiap tahunnya yang mengalami peningkatan.

Salah satu cara untuk memenuhi kebutuhan kayu jati tersebut yaitu dengan memanfaatkan metode kultur jaringan dan radiasi. Tanaman jati yang diperoleh dari metode ini diharapkan bisa tumbuh lebih cepat sehingga memiliki umur tebang yang lebih pendek yaitu 20 – 30 tahun (Lukmandaru dan Takahashi, 2008). Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) telah mengembangkan varietas jati unggul dari indukan Jati Berlian melalui kultur jaringan dan radiasi yang dikenal dengan nama Jati Platinum (Kusumaputri, 2012). Paparan sinar radiasi yang diberikan pada tunas jati menyebabkan tanaman mengalami mutasi genetik, sehingga terjadi perbedaan sifat dari tanaman Jati Platinum dengan indukannya. Selain itu, jati tersebut juga mengalami percepatan pertumbuhan serta masa panennya, hal ini diduga akan berpengaruh pada kualitas kayu. Di lain pihak, Jati Platinum ini diharapkan masih memiliki kekuatan dan keawetan alami yang mendekati jati konvensional.

Keterbatasan informasi sifat dasar kayu termasuk komponen kimia dari Jati Platinum menjadi kendala terhadap prospek pemanfaatannya. Faktor yang digunakan untuk melihat perubahan komponen kimia pada penelitian ini yaitu faktor dari umur pohon. Pada penelitian sebelumnya telah dilakukan analisa kimia Jati Platinum yang berumur 2 dan 5 tahun, hasilnya menunjukkan bahwa komponen kimia kayu yang dipengaruhi oleh umur pohon adalah zat ekstraktif terlarut dalam alkohol-benzena dan holoselulosa (Pramasari *et al.,* 2015). Agar terlihat pola perubahan dari komponen kimia terhadap umur pohon, maka penelitian dilanjutkan pada tahun ini menggunakan umur pohon 3 dan 8 tahun.

2. Bahan dan Metode

Bahan baku kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu Jati Platinum berumur 3 dan 8 tahun serta Jati Rakyat berumur 10 tahun sebagai pembanding. Kayu Jati Platinum diperoleh dari tebangan tegakan Jati Platinum di kawasan Cibinong Science Center, Bogor, sedangkan Jati Rakyat diperoleh dari daerah Serpong. Bagian yang digunakan dari masing-masing kayu yaitu bagian pangkal kayu. Pangkal kayu umur 3 tahun diukur sepanjang satu meter dari tanah, sedangkan pangkal kayu yang digunakan untuk umur 8 tahun diukur 50 – 60 cm dari 20 cm bagian kayu yang tersisa pada tanah. Pengambilan sampel pangkal kayu dapat dilihat pada Gambar 1. Sampel yang digunakan untuk pengujian kimia diambil berupa lempengan selebar 5 cm pada sampel pangkal masing-masing umur. Kemudian masing-masing kayu dicacah, digiling, dan diayak sehingga didapatkan serbuk kayu berukuran 40 – 60 mesh. Sampel serbuk kayu dikering udarakan kemudian disimpan di plastik untuk selanjutnya digunakan untuk pengujian kimia. Pengujian komponen kimia kayu dilakukan dengan menggunakan standar Mokushitsu Kagaku Jiken Manual (2000). Parameter yang

diamati adalah kadar ekstraktif terlarut dalam alkohol-benzena, lignin, holoselulosa, dan α-selulosa. Kemudian dilakukan uji statistika pada penelitian ini menggunakan Stastical Tool for Agicultural Research (STAR) dengan rancangan percobaan berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal yaitu umur pohon dengan 3 kali ulangan. Apabila terdapat perbedaan yang nyata, dilakukan uji lanjut.

(a) (b)

Gambar 1. Pengambilan sampel bahan baku Jati Platinum (a) 3 tahun, (b) 8 tahun

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Zat ekstraktif terlarut alkohol benzena

Hasil kadar zat ekstraktif larut dalam alkohol benzena pada Jati Platinum usia 3 dan 8 tahun mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan Lukmandaru (2009) yang menyatakan bahwa kadar ekstraktif cenderung naik seiring dengan umur pohon. Apabila digabungkan dengan hasil penelitian Jati Platinum 2 dan 5 tahun, kecenderungan perubahan kadar zat ekstraktif larut dalam alkohol benzena baik penurunan atau peningkatannya tidak terlihat dengan jelas (Gambar 2). Hasil analisis sidik ragram pada taraf nyata 5% yang menunjukkan bahwa umur pohon pada penelitian ini memberikan pengaruh nyata terhadap rata-rata kadar ekstraktif alkohol benzena. Sedangkan dari hasil uji lanjut (Duncan) terlihat bahwa rata-rata kadar ekstraktif alkohol-benzena pada umur 5 tahun memiliki nilai tertinggi dan berbeda nyata dengan ketiga umur lainnya (2,3 dan 8 tahun). Salah satu penyebabnya, kemungkinan dikarenakan klon umur 2 dan 5 tahun lebih baik dibandingkan dengan klon 3 dan 8 tahun. Namun, keterbatasan informasi mengenai klon dari indukan Jati Platinum hasil radiasi dan kultur jaringan menjadi penghambat untuk menyama-ratakan hasil yang didapatkan dengan hasil kelarutan alkohol benzena pada umumnya.

Kelarutan zat ekstraktif dalam alkohol benzena berdasarkan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia (Departemen Pertanian, 1967) pada Jati Platinum umur 2 dan 3 tahun termasuk kelas komponen rendah karena kurang dari 2 %, sedangkan pada umur 5 dan 8 tahun termasuk kelas komponen sedang. Zat ekstraktif pada umur 2 dan 3 tahun masih rendah dikarenakan kandungan ekstraktifnya cenderung lebih sederhana dan masih tergolong kayu muda yang didominasi oleh kayu gubal serta belum terbentuk kayu teras (Lukmandaru dan Sayudha, 2012). Kasmani (2011) menyatakan bahwa dengan meningkatnya umur akan mengakibatkan peningkatan bagian kayu teras yang mempengaruhi kandungan ekstraktif dari kayu akibat meningkatnya persentase sel parenkim yang mati dimana sel-sel tersebut mengeluarkan senyawa organik.

Jika dibandingkan dengan jati konvesional, Jati Platinum umur 5 tahun memiliki kandungan ekstraktif menyamai Jati KU 1 dari KPH Purwakarta dan melebihi Jati Rakyat umur 10 tahun. Hal ini diduga pada Jati Platinum 5 tahun besaran kandungan senyawa-senyawa terlarut dalam alkohol benzena yang bersifat senyawa polar maupun non polar menyerupai senyawa yang terkandung pada Jati KU 1 dari KPH Purwakarta. Salah satu senyawa tersebut yaitu senyawa tektokuinon yang merupakan zat aktif terhadap rayap dan berpengaruh terhadap sifat keawetan atau ketahanan cuaca alaminya yang diduga banyak terkandung pada Jati Platinum 5 tahun. Hal ini tentunya berpengaruh pada rencana pemanfaatan masing-masing Jati Platinum. Lukmandaru (2009) menyarankan bahwa nilai kadar ekstraktif yang lebih rendah akan lebih menguntungkan pada produk-produk perekatan.

3.2 Lignin

Lignin merupakan suatu polimer yang kompleks dengan berat molekul tinggi, tersusun atas karbon, hidrogen, dan oksigen. Lignin berfungsi memberi ketegaran pada kayu sehingga kayu dapat tegak dan kaku, serta merupakan penentu sifat-sifat kayu (Haygeen dan Browyer, 1996). Hasil pengujian kadar lignin pada kayu Jati Platinum antara usia 3 dan 8 tahun mengalami sedikit penurunan namun tidak berbeda secara signifikan. Apabila digabungkan dengan hasil penelitian Jati Platinum 2 dan 5 tahun, kecenderungan perubahan kadar lignin cenderung seragram atau nilainya tidak berbeda signifikan. Walaupun, cenderung meningkat dari umur 2 ke 5 tahun, kemudian menurun kembali pada umur 8 tahun (Gambar 2). Namun berbeda dengan hasil analisis sidik ragram pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa rata-rata kadar lignin pada penelitian ini dipengaruhi secara nyata oleh umur pohon dimana pada uji lanjut (Duncan) terlihat bahwa rata-rata kadar lignin pada umur 5 tahun memiliki nilai tertinggi dan berbeda nyata dengan ketiga umur lainnya (2, 3 dan 8 tahun).

Pada umumnya seiring dengan penambahan umur pada kayu terutama kayu dewasa akan menyebabkan kadar lignin meningkat (Kasmani *et al.*, 2011). Penurunan kadar lignin yang terjadi pada Jati Platinum 8 tahun diduga dikarenakan sifat dinding sel pada kayu tersebut mendekati sifat dinding sel kayu dewasa. Menurut Ona *et al.*, (1997), kadar lignin pada dinding sel kayu muda akan lebih banyak dibandingkan kayu dewasa, yang secara alamiah dengan pertambahan umur dan pertambahan volume kayu dewasa akan menyebabkan persentase kadar lignin menurun.

Menurut klasifikasi komponen kimia daun lebar Indonesia (Departemen Pertanian, 1967) kadar lignin Kayu Jati Platinum dari beberapa umur yang diteliti termasuk kelas komponen sedang (18 – 33%). Nilai ini lebih tinggi daripada kandungan lignin pada Jati KU 1 dari KPH Purwakarta dan lebih rendah dari Jati Rakyat umur 10 tahun. Meskipun memiliki kelas komponen sedang, namun mendekati pada batas minimal tinggi yaitu 33%. Pemanfaatan akhir produk dari kayu Jati dilihat kandungan lignin disarankan tidak dipergunakan sebagai bahan baku pulp, dikarenakan lignin sangat berpengaruh pada proses pembuatan pulp, semakin tinggi kadar lignin maka akan memberikan kekakuan pada serat pulp sehingga memiliki kekuatan yang rendah dan kualitas permukaan yang jelek. Selain itu, dalam jangka lama kertas akan berubah warna menjadi kuning (Haygeen dan Browyer 1996). Namun, saran pemanfaatan dengan melihat kadar lignin ini dapat dipergunakan sebagai

bahan konstruksi seperti kayu lapis, papan buatan dan sebagainya, karena menghasilkan kekuatan mekanik kayu yang baik (Supartini, 2009).

3.3 Holoselulosa

Kadar holoselulosa pada Jati Platinum 3 dan 8 tahun yang didapatkan menunjukkan terjadi penurunan kadar holoselulosa sejalan dengan pertambahan umur kayu. Jika digabungkan dengan penelitian Jati Platinum sebelumnya (2 dan 5 tahun) terlihat bahwa terjadi kecenderungan penurunan kadar holoselulosa (Gambar 2). Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Bedmansyah (2000) dan Mauludi (2000) yang menunjukkan penurunan persentase holoselulosa seiring dengan pertambahan umur kayu jati. Hasil analisis sidik ragram menunjukkan bahwa rata-rata kadar holoselulosa dipengaruhi secara nyata oleh umur pohon pada taraf nyata 5% dan hasil uji lanjut (Duncan) terlihat bahwa rata-rata kadar holoselulosa pada umur 2 tahun memiliki nilai tertinggi namun tidak berbeda nyata dengan umur 3 tahun.

Holoselulosa merupakan produk yang dihasilkan setelah lignin dihilangkan dari kayu, maka holoselulosa mewakili jumlah karbohidrat baik selulosa dan hemiselulosa (Fengel dan Wegener, 1995). Penurunan kandungan holoselulosa pada penelitian ini diduga karena terjadi penurunan kandungan hemiselulosa pada kayu jati. Menurut klasifikasi komponen kimia daun lebar Indonesia (Departemen Pertanian, 1967). Kayu Jati Platinum dari beberapa umur yang diteliti tergolong kelompok kayu dengan kandungan holoselulosa tinggi yaitu di atas 60%. Kadar holoselulosa yang tinggi mengindikasikan bahwa rendemen pulp yang diperoleh dari proses pemasakan kayu akan tinggi juga (Pasaribu *et al.*, 2007).

Dibandingkan dengan jati konvensional, kadar holoselulosa untuk kayu Jati Platinum cenderung di bawah Jati Rakyat 10 tahun. Namun berbeda hasilnya apabila dibandingkan dengan jati KU 1 dari KPH Purwakarta dimana kadar holoselulosa yang sedikit lebih rendah dibandingkan jati KU 1 dari KPH Purwakarta hanya Jati Platinum 8 tahun. Oleh karena itu, dapat diambil kesimpulan bahwa kandungan holoselulosa pada Jati Platinum mendekati jati konvensional dan diduga akan semakin rendah nilai kadar holoselulosa pada umur Jati Platinum 10 tahun.

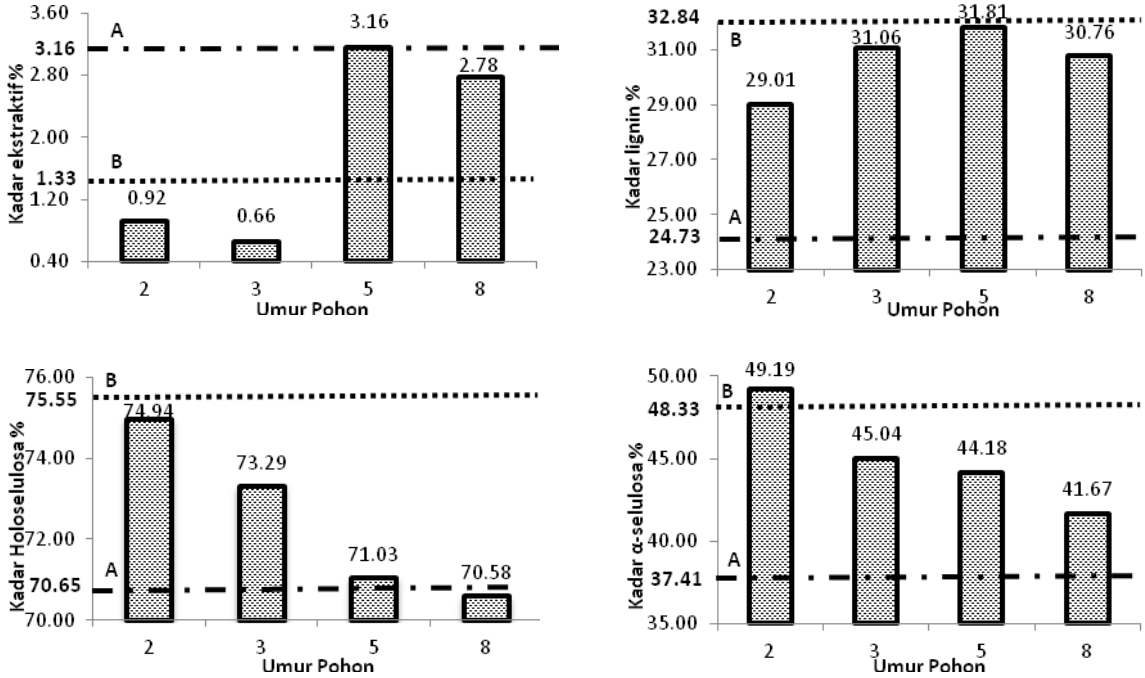
3.4 α-Selulosa

Kadar α-selulosa kayu Jati Platinum umur 3 dan 8 tahun menunjukkan terjadi penurunan, hasil yang sama ditunjukkan apabila digabungkan dengan Jati Platinum umur 2 dan 5 tahun terjadi penurunan kadar α-selulosa (Gambar 2). Walaupun persentase penurunan antar umur tidak dengan besaran nilai yang sama. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan Bedmansyah (2000) dan Mauludi (2000) dimana kadar α-selulosa mengalami peningkatan sejalan dengan bertambahnya umur pohon. Perbedaan ini terjadi diduga karena Jati Platinum merupakan jati hasil kultur jaringan dan radiasi sehingga tidak diketahui masing-masing klon dari indukan yang digunakan dalam pengembangan Jati Platinum ini. Oleh karena itu nilai yang dihasilkan agak berbeda dengan pola pada umumnya untuk kadar α-selulosa berdasarkan umur pohon. Hasil analisis sidik ragram pada taraf nyata 5% menunjukkan bahwa rata-rata kadar α-selulosa mempunyai pengaruh nyata terhadap umur

pohon, sedangkan hasil dari uji lanjut (Duncan) terlihat bahwa rata-rata kadar α-selulosa pada umur 2 tahun memiliki nilai tertinggi dan berbeda nyata dengan ketiga umur lainnya.

Analisis α-selulosa sering digunakan sebagai ukuran kadar selulosa murni dalam kayu, namun sebenarnya α-selulosa masih mengandung gula seperti mannan dan glukomanan yang tahan terhadap alkali (Achmadi, 1990), sehingga diperlukan penelitian lebih lanjut terkait kadar selulosa murni untuk Jati Platinum, agar dipastikan pola selulosa yang dihasilkan terhadap umur mirip dengan kadar α-selulosa yang dihasilkan atau berbeda. Menurut klasifikasi komponen kimia daun lebar Indonesia (Departemen Pertanian, 1967*)* Kayu Jati Platinum umur 2 dan 3 tahun memiliki kadar α-selulosa yang dikatergorikan tinggi dan umur 5 dan 8 tahun katergori sedang. Rendemen pulp dan kertas yang diperoleh dapat diperkirakan dari jumlah selulosa ini. Apabila kategori tinggi maka jumlah rendemen pulp dan kertas yang dihasilkan juga tinggi, berlaku juga untuk kategori sedang (Supartini, 2009). Menurut Kasmani *et al.,* (2011), pertambahan umur pohon berpengaruh terhadap penebalan dinding sel dari serat kayu yang mengakibatkan peningkatan persentase selulosa. Kondisi ini akan memberikan pengaruh yang baik dalam produksi pulp.

Dibandingkan dengan jati konvensional, kadar α-selulosa untuk kayu Jati Platinum cenderung di bawah Jati Rakyat 10 tahun kecuali Jati Platinum umur 2 tahun. Namun, α-selulosa Jati Platinum seluruh umur pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan jati KU 1 dari KPH Purwakarta. Hal ini mengindikasikan bahwa Jati Platinum memiliki nilai yang mendekati jati konvensional dari kandungan selulosa, sehingga pemanfaatan akhir dari kayu jati platinum dapat dipertimbangkan sebagaimana jati konvensional.



Keterangan:
A : Jati KU 1 dari KPH Purwakarta (Bedmansyah, 2000)
B : Jati Rakyat 10 tahun

Gambar 2. Grafik komponen kimia jati Platinum

4. Kesimpulan

Perubahan komponen kimia Jati Platinum pada umur 2 sampai 8 tahun secara statistika dipengaruhi oleh umur pohon. Khususnya pada komponen holoselulosa dan α-selulosa terlihat kecenderungan mengalami penurunan, apabila dibandingkan dengan jati konvensional terlihat bahwa kadar holoselulosa dan α-selulosa Jati Platinum lebih tinggi dari Jati KU 1 KPH Purwakarta, tetapi lebih rendah dan mendekati Jati Rakyat umur 10 tahun. Berdasarkan hasil tersebut dapat direkomendasikan bahwa kayu Jati Platinum dapat dimanfaatkan sebagaimana pemanfaatan pada kayu jati konvensional.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini dibiayai oleh DIPA 2015 Pusat Penelitian Biomaterial, LIPI. Ucapan terima kasih kami berikan kepada Sudarmanto, Jayadi, Ahmad Syahrir, Fazhar dan Asri Kurnia Sari atas bantuan teknis dalam penelitian ini.

Referensi

Achmadi, S. (1990). *Kimia Kayu*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas. Ilmu Hayat. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Bedmansyah. (2000). *Komponen Kimia Kayu Jati (Tectona gandis L. f.) pada Berbagai Kelas Umur dari KPH Purwakarta*. (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Berrocal, A., J. Baeza, J. Rodriguez, M. Espinosa, & J. Freer. (2004). Effect of Tree Age on Variation of Pinus Radiata D. Don Chemical Composition. *J.Chil.Chem. Soc, 49* (3), 251-256.

Departemen Pertanian. (1967). *Vedemacum Kehutanan Indonesia*. Balai Penjelidikan Kehutanan, Jakarta.

Dwiprabowo, H. (2008). Kajian Pasokan Kayu Perkakas di Propinsi Jawa Tengah dan DIY. *J. Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan, 5* (3), 203 – 215.

Fengel, D. & G. Wegener. (1995). *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Terjemahan Harjono Sastrohamijoyo. Yogyakarta: Gajah Mada University Press.

Haygeen, J. G. dan J. L. Browyer. (1996). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Terjemahan Sutjipto, A. H. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press

Kasmani, J.E., M.Nemati, A.Samariha, H.Chitsazi, N.S. Mohammade & H. Nosrati. 2011. Studying The Effect of The Age in *Eucalyptus camaldulensis* Species on Wood Chemical Compounds Used in Pulping Process. *American-Eurasian J. Agic. & Environ. Sci, 11*(6), 854-856.

Kusumaputri, S. (2012, Mei). Bangsawan Bongsor. *Majalah Trubus*, 510,p. 60 – 61.

Lukmandaru, G. (2009). Sifat Kimia dan Warna Kayu Teras Jati pada Tiga Umur Berbeda. *Jurnal Ilmu Kayu Tropis, 7*(1), 1-7.

Lukmandaru, G. & K. Takahashi. (2008). Variation In The Natural Termite Resistance Of Teak (*Tectona Gandis* Linn. Fil) Wood As A Function of Tree Age. *Ann. For, Sci 65*, 708p1-708p8.

Lukmandaru, G. & I.G.N.D. Sayudha. (2012). Komposisi Ekstraktif pada Kayu Jati juvenil. Dalam J. Sulistyo, *et. Al* (Ed.). Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIV : *Penguatan Pendidikan Berbasis Penelitian dalam Pengolahan Secara Tepat pada Kayu* (pp.361-366). Yogyakarta: Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia.

Mauludi, A.S. (2000). Komponen Kimia Kayu Jati (*Tectona gandis* L.f.) pada Berbagai Kelas Umur dari KPH Saradan. (Skripsi). Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor.

Mokushitsu Kagaku Jiken Manual. (2000). Japan, Japan Wood Research Society Publisher.

Ona, T., T. Sonada, K. Itoh & M. Shibata. (1997). Relationship of lignin content lignin monomeric composition and hemicelluloses composition in the same trunk sought by their within tree variations in *eucalyptus camaldulnsis* and *E. globulus*. *J. Holzforshung, 51*, 394-404.

Pasaribu, G., B. Sipayung, & G. Pari. (2007). Analisis Komponen Kimia Empat Jenis Kayu Asal Sumatera Utara . *J. Penelitian Hasil Hutan*, *25*(4), 327-333.

Pettersen, R. (1984). *Chemical Composition of Wood*. The Chemistry of Solid Wood. American Chemical Society, Washington D.C.

Pramasari, D.A., I. Wahyuni, D.S. Adi, Y. Amin, T. Darmawan, & W. Dwianto. (2015). Effect of Age on Chemical Component of Platinum Teak Wood – A Fast Gowing Teak Wood from LIPI. Dalam R.Hartono, *et al.,* (Ed.). Proceedings of The 6th International Symposium of Indonesian Wood Research Society: The Utilization of Biomass from Forest and Plantation for Environment Conservation Efforts (pp.211-216). Medan:Indonesian Wood Research Society.

Supartini. (2009). Komponen Kimia Kayu Meranti Kuning (*Shorea macrobalanos*). *J. Penelitian Dipterokarpa, 3*(2), 43-50.

Wahyudi, I., T. Priadi, & I.S. Rahayu. 2014. Karakteristik dan Sifat-Sifat Dasar Kayu Jati Unggul Umur 4 dan 5 Tahun Asal Jawa Barat. *J. Ilmu Pertanian Indonesia* (JIPI), *19* (1), 50 – 56.

Sifat Fisika - Kimia Briket Arang dari Limbah Serbuk Gergajian *Acacia mangium* Willd

Ahmad Harun H[a] dan J .P. Gentur Sutapa,[b,*]

[a]*Alumni Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Univeristas Gajah Mada, Yogyakarta*
[b]*Dosen Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta*

Abstract

The sawdust waste *Acacia mangium* from the sawmill is abundant and not used optimally. This research aimed to utilize sawdust waste *Acacia mangium* as renewable energy resources in the form of charcoal briquette, to determine the interaction of adhesive amount and pressing load, and also to determine the quality of the charcoal briquette produced from sawdust waste of *Acacia mangium*. This research conducted with a set of random sampling with two major factors namely the adhesive amounts variation (3%, 4%, and 5%) and press loads (2500 psi, 3000 psi and 3500 psi) with five replications. The waste sawdust *Acacia mangium* was carbonized at 400^{o}C for 3 hours. The charcoal briquette quality parameters consisted of the moisture content, specific gravity, heating value, ash content, volatile matter and fixed carbon. The best quality of charcoal briquettes was obtained from 5 % adhesive and press load of 3000 psi with 8.442 % moisture content, 0.700 of specific gravity, 7210.267 cal/g of heating value, 2.594 % of ash content, 6.314 % of volatile matter, and 82.649 % of fixed carbon.

Keywords : Amount Adhesive, Charcoal Briquette, Pressing Loads, Sawdust of *Acacia mangium*

* Korespondensi penulis. Tel.: 08121555129
E-mail:jpgentursutapa@ugm.ac.id.

1. Pendahuluan

Potensi biomassa berupa limbah serbuk gergajian kayu *Acacia mangium* di Provinsi Kalimantan Selatan terutama di Kabupaten Tanah Laut cukup besar. Hal ini dapat dilihat dengan luasnya areal tanaman kayu *Acacia mangium* di Kabupaten Tanah Laut pada areal konsesi Hutan Tanaman Industri (HTI) PT. Inhutani III adalah seluas 27.500 ha (Dinas Kehutanan,2011). Pada tahun 2012, di Kabupaten Tanah Laut Provinsi Kalimantan Selatan sebanyak 12.500 m^3 kayu *Acacia mangium* dari PT. Inhutani III Tanah Laut telah dimanfaatkan sebgai kayu gergajian oleh beberapa industri kayu gergajian di wilayah tersebut (BPPHP, 2012). Dari rendemen rata-rata kayu gergajian dengan bahan baku kayu bulat dari hutan tanaman berkisar antara 40-50% (Kemenhut, 2013) dan sisanya menjadi limbah. Tiga puluh persen dari limbah tersebut atau 15% dari total bahan baku adalah berupa serbuk gergaji (Sudrajat dan Pari, 2011), sehingga dari 12.500 m^3 kayu *Acacia mangium* diperkirakan akan diperoleh 5.000-6.250 m^3 kayu gergajian dengan limbah serbuk gergajian

Acacia mangium sebesar 1.500-1.875 m^3. Limbah yang berbentuk serbuk gergajian tersebut belum dimanfaatkan secara optimal sehingga menimbulkan masalah terhadap lingkungan.

Kondisi limbah serbuk gergajian kayu *Acacia mangium* yang jumlahnya cukup besar maka sangat penting untuk melakukan pemanfaatkan limbah tersebut secara optimal menjadi suatu produk yang lebih memiliki nilai dan manfaat. Salah satu upaya pemanfaatan limbah serbuk gergajian kayu *Acacia mangium* sebagai bahan baku pembuatan briket arang.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan penelitian

Bahan penelitian yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah limbah serbuk gergajian akasia mangium milik CV. Sama-Sama Bahagia di Desa Jilatan, Kecamatan Batu Ampar, Kabupaten Tanah Laut, Provinsi Kalimantan Selatan. Bahan perekat yang digunakan adalah tepung pati dengan jumlah bahan perekat 3%, 4% dan 5 % yang diencerkan dengan air 1:16 dari berat arang.

2.2 Metode penelitian

Pelaksanaan Penelitian ini secara umum meliputi proses penyiapan bahan baku, karbonisasi, pembuatan briket arang,dan pengujian kualitas briket arang limbah serbuk gergajian kayu *Acacia mangium*.

2.2.1 Penyiapan bahan baku

Tahap persiapan dilakukan dengan mengumpulkan limbah serbuk gergajian *Acacia mangium*kemudiandikeringkan di bawah sinar matahari hingga kadar air konstan.

2.2.2 Karbonisasi

Limbah serbuk gergajian *Acacia mangium* dikarbonisasi dengan retort pada suhu 400 °C, selama 3 jam. Arang yang diperoleh ditampung pada tempat yang sudah disediakan.

2.2.3 Pembuatan briket arang

Pembuatan arang menjadi briket menggunakan serbuk arang sebanyak 27 gram dicampur merata dengan bahan perekat 3%, 4%, dan 5%. Campuran tersebut selanjutnya dimasukkan dalam cetakan berbentuk silinder berdiameter 5,5 cm dan ditekan pada tekanan kempa 2500 psi, 3000 psi, dan 3500 psi selama 15 menit.

2.2.4 Pengujian briket arang

Pengujian mutu briket arang meliputi parameter kadar air, berat jenis, nilai kalor, kadar abu,kadar zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat. Sesuai dengan ASTM standar (ASTM 1979 dan ASTM 1985).

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengujian mutu briket arang limbah serbuk gergajian *Acacia mangium*dengan mengunakan perlakuan variasi jummlah perekat (3%, 4%, & 5%) dan tekanan kempa (2500 psi, 3000 psi, & 3500 psi. dapat dilihat pada Tabel 4. Data hasil penelitian ini selanjutnya

dibandingkan dengan standar kualitas briket arang Jepang, Inggis, dan Amerika yang ada di pasaran.

Tabel 4. Hasil pengujian mutu briket arang limbah serbuk gergajian *Acacia mangium*

Parameter	Sifat Fisika			Sifat Kimia		
	Kadar Air (%) (maksimal)	Berat Jenis (minimal)	Nilai Kalor (kal/g) (minimal)	Kadar Abu (%) (maksimal)	Zat Mudah Menguap (%) (maksimal)	Karbon Terikat (%) (minimal)
Jepang	6-8	1-1,2	6.000-7.000	3-6	15-30	60-80
Inggis	3-4	0,84	7300	8-10	16	75
USA	6	1	6500	18	19	58
A1B1	6,915 (J)	0,587	6828,877 (JA)	2,516 (JA)	11,246 (IA)	79,322 (JIA)
A1B2	7,261 (J)	0,613	6863,035 (JA)	2,998 (JA)	12,408 (IA)	77,333 (JIA)
A1B3	7,720 (J)	0,653	7406,453 (JIA)	2,184 (JA)	15,702 (JIA)	74,394 (JA)
A2B1	7,550 (J)	0,65	6728,296 (JA)	3,603 (JA)	15,296 (JIA)	73,550 (JA)
A2B2	6,386 (J)	0,592	7486,635 (JIA)	2,518 (JA)	17,569 (JA)	73,526 (JA)
A2B3	5,880 (A)	0,62	6734,130 (JA)	2,251 (JA)	16,890 (JA)	74,980 (JA)
A3B1	7,168	0,658	7051,970 (JA)	2,396 (JA)	17,240 (JA)	73,196 (JA)
A3B2	8,442	0,7	7210,267 (JA)	2,594 (JA)	6,314 (IA)	82,649 (JIA)
A3B3	9,061	0,702	7269,260(JA)	2,366 (JA)	12,902 (IA)	75,671 (JIA)

Keterangan:
A1 : Perekat 3% B1 : Tekanan 2.500 psi J:standarJepang
A2 : Perekat 4% B2 : Tekanan 3.000 psi I:standarInggis
A3 : Perekat 5% B3 : Tekanan 3.500 psi A:standarAmerika

Selanjutnya dari analisis lebih lanjut diperoleh perbedaan sangat nyata untuk beberapa parameter kualitas briket arang dari limbah serbuk gergajian *Acacia mangium* yang ditunjukkan pada Tabel 5.

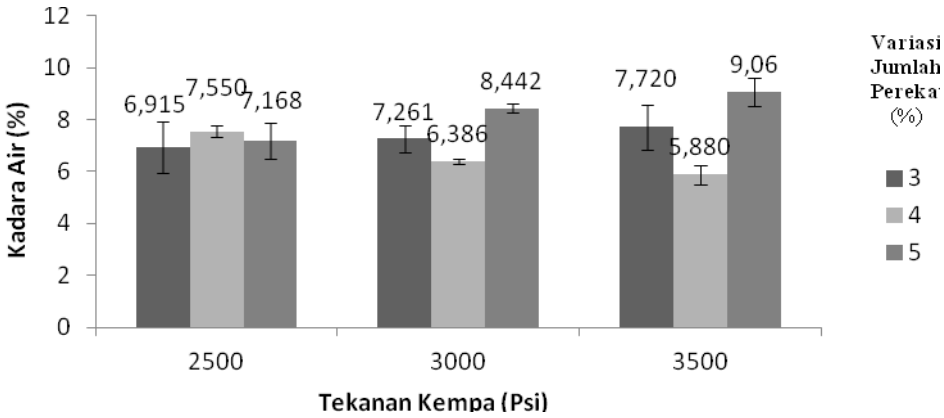
Tabel 5. Analisis keragraman beberapa parameter kualitas briket arang

Parameter Kualitas briket arang	Varians		
	Jumlah Perekat	Tekanan Kempa	Interaksi
Kadar Air	**	ns	**
Berat Jenis	**	ns	ns
Nilai Kalor	ns	ns	ns
Kadar Abu	*	**	**
Kadar Zat Mudah Menguap	**	**	**
Kadar Karbon Terikat	**	**	**

Keterangan :
* : Berpengaruh nyata pada taraf 1%
** : Berpengaruh nyata pada taraf 5%
ns : Tidak berpengaruh nyata

3.1. Kadar air

Berdasarkan hasil pengujian kadar air briket arang serbuk gergajian akasia nilai rata-rata kadar air briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* sebesar 7,38% dengan kisaran 5,88% hingga 9,06%. Kadar air paling rendah dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 4% dengan tekanan kempa 3.500 psi dan kadar air tertinggi dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 5% dengan tekanan kempa 3.500 psi.



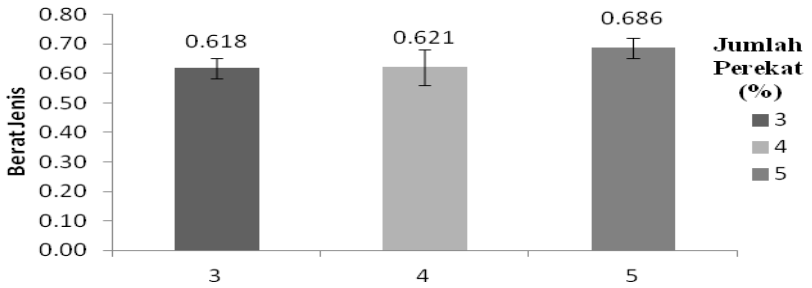
Gambar 1. Pengaruh interaksi variasi jumlah perekat dan tekanan kempa terhadap nilai rata-rata kadar air briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium*

Pada Gambar 1 dapat dilihat bahwa penambahan jumlah perekat cenderung meningkatkan nilai kadar air briket arang. Hal ini disebabkan karena perekat pati yang digunakan masih mengandung air sehingga air yang terkandung dalam perekat akan masuk dan terikat dalam pori briket arang. Pernyataan tersebut diperkuat oleh Lestari *et al.*, (2010) yang menyatakan bahwa semakin tinggi jumlah perekat maka semakin tinggi pula kadar airnya.

3.2. Berat jenis

Berdasarkan hasil pengujian berat jenis briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* menunjukkan bahwa rata-rata berat jenis briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* sebesar 0,64 dengan kisaran 0,59 hingga 0,70. Berat jenis paling rendah dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 3% dengan tekanan kempa 2.500 psi dan berat jenis tertinggi dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 5% dan tekanan kempa 3.500 psi.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan jumlah perekat meningkatkan berat jenis briket arang. Hal ini disebabkan penambahan jumlah perekat yang semakin tinggi akan menyebabkan bahan perekat masuk dan terikat dalam pori briket arang semakin banyak maka kerapatan briket arang yang dihasilkan akan semakin tinggi.



Gambar 3. Pengaruh jumlah perekat terhadap nilai rata-rata berat jenis briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium*

Apabila dibandingkan dengan standar kualitas briket arang dari Jepang, Inggis dan Amerika, berat jenis briket serbuk gergajian *Acacia mangium* belum memenuhi standar

Jepang (minimal 1-1,2), standar Amerika (minimal 0,84) dan standar Inggis (minimal 1), hal ini disebabkan karena sifat bahan baku briket arang itu sendiri adalah *Acacia mangium* yang memiliki berat jenis sedang, dengan rata-rata 0,61 (0,43-0,66) (Mandang dan Pandit, 1997), hal ini didukung pernyataan Hartoyo dan Nurhayati (1976) bahwa berat jenis bahan baku akan mempengaruhi kualitas berat jenis briket arang yang dihasilkan.

3.3. Nilai kalor

Nilai kalor sangat menentukan kualitas briket arang. Semakin tinggi nilai kalor briket arang, semakin baik pula kualitas briket arang yang dihasilkan (Wijayanti, 2009). Berdasarkan hasil pengujian nilai kalor briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium*, rata-rata nilai kalor briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* sebesar 7.064,33 kal/gram dengan kisaran 6.728,29 kal/g hingga 7.486,64 kal/g. Nilai kalor paling rendah dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 4% dengan tekanan kempa 2.500 psi dan nilai kalor tertinggi dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 4% dan tekanan kempa 3.000 psi.

Hasil pengujian nilai kalor briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* bila dibandingkan dengan standar kualitas briket arang dari Jepang, Inggis dan Amerika. Nilai rata-rata briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* telah memenuhi standar jepang (minimal 6000-7000 kal/g) dan amerika (minimal 6500 kal/g),Namun belum memenuhi standar inggis (minimal 7300 kal/g). Hal ini disebabkan karena sifat bahan baku briket arang itu sendiri adalah *Acacia mangium* yang memiliki kerapatan sedang, yaitu rata-rata 690 kg/m^3(Haruni *et al.,* 2011). Kerapatan kayu berpengaruh terhadap nilai kalor seperti yang dikemukakan oleh Sudrajat (1983) bahwa briket arang dari kayu berkerapatan tinggi menghasilkan nilai kalor yang tinggi sedangkan kayu yang berkerapatan rendah akan menghasilkan briket arang yang menghasilkan nilai kalor rendah.

3.4.Kadar abu

Berdasarkan hasil pengujian kadar abubriket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* menunjukkan rata-rata kadar abubriket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* sebesar 2,60% dengan kisaran 2,18% hingga 3,60%. Kadar abu paling rendah dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 3% dengan tekanan kempa 3.500 psi dan kadar abu tertinggi dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 4% dengan tekanan kempa 2.500 psi.

Hasil pengujian rata-rata kadar abu briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* yang dihasilkan yaitu sebesar 2,60 % tergolong rendah, hal ini mengacu pada pernyataan Earl (1974) bahwa kadar abu tinggi apabila nilainya diatas 4%. Kadar abu dalam penelitian ini tergolong rendah karena diduga bahan baku yang digunakan briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* mengandung mineral yang rendah. Sesuai pernyataan Usman (2007) bahwa nilai kadar abu dipengaruhi oleh kandungan mineral yang terdapat pada bahan baku, semakin rendah kandungan mineral pada bahan baku semakin rendah pula nilai kadar abu briket arang yang dihasilkan.

3.5. Kadar zat mudah menguap (volatile matter)

Berdasarkan hasil pengujian kadar zat mudah menguap briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* menunjukkan rata-ratakadar zat mudah menguap briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* sebesar13,952% dengan kisaran 6,31% hingga 17,57%. Kadar zat mudah menguap paling rendah dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 5% dengan tekanan kempa 3.000 psi dan kadar zat mudah menguap tertinggi dihasilkan dari kombinasi faktor variasi jumlah perekat 4% dengan tekanan kempa 3.000 psi.

Kadar zat mudah menguap yang dihasilkan pada penelitian ini cenderung menurun dengan bertambahnya jumlah perekat yang digunakan, hal ini sesuai penyataan Suarez (2013) bahwa nilai kadar zat mudah menguap cenderung menurun dengan bertambahnya jumlah perekat. Briket arang yang baik, diharapkan memiliki kadar zat mudah menguap serendah mungkin, karena efek negatif kadar zat mudah menguap yang tinggi adalah banyaknya asap pada waktu pembakaran briket arang sehingga mengganggu pernafasan (Wati, 2008). Rendahnya kadar zat mudah menguap berpengaruh pada tingginya kadar karbon terikat semakin rendah zat mudah menguap semakin tinggi kadar karbon yang terikat sehingga nilai kalor yang dihasilkan akan semakin tinggi.

3.6. Kadar karbon terikat

Berdasarkan hasil pengujian kadar karbon terikat briket arang limbah serbuk gergajian *Acacia mangium* nilai rata-rata kadar karbon terikat briket arang limbah serbuk gergajian *Acacia mangium* sebesar 76,07% dengan kisaran 73,19% hingga 82,65%. Kadar karbon terikat paling rendah dihasilkan dari kombinasi faktor konsentrasi perekat 5% dengan tekanan kempa 2.500 psi dan kadar karbon terikat tertinggi dihasilkan dari kombinasi faktor konsentrasi perekat 5% dan tekanan kempa 3.000 psi. Hasil pengujian kadar karbon terikat ditunjukkan data pada Tabel 5.

Nilai kandungan karbon terikat briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* pada penelitian ini cukup tinggi hal ini diduga dipengaruhi oleh nilai zat mudah menguap dan kadar abu. Menurut Nurhayati (1976) menyatakan bahwa semakin rendah kadar zat mudah menguap maka semakin tinggi nilai karbon terikat, begitu pula sebaliknya. Demikian juga bila kadar abu rendah maka semakin tinggi kadar karbon terikatnya.

4. Kesimpulan

Interaksi antara faktor variasi jumlah perekat dengan tekanan kempa berpengaruh sangat nyata terhadap kadar air, kadar abu, zat mudah menguap, dan kadar karbon terikat. Kombinasi perlakuan jumlah perekat 5% dan tekanan kempa 3000 psi menghasilkan briket arang dengan kualitas terbaik. Pengujian sifat fisik-kimia briket arang serbuk gergajian *Acacia mangium* menunjukkan hasil rata-rata kadar air sebesar 7,38%; rata-rata berat jenis 0,64, rata-rata nilai kalor 7064,33 kal/gram, rata-rata kadar abu 2,60%, rata-rata kadar zat mudah menguap 13,95%, dan rata-rata kadar karbon terikat 76,07%.

Referensi

BPPHP Wilayah XI.(2012). *Laporan Bulanan Bina Iuran Kehutanan dan Peredaran Hasil Hutan Pada BPPHP.XI Banjarbaru. Bulan Januari sampai dengan November 2012*. Balai Pemantauan Pemanfaatan Hutan Produksi Wilayah XI. Banjarbaru.

Dinas Kehutanan Provinsi Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan. (2011). *Statistik Dinas Kehutanan Provinsi Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2010*. Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Selatan.

Earl, D.E., & A. Meyer (1974). *A Report onCharcoal*. Food And Agiculture Organization of United Nations. Rome.

Haruni K., K. Maarit, & K.Markku. (2011). *Acacia mangium* Willd.Ekologi, Silvikultur dan Produktivitas.Center for International Forestry Research. Bogor.

Haygeen, J.G., & J. L. Bowyer. (1989). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar*. Diterjemahkan oleh Sutjipto A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.

KEMENHUT. (2012). *Statistik Kehutanan Indonesia 2011*. Kementrian Kehutanan Republik Indnesia. Jakarta.

KEMENHUT. (2013). *Peraturan Direktur Jendral Bina Usaha Kehutanan Nomor P.9/VI-BPHH/2013 tentang Rendemen Kayu Olahan Industri Primer Hasil Hutan*. Kementrian Kehutanan Republik Indonesia. Jakarta.

Kholik, A. (2002). Pengaruh Jenis Serbuk Gergaji dan Ukuran Serbuk Arang Terhadap Kualitas Briket arang. (Skripsi). Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Lestari, L., Y. Aripin, Zainuddin, Sukmawati, & Marliana. (2010). Analisis Kualitas Briket Arang Tongkol Jagung yang Menggunakan Bahan Perekat Sagu dan Kanji. *Jurnal Aplikasi Fisika*, *6* (2), 93-96

Mandang, Y & I.K.N Pandit. (1997). *Pedoman Identifikasi Jenis Kayu Di lapangan*. Yayasan Prosea Bogor dan Pusat Diklat Pegawaidan Sumber Daya Manusia Kehutanan.Bogor.

Nurhayati. (1976). *Nilai Kalor Beberapa jenis Kayu di Indonesia dan Hubungannya Dengan Berat Jenis*. Laporan Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, No.169, Bogor.

Pari, G. (2002). *Teknologi Alternatif Pemanfaatan Limbah Industri Pengolahan Kayu*. Makalah Falsafah Sains. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Suarez, I. (2013). Pengaruh variasi tekanan kempa dan jumlah perekat terhadap sifat fisika-kimia briket arang dari kayu sikkam (*Bischofia javanica)*. Skripsi S1 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan)

Sudrajat, R. & G. Pari. (2011). *Arang Aktif: Teknologi Pengolahan dan Masa Depannya*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta

Usman, M.N. (2007). Mutu Briket Arang Kulit Buah Kakao Dengan Menggunakan Kanji Sebagai Perekat.*Jurnal Perennial*, *3*(2), 55-58.

Wati, E.P. (2008). *Pengaruh Variasi Tekanan Kempa dan Presentase Perekat Terhadap Sifat Fisika-Kimia Briket Arang Dari Limbah Kulit Buah Durian (Durio sp.)*. Skripsi S1 Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta (Tidak dipublikasikan)

Wijayanti, D.S. (2009). *Karakteristik Briket Arang Dari Serbuk Gergaji dengan Penambahan Arang Cangkang Kelapa Sawit*. Universitas Sumatra Utara.

Rendemen dan Sifat Fisik Pulp Sulfat Kayu Gubal dan Teras Mangium (*Acacia mangium* Willd.) Asal Merauke pada Tiga Konsentrasi Alkali Aktif

Siti Hanifah Mahdiyanti* dan Sri Nugoho Marsoem

Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada,
Jl. Ago No.1 Bulaksumur Yogyakarta55281

Abstract

Acacia mangium, originated from Queensland, ussually is used as raw material in pulp and paper in Indonesia. Actually, Indonesia has its original *A mangium* distributed in Papua natural forest. Characteristics of sulfate pulp of *A mangium* especially from natural forest from Merauke Papua was examined. This study was to acquire the effect of heartwood and sapwood, active alkali concentration, and their interaction in order to determine the appropriate treatment in sulfate pulping. This study used a complete randomized design with two factorial factors: (1) heartwood and sapwood, and (2) active alkali concentration. *A mangium* trunk was chipped and their heartwood and sapwood was separated. Each heartwood and sapwood chips was cooked in sulfate process with three different active alkali concentrations, i.e. 12%, 14%, and 16%. The result showed that *A mangium* from Merauke, Papua can be treated in sulfate pulping with active alkali concentration of 14% and exhibited significant effect into screened yield and Kappa number. Sulfate *pulping* of *A mangium* resulted screened yield of 26.38 – 45.22% and Kappa number of 9.64 – 25.50. Heartwood and sapwood showed significant effect on all pulp sheet testing parameters. The paper from sapwood resulted burst index of 2.58 – 3.02 kPa.m^2/g; tensile index of 35.44 – 37.71 Nm/g; and tear index of 2.91 – 4.95 mN.m^2/g, while heartwood ones resulted burst index of 3.20 – 3.2 kPa.m^2/g; tensile index of 52.07 – 60.70 Nm/g; and tear index of 5.98 – 7.06 mN.m^2/g. Interaction between wood parts (heartwood and sapwood) and active alkali concentration showed significant effect on Kappa number.

Keywords: *Acacia mangium*, Heartwood and sapwood, Merauke, active alkali concentration, Sulfate pulp properties

*Korespondensi Penulis. Tel.: +62812-3502-9041.
E-mail: siti.hanifah.m@mail.ugm.ac.id

1. Pendahuluan

Kayu *Acacia mangium* yang dikembangkan dalam Hutan Tanaman Industri (HTI) di seluruh Indonesia berasal dari benih asal Queensland, Australia (Simon dan Arisman, 2004), padahal Indonesia juga memiliki *Acacia mangium* asli yang terdistribusi secara berkelompok di hutan alam Indonesia bagian timur, yaitu di Kepulauan Aru, Seram, dan Papua (Soekotjo, 2004), namun sifat-sifatnya sebagai bahan baku pulp dan kertas belum diuji. Tumbuhan

berkayu dengan jenis yang sama dapat memiliki karakteristik tertentu yang berbeda satu dengan yang lainnya. Perbedaan tersebut diantaranya terdapat pada tapak dan genetik yang mempengaruhi variasi sifat dan karakteristik tumbuhan berkayu dari jenis yang sama (Bowyer *et al*., 2007).

Kayu *A mangium* yang dikembangkan di HTI dengan *A mangium* yang tumbuh di hutan alam di Papua diduga memiliki sifat yang berbeda satu sama lain karena perbedaan tapak, walaupun masih dalam satu spesies. Sumber benih *A mangium* untuk HTI yang berasal dari Queensland merupakan provenans yang berbeda dengan *A mangium* yang berasal dari hutan alam Papua. Perbedaan-perbedaan tersebut selain memberikan perbedaan sifat pada kayunya, juga dapat memberikan hasil yang berbeda pada produk hasil pengolahan yang berbahan baku kayu tersebut, di antaranya produk pulp dan kertas. Bahan baku kayu memiliki karakteristik yang unik seperti adanya bagian kayu gubal dan teras yang dibedakan utamanya pada kandungan kimianya. Terdapat perbedaan kandungan kimia pada kayu teras dan gubal yang memiliki pengaruh signifikan pada produk pulp dan kertas yang dihasilkan (Sjöström, 1998). Bagian teras umumnya mengandung kadar ekstraktif yang lebih tinggi dibandingkan dengan bagian gubal. Bagian kayu gubal dan teras akan berinteraksi dengan larutan kimia yang digunakan pada proses *pulping* karena berhubungan dengan kadar ekstraktif yang terkandung dalam kayu teras. Hal tersebut mengurangi efektifitas dan dapat meningkatkan konsumsi bahan kimia sehingga akan menurunkan rendemen dan menghasilkan pulp dengan warna gelap yang akan mempengaruhi proses bleaching (Esteves *et al*., 2005).

Faktor bahan kimia dalam proses pengolahan pulp sulfat mempengaruhi karakteristik pulp yang dihasilkan. Penggunaan konsentrasi bahan kimia yang terlalu tinggi dapat meningkatkan degradasi selulosa, meningkatkan biaya produksi, serta dapat meningkatkan pencemaran (Fengel dan Wegener, 1995). Salah satu faktor bahan kimia yaitu konsentrasi alkali aktif erat hubungannya dengan pemanfaatan energi, biaya yang harus dikeluarkan untuk bahan pemasak, serta banyaknya *reject*. Selain itu, konsentrasi alkali aktif juga merupakan salah satu faktor dalam pemasakan pulp sulfat yang paling berpengaruh terhadap rendemen dan bilangan Kappa (Rosli *et al*., 2009). Berdasarkan pertimbangan mengenai konsentrasi alkali aktif serta bagian gubal dan teras kayu, maka dalam penelitian ini akan dilakukan pemasakan pulp mengunakan proses sulfat dengan variasi konsentrasi alkali aktif yang lebih rendah daripada *pulping* sulfat konvensional yaitu 12% dan 14%, sedangkan untuk kontrol menggunakan konsentrasi alkali aktif 16%, serta bagian kayu dipisahkan bagian gubal dan terasnya. Penurunan konsentrasi alkali aktif dan pemisahan bagian kayu gubal dan teras tersebut bertujuan untuk mengetahui pengaruhnya terhadap rendemen dan sifat fisik pulp sulfat *A mangium* asal Merauke.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan penelitian

Bahan baku yang akan digunakan untuk penelitian adalah disk dari tiga pohon mangium (*Acacia mangium* Willd.) yang diperoleh dari hutan alam Merauke – Papua melalui PT. MIL (Medcopapua Industri Lestari) di Buepe, District Okaba, Merauke, Papua. Bahan baku yang diperoleh berbentuk disk dari batang utama.

Bahan baku dibuat serpih (*chips*) dengan cara memotong kayu menjadi balok-balok kecil berukuran panjang 10 cm, lebar 3 cm dan tinggi 3 cm. Arah panjang ini mengikuti arah sumbu tangensial pohon, sedang arah lebar balok mengikuti sumbu longitudinal pohon. Balok-balok kayu kecil tersebut kemudian disayat sehingga didapatkan serpih berukuran panjang 3 cm, lebar 3 cm dan tebal 2-3 mm. Dalam penelitian ini, serpih dipisahkan ke dalam 2 bagian yaitu kayu teras dan gubal berdasarkan perbedaan warna. Kayu yang digunakan dalam penelitian ini, terdapat perbedaan warna pada bagian kayu teras dan kayu gubal. Bagian kayu gubal berwarna lebih terang daripada kayu teras. Serpih yang pada salah satu sisinya terdapat bagian gubal dan sisi lainnya terdapat bagian teras tidak digunakan dalam penelitian ini.

2.2 Metode penelitian dengan pulping sulfat

Proses pemasakan kayu menjadi pulp dengan proses sulfat menggunakan larutan pemasak yang terdiri dari natrium hidroksida (NaOH) dan natrium sulfida (Na_2S). Proses pemasakan diawali dengan perendaman bahan baku ke dalam larutan pemasak selama sekitar 15 menit. Perendaman ini bertujuan agar kondisi bahan baku menjadi homogen sebelum dimasak. Setelah perendaman, bahan baku dan larutan pemasak dimasukkan ke dalam digester hingga mencapai suhu 170^{o}C. Setelah mencapai suhu tersebut, kran pengurang tekanan dibuka sekitar 10 detik untuk mengeluarkan tekanan udara semu dalam digester dan ditutup kembali setelahnya. Suhu pemasakan dijaga konstan pada 170^{o}C, sedangkan tekanan dijaga tetap pada kisaran 5 – 7 atm selama 2 jam.

2.3 Pengujian sifat fisik dan bilangan kappa

Pada penelitian ini sifat fisik yang akan diuji meliputi kekuatan sobek, kekuatan tarik dan kekuatan jebol. Sebelum diuji, lembaran pulp disiapkan sesuai dengan cara penyediaan lembaran pulp untuk uji sifat fisik sesuai dengan prosedur SNI 14-0489-1989-A. Pengujian kekuatan tarik dilakukan sesuai dengan prosedur SNI 14-0437-1989-A. Pengujian kekuatan sobek dilakukan sesuai dengan prosedur SNI 14-0436-1989. Contoh uji dan pengujian kekuatan jebol dipersiapkan sesuai dengan SNI 14-0489-1989.

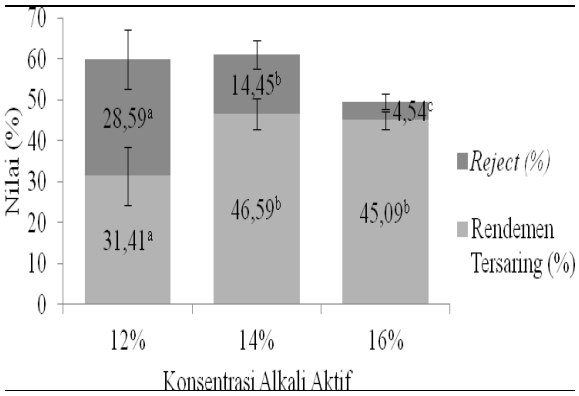
Bilangan kappa adalah bilangan yang menunjukkan banyaknya larutan kalium permanganat 0,1 N yang diserap oleh satu gram berat pulp kering tanur. Perlakuan ini dipakai untuk menentukan tingkat kematangan dan derajat delignifikasi pulp kimia dan semikimia belum putih maupun setengah putih. Penentuan bilangan kappa dilakukan menurut prosedur SNI 14-0494-1989-A.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Rendemen pulp

Rerata rendemen tersaring pulp sulfat *A mangium* pada kedua bagian kayu teras dan gubal dalam penelitian ini yaitu 41,03% dengan kisaran 26,38 – 47,96%. Hasil ini lebih rendah daripada rendemen pulp sulfat *A mangium* menurut Xue *et al*. (2001) yaitu 50,15%, dan Marsoem (2004) yaitu 51,55%, namun kisaran penelitian ini mendekati kisaran penelitian pulp sulfat Rosli *et al*. (2009) yaitu 37,6 – 43,2%. Uji keragraman (Anova) menunjukkan bahwa interaksi antara bagian kayu gubal dan teras dengan konsentrasi alkali aktif pada

pemasakan pulp sulfat *A.mangium* asal Merauke ini tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap rendemen pulp yang dihasilkan. Faktor bagian kayu gubal dan teras secara mandiri juga tidak memberikan pengaruh signifikan, namun konsentrasi alkali aktif memberikan pengaruh signifikan pada taraf uji 0,05 terhadap rendemen pulp sulfat yang dihasilkan.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi alkali aktif terhadap rendemen dan *reject* pulp *A mangium*

Rendemen tersaring pulp pada pemasakan dengan konsentrasi alkali aktif 14% baik pada bagian gubal (47,96%) maupun teras (45,22%) menunjukkan nilai yang lebih tinggi daripada rendemen tersaring pulp pada pemasakan dengan konsentrasi alkali aktif 12% dan 16%. Kedua nilai tersebut juga masih lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian *A mangium* Sumatera oleh Bahar *et al*., (1996) dengan konsentrasi alkali aktif 13% dan sulfiditas 22,5% sebesar 44,5% dan rendemen tersaring penelitian *A.auriculiformis* oleh Jahan et al., (2007) dengan konsentrasi alkali aktif 14% dan sulfiditas 25% sebesar 41,7%, serta rendemen tersaring *A. mangium* Malaysia oleh Rosli *et al*. (2009) dengan konsentrasi alkali aktif 13% dan sulfiditas 25% yaitu sebesar 37,5%. Hal tersebut menunjukkan bahwa pemasakan pulp sulfat *A mangium* asal Merauke pada penelitian ini dapat menghasilkan rendemen tersaring yang cukup baik pada kedua bagian kayu. Apabila dilihat dari nilai bilangan Kappa, bagian gubal yang memiliki nilai bilangan Kappa yang lebih rendah menunjukkan tingkat kematangan pulp yang lebih baik dibandingkan dengan bagian teras.

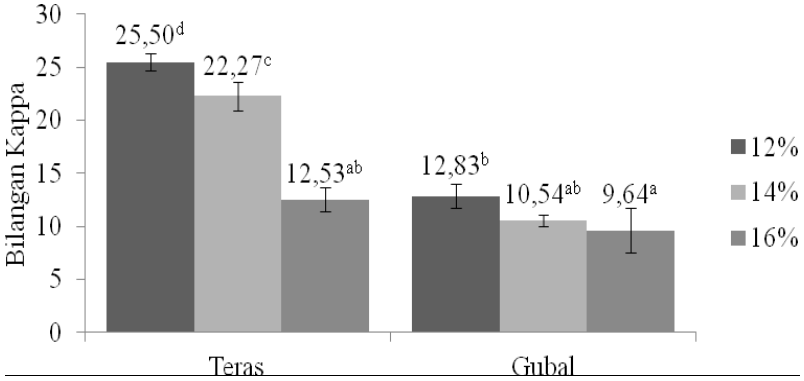
Rendemen total pulp yang diperoleh dari jumlah rendemen tersaring dan *reject* juga cenderung menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi alkali aktif. Hasil yang sama ditunjukkan pada penelitian *A. nilotica* oleh Lukmandaru *et al*. (2002). Konsentrasi alkali aktif akan meningkatkan rendemen tersaring sampai batas tertentu dan menurunkan rendemen sisa, rendemen total, dan bilangan Kappa pulp (Lukmandaru *et al*., 2002). Hasil tersebut diperkuat oleh pendapat Fengel dan Wegener (1995) dan Sjöström (1998) bahwa tingkat konsentrasi alkali aktif yang tinggi akan menyebabkan proses *pulping* berjalan dengan cepat, namun seiring dengan meningkatnya kecepatan proses, degradasi lignin tidak dapat dihindari dan kerusakan selulosa akan semakin besar.

3.2 Bilangan kappa

Nilai bilangan Kappa bagian gubal pada penelitian ini memiliki nilai yang lebih rendah (9,64 – 12,83) dibandingkan dengan bagian teras (12,53 – 25,5). Hasil ini serupa dengan penelitian Haroen dan Dimyati (2006) pada *pulping* sulfat *A.mangium* Banten bahwa bagian gubal memiliki nilai bilangan Kappa yang lebih rendah daripada bagian teras. Hal tersebut

menunjukkan bahwa bagian gubal dapat diproses dengan lebih baik dan memberikan hasil yang lebih matang dibandingkan dengan *pulping* pada bagian teras, dan bagian gubal mengandung lignin yang lebih sedikit daripada bagian teras.

Hasil analisis varian bilangan Kappa menunjukkan bahwa interaksi antara faktor konsentrasi alkali aktif dan bagian kayu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap nilai bilangan Kappa pada taraf uji 0,01. Faktor konsentrasi alkali aktif dan bagian kayu secara mandiri juga berpengaruh signifikan terhadap nilai bilangan Kappa pada taraf uji 0,01. Uji lanjut HSD memberikan hasil bahwa faktor konsentrasi alkali aktif berpengaruh signifikan pada ketiga konsentrasi, yaitu 12%, 14%, dan 16%.

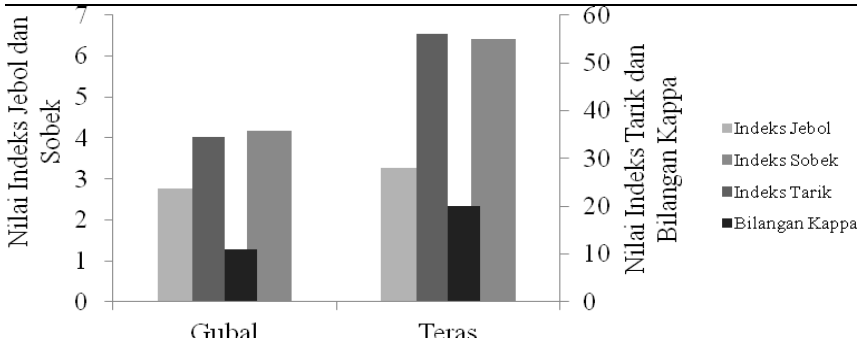


Gambar 2. Interaksi antara konsentrasi alkali aktif dan bagian kayu terhadap bilangan Kappa pulp *A mangium*

Nilai bilangan Kappa semakin menurun seiring dengan peningkatan konsentrasi alkali aktif, baik pada bagian teras maupun bagian gubal, dimana pada bagian gubal memiliki nilai bilangan Kappa yang lebih rendah dibandingkan dengan bagian teras. Hasil tersebut memperlihatkan bahwa bagian kayu gubal pada ketiga konsentrasi alkali aktif menunjukkan tingkat kematangan yang lebih baik dibandingkan dengan bagian teras. Selain itu, nilai uji anova pada bagian gubal dengan konsentrasi alkali aktif 16% tidak menunjukkan perbedaan signifikan dengan konsentrasi alkali aktif 14%.

3.3 Sifat fisik lembaran pulp

Nilai rerata indek jebol pada bagian kayu teras yaitu 3,27 kPa.m^2/g lebih tinggi daripada nilai indek jebol pada bagian kayu gubal yaitu 2,75 kPa.m^2/g. Kedua nilai tersebut memenuhi standar SNI yang mensyaratkan nilai indek jebol pulp sulfat kayu daun sebesar 2,0 kPa.m^2/g. Nilai rerata indek jebol tertinggi terdapat pada lembaran pulp bagian teras dengan konsentrasi alkali aktif 12% yaitu sebesar 3,32 kPa.m^2/g, sedangkan nilai terendah terdapat pada lembaran pulp bagian gubal dengan konsentrasi alkali aktif 12% yaitu sebesar 2,58 kPa.m^2/g. Oleh karena rendemen pulp pada konsentrasi alkali aktif 12% masih rendah, maka *pulping* sulfat yang dapat menghasilkan rendemen tersaring dan kekuatan jebol yang tinggi yaitu *pulping* sulfat menggunakan bagian teras dengan konsentrasi alkali aktif 14%.



Gambar 2. Hubungan bagian kayu gubal dan teras terhadap bilangan Kappa dan sifat fisik pulp *A. mangium*

Nilai rerata indek tarik pada bagian kayu teras yaitu 56,09 Nm/g lebih tinggi daripada nilai indek jebol pada bagian kayu gubal yaitu 34,54 Nm/g. Kedua nilai tersebut memenuhi standar SNI yang mensyaratkan nilai indek tarik pulp sulfat kayu daun sebesar 30 Nm/g dan menunjukkan bahwa *pulping* sulfat *A.mangium* pada kedua bagian kayu tersebut menghasilkan pulp dengan nilai indek jebol yang baik. Nilai rerata indek sobek pada bagian kayu teras penelitian ini yaitu 6,41 $mN.m^2/g$ lebih tinggi daripada nilai indek jebol pada bagian kayu gubal yaitu 4,18 $mN.m^2/g$. Nilai indek sobek pada bagian teras memenuhi standar SNI yang mensyaratkan nilai indek tarik pulp sulfat kayu daun sebesar 5,0 $mN.m^2/g$, namun pada bagian gubal tidak termasuk dalam standar ini. Hal ini menunjukkan bahwa *pulping* sulfat kayu *A mangium* pada bagian kayu teras menghasilkan pulp dengan nilai indek jebol yang lebih baik daripada bagian gubal.

Fatriasari dan Hermiati (2006) menerangkan bahwa indek jebol dan tarik erat kaitannya dengan nilai Runkel ratio. Nilai Runkel ratio pada bagian gubal lebih tinggi (0,905) daripada bagian teras (0,770), serta menunjukkan hasil uji fisik lembaran pulp dengan nilai indek jebol dan tarik pada bagian gubal yang lebih rendah dibandingkan dengan bagian teras. Jika nilai indek jebol, tarik, dan sobek *A mangium* asal Merauke dibandingkan dengan penelitian *A mangium* Banten oleh Haroen dan Dimyati (2006), maka hasil penelitian *A mangium* asal Merauke menunjukkan nilai yang lebih rendah pada indek jebol dan tarik. Hal tersebut disebabkan oleh nilai Runkel ratio *A mangium* Banten penelitian Haroen dan Dimyati (2006) lebih rendah (bagian gubal 0,50 dan bagian teras 0,45) daripada penelitian *A mangium* asal Merauke ini. Namun pada nilai indek sobek, penelitian *A mangium* asal Merauke bagian teras menunjukkan nilai yang lebih tinggi daripada penelitian *A mangium* Banten oleh Haroen dan Dimyati (2006).

Nilai Muhlsteph ratio juga berpengaruh terhadap kekuatan lembaran pulp, seperti pernyataan Aprianis dan Rahmayanti (2008) bahwa semakin kecil perbandingan Muhlsteph maka kerapatan lembaran pulp yang dihasilkan akan semakin tinggi dengan sifat kekuatan yang semakin tinggi pula. Nilai perbandingan Muhlsteph yang lebih tinggi pada bagian gubal dibandingkan dengan bagian teras pada penelitian ini menunjukkan bahwa kekuatan lembaran pulp bagian teras lebih tinggi pada bagian gubal, baik pada nilai indek jebol, tarik, maupun sobek. Kelas kualitas yang ditunjukkan pada bagian teras pada nilai perbandingan Muhlsteph juga lebih tinggi dibandingkan dengan bagian gubalnya, yaitu II pada bagian teras dan III pada bagian gubal.

4. Kesimpulan

Rendemen pulp sulfat dan sifat fisik pulp terbaik dapat dicapai pada pemasakan pulp bagian teras dengan konsentrasi alkali aktif 14% serta menghasilkan indek jebol 3,28 kPa.m^2/g, indek tarik 60,70 Nm/g, dan indek sobek 7,06 mN.m^2/g. Bagian kayu teras dan gubal *A mangium* asal Merauke berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter sifat fisik lembaran pulp dan bilangan Kappa, sedangkan konsentrasi alkali aktif berpengaruh nyata terhadap rendemen pulp dan bilangan Kappa. Interaksi antara kedua faktor berpengaruh nyata terhadap bilangan Kappa.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada PT. MIL (Medcopapua Industri Lestari) yang telah menyediakan bahan untuk penelitian ini.

Referensi

Aprianis, Y. & S. Rahmayanti. (2008). *Dimensi Serat dan Nilai Turunannya dari Tujuh Jenis Kayu Asal Provinsi Jambi*. Litbang Kehutanan Riau.

Bowyer, J.L, G.Haygeen,& R. Schmulsky. (2007). *Forest Products and Wood Science: An Introduction*. Fourth Edition. 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.

Doran, J. C. & J. W.Turnbull (1997). Australian Trees and Shrubs: Species for Land Rehabilitation and Farm Planting in the Tropics. ACIAR Monogaph No. 24, viii, 384 p.

Esteves, B., J.Gominho, J.C. Rodrigues, I. Miranda, & H. Pereira. (2005). Pulping Yield and Delignification Kinetics of Heartwood and Sapwood of Maritime Pine. *J Wood Chemistry and Technology*, *25*, 217-230.

Fengel, D. & Wegener,G. (1995). *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi*. Diterjemahkan oleh Hardjono Sastrohamidjojo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Fatriasari, W. & Hermiati,E. (2006). *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu Sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*. Laporan Teknik Akhir Tahun 2006. UPT BPP Biomaterial-LIPI.

Haroen, W.K. & F. Dimyati (2006). Sifat Kayu Tarik, Teras dan Gubal *Acacia mangium* Terhadap Karakteristik Pulp, *Berita Selulosa, 41*(1), 1 – 7.

International Association of Wood Anatomists (IAWA). (1964). *Multilingual glossary of terms used in wood anatomy*. Verlagsanstalt Buchdruckerei Konkordia, Winterthur, Switzerland. 186 pp.

Jahan, M.S., R.Sabina,& A.Rubaiyat (2007). Alkaline Pulping and Bleaching of *Acacia Auriculiformis* Gown in Bangladesh. *Turk J Agic For.* 339-347.

Kementerian Perindustrian. (2011). *Pedoman Pemetaan Teknologi Untuk Industri Pulp & Paper Implementasi Konservasi Energi dan Pengurangan Emisi CO2 di Sektor Industri (Fase 1).* Pusat Pengkajian Industri Hijau dan Lingkungan Hidup Badan Pengkajian Iklim dan Mutu Industri (BPKIMI). Kementerian Perindustrian. Jakarta.

Lukmandaru, G., R.M. Siagian, & S.N. Marsoem (2002). Kualitas Kayu Nilotika (*Acacia nilotica*) sebagai Bahan Baku Pulp. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI V.*

Kerjasama Fakultas Kehutanan UGM dengan Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan Bogor.

Marsoem, S. N. (2012). *Pulp dan Kertas*. Bagian Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Miranda, I., J. Gominho, A.Lourenco, & H. Pereira (2007). Heartwood, Extractives and *Pulping* Yield of Three Eucalyptus globules Clones Gown in Two Sites. *Appita J, 60*, 486 – 488.

Roliadi, H., Dulsalam, & D Anggaini (2010). *Penentuan Daur Teknis Optimal dan Faktor Eksploitasi Kayu Hutan Tanaman Jenis Eucaliptus hybrid Sebagai Bahan Baku Pulp Kertas.* Pusat Litbang Keteknikan dan Pengolahan Hasil Hutan. Bogor.

Rosli, W.D.W., I. Mazlan, & K.N. Law (2009). *Effect of Kraft Pulping Variables on Pulp and Paper Properties of Acacia mangium Kraft Pulp.* School of Industrial Technology, University Sains Malaysia. Penang.

Simon, H. & H.Arisman (2004). *Sejarah Penggunaan Lahan di Sumatera Selatan dan Pembangunan Hutan Tanaman Acacia mangium*. PT. Musi Hutan Persada. Palembang.

Sjöström, E. (1998). *Kimia Kayu dan Dasar-Dasar Penggunaannya*. Diterjemahkan oleh Hardjono Sastromidjojo. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

Soekotjo. (2004). *Silvikultur Hutan Tanaman: Prinsip-Prinsip Dasar*. PT. Musi Hutan Persada. Palembang.

Standar Nasional Indonesia. (1989). Pulp – Cara Uji Bilangan Kappa. SNI 14-0494-1989-A..

Standar Nasional Indonesia. (1989). Kertas – Cara Uji Ketahanan Sobek – Metode Elemendorf. SNI 14-0436-1989.

Standar Nasional Indonesia. (1989). Kertas dan Karton – Cara Uji Ketahanan Tarik. SNI 14-0437-1989-A.

Standar Nasional Indonesia. (1989). Kertas dan Karton – Cara Uji Ketahanan Jebol. SNI 14-0489-1989.

Turnbull, J.W. (1986). *Multipurpose Australian trees and shrubs*. ACIAR Monogaph No.1. Canberra.

Xue, G. X., J.W.Zheng, Y. Matsumoto, & G.Meshitsuka. (2001). *Pulping* and Bleaching of Plantation Fast-gowing Acacias (Part 1) Chemical Composition and Pulpability. *Journal of Nanjing Forestry University*, 366 – 372.

Teknologi Pembuatan Biodiesel Nyamplung

Djeni Hendra*, Novitri Hastuti dan Heru Satrio Wibisono

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Jl.Gunung Batu No. 5 Bogor 16610,

Abstract

Petroleum potential has been declined while consumption is constantly increasing. Many countries have begun to develop biodiesel. Biodiesel is a type of diesel fuel made from vegetable oils of plants including forest plants. This research was to improve the process of bio-diesel production from the seeds of Nyamplung (Callophyllum inophyllum), including pre-treatment techniques on the raw materials extraction and crude oil, the technique of biodiesel manufacturing, alkyl esters refining and testing of physico-chemical properties. In this study, several treatments were conducted including pretreatment on raw materials, degumming techniques with the addition of phosphoric acid catalyst, followed by the addition of bentonite to the esterification with methanol acid catalyst, addition of zeolite, the transesterification with methanol bases catalyst, and testing of physico-chemical properties of biodiesel in accordance with the Indonesian standards of biodiesel (SNI 04-7182-2006). The results showed that physical and chemical properties of biodiesel Nyamplung met the requirements of SNI 04-7182-2006 with the density value 887.5 kg/ m3, viscocity kinematic 5.64 cSt, acid number 0.76 mg base/g, saponification 145.29%, iodine number 56.25 g I2/ 100 g and cetane number about 71.21 with the exception for moisture content and sediment value still exceeded the maximum limit of Indonesian standard (0.08%).

Keywords: Bentonite, Biodiesel, Crude oil, Seeds of Nyamplung, Zeolite

* Korespondensi penulis. Tel./Fax: (0251) 8633378/8633413.
E-mail: djeni_hendra@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Krisis energi yang melanda dunia telah membangunkan kesadaran banyak negara untuk memikirkan jalan keluar dalam mengatasi sumber energi bahan bakar fosil (BBF). Bahan bakar fosil berupa minyak bumi, batu bara, dan gas alam telah menjadi kebutuhan energi terbesar. Konsumsi terhadap BBF tersebut diperkirakan oleh *Energy Information Administration* akan meningkat 57% dari tahun 2002 hingga 2025. Padahal, disisi lain ternyata cadangan minyak sumber BBF semakin berkurang akibat eksploitasi dan pemakaian yang sangat besar. Berdasarkan laporan dari *Congesssional Research Service* (CRS) kepada komisi energi, jika tidak ada perubahan pola konsumsi, cadangan minyak bumi hanya cukup untuk 30–50 tahun lagi (Prihandana dan Hendroko, 2008). Salah satu bahan bakar yang berasal dari fosil dan banyak dikonsumsi adalah jenis solar. Penggunaan BBM berupa solar yang berasal dari minyak bumi sifatnya tidak dapat dipulihkan (*non renewable*). Penggunaan

bahan bakar ini dapat disubstitusi atau dikurangi penggunaannya dengan menggunakan biodiesel dari tanaman pertanian atau kehutanan. Kebutuhan solar di Indonesia terus meningkat. Pada tahun 2010 kebutuhan solar mencapai 34,71 juta kiloliter dan diperkirakan pada tahun 2020 mendatang impor solar akan mencapai 34% untuk memenuhi kebutuhan nasional (Reksowardoyo, 2005). Kebutuhan solar yang tinggi ini mendorong pemerintah untuk mensubstitusi atau pencampuran bahan bakar nabati (BBN) pada campuran BBM. Jenis BBN yang dapat mensubtitusi dan dijadikan campuran solar adalah biodiesel.

Kebijakan pencampuran BBN berupa biodiesel pada campuran BBM dituangkan pada Peraturan Menteri Energi dan Sumberdaya Mineral (ESDM) Nomor 25 Tahun 2013 yang menyebutkan bahwa secara bertahap kewajiban minimal pemanfaatan biodiesel (B100) sebagai campuran BBM pada Januari 2015 sebesar 10%, Januari 2016 dan 2020 sebesar 20% dan pada Januari 2025 sebesar 25% untuk sektor transportasi, industri dan komersial (Peraturan Menteri ESDM, 2013).

Sehubungan dengan itu, penelitian tentang pemanfaatan jenis-jenis pohon dari hutan tanaman yang bijinya menghasilkan minyak sebagai bahan baku pembuatan biodiesel perlu terus dilakukan dan ditingkatkan. Salah satu komoditas tanaman kehutanan yang berpotensi dijadikan bahan baku biodiesel adalah Nyamplung (*Callophylum inophyllum*). Penelitian ini bertujuan mengkarakterisasi biodiesel dari biji Nyamplung dengan beberapa modifikasi perlakuan yaitu dengan penambahan bentonit dan zeolit.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain biji buah nyamplung. Bahan kimia yang digunakan antara lain metanol teknis, etanol, asam klorida teknis, air suling, asam phospat, natrium tio sulfat, kalium iodida, natrium hidroksida, kalium hidroksida, phenol phtaelin (PP), bentonit, zeolit dan lain-lain

2.2 Ekstraksi minyak

Kernel nyamplung yang telah dikupas dari tempurungnya, dikukus, dicuci, dan kemudian dikeringkan sampai kadar air 5-10%. Kernel sebelum dikempa dicampur dengan sekam padi sebanyak 5% (b/b) dan diaduk sampai merata, kemudian di kempa menggunakan mesin kempa sistem ekstruder (skrew) dengan kapasitas 50 kg/jam.

2.3 Perlakuan degumming

Perlakuan *degumming* I yaitu mereaksikan minyak mentah (*crude oil*) dengan larutan H_3PO_4 pada konsentrasi 0,75%, 1,5% dan 2,0% (v/v), dipanaskan pada suhu antara 60^0C-70^0C selama 30 menit sambil diaduk, dilanjutkan perlakuan *degumming* II yaitu minyak bersih (*refined oil*) ditambahkan dengan bentonit 1% ;1,5% dan 2,5%.

2.4 Proses esterifikasi

Proses esterifikasi menggunakan campuran metanol teknis dengan katalis HCl, lalu dimasukkan ke dalam erlenmeyer leher tiga kapasitas 2000 ml yang berisi minyak.

Erlenmeyer leher tiga dilengkapi dengan kondensor untuk mengkondensasi uap metanol agar masuk kembali ke dalam erlenmeyer, sehingga minyak dengan katalis metanol asam akan bereaksi dengan sempurna. Campuran direaksikan pada suhu 60^{o} C selama 1 jam. Campuran dipisahkan, kemudian ditambahkan zeolit dengan konsentrasi 0,5% ; 1% dan 1,5%. Selanjutnya campuran tersebut dimasukkan ke dalam wadah sentrifugal dan diputar selama 5 menit dengan kecepatan 800 rpm, dan selanjutnya minyak dipisahkan dari endapannya.

2.5 Proses transesterifikasi

Proses transesterifikasi menggunakan campuran metanol teknis dengan katalis KOH. Campuran dimasukkan ke dalam erlenmeyer leher tiga kapasitas 2000 ml yang berisi minyak dengan waktu reaksi selama 30 menit pada suhu 60^{0} C. Setelah reaksi transesterifikasi selesai, biodiesel yang terbentuk dimasukkan ke dalam wadah sentrifugal dan selanjutnya diputar selama 5 menit dengan kecepatan 800 rpm.

2.6 Pencucian dan pemurnian minyak biodiesel

Minyak biodiesel dicuci menggunakan larutan asam asetat 0,5% (jika larutan terlalu basa), dilanjutkan pencucian dengan menggunakan air hangat sebanyak 30% (v/v) dari minyak biodiesel, sampai air cucian menunjukkan pH 7 (netral). Minyak biodiesel dimurnikan dengan cara dipanaskan pada suhu 105^{0} C sampai penampakan minyak jernih dan tidak ada busa diatas permukaan minyak.

2.7 Analisis sifat fisika kimia

Analisis sifat fisika kimia biodiesel meliputi bilangan asam, densitas, kadar air, bilangan iod, bilangan penyabunan, bilangan ester, viskositas, bilangan setana, rendemen biodiesel dan uji aplikasi biodiesel. Analisis data dilakukan secara deskriptif dengan membandingkan hasil sifat fisika kimia minyak biodiesel hasil penelitian dengan SNI 04-7182-2006 (Badan Standardisasi Nasional, 2006).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Rendemen minyak mentah nyamplung hasil ekstraksi

Rendemen minyak mentah *(crude oil*) yang dihasilkan dari proses ekstraksi dengan sistem hidraulik manual dari biji Nyamplung sebesar 42,35% dengan penampakan minyak hijau tua. Rendemen minyak mentah dari biji Nyamplung ini lebih besar dibandingkan dengan rendemen minyak mentah dari biji bintaro dan malapari (Hendra *et al.,* 2014).

Gambar 1. Minyak mentah biji Nyamplung

Hasil analisis sifat fisiko-kimia minyak mentah Nyamplung seperti pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil analisis sifat fisiko-kimia minyak mentah Nyamplung

Parameter	Satuan	Minyak mentah Nyamplung	SNI Biodiesel (04-7182-2006)
Densitas	Kg/m^3	944	850-890
Viskositas kinematik 40°C	mm^2/s (cSt)	46,27	2,3 - 6,0
Kadar air dan sedimen	% volume	1,25 %	Maks 0,05
Bilangan iod	g I_2/100 g	86,42	Maks. 115
Kadar abu	% massa	0,58	-
Bilangan asam	mg basa/g	33,96	Maks.0,80
Rendemen	% massa	42,35	-
Penampakan minyak	-	Hijau tua	-

Berdasarkan analisis pada Tabel 1 diketahui bahwa minyak mentah dari biji Nyamplung belum memenuhi SNI Biodiesel. Bilangan asam minyak mentah Nyamplung masih tinggi yaitu sebesar 33,96 mg basa/g. Kadar air minyak mentah juga berada di atas nilai yang dipersyaratkan standar yaitu sebesar 1,25%. Oleh karena itu, minyak mentah Nyamplung masih memerlukan proses pengolahan lebih lanjut untuk mendapatkan kualitas minyak biodiesel sesuai standar.

Komposisi jenis asam lemak dari minyak Nyamplung didominasi asam oleat (37,57%), palmitat (14,26%), linoleat (26,33%), dan stearat (19,96). Total keseluruhan dari 4 jenis asam lemak utama mencapai 98,12%. Hasil lengkap analisis komponen asam lemak pada minyak mentah Nyamplung seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi asam lemak minyak mentah Nyamplung

Komponen	Persentase (%)
Asam Miristat (C14:0)	0,09
Asam Palmitat (C16:0)	14,26
Asam Stearat (C18)	19,96
Asam Oleat (C 18:1)	37,57
Asam Linoleat (C 18:2)	26,33
Asam Linolenat (C 18:3)	0,27
Asam Arachidat (C20)	0,94
Asam Erukat (C20:1)	0,72
Asam Behenat (C22:0)	0,83
Asam Lignoserat (C 24)	-

3.2. Hasil degumming

Bilangan asam minyak Nyamplung terendah pada perlakuan *degumming* I didapatkan setelah penambahan katalis H_3PO_4 1,50% sebesar 31,11 mg basa/g. Pada *degumming* II bilangan asam terendah didapat setelah penambahan bentonit 1,50% (b/v) yaitu sebesar 14,07 mg basa/g. Bilangan asam tertinggi terdapat pada penambahan katalis H_3PO_4 0,75% sebesar 33,24 mg basa/g yang dilanjutkan dengan *degumming* II menggunakan bentonit 1,00% (b/v),

sebesar 19,30 mg basa/g (Tabel 3.). Kondisi minyak seperti ini akan menyebabkan tingginya viskositas, densitas, dan akan menghambat proses reaksi estrans.

Tabel 3. Hasil *degumming* minyak mentah Nyamplung (bilangan asam minyak mentah = 33,96 mg basa/g)

H_3PO_4	Bilangan asam *degumming* I (mg basa/g)	Bentonit (%)	Bilangan asam *degumming* II (mg basa/g)	% FFA
0,75%	33,24	1,00	19,30	9,65
1,50%	31,11	1,50	14,07	7,03
2,00%	32,16	2,50	16,62	8,31

Keterangan FFA = *Free Fatty Acid* (Asam Lemak Bebas)

Modifikasi pada *degumming* II dengan penambahan bentonit mampu membantu penyerapan asam yang digunakan saat *degumming* I dan asam yang terkandung di dalam minyak. Hal ini dikarenakan bentonit merupakan material penyerap dengan beberapa keunggulan. Bentonit yang digolongkan ke dalam mineral lempung dapat digunakan sebagai katalis dalam pembuatan biodiesel. Penggunaan bentonit sebagai katalis ini disebabkan sifat bentonit yang stabil terhadap panas, memiliki luas permukaan yang tinggi, serta kemampuan pertukaran ionnya. Kation antar lapisan dari bentonit dapat ditukar dengan berbagai jenis kation organik (Aghabarari dan Dorostkar, 2014).

3.3 Hasil esterifikasi

Bilangan asam hasil proses esterifikasi turun sangat signifikan dibandingkan bilangan asam sebelum esterifikasi (14,07 mg basa/g). Penurunan bilangan asam tertinggi pada minyak bersih (*refined oil*) Nyamplung terdapat pada perlakuan pemberian campuran katalis metanol 20% (v/v) dengan HCl 1% (v/v) dan dengan penambahan zeolit 1,50% (b/v) yaitu sebesar 2,43 mg basa/g (Tabel 4).

Tabel 4. Hasil esterifikasi minyak Nyamplung (dari bilangan asam terendah pada *degumming*)

Bilangan asam sebelum esterifikasi (mgbasa/g)	Konsentrasi metanol (%)	Konsentrasi HCl (%)	Penambahan zeolit (%)	Bilangan asam setelah eterifikasi (mg basa/g)*)
14,07	10	1	0,50	4,10
14,07	15	1	1,00	3,29
14,07	20	1	1,50	2,43

Penambahan zeolit mampu membantu penurunan bilangan asam minyak Nyamplung pada proses esterifikasi. Penambahan zeolit teraktivasi pada kadar 3% (b/b) pada esterifikasi minyak Jarak Pagar mampu menurunkan bilangan asam paling efektif dibandingkan dengan penambahan zeolit biasa pada kadar yang sama (Sudradjat *et al.,* 2009). Penambahan zeolit pada esterifikasi berfungsi sebagai katalis padat untuk menurunkan bilangan asam. Zeolit merupakan mineral aluminosilikat mikro. Zeolit memiliki mikropori yang seragram dengan karakteristik spesifik sehingga dapat digunakan sebagai katalis selektif dan adsorben (Yuan Wang *et al.,* 2014).

3.4. Hasil transesterifikasi

Reaksi transesterifikasi merupakan proses reaksi penyempurnaan dari pembuatan biodiesel. Pada transesterifikasi, minyak dan lemak yang belum bereaksi pada proses esterifikasi dikonversikan menjadi biodiesel. Minyak hasil esterifikasi dengan bilangan asam terendah lalu ditransesterifikasi. Hasil transesterifikasi menunjukkan bilangan asam biodiesel Nyamplung tertinggi terdapat pada perlakuan pemberian campuran katalis metanol 10% (v/v) dengan KOH 0,2% (b/v) yaitu sebesar 0,80 mg basa/g. Bilangan asam terendah terendah pada pemberian campuran katalis metanol 15% (v/v) dengan KOH 0,4% (b/v) yaitu sebesar 0,76 mg basa/g (Tabel 5).

Tabel 5. Bilangan asam minyak Nyamplung sebelum dan sesudah proses transesterifikasi

Bilangan asam sebelum transesterifikasi (mg basa/g)	Konsentrasi metanol (%)	Katalis KOH (%)	Bilangan asam sesudah transeterifikasi (mg basa/g)	Rendemen (%)
2,43	10	0,2%	0,80	79,40
2,43	15	0,4%	0,76	78,02
2,43	20	0,6%	0,78	78,65

Pada proses transesterifikasi ini lemak dan minyak yang belum terhidrolisis pada proses esterifikasi sebelumnya dihidrolisis oleh penambahan metanol. Reaksi transesterifikasi pada proses pembuatan biodiesel digambarkan sebagai berikut:

$$\text{Trigliserida} + \text{metanol} \xrightleftharpoons{\text{katalis}} \text{Metil ester asam lemak (biodiesel)} + \text{gliserol}$$

Penambahan KOH sebagai katalis mampu menurunkan nilai bilangan asam minyak Nyamplung. Penambahan katalis basa mampu menghilangkan permukaan karbonat dan kelompok hidroksil sehingga meningkatkan reaksi transesterifikasi (Zhang *et al.,* 2010).

3.5. Pencucian dan pemurnian minyak biodiesel

Rendemen tertinggi dari biodiesel Nyamplung setelah pemurnian dihasilkan pada proses transesterifikasi yang menggunakan penambahan campuran katalis metanol 10% (v/v) danKOH 0,2% (b/v) yaitu sebesar 79,40%, dan terendah terdapat padacampuran katalis metanol 15% (v/v) dan KOH 0,4%(b/v) yaitu sebesar 78,02%. Perbedaan rendemen biodiesel ini dipengaruhi oleh faktor katalis, suhu, pencucian dan kandungan minyak asalnya. Minyak biodiesel Nyamplung dengan bilangan asam terendah yaitu 0,76 mg basa/g dipilih sebagai biodiesel hasil pemurnian yang terbaik. Bilangan asam yang rendah diperlukan oleh biodiesel karena akan berpengaruh terhadap kinerja mesin saat biodiesel digunakan sebagai bahan bakar (campuran BBM).

Hasil analisis sifat fisika kimia minyak biodiesel Nyamplung hasil pemurnian yang terbaik yang dibandingkan dengan SNI 04-7182-2006 seperti pada Tabel 6. Penampakan visual minyak biodiesel Nyamplung hasil pemurnian seperti pada Gambar 2.

Tabel 6. Hasil analisis sifat fisika kimia biodiesel Nyamplung terbaik dengan SNI 04-7182-2006

Komponen	Bilangan asam (mg basa/g)	Densitas (kg/m^3)	Kadar air (%)	Bilangan iod (g I_2/100g)	Viskositas (cSt)	Kadar ester alkil (mg KOH/g)	Bilangan penyabunan (mg KOH/g)	Bilangan setana
Nyamplung	0,76	887,5	0.08	56,25	5,64	99,74	145,29	71,21
Batas SNI biodiesel*)	Maks. 0,80	850-890	Maks. 0,05	Maks. 115	2,3-6,0	Min. 96,5	-	Min. 51

Teknik pengolahan Nyamplung menjadi biodiesel dengan modifikasi proses yaitu penambahan zeolit dan bentonit, menghasilkan sifat fisiko kimia yang memenuhi persyaratan SNI 04-7182-2006. Parameter yang memenuhi standar yaitu densitas sebesar 887,5 kg/m^3, viksositas kinematik 5,64 cSt, bilangan asam 0,76 mg basa/g, bilangan penyabunan 145,29 mg KOH/g, bilangan iod 56,25 g I_2/100 g dan bilangan setana sebesar 71,21. Untuk parameter berupa kadar air dan sedimen masih belum memenuhi SNI karena nilainya sebesar 0,08% (melebihi nilai maksimal SNI). Warna minyak biodiesel Nyamplung hasil pemurnian adalah kuning tua jernih seperti pada Gambar 2.

Gambar 2. Biodiesel Nyamplung

4. Kesimpulan

Penambahan bentonit 1,5% dan katalis asam H_3PO_4 1,5% pada proses *degumming* dan penambahan metanol 20%, katalis HCl 1% dan zeolit 1,5% pada proses esterifikasi mampu menurunkan bilangan asam minyak Nyamplung. Hasil transesterifikasi menggunakan metanol 15% dan katalis basa KOH 0,4% menghasilkan minyak biodiesel Nyamplung terbaik dengan bilangan asam terendah yaitu sebesar 0,76 mg basa/g. Hasil analisis sifat fisika kimia biodiesel Nyamplung terbaik menunjukkan bahwa biodiesel Nyamplung telah memenuhi standar Indonesia (SNI 04-7182-2006), kecuali parameter berupa kadar air dan sedimen yang nilainya masih melebihi nilai maksimal standar biodiesel Indonesia.

Referensi

Aghabarari, B., & Dorostkar, M. (2014). Modified bentonite as catalyst for esterification of oleic acid and ethanol. *Journal of Taiwan Institute of Chemical Engineers* (867): 1-6.

Badan Standardisasi Nasional. (2006). Standar Nasional Indonesia SNI 04-7182-2006 : *Biodiesel*. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Hendra,D., Wibowo, S., Hastuti, N., & Wibisono, H.S. (2014). Teknologi Pengolahan Bahan Bakar Nabati Berbasis Lemak dan Minyak (Bio-diesel). Laporan Hasil Penelitian. Bogor: Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral No 25 Tahun 2013. (2013). Perubahan atas Peraturan Menteri Energi dan Sumber Daya Mineral Nomor 32 Tahun 2008 Tentang Penyediaan, Pemanfaatan, dan Tata Niaga Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain. Jakarta: Kementerian ESDM.

Prihandana, R., & Hendroko, R. (2008). Energi Hijau. Penerbit Swadaya. Jakarta

Reksowardoyo, R. P. (2005). Melaju kendaraan berkat biji-bijian. Trubus, XXXVI / November 2005. Jakarta.

Sudradjat, R., Marsubowo, A., & Yuniarti, K. (2009). Pengaruh penggunaan zeolit sebagai katalis dalam proses esterifikasi terhadap rendemen dan kualitas biodiesel asal minyak jarak pagar (*Jatropha curcas* L.). *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 27 (3): 256-266.

Yuan Wang, Y., Jong Lee, D., & Hung Chen, B. (2014). Low-Al zeolite beta as heteregenous catalyst in biodiesel production from microwave-assisted transesterification of triglycerides. *Energy Procedia* (61): 918-921.

Zhang, J., Chen, S., Yang, R., & Yan, Y. (2010). Biodiesel production from vegetable oil using heteregoneous acid and alkaly catalyst. *Fuel*. (89): 2939-2944

Karakterisasi dan Identifikasi Komposisi Kimia Serbuk Kayu Pinus dengan Metode GC MS

Mohammad Wijaya M

Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Makassar
Jl.Daeng Tata Raya, Kampus UNM Parangtambung Makassar, Sulsel 90224

Abstract

In this study, the pyrolysis temperature was set at 115-515° C. Targeted results of this study was to use liquid smoke, charcoal, oil, and gas produced from waste pine through pyrolysis technology. The charcoal can be used potentially as biochar, fruit leather. From raw material analysis showed that the lignin content, alpha cellulose, hemicellulose content of pine wood were 26.06%, 49.23%, 23.62%, while the ethyl benzoic content was 3.50%. The yield analysis of liquid smoke from leather cocoa pods at 300 ºC, 350^{0}C, 400 ^{0}C, 450 º C, 500 ºC were 23.60%, 6.90%, 3.21%, 3.08%, and 2.27% respectively with a calorific value using a bomb calorimeter at 5925 Cal /g. GC-MS analysis of liquid smoke pine wood sawdust at a temperature of 115-515º C showed some chemical compounds such as 2-Propanone, acetic acid, propanoac acid, methyl esther, methyl propanoac, 2-Butanone, 3-methyl- butanoac acid, methyl ester (CAS) Methyl butyrate, Vinyl crotonate, n-Butyric acid, Butanedial (CAS) Succinaldehyde, Cyclo pentanone Dumasin, Furfural, Dodecadien-2-one, 6,10-dimethyl-, (E,E))-, Ethanediol, diacetate, Cyclopenten-1-one, 2-methyl-, Ethanone, 1-(2-furanyl)-, Furanone, dihydro- (CAS) Butyrolactone, Furanone, 5-methyl- (CAS) 5-Methyl-2-Oxo-2,3-Dihydrofuran, Acetoxy-2-propionoxyethane, Furan carboxaldehyde, 5-methyl- (CAS) 5-Methyl-2-furfural, 2-Cyclopenten-1-one, 3-Methyl-2-cyclopentenone, 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- (CAS) Corylon, 3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one, Guaiacol, Phenol, 2-methoxy-4-methy. While FTIR analysis for charcoal pine wood sawdust showed a hydroxyl goup at 3450,4 cm^{-1} absorption, the carbonyl goup at 1579,6 cm^{-1} absorption, the C-H goup at 867,9 – 744,50 cm^{-1} absorption. The degee of crystallinity of pine wood sawdust using XRD analysis was 31.88%. Biomass carbon content of three materials increased by increasing pyrolisis temperature. Therefore, it can be recommended in attempting to reduce carbon emission in the environment as way to conserve environment due to climate change and waste product using development science and technology.

Keywords : Pine wood sawdust, Pyrolysis, Wood vinegar and Esther methyl.

Korespondensi penulis. Tel.: 081311559934
E-mail: wijasumi@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Tantangan yang dihadapi Indonesia sangat berat karena masih tingginya harga minyak dunia. Kebijakan subsidi yang diterapkan telah dirasakan memberatkan anggaran pemerintah, sehingga kenaikan harga BBM (bahan bakar minyak) nasional tidak mungkin lagi dihindari. Masalah penyediaan energi saat ini merupakan isu nasional yang membutuhkan penanganan

yang tepat, mengingat penduduk Indonesia yang memerlukan energi dengan jumlah yang cukup besar.Pertumbuhan energi rata-rata Indonesia sangat tinggi, yang melebihi pertumbuhan komsumsi dunia maupun negara-negara APEC tahun 2015. Laju konsumsi yang tinggi ini mengakibatkan berbagai ketimpangan antara lain pengurasan 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.

Bahan bakar minyak yang terus menipis dan menambah ketidakpastian APBN melainkan telah merongong akun lancar, menghambat diversifikasi energi yang ramah lingkungan, memicu penyelundupan BBM, melahirkan kebijakan yang semakin tidak rasional. Jika subsidi BBM melonjak maka subsisdi listrik otomatis membengkak. APBN 2014 mengalokasikan dana subsisid BBM sebesar Rp 211 triliun. Oleh karena itu, Pemerintah perlu mengupayakan energi terbarukan dengan teknologi ramah lingkungan selain BBM dengan pemanfaatan limbah biomassa yang masih berlimpah.

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan asap cair, arang dan bio fuel melalui proses pirolisis cepat dengan pengaturan suhu dengan cara mengkonversikan menjadi sumber energi terbarukan dan memperoleh fraksi-fraksi komponen kimia asap cair yang potensial dikembangkan untuk sebagai bahan bakar nabati (BBN),

Produksi biomassa sekitar 14% dari pasokan energi primer di dunia. Sekitar 75% yang digunakan oleh negara berkembang (Parikha, 2004), misalnya negara Asia selatan dan Asia Tenggara, banyak menghasilkan energi biomassa sebagai konsumen Di India, Bangladesh, Myammar, Laos, penggunaan energi biomassa ini sebagai sumber energi yang signifikan (Koopmans, 2005; Bhattcharya, 2003). Menurut Komarayati *et al.*, (2004), limbah kayu pinus yang berupa serasah dan kulit kayu pinus tidak dapat dimanfaatkan secara maksimal dimana serasah pinus dibiarkan di dasar hutan dan selama ini kulit kayu pinus hanya digunakan sebagai bahan bakar. Menurut Astana *et al.*, (2004) jika kebijakan ekspor kayu bulat dari hutan tanaman tidak diberlakukan maka prospek hutan tanaman khususnya kayu jati dan pinus di masa datang akan tetap lamban.

2. Bahan dan Metode

2.1 Persiapan dan analisis bahan baku

Bahan baku limbah terdiri dari limbah kayu berupa serbuk kayu pinus dan daun pinus. Bahan dipotong kecil-kecil dengan ukuran 40-60 mesh, kemudian dikeringkan hingga mencapai 10-20% (b/b). Setelah itu dilakukan analisis kandungan lignin, hemiselulosa, selulosa dan etil benzoate, serta analisis *Differential Thermal Analyses* (DTA/TGA) untuk mengetahui dekomposisi bahan akibat perubahan suhu yang dilakukan dengan cara memanaskan bahan sampai suhu 500°C (Billmeyer, 1984).

Limbah biomassa yang terdiri dari serbuk kayu pinus, 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 adalah 115-515°C dalam waktu total 5 jam. Asap cair yang dihasilkan yang terbentuk dialirkan melalui

setiap tahap ditentukan dengan bagian bawah *kiln* ke alat pendingin, kondensat ditampung dalam 4 buah labu dengan volume 2 liter. Kondensat yang diperoleh yaitu kondensat, ditampung dalam labu pemisah, dikocok dan dibiarkan 24 jam dari masing-masing kondensat, untuk mengendapkan ter. Bagian atas larutan kondensat adalah asap cair, sedangkan bagian bawah adalah endapan ter.

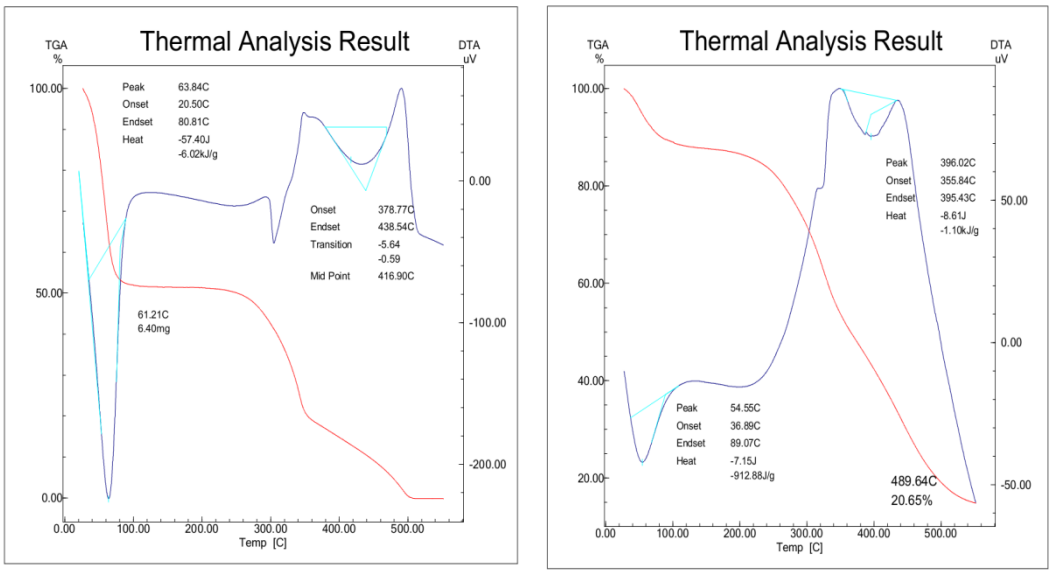
2.2 Pemisahan dan pemilihan senyawa kimia

Asap cair yang dihasilkan dianalisis komponen kimia asap cair dengan menggunakan alat GC-MS. Asap cair yang dihasilkan pada proses pirolisis serbuk kayu pinus itu selanjutnya diidentifikasi kandungan kimia dengan teknis GC-MS 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 untuk mengetahui senyawa potensial sebagai sumber energi terbarukan dari setiap fraksi asap cair. Selanjutnya arang kayu pinus dilakukan analisis FTIR untuk menentukan gugus fungsi senyawa kimia, dan analisis XRD dan SEM untuk mengetahui derajat kristalinitas dan morfologi permukaan.

3. Hasil dan Pembahasan

Dari hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kadar air untuk kayu pinus sebesar 9,59%. Hal ini dikarenakan pengurangan massa terjadi karena bahan baku mengalami proses dekomposisi hemiselulosa, selulosa dan lignin. Oleh karenanya penelitian ini digunakan rentang suhu pirolisis 115-500°C. Pemilihan selang suhu diharapkan dapat menguapkan air dari bahan dan menguraikan seluruh komponen berbahaya seperti ter dari serbuk kayu pinus tersebut.

Hasil penelitian ini diperoleh untuk analisis TGA dapat dilihat pada Gambar 1, analisis TGA menunjukkan bahwa suhu dekomposisi lignin untuk kayu pinus berkisar antara 61,21^{o}C, dengan pengurangan massa (*weight loss*) pada tahap ini sebesar 6140 mg. Sedangkan untuk analisis DTA untuk kayu pinus, diperoleh bahwa suhu puncak 63,84ºC yang dimulai suhu awal 20,50ºC sampai suhu akhir 80,81ºC menghasilkan panas sebesar -57,40 J dan -6,02 J/g (Tahap 1) dan Tahap selanjutnya suhu awal 378,77ºC sampai suhu akhir 438,54ºC menghasilkan Energi transisi sebesar -57,40 J dan -6,02 J/g. Sedangkan untuk analisis DTA, diperoleh bahwa suhu puncak 320,12ºC yang dimulai suhu awal 283,31ºC sampai suhu akhir 339,99ºC menghasilkan panas sebesar 16,06 J dan 1,34 kJ/g



Gambar 1. Analisis DTA/TGA untuk serbuk kayu pinus dan daun pinus

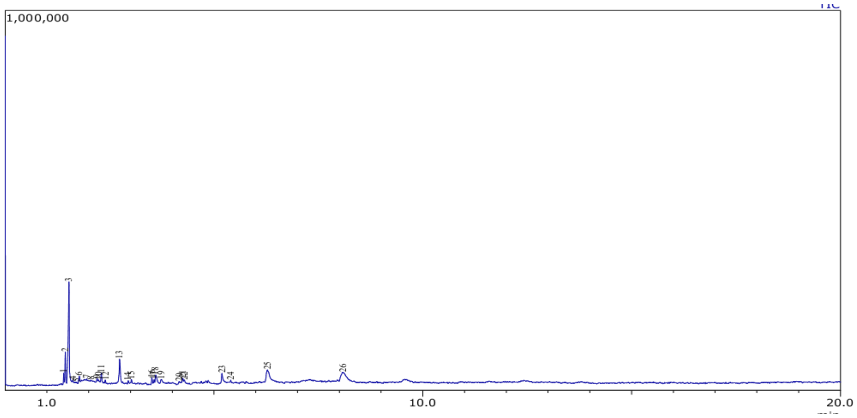
Pada penelitian sebelumnya, proses dekomposisi termal telah dilakukan untuk pirolisis biomassa dan penyusunnya terutama kandungan selulosa, hemiselulosa dan jenis-jenis lignin yang berbeda. Kandungan hemiselulosa, selulosa dan lignin pada ketiga bahan baku dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan (% b/b) hemiselulosa, selulosa dan lignin pada kayu pinus

Sampel	% Lignin	% Selulosa	% Hemi Selulosa	% Ethyl benzoat
Kayu Pinus1	25.89	49.76	23.59	
Kayu Pinus2	26.22	50.09	23.65	
Total	26,06	49,23	23,62	3,50

Berdasarkan proses dekomposisi diketahui kandungan lignin pada kayu pinus sebesar 26,06%, kandungan selulosa sebesar 49,23%, kandungan Etil benzoat (EB) sebesar 3,50% (Tabel 1 dan Gambar 2). Lignin merupakan salah satu komponen penentu untuk menghasilkan asap cair yang berkualitas (Nurhayati *et al.*, 1997). Kandungan lignin bergantung pada perbedaan jenis bahan baku. Menurut Mohammad *et al.*, 2015, bahwa analisis struktur Napier gass Stem (NGS) mempunyai ekstraktif sebesar 12,07%, selulosa 38,75%, hemiselulosa 19,76% dan lignin 26,99%). Hal ini menunjukkan bahwa struktur lignin kayu pinus hanya tersusun oleh koniferil alkohol saja, sedangkan oleh lignin kayu jati disusun oleh koniferil alkohol dan sinapil alkohol dengan perbandingan tertentu (Yaman, 2004). hasil pirolisis di peroleh asap cair kayu pinus dengan rendemen sebesar 54,84% dan produk sampingnya menghasilkan arang kayu pinus 32,07%

Gambar 2. Serbuk kayu pinus yang telah dikeringkan dan Asap cair kayu pinus (Foto Wijaya 2015)

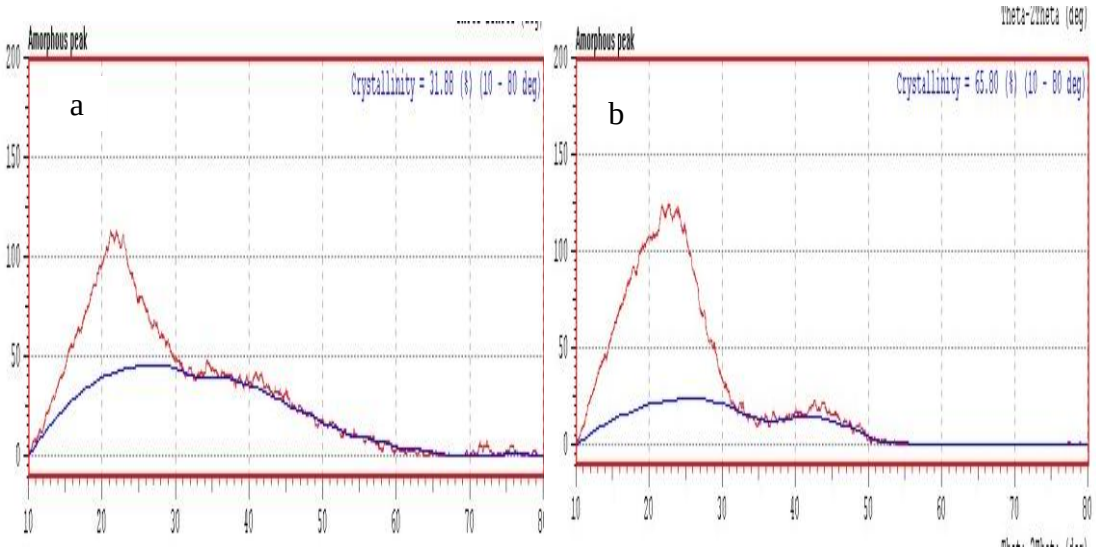


Gambar 3. Kandungan asap cair kayu pinus berdasarkan analisis GC-MS

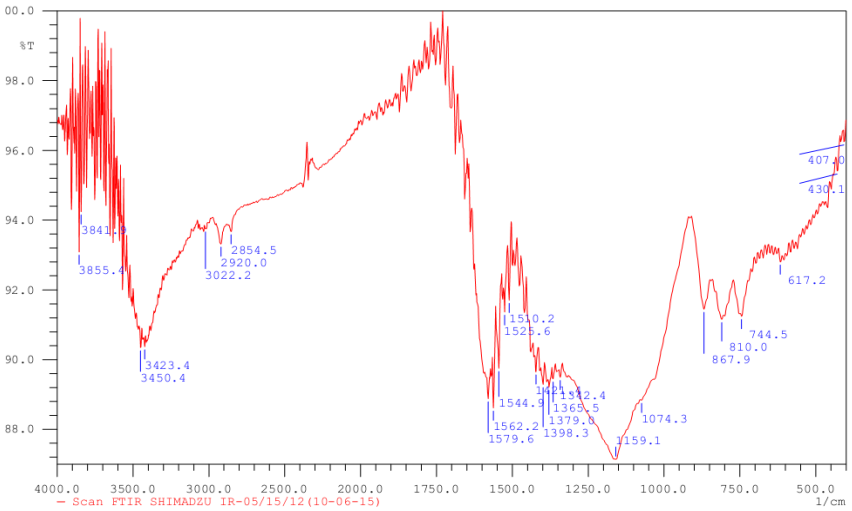
Gambar 3 memperlihatkan kandungan asap cair yang diperoleh dari hasil GC-MS, yakni dari serbuk kayu pinus yang menunjukkan kandungan 2-Propanon, asam asetat, asam Propanoat, metil ester, metil propanoat, 2-Butanone, 3-methyl- asam butanoat, methyl ester (CAS) Methyl butyrate, Vinyl crotonate, n-Butyric acid, Butanedial (CAS) Succinaldehyde, Cyclo pentanone (CAS) Dumasin, Furan carboxaldehyde (CAS) Furfural, Dodecadien-2-one, 6,10-dimethyl-, (E,E))-, Ethanediol, diacetate, Cyclopenten-1-one, 2-methyl-, Ethanone, 1-(2-furanyl)-, Furanone, dihydro- (CAS) Butyrolactone, Furanone, 5-methyl- (CAS) 5-Methyl-2-Oxo-2,3-Dihydrofuran, Acetoxy-2-propionoxyethane, Furan carboxaldehyde, 5-methyl- (CAS) 5-Methyl-2-furfural, 2-Cyclopenten-1-one, 3-methyl- (CAS) 3-Methyl-2-cyclopentenone, 2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- (CAS) Corylon, 3-Dimethyl-2-cyclopenten-1-one, Guaiacol, Phenol, 2-methoxy-4-methy Hal ini menunjukkan bahwa komponen asap cair pada kulit kayu pinus tersebut mengalami proses dekomposisi hemiselulosa, selulosa dan lignin dengan kenaikan suhu, sehingga diperkirakan banyak asam yang terbentuk. Meningkatnya keasaman disebabkan oleh pemanasan dan pencucian asam organik dari kayu *Eucalyptus* (Kartal *et al.,* 2004) . Hasil penelitian ini didukung oleh Lv *et al.,* 2010 yang menyatakan 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 59 jenis yang terdiri 35 asap cair dan 24 gas (Zhang *et al.*, 2007). Produk pirolisis dari limbah biomassa menghasilkan produk levoglucosan dan hidroksi metil furfural (HMF) sebagai biofuel (Mettler *et al.*, 2012).

Hasil analisis XRD untuk serbuk kayu pinus dan arang pinus menunjukkan derajat kristalinitas sebesar 31,88% dan 65,79%. 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 38,53 memberikan jarak retikular 2,71 dengan perbandingan N cel dan H cel.



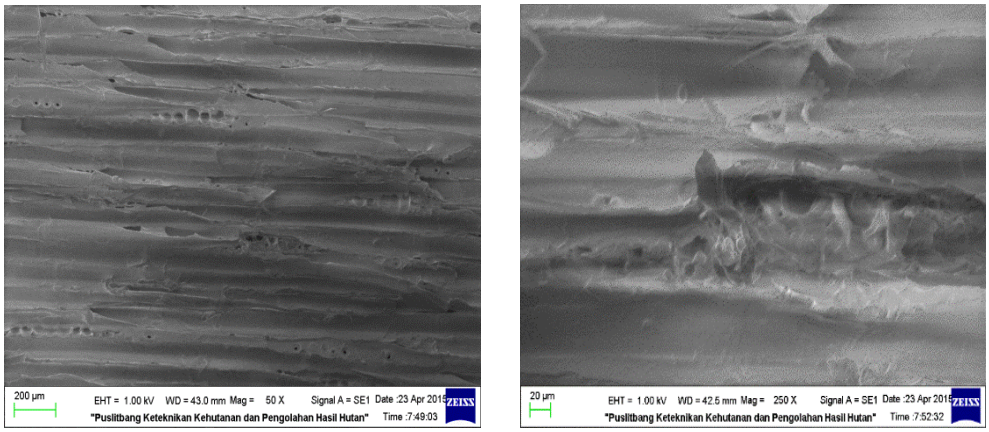
Gambar 4. Hasil analisis XRD Serbuk Kayu Pinus (a) dan arang kayu pinus (b)



Gambar 5. Analisis FT-IR arang kayu pinus.

Hasil Analisis FTIR untuk arang kayu pinus dapat dilihat pada Gambar 5, yang menunjukkan bahwa bilangan gelombang 1159,10 cm^{-1} mengindikasikan terjadinya dehidrasi dan depolimerisasi untuk kandungan selulosa dan hemiselulosa. Perubahan puncak aromatik pada 1579,6 cm^{-1} menunjukkan adanya C-H, lignin. Sedangkan pada bilangan gelombang 3450,4 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H) dan serapan 867,9 – 744,50 cm^{-1}

menunjukkan adanya C=C-H (Aromatic H). Hasil penelitian ini didukung oleh Rojith & Bright Singh (2012), yang melaporkan hasil analisis FTIR untuk Coir pith Black Liquor (CBL) menunjukkan 3420 cm^{-1} menunjukkan O-H, serapan 1610 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-H lignin, serapan 1247 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus C-O dan 586-891 cm^{-1} menujukkan adanya gugus C=C-H (*aromatic* H).



Gambar 6. Analisis morfologi SEM Kayu Pinus dengan perbesaran 50 x dan 250 X

Pengamatan porositas kulit kayu pinus pada penampang atas secara visual dilakukan menggunakan *Scanning Electron Microscope* (SEM) berkuatan 20 kV (Gambar 6). Peningkatan suhu akan menyebabkan terbentuknya mikropori baru dan tingkat kerusakan dinding mikro yang semakin bertambah besar.

4. Kesimpulan

Rendemen asap cair kayu pinus 54,84%, sedangkan rendemen arang kayu pinus sebesar 32,07%. Kandungan lignin pada kayu pinus sebesar 26,06% dan kandungan selulosa kayu pinus sebesar 49,23%, sedangkan kadar Etil benzoat pada kayu pinus sebesar 3,50%. Analisis TGA menunjukkan suhu dekomposisi lignin untuk kayu pinus berkisar antara 61,21^{o}C, dengan pengurangan massa (*weight loss*) pada tahap ini sebesar 6140 mg. Sedangkan analisis DTA diperoleh suhu puncak 63,84ºC yang dimulai suhu awal 20,50ºC sampai suhu akhir 80,81ºC menghasilkan panas sebesar -57,40 J dan -6,02 J/g. Hasil analisis XRD untuk serbuk kayu pinus dan arang kayu pinus menujukkan derajat kristalinitas sebesar 31,88% dan 65,79%. Salah satu komponen kimia asap cair dari serbuk kayu pinus yang berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan bakar nabati adalah metil ester.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih Dirjen Riset dan Pengabdian Masyarakat Kemristek Dikti RI atas bantuan Hibah Penelitian Kompetitif Nasional. Penulis banyak mengucapkan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tinggi atas fasilitas dan prasarana dalam penelitian kepada Prof.(R).Dr.Gustan Pari, MS .

Referensi

Abed, I, M. Parashiv, K. Louber, Z. Zagouba, & M. Tazerout. (2012). Thermogavimetric Investigation and Thermal Conversion Kinetics of Typical North African and Middle Eastern Lignocelulosic Wastes. *Bioresources*, *7*(1), 1200-1220.

Bhattacharya, I.C, P. Abdul Salim, H.L. Pham, & N.H. Ravindranath (2003). Sustainale Biomass Production for Energy in Selected Asia Contries. *Biomass and Bioenergy 25*, 471-482.

Bilmeyer. (1984). *Texbook of Polymer Science*. New York, John Wiley and Sons

Girrard, J.P. (1992). *Technology of Meat and Meat Products*. Ellis horwood..New York:195 - 201

Gegory, R.P.F. (1977). *Biochemistry of Photosynthesis. 2 nd Ed*. A Wiley Interscience Publication. John wiley and Sons Ltd. New York.

Kartal S.N., Y. Imamura, F.Tsuchiya, & K.Ohsato (2004). Preliminary Evaluation of Fungicidal and Termiticidal Activity of Filtrates from Biomassa Sharry Fuel Production. *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, S.B. Wu, & R. Lou (2010). Characteristic of Corn Stalk Hemicelluloce Pyrolysis in a Tubular Reactor. *J.Biores*., *5*(4), 2051-2062.

Mettler, M., D.Vlachos,& J.Dauenhauer (2012) .Top Ten Fundamental Challenges of Biomass for Biofuels. *Energy Environ Sci* 5, 7797-7809

Mohammad, I.Y., Y.A. Abakr, F.K. Kazi, S.Yusuf, I. Alshareef, & S.A. Chin (2015). Pyrolysis of Napier Gass in a Fixed Bed Reactor : Effect of Operating Conditions on Product Yields and Characteristics. *Bioresources* , *10*(4), 6457 -6478.

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., & I.S. Bright Singh (2011). Lignin Recovery, Biochar Production and Decolourisation of Coir Pith Black Liqour.

Zhang, J., H. Toghiani, D. Mohan, C.V. Pittman, R.K. Toghiani, (2007). *J.Energy Fuels*, *21*(4), 2373-2385.

Pemanfaatan Arang sebagai Media Pemeram dan Pengaruhnya Terhadap Komponen Kimia Telur Puyuh Asin

Nina Wiyantina[a] Adi Santoso,[b],*,dan Gustan Pari[b]

[a]*SMK SMAK Bogor-Indonesia*
[b]*Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor-Indonesia*

Abstract

Egg is one source of animal protein that has delicious taste, digestible, easy to obtain, cheap, can be used as a dish, mixing ingredient for variety of food, egg powder, medicine, and most importantly it contains protein, fats, vitamins and minerals such as iron, phosphorus, a small amount of calcium, and vitamin B complex. The weakness of the egg is easily damaged (natural damage, chemical damage, and damage by microorganism attack). One of the efforts to preserve the fresh eggs in order to prolong shelf life, disspose the rancidity, create the characteristic flavor, and maintain the nutrition value is by processing the eggs into salted eggs. In this research, a technique of preservation of quail eggs was done by making the eggs into salted eggs. The objective of the research was to obtain data from chemical components contained in salted eggs from quail which was made by using various coating medium. The making of salted eggs from quail was using various coating medium which consist of the mixture of: brick-ash-NaCl, brick-charcoal-NaCl, charcoal-ash-NaCl, brick-activated charcoal-NaCl, activated charcoal-ash-NaCl, and quail egg as a control. These medium are coated toward the eggs and restored for seven days or more. The salted quail eggs were then cooked, analyzed the nutrient contents which include: protein, fats, phosphorus, iron, calcium, NaCl, and Salmonella. The results showed that salted quail eggs which made from the mixture of coating medium charcoal:ash:NaCl = 1:1:1, some of their nutritional content (protein and minerals) is larger than tasteless quail eggs and also than salted quail eggs which made from traditional coating medium mixture: brick:ash:NaCl and all the eggs were not contained microbial contamination (Salmonella).

Keywords: Coating medium, Nutrient contents, Quail, Salted eggs

Korespondensi penulis: Tel.: +62 812-8452-840
E-mail: asanto10@yahoo.com

1. Pendahuluan

Telur terdiri atas protein 13%, lemak 12%, serta vitamin, dan mineral. Nilai tertinggi telur terdapat pada bagian kuningnya, karena mengandung asam amino esensial dan mineral seperti: besi, fosfor, sedikit kalsium, dan vitamin B kompleks. Sebagian protein (50%) dan semua lemak terdapat pada kuning telur. Adapun putih telur (60% dari seluruh bulatan telur) mengandung 5 jenis protein dan sedikit karbohidrat. Umumnya telur akan mengalami

kerusakan setelah disimpan lebih dari 2 minggu di ruang terbuka. Kerusakan pertama berupa kerusakan alami (pecah, retak). Kerusakan lain adalah akibat udara dalam isi telur keluar sehingga derajat keasaman naik. Selain itu keluarnya uap air dari dalam telur akan membuat berat telur turun serta putih telur encer sehingga kesegaran telur merosot. Kerusakan telur dapat pula disebabkan oleh masuknya mikroba ke dalam telur, yang terjadi ketika telur masih berada dalam tubuh induknya. Kerusakan telur terutama disebabkan oleh kotoran yang menempel pada kulit telur.

Untuk menjaga kesegaran dan mutu isi telur (gizi, rasa, bau, dan warnanya), diperlukan teknik penanganan yang tepat, salah satunya yaitu dengan mengolah telur tersebut menjadi telur asin. Telur yang diasinkan bersifat stabil, dapat disimpan tanpa mengalami proses perusakan. Dengan pengasinan rasa amis telur akan berkurang, tidak berbau busuk, dan rasanya enak. Telur asin matang tahan selama satu bulan (30 hari) (Wiki, 2010) sedangkan yang mentah 2 minggu (Margono *et al*., 1993). Secara tradisional masyarakat telah melakukan pengawetan telur dengan cara pengasinan menggunakan adonan garam yang dicampur dengan abu gosok, bubuk bata merah, kapur, tanah liat dan sebagainya. Pengasinan telur juga dapat dilakukan dengan menggunakan media larutan garam jenuh. Garam berfungsi sebagai pencipta cita rasa yang khas, sekaligus bahan pengawet, karena dapat mengurangi kelarutan oksigen, sehingga bakteri yang membutuhkan oksigen untuk hidupnya dapat terhambat. Garam juga dapat menghambat kerja enzim proteolitik, yaitu enzim yang menguraikan protein, dengan demikian protein di dalam telur akan terpelihara kualitasnya. fungsi garam yang lain adalah menyerap air, sehingga telur asin yang dihasilkan akan lebih awet. Adanya kadar air yang terkandung di dalam bahan makanan sering menyebabkan bahan makanan tersebut cepat rusak, karena air merupakan media yang baik bagi perkembangbiakan mikro-organisme seperti bakteri, kapang dan khamir (Hamid, 2004).

Penelitian ini mengemukakan teknik mengolah telur puyuh menjadi telur asin menggunakan media pemeram campuran arang. Kualitas telur asin puyuh dianalisis kandungan gizinya, meliputi: kadar protein, lemak, Fosfor, Fe, Ca (Margono *et al.*, 2000), bau, warna, penampakan, NaCl, dan Salmonella (SNI-01-4277-1996). Penelitian ini bertujuan mendapatkan data kualitas dari telur asin puyuh. Penelitian dilakukan selama 6 bulan di Laboratorium Kimia Analisis, Sekolah Menengah Analis Kimia Bogor (SMAKBO), Pusat Litbang Hasil Hutan, dan Laboratorium Terpadu Institut Pertanian Bogor (IPB)-Bogor.

2. Bahan dan Metode

Telur asin adalah telur utuh yang diawetkan dengan adonan yang dibubuhi garam. Pada dasarnya ada beberapa cara pembuatan telur asin. Kebanyakan orang lebih memilih cara direndam atau dibalut dalam adonan garam dapur dengan serbuk bata merah, tanah liat, atau abu gosok (Hamid, 2004). Ada pula yang merendamnya dengan cairan teh bercampur dengan adonan garam. Penggunaan ekstrak daun teh bertujuan agar tanin yang terkandung dalam larutan teh dapat menutupi pori-pori telur serta memberikan warna cokelat muda yang menarik. Selain itu aroma telur asin yang dihasilkan lebih disukai konsumen (Margono *et al*., 1993).

Tahap-tahap pembuatan telur asin (Hamid, 2004): dipilih telur yang bermutu baik (tidak retak atau busuk). Telur dibersihkan dengan pencucian atau dilap dengan air hangat lalu dikeringkan. Dibuat adonan pengasin yang terdiri atas campuran Bata-Abu-NaCl, Bata-Arang-NaCl, Arang-Abu-NaCl, Bata-Arang aktif-NaCl, Arang aktif-Abu-NaCl, dengan perbandingan sama (1:1:1). Ditambahkan sedikit air ke dalam adonan lalu diaduk sampai adonan berbentuk pasta. Dibungkus 5 butir telur dengan adonan satu persatu secara merata sekeliling permukaan telur, kira-kira setebal 1 – 2 mm. Telur disimpan dalam wadah selama 15 – 20 hari. Diusahakan agar telur tidak pecah, disimpan di tempat yang bersih dan terbuka. Setelah selesai telur dibersihkan dari adonan kemudian direbus dengan air hingga matang. Setelah dibiarkan di ruang terbuka pada suhu kamar sampai dingin, telur asin puyuh siap dianalisis, dihomogenkan putih dan kuning telur puyuh asin.

(a) (b)

Gambar 1. Proses pemeraman (a) dan penyimpanan (b) telur puyuh asin

Pengujian kualitas telur asin meliputi: penentuan Lemak (AOAC Official Method 991.36 (39.1.08), protein (SNI 01-2891-1992), kadar NaCl (Lab. Terpadu IPB, 2001), Logram (SNI 01-2891-1992), Kadar Fospor (Lab.Kimia terpadu IPB, 2001), dan uji *Salmonella* (SNI No. 01-2897-1992). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) model tetap dengan ulangan sebanyak 3 kali. Untuk melihat pengaruh faktor perlakuan berupa jenis adonan terhadap variabel yang diukur, maka dilakukan analisis keragraman, sementara uji beda dilakukan dengan cara Duncan (Sudjana, 2002).

2. Hasil dan Pembahasan

Rekapitulasi hasil analisis terhadap komponen kimia dalam telur puyuh asin yang meliputi protein, lemak, NaCl, phosfor, besi, kalsium, dan cemaran mikroorganisme (Salmonella) masing-masing di sajikan pada Tabel 1 dan 2.

Kadar protein dari telur puyuh asin berkisar 10,72-26,93%, sementara telur yang tanpa perlakuan (tawar) 23,36% dan telur puyuh mentah 13,29% (Sucofindo, 2010). Telur puyuh asin yang pembuatannya menggunakan media adonan Arang : Abu : NaCl (a5) kadar proteinnya meningkat 3,6% dibanding tanpa diasinkan, relatif sama dengan hasil penelitian Margono *et al.* (1993) pada telur bebek asin di mana kadar proteinnya meningkat 3,8%.

Gambar 2. Tekstur telur puyuh asin setelah pemeraman dan pengolahan

Pemeraman dengan cara tradisional mengunakan campuran Bata : Abu : NaCl (a3) maupun adonan lain mengakibatkan penurunan terhadap kadar protein dalam telur, hal ini mengindikasikan bahwa serbuk bata dan arang aktif memiliki daya serap lebih besar terhadap protein dalam telur dibanding arang. Hasil analisis keragraman menunjukkan jenis media pemeram berpengaruh sangat nyata terhadap kadar protein telur puyuh asin. Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan yang nyata antar taraf perlakuan, di mana kadar protein terendah diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran bata : Arang : NaCl (a1) sebesar 10,72% dan yang tertinggi 26,93%, diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Arang : Abu : NaCl (a5).

Tabel 1. Ringkasan hasil analisis komponen kimia telur puyuh asin

Jenis Media (A)	Parameter Uji						
	Kadar Protein (%)	Kadar Lemak (%)	Kadar NaCl (%)	Kadar P (%)	Kadar Fe (µg/g)	Kadar Ca (µg/g)	*Salmonella*
Bata: Arang: NaCl (a1)	10,72	8,19	3,04	0,22	35,62	292,62	negatif
Arang aktif : Abu: NaCl (a2)	12,22	10,67	3,76	0,28	84,20	414,81	negatif
Bata: Abu: NaCl (a3)	12,97	12,33	3,85	0,17	27,83	361,68	negatif
Bata: Arang aktif: NaCl (a4)	20,30	11,31	3,02	0,18	21,66	373,49	negatif
Arang: Abu: NaCl (a5)	26,93	7,99	2,27	0,37	42,14	424,34	negatif
Kontrol (a6)	23,36	4,91	1,84	0,26	42,72	342,02	negatif
SNI	-	-	Min. 2,0	-	-	-	negatif
Telur puyuh mentah*)	13,29	9,85	-	-	-	-	negatif

Keterangan: *) Sumber: Laboratorium Sucofindo(2010), (-) = tidak dipersyaratkan;

Kadar rataan lemak dari telur puyuh asin berkisar 7,99-12,33%, sementara telur puyuh tawar 4,91%, dan telur puyuh mentah 9,85% (Sucofindo, 2010). Pemeraman dengan campuran Bata: Abu: NaCl (a3) menghasilkan telur puyuh asin dengan kadar lemak tertinggi. Hasil penelitian ini berlawanan dengan hasil penelitian Margono *et al.* (1993) pada telur bebek asin yang mengemukakan bahwa kadar lemak telur setelah diasinkan lebih rendah (4,9%) dibanding tanpa diasinkan. Hasil analisis keragraman menunjukkan jenis media pemeram berpengaruh sangat nyata terhadap kadar lemak telur asin puyuh. Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan yang nyata antar taraf perlakuan, di mana kadar lemak terendah

diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Arang : Abu : NaCl (a5)sebesar 7,99% dan yang tertinggi 12,33%, diperoleh pada telur puyuh asin yang dibuat dengan cara tradisional menggunakan campuran Bata : Abu : NaCl (a3).

Kadar rataan garam (NaCl) dari telur puyuh asin berkisar 2,27-3,85%, sementara telur puyuh tawar 1,84%, dengan demikian NaCl yang terserap berkisar antara 23,37-109,24%. Hasil ini memenuhi persyaratan SNI karena >2%, namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan hasil pada telur bebek asin yang mengemukakan bahwa kadar NaCl telur setelah diasinkan lebih tinggi 5 – 10% dibanding telur tawar (Wiki, 2010). Hal ini diduga karena kulit telur puyuh relatif lebih tipis dibanding telur bebek sehingga NaCl lebih banyak terserap. Hasil analisis keragraman menunjukkan jenis media pemeram berpengaruh sangat nyata terhadap kadar NaCl telur puyuh asin. Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan yang nyata antar taraf perlakuan, di mana kadar NaCl terendah diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Arang : Abu : NaCl (a5) sebesar 2,27% dan yang tertinggi 3,85%, diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya dengan cara tradisional menggunakan campuran media Bata : Abu : NaCl (a3).

Tabel 2. Hasil analisis organoleptik dan cemaran mikroba produk telur asin puyuh

No.	Jenis Uji	Satuan	Hasil Analisa	Persyaratan SNI-01-4277-1996
1.	Keadaan:			
1.1	Bau	-	Normal	Normal
1.2	Warna	-	Normal	Normal
1.3	Penampakan	-	Normal	Normal
2.	Garam	b/b %	Min. 2,0	Min. 2,0
3.	Cemaran mikroba:			
	Salmonella	Koloni/25 g	Negatif	Negatif
	Staphyloccocus aureus	Koloni/g	-	< 10

Kadar rataan fosfor (P) dari telur puyuh asin berkisar a 0,17- 0,37%, sementara telur puyuh tawar 0,26%. Telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Bata : Arang : NaCl (a1), Bata : Arang aktif : NaCl (a4), dan dengan cara tradisional menggunakan Bata: Abu: NaCl (a3), masing-masing berkurang 15,4%; 30,8% dan 34,6%. Pemeraman dengan adonan lain mengakibatkan peningkatan terhadap kadar P dalam telur 7,7 – 42,3 %. Hasil tersebut sejalan dengan penelitian pada telur bebek asin di mana kadar P telur setelah diasinkan berkurang 10,3% (Margono *et al*., 2000). Hasil analisis keragraman menunjukkan jenis media pemeram berpengaruh sangat nyata terhadap kadar P telur puyuh asin. Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan yang nyata antar taraf perlakuan, di mana kadar P terendah diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran media Bata : Abu : NaCl (a3) sebesar 0,17% dan yang tertinggi 0,37%, diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran media Arang: Abu: NaCl (a5). Sementara tidak ada perbedaan yang nyata dari kadar P dalam telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Arang aktif : Abu : NaCl (a2) dengan telur puyuh tawar.

Kadar rataan Fe dari telur puyuh asin berkisar 21,66-84,20 µg/g, sementara telur puyuh tawar 42,72 µg/g. Kadar Fe telur dengan perlakuan a1, a3, a4 dan a5 mengalami penurunan

antara 1,4 – 49,3 % dibanding kontrol (a6). Kecenderungan ini sejalan dengan penelitian pada telur bebek asin di mana kadar Fe telur lebih rendah 35,7% (Margono *et al*., 2000), hanya telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Arang aktif : Abu : NaCl (a2) yang kadar Fe-nya jauh lebih tinggi (84,2 µg/g) dibanding kontrol. Hasil analisis keragraman menunjukkan jenis media pemeram berpengaruh sangat nyata terhadap kadar Fe telur puyuh asin. Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan yang nyata antar taraf perlakuan, di mana kadar Fe terendah diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya menggunakan campuran Bata: Arang aktif: NaCl (a4) sebesar 21,66 µg/g, dan yang tertinggi 84,20 µg/g diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Arang aktif : Abu: NaCl (a2).

Kadar rataan Ca dari telur puyuh asin berkisar 292,62-424,34 µg/g, sementara telur puyuh tawar 342,02µg/g. Kadar Ca telur dengan perlakuan a2 – a5 meningkat 5,7– 24,1 % dibanding kontrol (a6). Kecenderungan ini sejalan dengan hasil penelitian pada telur bebek asin di mana kadar Ca telur setelah diasinkan meningkat 114,3% (Margono *et al*., 2000), hanya telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Bata: Arang: NaCl (a1) saja yang kadar Ca-nya lebih rendah (292,62 µg/g) dibanding kontrol. Hasil analisis keragraman menunjukkan jenis media pemeram berpengaruh sangat nyata terhadap kadar Ca telur puyuh asin. Hasil uji lanjut menunjukkan perbedaan yang nyata antar taraf perlakuan, di mana kadar Ca terendah diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran media Bata : Arang : NaCl (a1), sebesar 292,62 µg/g, dan yang tertinggi (424,34 µg/g) diperoleh pada telur puyuh asin yang pembuatannya diperam dengan campuran Arang : Abu : NaCl (a5).

Ketidak hadiran cemaran mikroba adalah salah satu persyaratan di SNI yang harus dipenuhi oleh produk telur asin. Dalam penelitian ini parameter uji tersebut diwakili dengan uji keberadaan *Salmonella.* Hasil pengujian (Tabel 2) menunjukkan telur puyuh asin dalam penelitian ini seluruhnya bebas dari cemaran mikroba tersebut sehingga aman untuk dikonsumsi. Berdasarkan hasil uraian di atas, perlakuan pengasinan terhadap telur puyuh dengan berbagai campuran media pemeram menghasilkan telur asin dengan kadar komponen kimia yang bervariasi, dan seluruhnya bebas dari cemaran mikroba (*Salmonella*). Hasil penelitian terhadap telur bebek asin mengemukakan bahwa umumnya kandungan gizi (protein dan mineral) dalam telur bebek asin beberapa kali lebih besar dibanding telur bebek tawar (Wiki, 2010), hasil yang sejalan dengan penelitian di atas adalah telur puyuh asin yang dibuat dengan campuran media pemeram Arang: Abu: NaCl (a5).

Telur puyuh asin ini selain kandungan garam dan lemaknya relatif rendah sehingga akan lebih disukai konsumen, sebahagian besar kandungan gizinya (protein dan mineral) lebih tinggi dibanding dengan telur puyuh tawar maupun dengan telur puyuh asin yang dibuat dengan campuran media pemeram yang tradisional, yaitu Bata : Abu : NaCl (a3).

4. Kesimpulan

Perlakuan jenis media pemeram berpengaruh sangat nyata terhadap kandungan komponen kimia dalam telur puyuh asin. Dari 5 (lima) jenis campuran media pemeram Bata:

Arang: NaCl, Arang aktif : Abu : NaCl, Bata : Abu : NaCl, Bata: Arang aktif : NaCl, Arang : Abu : NaCl ternyata campuran Arang : Abu : NaCl memiliki kadar protein dan mineral yang lebih besar dibanding telur puyuh tawar maupun dengan telur puyuh asin yang dibuat dengan campuran media pemeram yang tradisional, yaitu Bata: Abu: NaCl. Uji organoleptik menunjukkan bahwa media pemeram yang berbeda tidak mempengaruhui sifat fisik telur puyuh asin yang dibuat. Sifat fisik tersebut meliputi rasa, bau, warna, dan tekstur telur sesuai dengan SNI -01-4277-1996. Pembuatan telur asin merupakan cara pengawetan yang aman karena tanpa mempergunakan bahan pengawet sintetis yang dapat menyebabkan terjadinya gangguan kesehatan.

Referensi

Earl, D. E. (1974). *Charcoal*. Andre Mayer Fellowship Report. FAO, Rome.

Hamid, M. A. (2004). *Materi Kewirausahaan*. Balai Besar Diklat Agribisnis Peternakan dan Kesehatan Hewan (BBDAPK) Cinagara, Bogor.

Hartoyo, Hudaya, N. & Fadli. (1990). Pembuatan Arang aktif dari Tempurung Kelapa dan Kayu Bakau dengan Cara Aktifasi Uap. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 8* (11), 6-11.

Hendra D. & G. Pari. (2000). *Penyempurnaan Teknologi Arang*. Laporan Hasil Penelitian Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.

Jammaludin.(2010). *Spektrometri Serapan Atom*. [Terhubung Berkala] http://unpad.ac,id/AAS.pdf [29 September 2010]

Margono. T, D. Suryati, & S. Hartinah. (1993). *Buku Panduan Teknologi Pangan. Pusat Informasi Wanita dalam Pembangunan*. PDII-LIPI bekerjasam dengan Swiss Development Cooperation. Jakarta

Pari, G. (1996). *Pembuatan Arang Aktif dan Kualitas Arang Aktif Kayu Sengon sebagai Bahan :* Pasca Sarjana, Institut Teknologi Bandung.

SIPUK.. (2010). *Industri Telur Asin. Sistem Informasi Terpadu Pengembangan Usaha Kecil*. Bank Sentral Republik Indonesia. Jakarta

Sucofindo. (2010). *Report Analysis Telur Puyuh Cermara*. Putra Perkasa Farm.

Sudjana. (2002). *Disain Dan Analisis Eksperimen.* Tarsito. Bandung.

Wiki (2010). *Resep Telur Asin*. http://id.wibooks.org/wiki. [21 Pebruari 2010]

E. Biodegradasi dan Hasil Hutan Non Kayu

Aktivitas Anti Jamur Minyak Eukaliptus (*Eucalyptus* sp) dan Galam (*Maleleuca cajuputi*)

Renhart Jemi,[a],[*], Nuwa[a], Herwin Joni[a], Try Ade Irma[b] dan Suryati Marito Saragi[b]

[a]*Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya*
[b]*Mahasiswa Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas palangka Raya*

Abstract

Wood Damage caused wood destroying microorganisms is increasing annually. In order to find materials that are environmentally friendly, natural preservative could be used as an option. Leaves of Eucalyptus and Galam wood contain essential oils. Due to the volatile oil content results, it is required to do some research into its potency for anti-fungus activity. To obtain essential oil, this study used the ratio of leaves and water in steam distillation of 1: 4 at 40 °C. Then, anti fungal activity of the oil produced were tested against white rot fungus, *Pleurotus osteratus*, with concentrations of 0%, 2%, 4%, 8% and 16%. The results showed that essential oils were capable of inhibiting the fungal growth. Eucalyptus essential oil showed optimal inhibition as much as 1.43% at 2% concentration while 8% of essential oils Galam suppressed 1.45% fungal growth.

Keywords: Antifungal, *Eucalyptus* sp, Essential oil, *Maleleuca cajupti*, *Pleurotus ostreatus*

* Korespondensi penulis. Tel.: (0536) 3227863; +268111115395
E-mail: renhartjemi@yahoo.com;aserjemi15@gmail.com

1. Pendahuluan

Kayu yang tidak awet mudah sekali terserang oleh organisme perusk kayu. Salah satunya organisme perusak kayu tersebut yaitu jamur pelapuk kayu. Sehingga kayu secara kualitas dan estetika mengalami penurunan. Oleh karena itu, perlu untuk dicari alternatif bahan pengawet yang sifatnya ramah lingkungan. Bahan pengawet alami banyak yang bersumber dari tumbuhan dan mudah diolah. Minyak atsiri merupakan salah satunya dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengawet kayu. Daun *Eucalyptus sp*, dan *Maleleuca cajupti* sebelumnya telah dilaporkan mengandung minyak atsiri dan memiliki senyawa bio aktif (Vilela *et al.*, 2009; Astuti dan Aphari, 2014; Astiani *et al.*, 2014; Zulney *et al.*, 2015; Jemi dan Saputera 2014; dan Alam *et al.*,2015). Berdasarkan latarbelakang permasalahan tersebut maka perlu dilakukan penelitian melakukan ektraksi daun *Eucalyptus* sp dan *M. Cajupti*, selanjutnya dilakukan uji aktivitas jamu pelapuk kayu *P. osteratus*. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui aktivitas anti jamur dari minyak atsiri *Eucalyptus* sp dan *M. cajupti*.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah daun kayu *Eucalyptus* dan kayu *Maleleuca cajupti*yang diperoleh di Aboretum Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya. Sampel daun diambil pada pukul 05.00 WIB. Daun sebelumnya dipilih yang sehat dan segar, dibersihkan selanjutnya dilakukan perajangan.

2.2 Destilasi minyak atsiri

Destilasi minyak *Eucalyptus* dan kayu *M. cajupti*dilakukan dengan metode destilasi uap (Satorelli *et al.,* 2007). Sebanyak 2000 g daun dirajang dan dimasukkan ke dalam ketel penyulingan. Selanjutnya dilakukan destilasi daun tersebut menggunakan media air dengan perbandingan 1:2 (b/v), pada suhu 100-105^{o}C selama 4 jam. Minyak atsiri yang diperoleh selanjutnya dipisahkan dengan menambahkan NaCl, kemudian dievaporasi pada suhu 40^{oC} dengan tekanan 1 atm untuk mendapatkan minyak atsiri. Pemisahan kotoran dengan minyak atsiri ditambahkan lagi $CaCl_2$ dan dilakukan lagi evaporator sehingga diperoleh minyak atsiri.Minyak atsiri yang telah diperoleh tersebut kemudian dihitung rendemennya dan dilakukan penentuan warna.

2.3 Pembiakan jamur pelapuk

Pengujian aktifivitas anti jamur dilakukan pada kedua jenis minyak atsiri tersebut. Jamur pelapuk putih yang digunakan pada pengujian jamur yaitu *P. ostreatus* yang diperoleh dari Laboratorium Budidaya Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya. Jamur tersebut terlebih dahulu diremajakan dengan membiakkannya pada media tumbuh selama 7 hari. Dalam 1 L media tumbuh mengandung 50 g glukosa, 120 g ekstrak *onion*, 0.3 g K_2HPO, 0.2 g $MgSO_47H_2O$, 5 g *polyptone*, dan 30 g tepung agar-agar pada pH 5.6 (Syafii, 1988).

2.4 Pengujian aktivitas anti jamur

Cawan petri yang berisi media PDA dan minyak atsiri di-*autoclave* selama 15 menit pada suhu 120^{o}C dengan tekanan 1 atm (Syafii, 1988). Kemudian cawan petri tersebut diinokulasi dengan jamur *P. ostreatus*. Selanjutnya diinkubasi pada suhu 25^{o}C selama 7 hari pada ruangan gelap. Konsentrasi ekstrak senyawa yang di uji anti jamur yaitu: 0%, 2%, 4%, 8%. Masing-masing perlakuan dilakukan 5 kali ulangan. Pertumbuhan miselium jamur dievaluasi pada akhir masa inkubasi dengan mengukur diameter koloni jamur dan dibandingkan dengan diameter koloni kontrol. Dasar penentuan aktivitas anti jamur menggunakan rumus sebagai berikut (Du 2009):

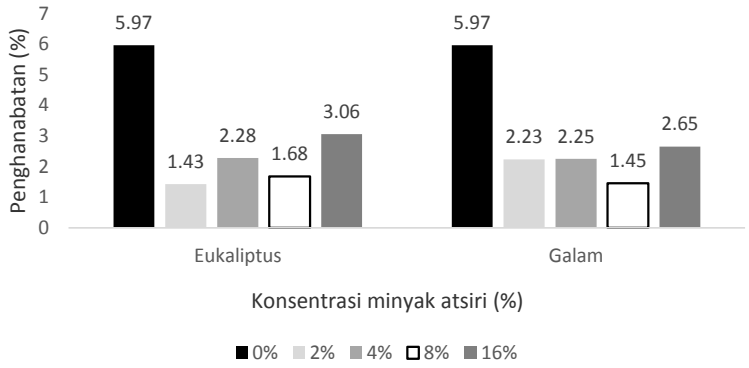
Persentase penghambatan = {(C-T)/C} x 100% (1)

Dimana, T adalah diameter koloni jamur pada cawan pertri perlakuan, C adalah diameter koloni jamur pada cawan petri kontrol.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil destilasi minyak atsiri dari daun *Eucalyptus* dan *M. cajupti* diperoleh rendemennya sebagai berikut: daun galam diperoleh minyak atsiri sebanyak 0,11% dan

0,12%. Rendemen hasil penyulingan minyak *Eucalyptus* dan kayu *M. cajupti* hasilnya sedikit, warna minyak tidak cerah dan masih kecoklat-coklatan. Hal ini dikarenakan tidak terkontrolnya suhu, tekanan dalam reaktor penyulingan serta ada minyak galam yang menguap (Guenthers, 1990). Hasil pengujian anti jamurnya diperoleh sebagai berikut yang disajikan pada Gambar 1.

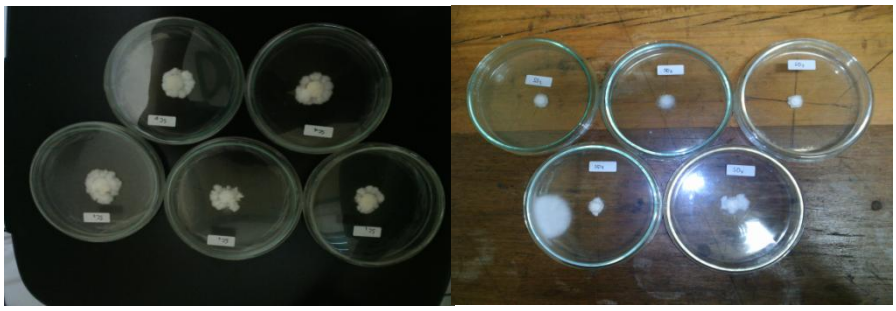


Gambar 1. Persentase penghambatan petumbuhan jamur *P. ostreatus* oleh minyak *Eucalyptus* dan *M. cajupti*

Konsentrasi 2% pada minyak *Eucalyptus* yang diperoleh sangat optimal karena mampu menghambat pertumbuhan jamur sebesar 1,43%, sedangkan minyak atsiri daun *M. cajupti* pada konsentrasi 8% mampu menghambat pertumbuhan jamur sebesar 1,45%. Jika dibandingkan kosentrasi lainnya pada kedua jenis minyak atsiri ini,konsentrasi yang tinggi (4%, 8% dan 16%) pada minyak *Eucalyptus* tidak mampu menghambat pertumbuhan jamur dibawah 1,5% dimana hanya mampu menghambat 1,68%, 2,28% dan 3,06%. Pertumbuhan jamur tidak berkembang hasil penelitian pada konsentrasi tersebut disebabkan adanya senyawa bio aktif yang terdapat di dalam minyak atsiri baik dari daun *Eucalyptus* maupun daun *M. cajupti*, yang mampu menghambat kinerja enzim yang dikelurkan oleh jamur, sehingga enzim tidak mampu menghancurkan gula menjadi senyawa sederhana dan suplai makanan terhambat ke jaringan pertumbuhan jamur.Vilela *et al.,* (2009). Astiani *et al.*,(2014) dan Zulney *et al.*,(2015) melaporkan bahwa senyawa utama yang terdapat dalam minyak atsiri *Eucalyptus* yaitu 1,8 cineol ($C_{10}H_{18}O$) mampu menghambat pertumbuhan bakteri dan jamur. Sedangkan hasil penelitian Astuti dan Aphari (2014), Jemi dan Saputera (2014) dan Alam *et al.*,(2015) menyatakan bahwa komponen utama penyusun minyak atsiri pada daun *M. cajupti* adalah 1,8 cineol.

Berdasarkan hasil penelitian Carson *et al.,* (2003); Barros *et al.,* (2009), Morica, (2011) dan Carvalho (2012) menyatakan senyawa Cineol mampu menghambat pertumbuhan jamur pelapuk kayu. Karena senyawa ini mampu menghambat kinerja membran sel jamur (Knight, 2009), sehingga jamur *P. ostreatus* tidak dapat lagi memproduksi asam oksalat dan enzim hidrolitik. Fungsi asam oksalat yang dihasilkan oleh jamur merupakan sumber proton dalam

hidrolisis selulosa secara enzimatik, serta non-enzimatik pada proses depolimerisasi selulosa (Shimada *et al.,* 1997). Lambat laun jamur tidak berkembang miseliumnya sehingga pertumbuhannya terhambat. Hasil pengujian aktivitas anti jamur *P.ostretaus* ditampilkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Pertumbuhan jamur *P. ostreatus* pada minyak *Eucalyptus* dan *M. cajupti* (sumber foto: Sragih, 2015).

4. Kesimpulan

Ekstraksi daun *Eucalyptus* dan *M. cajupti* menghasilkan minyak atsiri. Minyak *Eucalyptus* dan *M. cajupti* mampu menghambat pertumbuhan jamur *P. ostreatus*pada kosentrasi yang berbeda. Diperkirakan senyawa cienol yang terdapat pada *Eucalyptus* dan *M. cajupti*yang berperan menghambat pertumbuhan jamur *P. ostreatus.*

Referensi

Alam, S. N, Pujiarti R, Kasmudjo, Sunarta, S. (2015). Pengaruh Kepadatan Ketel Pemasak dan lama Penyimpanan Minyak terhadap Kualitas dan Komposisi Kimia Minyak Kayu Putih. Dipresentasikan Seminar Nasional XVIII MAPEKI. Bandung, 4-5 November 2015.

Astuti, F. L, I. M. Aphari (2013). Ektraksi Daun Kayu Putih *Maleleuca cajupti* (L) Mengunakan Pelarut Etanol Dengan Metode Ekstraksi Maserasi. Laporan penelitian. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Universitas Sultan Ageng Tirtayasa. Banten

Astiani, D. P. A.Jayuska, S. Arreneuz (2014). Uji Aktivitas Anti Bakteri Minyak Atsiri *Ecalyptus Pellita*Terhadap Bakteri *Eschericha coli* dan *Staphylococus auresu*. *Jurnal Kimia Katulistiwa Fakultas Matematika dan IPA 3* (3), 49-53. http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa

Barros, J. C , M. L. Conceiça˜o, N. J. G. Neto, A. C. V. Costa, J. P. Siqueira, Ju´ nior b, Bası´lio I. D, Junior c, E. L. Souza. (2009). Interference of Origanum vulgare L. essential oil on the gowth and some physiological characteristics of Staphylococcus aureus strains isolated from foods. *LWT - Food Science and Technology 42*, 1139–1143.

Carvalho, R. M. S. (2012). Avaliação da atividade antimicrobiana do óleo essencial *Thymus mastichina.* (Thesis). Universidade Da Beira Interroir Ciências da Saúde.

Du, T., F. Todd Shupe, Y. H. Chung (2011). Antifungal activity of traditional medicinal plants from Tamil Nadu, India. *Asia pacific Journal of Tropical Biomedicine*, 204-215.

Guenthers E. (1990). Minyak Atsiri. Jilid I. Ketaren (penerjemah). UI Press, Jakarta.

Jemi, R., Saputera. (2013). Isolasi dan Uji Anti Jamur Senyawa Sineol Dari Daun *Maleleuca cajupti* (L) Roxb. Seminar Hasil Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Palangka Raya Tahun 2013, Sabtu, 30 November 2013, Aula Rahan Universitas Palangka Raya.

Knight, A. R. (2009). Preparation and Bioactivity of 1,8-cineole Derivatives. Disertation. Murdoch University. Page 20-23.

Shimada M., Y.Akamatsu, T. Tekimatsu (1997). Possible biochemical role of oxali acid as a low molecular weight compound involved in brown-rot and white-rot wood decat. *J. Biotechnol 55*, 103-113.

Syafii, W. (1988). A study on the influemce of chemical components of some tropical woods on decay resistance. (Dissertation). Japan: Laboratory of Forest Chemistry. The Gaduate School of Agicultural Sciences. The University of Tokyo

Sartorelli, P., A.D. Marquiroreto, A.A. Baroli, M.E. L. Lima, and P.R. Moreno (2009). Chemical Composition and Antimicrobila Activity of The Essential Oil From Two Species of *Eucalyptus*, *Phytother, Res,* 21, 231-233. *Journal of Stored Products Research 45*, 108–111

Vilela, G. R. G. S.Almeida, M. A. B. D. D'Arce, M.H. D. Moraes, J.O. Brito, M.F.G. Silva, S. C.Silva, S. M. Piedade. M. A. Calori-Domingues, E. M. Gloria (2009). Activity of essential oil and its major compound, 1,8-cineole, from *Eucalyptus globulus* Labill., against the storage fungi *Aspergillus flavus* Link and *Aspergillus parasiticus* Speare.*Journal of Stored Products Research 45*, 108–111.

Zuleney, G., E. Kusmiati. (2015). Prospek *Eucaliptus citriodora isebagai Minyak* Atsiri Potensial. Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversity Indonesia *1*(1), 120-126. DOI: 10.13057/psnmbi/m010120

Biodegradasi Aspal secara Simultan oleh Kombinasi Jamur *Pestalotiopsis* sp. dan *Trametes hirsute*

Dede Heri Yuli Yanto,[a],* dan Sanro Tachibana[b]

[a] *Pusat Penelitian Biomaterial, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Raya Bogor Km. 46, Cibinong, Bogor, Indonesia 16911*
[b] *Department of Applied Bioscience, Faculty of Agiculture Ehime University, 3-5-7 Tarumi, Matsuyama, Ehime 790-8566, Japan*

Abstract

The use of asphalt in road has contributed to contamination particularly by diffusing particles to water. Asphalt consists mostly of asphaltene instead of aliphatics, aromatics, and resins. Constrains in the biodegradation of asphalt have been attributed to the different susceptibilities of fractions to biodegradation by microorganism. During biodegradation, the composition of fractions may change to a higher ratio of asphaltene to aliphatic fraction, leading to lower biodegradability. Microorganisms that gow and produce highly degradative enzymes, resulting in a lower ratio of the asphaltene fraction, play a key role in accelerating biodegradation. However, identifying microorganisms with these characteristics is challenging because the compatibility model of PHCs, which place aliphatic and aromatic fractions at the outer layer and resin and asphaltene fractions at the inner layer, makes it difficult for a single microorganism to simultaneously attack all fractions. Fungal co-culturing is a potential strategy that may accelerate biodegradation by enhancing the activities of enzymes responsible for degradation due to their synergistic effects. In the present study, a co-culture of *Pestalotiopsis* sp. NG007, an ascomycete fungus, with *Trametes hirsuta* D7, a basidiomycete fungus, simultaneously degraded asphalt in soil by using a synergistic mechanisms indicating may a high potential as an asphalt bioremediation agent in environmental contaminated with asphalt.

Keywords: Asphalt, Biodegradation bioremediation, Fungal co-culture, Ligninolytic enzymes.

* Korespondensi penulis. Tel.: +62-21-87914511
E-mail: dede@biomaterial.lipi.go.id

1. Pendahuluan

Aspal merupakan fraksi terberat dari minyak mentah yang tersebut sebagai residu pada proses penyulingan dimana kandungan terbesarnya adalah aspalten (Yanto & Tachibana, 2013a). Persis seperti minyak mentah, aspal juga mengandung fraksi alifatik, aromatik, resin dan aspalten. Pemanfaatan aspal sebagai pelapis pada jalan telah berkontribusi pada pencemaran air, tanah dan sedimen sungai terutama oleh parikel yang terdifusi (Faure *et al.*,

2000; Krein & Schorer, 2000) serta pada proses masuknya senyawaan poli siklik aromatik(PAHs) yang berfase air (Brandt & De Goot, 2001).

Biodegradasi aspal yang melibat mikroorganisme menjadi sangat penting untuk dilakukan. Selama ini proses biodegradasi hanya melibatkan kultur tunggal dari mikroba seperti jamur sehingga hasil yang diperoleh masih kurang optimal (Alvares *et al.,* 2011). Teknik lainnya adalah dengan menambahkan penginduksi produksi enzim pendegradasi dan pemediasi proses oksidasi untuk meningkatkan laju biodegradasi seperti yang telah dilakukan pada penelitian sebelumnya (Yanto & Tachibana, 2013). Meskipun menghasilkan laju degradasi yang meningkat, akan tetapi proses degradasi masih lambat karena degradasi hanya berlangsung secara bertahap dari alifatik, aromatik yang kemudian menurunkan kemudahan akses bagi resin dan aspalten karena menurunnya ratio alifatik/asphaltene. Oleh karena itu, pencarian kultur kombinasi dua jamur yang melibatkan jamur filamentes dan jamur basidiomycetes perlu dilakukan agar proses biodegradasi dapat dilakukan secara simultan. Pada penelitian ini, kombinasi jamur *Petstalotiopsis* sp. NG007 dan *Trametes hirsuta* D7 dilakukan untuk melihat pengaruh kombinasi tersebut terhadap laju degradasi secara simultan serta dikaitkan dengan enzim yang dihasilkan selama proses kombinasi tersebut.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan kimia dan mikroorganisme

Komposisi aspal yang digunakan pada penelitian ini tertera pada Tabel 1. Mikroorganisme yang digunakan pada penelitian ini adalah jamur *Pestalotiopsis* sp. NG007 yang diisolasi dari kayu lapuk yang berasosiasi dengannya, jamur basidiomycetes *Trametes hirsuta* D7 yang diisolasi dari kayu lapuk di sekitar daerah mangove.

2.2. Kondisi pre-culture

Strain NG007 dan D7 masing-masing di pre-culture pada Erlenmeyer flask yang mengandung 20 mL media cair dengan komposisi 20 g/L malt ekstrak, 20 g/L glukosa, dan 1 g/L hipolypepton dalam pelarut air destilata. pH medium disesuaikan menjadi 4.5 kemudian strain di *pre-culture* dalam kondisi gelap pada 25^{o}C selama 7 hari.

2.3. Desain percobaan

Percobaan dibagi menjadi dua bagian. Pertama, kombinasi strain NG007 dan D7 dengan komposisi 0/100, 25/75, 50/50, 75/25, dan 100/0 digunakan pada penelitian ini untuk diinkubasikan ke dalam tanah yang secara artifisial tercemar oleh aspal (1000 mg/kg soil). Kompisisi campuran tanah yang digunakan adalah 30 g tanah, 10% (w/w) glukosa, 15% (w/w) nutrient shitake, dan 30% (w/w) air destilata. Campuran tanah diaduk secara merata kemudian di autoklaf pada 121^{o}C selama 3 jam untuk memastikan tidak ada mikroba indigenous yang tersisa selama inkubasi. Setelah autoklaf dan pendinginan, sebanyak 30 mg aspal dilarutkan dengan 1 mL diklorometana (DCM) dan ditransfer ke dalam media tanah. Pelarut diklorometana dibiarkan menguap selama 5 jam. Setelah itu, masing-masing jamur yang sudah di pre-kultur selama 7 hari di homogenisasi menggunakan Ace Homogenizer pada 5000 rpm selama 10 menit. Sebanyak masing-masing 2 mL jamur dimasukkan ke dalam media tanah yang sudah terkontaminasi aspal secara artifisial tersebut dan diinkubasi pada suhu 25^{o}C selama 15 dan 30 hari. Pada eksperiment kedua, sejumlah konsentarasi yang

berbeda dari aspal (30, 450, dan 900 mg dilarutkan ke dalam DCM menjadi 1, 5, dan 5 mL, secara berurutan) ditambahkan ke dalam tanah yang sudah disteril dengan autoklaf agar konsentrasi akhir menjadi 1000, 15000, dan 30000 mg/kg soil, kemudian pelarut DCM dibiarkan menguap selama 5 jam. Kombinasi jamur NG007/D7 yang terbaik kemudian ditambahkan ke dalam campuran tanah dan diinkubasi dalam kondisi gelap pada 25^{o}C selama 15 dan 30 hari. Pada akhir inkubasi, kandungan minyak mentah yang tersisa pada tanah dianalisa untuk dianalisa laju degradasinya. Pada tempat percobaan yang berbeda, 5 gram tanah diambil dan ditambahkan 30 mL air destilata kemudian di homogenisasi pada 5000 rpm selama 10 menit. Setelah difiltrasi, fase cair digunakan untuk pengukuran aktivitas enzim yang terlibat selama proses degradasi.

2.4. Analisa kimia untuk degradasi minyak mentah

Analisa biodegradasi minyak mentah dan fraksi-fraksinya (alifatik, aromatik, resin dan aspaltene) secara detil dijelaskan pada studi sebelumnya (Yanto & Tachibana, 2013a). Biodegradasi untuk total aspal, fraksi resin dan aspaltene dianalisa menggunakan metode gavimetrik sedangkan fraksi alifatik dan aromatic dianalisa menggunakan gas kromatogafi (GC-FID Shimadzu 2014) dengan kolom kapiler TC-5 (30 m, id x 0.25 mm x 0.25 μm).

2.5. Pengujian aktivitas enzim

Aktivitas enzim diuji menggunakan spektrofotometer UV-VIS (Shimadzu UV-1600). Aktivitas catechol 1,2-dioxygenase (C12O), catechol 2,3-dioxygenase (C23O), manganese peroxidase, lignin peroxidase, dan lakase dilakukan sebagaimana telah dijelaskan pada laporan kami sebelumnya (Yanto dan Tachibana, 2014). Aktivitas dinyatakan sebagai unit per liter larutan enzim (U/L), dimana satu unit enzim (U) didefinisikan sebagai pembentukan 1.0 mikromol produk selama 1 menit pada kondisi pengujian.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Komposisi aspal

Komposisi aspal yang digunakan pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Secara umum, aspal mengandung kelompok yang sama dengan minyak mentah, yaitu alifatik, aromatik, resin dan aspaltene, akan tetapi jenis minyak mentah yang berbeda akan mengandung komposisi dan jenis senyawaan yang berbeda pada setiap fraksinya. Jenis minyak mentah A lebih banyak mengandung komponen alifatik dengan struktur alifatik rantai pendek (C_{12}-C_{20}). Minyak mentah C mengandung alifatik rantai menengah yang lebih banyak (C_{12} – C_{25}), dan aspal mengandung alifatik rantai panjang yang dominan (C_{13}-C_{30}) (Yanto & Tachibana, 2013b).

Tabel 1. Komposisi aspal yang digunakan pada penelitian dibandingkan dengan minyak mentah (Yanto dan Tachibana, 2013b).

Fraksi	Komposisi[a] (%)		
	Minyak mentah A	Minyak mentah C	Aspal
Alifatik	74.0 ± 2.1	49.3 ± 2.2	31.8 ± 2.1
Aromatik	18.3 ± 3.1	34.0 ± 2.0	44.2 ± 2.5
Resin	2.3 ± 1.5	8.0 ± 1.2	9.9 ± 0.9
Aspaltene	5.3 ± 1.0	8.7 ± 1.1	14.0 ± 0.6

[a] Data diperoleh dengan tiga kali ulangan ± SD.

3.2. Biodegradasi aspal oleh kombinasi jamur

Kultur tunggal NG007 mendegradasi aspal sebanyak 46.9% selama 15 hari dan 67.7% selama 30 hari inkubasi (Tabel 2). Sebaliknya, kultur tunggal D7 hanya mampu mendegradasi total aspal sebesar 27.7% dan 45.2% selama 15 dan 30 hari, berturut-turut. Hal ini menunjukkan bahwa strain NG007 lebih memiliki kemampuan dalam mendegradasi aspal daripada strain D7. Hasil pengamatan pada pertumbuhan kedua jamur di dalam media tanah yang terkontaminasi oleh aspal menunjukkan bahwa strain NG007 lebih mudah tumbuh dan memenuhi seluruh bagian tanah mengindikasikan resistensi terhadap senyawaan toksik yang berada di dalam aspal. Kombinasi jamur NG007 dan D7 menunjukkan peningkatan kemampuan dalam mendegradasi aspal pada berbagai komposisi. Komposisi NG007/D7 25/75 menghasilkan kombinasi yang paling baik dalam mendegradasi aspal hingga 80.1% dan 89.1% pada 15 dan 30 hari, berturut-turut. Meningkatnya kemampuan kombinasi dua jamur NG007 dan D7 menunjukkan efek sinergis yang terjadi ketika jamur tersebut ditumbuhkan pada media tanah terkontaminasi oleh aspal. Hal ini mengindikasikan perubahan fisiologis selama kombinasi terutama dalam menghasilkan enzim yang mampu mengoksidasi senyawaan aspal. Oleh karena itu, pengujian aktivitas enzim yang dihasilkan selama proses degradasi oleh kultur tunggal maupun kombinasi kedua jamur tersebut dilakukan pada percobaan selanjutnya.

Tabel 2. Degradasi aspal oleh kombinasi jamur *Pestalotiopsis* sp. NG007 dan *Trametes hirsuta* D7.

Komposisi NG007/D7	Degradasi [a] (%)	
	15 hari	30 hari
100/0	46,9 ± 3,2	67,7 ± 3,7
75/25	45,6 ± 8,1	68,0 ± 5,5
50/50	72,7 ± 7,8	81,0 ± 4,6
25/75	80,1 ± 6,3	89,1 ± 3,2
0/100	27,7 ± 5,9	45,2 ± 6,5

[a] Data diperoleh dengan tiga kali ulangan ± SD.

3.3. Aktivitas enzim selama proses biodegradasi

Pestalotiopsis sp. NG007 merupakan kelompok jamur filamentes yang mampu menghasilkan enzim dioksigenase cukup tinggi dibandingkan dengan enzim ligninolitiknya (mangenses peroxidase (MnP), lignin peroksidase (LiP), dan lakase). Sebaliknya, *Tramestes hirsuta* D7 merupakan kelompok jamur basidiomycetes dengan kemampuan menghasilkan enzim ligninolitik yang tinggi. Di dalam media cair tanpa mengandung aspal selama 7 hari, strain NG007 memproduksi 1,2-dioksigenase 128,2 U/L, 2,3-dioksigenase 163,6 U/L, MnP 4,8 U/L, LiP 134,1 U/L, dan lakase 4,8 U/L. Sebaliknya, strain D7, ketika ditumbuhkan pada media cair malt ekstrak tanpa mengandung aspal menghasilkan aktivitas enzim lakase sangat tinggi 216.9 U/L, MnP 37.7 U/L dan LiP 2.1 U/L dengan aktivitas dioksigenase yang kecil hanya 2,3-dioksigenase 3.2 U/L.

Pertumbuhan dan aktivitas jamur terpengaruh oleh keberadaan senyawaan toksik di dalam media tumbuhnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kultur tunggal NG007 yang ditumbuhkan pada media tanah terkontaminasi oleh aspal memproduksi dioksigenase yang

lebih besar daripada ditumbuhkan pada media tanpa mengandung aspal. Pada media tanah yang mengandung aspal selama 30 hari, strain NG007 menghasilkan aktivitas 1,2-dioksigenase sebesar 760 U/L, 2,3-dioksigenase sebesar 101 U/L, MnP sebesar 21 U/L, LiP sebesar 41 U/L, dan lakase sebesar 29 U/L. Sebaliknya strain D7 yang ditumbuhkan pada media tanah yang mengandung aspal selama 30 hari menghasilkan aktivitas lakase yang sangat tinggi sebesar 1.484 U/L, MnP sebesar 247 U/L, 1,2-dioksigenase sebesar 65 U/L, dan 2,3-dioksigenase 16 U/L. Meningkatnya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh kultur tunggal menunjukkan perubahan fisiologi jamur pada media yang berbeda, terutama ketika terdapat aspal di dalamnya. Disamping itu, adanya aktivitas enzim tersebut dapat dikaitkan dengan kemampuan jamur dalam mendegradasi aspal. Hasil penelitian menunjukkan, adanya aktivitas dioksigenase yang tinggi selama proses degradasi mendorong laju degradasi yang lebih baik, sebagaimana diperoleh laju degradasi oleh kultur tunggal jamur NG007 yang lebih baik daripada kultur tunggal jamur D7, padahal jamur D7 mengandung enzim ligninolitik yang lebih tinggi daripada jamur NG007.

Kombinasi jamur NG007 dan D7 yang ditumbuhkan pada media tanah yang mengandung aspal 1000 mg/kg tanah menunjukkan peningkatan aktivitas dibandingkan dengan kultur tunggalnya masing-masing. Berdasarkan Tabel 3, aktivitas optimum diperoleh pada kombinasi NG007/D7 25/75 dengan aktivitas 1,2-dioksigenase sebesar 1349 U/L, 2,3-dioksigenase sebesar 169 U/L, lakase sebesar 1494 U/L, MnP sebesar 323 U/L dan LiP sebesar 45 U/L pada inkubasi selama 30 hari. Tingginya aktivitas enzim yang dihasilkan oleh kombinasi jamur NG007 dan D7 berkolerasi kuat terhadap peningkatan laju degradasi dari aspal oleh kombinasi tersebut.

Tabel 3. Aktivitas enzim dari kombinasi jamur NG007 dan D7 pada media tanah yang terkontaminasi oleh aspal 1000 mg/kg tanah.

Komposisi NG007/D7	Aktivitas enzim (U/L)									
	15 hari					30 hari				
	12-DO	2,3-DO	Lakase	MnP	LiP	1,2-DO	2,3-DO	Lakase	MnP	LiP
100/0	459	33	9	3	6	760	101	29	21	14
75/25	450	16	39	7	0	960	68	136	30	0
50/50	765	76	87	17	14	1403	190	2125	256	46
25/75	773	60	327	52	16	1349	169	2287	323	45
0/100	40	16	244	63	0	65	16	1494	247	0

Catatan: 1,2-DO: 1,2-dioksigenase
2,3-DO: 2,3-dioksigenase

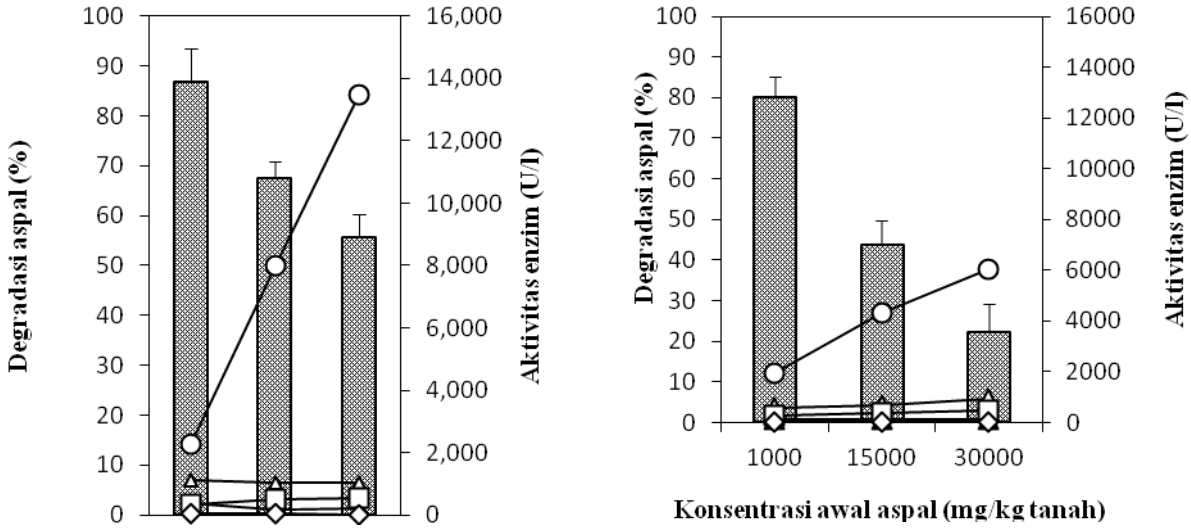
3.4. Degradasi aspal pada konsentrasi tinggi

Kemampuan kombinasi jamur *Pestalotiopsis* sp. NG007 dan *Trametes hirsuta* D7 (25/75) dalam mendegradasi aspal juga terlihat pada konsentrasi aspal yang lebih tinggi, 15.000 mg/kg dan 30.000 mg/kg tanah. Kombinasi tersebut mampu mendegradasi 67.6% aspal 15.000 mg/kg tanah, dan 55.7% aspal 30.000 mg/kg tanah selama 30 hari inkubasi (Gambar 1). Gambar 1 juga menunjukkan bahwa semua enzim yang diukur dan diduga terlibat dalam proses biodegradasi aspal menghasilkan aktivitas yang meningkat dengan meningkatnya konsentrasi aspal yang digunakan. Aktivtas MnP, C12O, dan lakase menunjukan peningkatan yang sangat berarti sebesar 534 U/L, 1041 U/L dan 13.493 U/L, berturut-turut pada 30 hari inkubasi pada konsentrasi aspal 30.000 mg/kg tanah. Selama

proses inkubasi dari 15 hari menuju 30 hari, seluruh aktivitas juga menunjukkan peningkatan, akan tetapi hanya lakase yang paling signifikan dari 6059 U/L menjadi 13.493 U/L. Hal ini mengindikasikan peran enzim ligninolitik, terutama lakase pada proses biodegradasi fraksi berat seperti aromatik, resin dan aspaltene.

Pada awal reaksi antara kombinasi jamur NG007 dan D7 dengan aspal pada media tanah, jamur NG007 lebih dahulu tumbuh dibandingkan jamur D7 (terlihat dari miselia NG007 yang berbeda dengan miselia D7). Selama pertumbuhan, aktivitas dioksigenase diproduksi oleh NG007 yang berperan pada proses degradasi senyawaan alifatik seperti *n*-alkane, alkana rantai cabang, dan siklo alkane. Disamping itu, beberapa fraksi aromatik juga dapat terdegradasi oleh strain NG007 (dapat terlihat dari chromatogram degradasi aromatik). Sebaliknya, fraksi resin dan aspaltene terdegradasi sedikit sekali oleh NG007.

Pada kombinasi NG007 dan D7, adanya aktivitas enzim ligninolitik yang dihasilkan oleh strain D7 dapat membantu proses degradasi fraksi berat seperti resin dan aspaltene. Hal ini ditunjukkan oleh meningkatnya aktivitas enzim ligninolitik selama proses degradasi lanjutan, diduga, kombinasi tersebut beradaptasi secara fisiologi dengan menghasilkan enzim lakase untuk mendegradasi fraksi sisa dari aspal (resin dan aspaltene). Hasil ini juga sejalan dengan hasil yang ditunjukkan oleh penelitian sebelumnya dimana kombinasi jamur *Pestalotiopsis* sp. NG007 dan *Polyporus* sp. S133 juga menghasilkan efek sinergi untuk mendegradasi minyak mentah secara simultan (Yanto & Tachibana, 2014)



Gambar 1. Biodegradasi aspal dan aktivitas enzim yang terdeteksi pada kultur campur *Pestalotiopsis* sp. NG007 dan *Trametes hirsuta* D7 di tanah. Biodegradasi ( ), C12O ( ), C23O ( ), laccase ( ), MnP ( ), and LiP ( ).

3.5. Mekanisme degradasi aspal

Struktur yang kompleks dari aspal menjadi salah satu faktor yang menyebabkan aspal sulit terdegradasi melalui jalur normal. Untuk mendegradasi aspal secara sempurna setidaknya dibutuhkan 990 hari (Flores & Howard, 2001). Pemanfaatan kultur tunggal dari mikroba untuk degradasi memungkinkan hanya bersifat parsial terhadap beberapa fraksi yang terdapat di dalam aspal. Oleh karena itu, pemanfaatan beberapa mikroba (kultur campur)

menjadi solusi untuk degradasi secara simultan. Penelitian menunjukkan bahwa jamur *Pestalotiopsis* sp. NG007 menginisiasi penguraian fraksi alifatik dan aromatik yang membuka peluang terjadinya interaksi jamur *Trametes hirsuta* D7 untuk menguraikan fraksi resin dan aspaltene.

4. Kesimpulan

Kombinasi jamur *Pestalotiopsis* sp. NG007 dan *Trametes hirsuta* D7 (25/75) menunjukkan kombinasi optimum dalam mendegradasi aspal secara simultan. Degradasi aspal diinisiasi oleh reaksi penguraian fraksi alifatik dan aromatik oleh keberadaan enzim dioksigenase dari NG007. Selanjutnya secara simultan enzim dioksigenase, monooksigenase, dan ligninolitik mendegradasi fraksi resin dan aspaltene sehingga terjadi penguraian secara menyeluruh pada aspal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi NG007/D7 memiliki potensi untuk aplikasi bioremediasi area yang terkontaminasi oleh aspal.

Referensi

Alvarez, C.U., M. Ayala, L. Perezgasga, L.Naranjo, H.Urbina, & R.V.Duhalt (2011). First evidence of mineralization of petroleum asphaltenes by a strain of *Neosartorya fischeri*, *Microbiology and Biotechnology, 4,* 663–672

Brandt, H.C.A., & P.C. De Goot, (2001). Aqueous leaching of polycyclic aromatic hydrocarbons from bitumen and asphalt, *Water Research, 35,* 4200–4207.

Faure, P., P.Landais, S. Laurence, & R.Michels. (2000). Evidence for diffuse contamination of river sediments by road asphalt particles, *Environmental Science Technology, 34,* 1174–1181.

Flores, G.P., & M.M. Howard, (2001). Petroleum asphaltenes: generated problematic and possible biodegadation mechanisms. *Review Latinoam Microbiology, 43,* 143–150.

Krein, A., M. Schorer, (2000). Road runoff pollution by polycyclic aromatic hydrocarbons and its contribution to river sediments, *Water Research, 34,* 4110–4115.

Yanto, D.H.Y. & S.Tachibana. (2013a). Enhanced biodegadation of asphalt in the presence of Tween surfactants, Mn^{2+} and H_2O_2 by *Pestalotiopsis* sp. in liquid medium and soil, *Chemosphere, 103,* 105–113.

Yanto, D.H.Y., & S.Tachibana. (2013b). Biodegadation of petroleum hydrocarbons by a newly isolated *Pestalotiopsis* sp. NG007. *International Biodeterioration & Biodegadation, 85,* 438–450.

Yanto, D.H.Y., & S. Tachibana. (2014). Potential of fungal co-culturing for accelerated biodegadation of petroleum hydrocarbons in soil. *Hazardous Materials, 278,* 454 – 463.

Meranti Cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington) dan Prospek Pemanfaatan Bukan Kayu

Marfuah Wardani*

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610. Telp. (0251) 8633234, 7520067.

Abstract

Meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington) is a species tree of Dipterocarpaceae family, known as the timber trade with yellow meranti name. Utilization of this type of timber without any attemp to cultivation can cause the extinction of this species., The exploration of its potential on non-timber aspect needs to be investigated in order to encourage the conservation of meranti cengal. This study aimed to determine the chemical compounds from the bark and resin of meranti cengal. The bark and resin content were analyzed on phytochemistry by using GCMS Pyrolisis. The results showed that bark of meranti cengal contains phenolic compounds and derivatives. While the resin contains essential oils used in medicine and cosmetics industry.

Keywords: Bark,Phytochemistry, Resins, Shorea hopeifolia, Utilization

* Korespondensi penulis*:* Telp. 08129463262, 085710346793
E-mail: *marfuah58@yahoo.co.id*

1. Pendahuluan

Meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington) merupakan salah satu jenis pohon penghasil kayu komersial dari famili Diptereocarpaceae. Dalam kayu perdagangan, jenis ini masuk dalam kelompok meranti kuning dengan teras kayu berwarna kekuning-kuningan. Sifat kayu cukup kuat dan awet, menyebabkan kayu meranti kuning sangat laku di pasaran.

Menurut Whitmore *et al.*, (1989), pohon meranti cengal tumbuh alami di Sumatera (dari Sumatera Utara hingga Lampung), Kalimantan,Semenajung Malaya dan Filippina. Daerah persebaran alami yang terbatas dengan kayu bernilai komersial, menyebabkan jenis ini semakin sulit diketemukan di habitat alaminya. Tegakan pohon meranti cengal yang masih ada, umumnya hanya terdapat di kawasan hutan konservasi. Pemanfaatan kayu tanpa upaya budidaya secara lestari, mengakibatkan suatu jenis menjadi langka atau bahkan punah. *The International Union for The Conservation of Natur* (*IUCN) Red List of Threatened Species* (2014), mengkategorikan *S. hopeifolia* dengan status kritis (*Critically Endangered*).

Pengembangan pemanfaatan hasil hutan bukan kayu merupakan salah satu upaya yang dapat menunjang kelestarian suatu jenis pohon hutan. Beberapa jenis pohon meranti dapat menghasilkan buah tengkawang atau damar bernilai ekonomis. Buah tengkawang dari *Shorea stenoptera* Burck dalam dunia industri menghasilkan minyak tengkawang digunakan sebagai bahan kosmetik, pengganti lemak coklat, dan bahan farmasi (Soerianegara & Lemmens, 2002). Pemanfaatan damar *Shorea* spp. untuk bahan pernis di Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat memiliki konstribusi cukup tinggi terhadap pendapatan total rumah tangga (Riko *et al.,* 2013).

Dengan semakin berkembangnya penelitian, pepagan meranti (*Shorea* spp.) diketahui mengandung senyawa aktif yang berprospek untuk dikembangkan sebagai bahan obat. Hasil penelitian beberapa peneliti menemukan adanya senyawa fitoaleksin (senyawa tumbuhan yang dapat merespon adanya suatu penyakit) antara lain oligomer resveratrol pada kulit batang *Shorea* spp. (Haryoto *et al.,* 2006; Saroyobudiyono & Aisyah, 2006). Senyawa oligomer resveratrol bersifat anti HIV, sitotoksit terhadap sel tumor, anti-fungi dan anti-inflamasi (Rosyidah *et al.,* 2007).

Tujuan penelitian adalah mendapatkan informasi dasar tentang jenis komponen fitokimia pepagan dan damar pohon meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington dan prospek pemanfaatan bukan kayu. Ketersediaan informasi tersebut diharapkan dapatsebagai bahan acuan penelitian biofarmakologi, dan bahan masukan kebijakan Pemerintah dalam pengembangan pemanfaatan jenis meranti dari hasil hutan bukan kayu.

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan di Hutan Pemerihan pada bulan November 2014. Kegiatan analisis data dan identifikasi nama ilmiah dilakukan di laboratorium herbarium Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan (P3H), Bogor. Kegiatan analisis fitokimia kualitatif dilakukan di laboratorium kimia Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasill Hutan (P3HH), Bogor.

Lokasi penelitian hutan Pemerihan berdasarkan administrasi pemerintahan masuk dalam wilayah Desa Peratin, Kecamatan Bangkunat Belimbing, Kabupaten Lampung Barat, Provinsi Lampung. Menurut pembagian wilayah administrasi Kehutanan, lokasi penelitian masuk dalam wilayah Resort Pemerihan, Seksi Pengelolaan Taman Nasional Wilayah II Bangkunat, Bidang Pengelolaan Taman Nasional Wilayah I Semaka, Balai Besar Taman Nasional Bukit Barisan Selatan.

Hutan Pemerihan secara geogafis terletak pada koordinat 05^0 34’ 16,9” - 05^0 36’ 48,7” LS dan 104^0 24’16,2” - 104^0 24’50” BT, dengan keadaan lapangan secara umum datar hingga curam, kemiringan 5% - 55%, topogafi bukit dan bergelombang ringan, ketinggian 48 - 297 meter dpl. Kondisi lingkungan tempat tumbuh tercatat antara lain: suhu udara 25^0 – 30^0 C, kelembaban udara 55% - 72%, kelembaban tanah 20% - 53%, dan pH tanah 5,4 – 6,6. Jenis tanah di lokasi penelitian termasuk jenis tanah Podsolik Merah Kuning dan Aluvial dengan tekstur lempung (Pusat Penelitian Tanah dan Agoklimat, 1997). Berdasarkan data

curah hujan daerah terdekat Wonosobo, iklim lokasi penelitian tipe A, dengan curah hujan 2.344 mm per tahun (Schimdt & Ferguson, 1951).

2.2. Bahan dan alat

Bahan penelitian adalah individu pohon meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington). Bahan pemrosesan material herbarium (alkohol 70%, kertas koran, kantong plastik transparan dan label gantung). Alat yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tali tambang, kompas, meteran, *phi band* (alat ukur diameter pohon), alat ukur tinggi pohon, thermohygometer, GPS (*global positioning system*), kamera, gunting ranting, dan lain-lain.

2.3. Rancangan penelitian dan analisis data

Rancangan penelitian menggunakan metode eksploratif, yaitu menjelajah keseluruh lokasi penelitian untuk menentukan individu meranti cengal (*S.hopeifolia)* sebagai obyek penelitian. Penentuan individu pohon meranti cengal (*S.hopeifolia*) dilakukan secaraokuler berperawakan baik atau sehat dan batang terdapat damar. Pada pohon cuplikan dilakukan pengamatan karakter morfologi, kondisi tempat tumbuh, selanjutnya diambil sampel material herbariumnya, sampel pepagan serta sampel damar sebagai bahan analisis fitokimia. Pengambilan sampel herbarium dan sampel bahan analisis fitokimia dilakukan terhadap empat individu pohon meranti cengal (*S.hopeifolia*) dengan batang belum menghasilkan gumpalan damar kering dan batang sudah menghasilkan gumpalan damar kering. Batang belum menghasilkan gumpalan damar kering berdiameter 15 cm dan 30 cm, batang menghasilkan gumpalan damar kering berdiameter 75 cm dan 94 cm. Pengambilan sampel bahan analisis fitokimia meliputi 100 gram pepagan, dan 25 gram damar. Pengumpulan data tentang pemanfaatan bukan kayu dilakukan melalui wawancara dengan masyarakat setempat, khususnya lima kepala keluarga (KK) sebagai pengumpul damar dari hutan.

Analisis data untuk mengetahui ketepatan nama ilmiah jenis/species dengan pendekatan identifikasi komparatif yaitu membandingkan sampel herbarium yang diperoleh dari lapangan dengan sampel atau spesimen koleksi herbarium di laboratorium Herbarium. Kandungan komponen fitokimia dianalisis dengan alat *Gas Chromatogaphy Mass Spectrometer* (GCMS) pyrolisis. Karakter morfologi, komponen senyawa fitokimia dan prospek pemanfaatan dianalisis dengan pendekatan deskriptif.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan di kawasan hutan Pemerihan menunjukkan bahwa pohon meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington*)* tumbuh berkelompok jarang pada daerah dataran rendah dengan topogafi bergelombang ringan hingga curam, ketinggian 253 m - 297 m dpl. Jenis ini tumbuh berasosiasi dengan pohon satu famili Dipterocarpaceae yaitu: damar hitam *(Shorea multiflora* (Burck) Symington),meranti kuyung (*Shorea ovalis* (Kort.) Blume) dan keruing lagan (*Dipterocarpus kunstleri* King). Untuk dapat mengenal jenis pohon meranti cengal (*S. hopeifolia*), disajikan deskripsi tentang sifat morfologi habitus, batang atau pepagan, dan seranting daun.

3.1. Sifat morfologi

Meranti cengal (*S. hopeifolia*) di lokasi penelitian memiliki sifat morfologi berupapohon sedang hingga besar, diameter batang dapat mencapai 100 cm. Batang bentuk silindris, kadang berbanir tinggi dan menjalar. Pohon muda dengan pepagan licin kadang berlentisel atau berpuru, warna abu-abu kecoklatan; batang pohon tua dengan pepagan berwarna kecoklatan hingga coklat kehitaman, bersisik kecil dan beralur dangkal, kayu teras berwarna kekuningan.Batang mengandung damar berwarna kuning kecoklatan, setelah mongering berwarna hitam.

Daun tunggal, kedudukan selang-seling; helai daun licin dan mengkilat, tidak berbulu, pinggir daun rata. Bentuk daun bundar telur atau jorong (*elliptical*), berukuran panjang 4 – 7,5 cm, dan lebar 3 – 4 cm; ujung meluncip panjang, pangkal daun bentuk sampan, simetris atau tidak simetris. Pertulangan daun sekunder berjumlah 7- 10 pasang, saling menyambung di pinggir daun, pertulangan tersier halus dan kadang hampir tidak terlihat jelas ke permukaan bawah daun.Daun muda pada umumnya berwarna merah jamnu. Tangkai daun tidak berbulu, panjang 0,5 – 1 cm. Daun penumpu kecil, mudah gugur. Karakter morfologi pepagan seranting daun dan damar disajikan dalam Gambar 1.

Gambar 1. Batang, damar dan seranting daun meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F.Heim) Symington)

Pengenalan lapangan terhadap pohon meranti cengal (*S. hopeifolia*) berdasarkan sifat morfologi daun, pada umumnya mengalami kesulitan. Daun meranti cengal memiliki kemiripan dengan daun cengal (*Hopea* sp.) dan sangat mirip sekali dengan daun damar hitam (*S. multiflora*). Oleh karena itu untuk mendapatkan ketepatan nama ilmiahnya harus melalui identifikasi material herbariumnya.Menurut Newman *et al.*, (1996)antara jenis meranti cengal (*S. hopeifolia*) dengan damar hitam (*S. multiflora*) tersedut dapat dibedakan melalui pengenalan bentuk pinggir daun dan sifat morfologi bunga atau buah. Meranti cengal (*S. hepeifolia*). dengan pinggir daun bergelombang, sedangkan damar hitam (*S. multiflora)* memiliki pinggir daun rata. Pengenalan lapangan berdasarkan karakter bunga dan buah tidak setiap saat dapat dilakukan, mengingat perbungaan pada famili Dipterocarpaceae tidak menentu atau tidak berbunga/berbuah sepanjang tahun.

3.2. Kandungan komponen fitokimia

Hasil analisis GC MS pyrolisis menunjukkan bahwa pepagan (dengan batang berdiameter 15 cm, 30 cm, 75 cm, 94 cm) dan damar (asal batang berdiameter 75 cm, 94 cm) dari meranti cengal (*S. hopeifolia*) mengandung 25 hingga 40 jenis komponen fitokimia dengan konsentrasi setiap komponen saling berbeda antara jenis komponen yang satu dengan lainnya. Tabel 1. menyajikan jumlah jenis komponen kimia pada setiap pepagan dan damar dengan ukuran diameter batang berbeda.

Tabel 1. Jumlah jenis komponen kimia pada pepagan dan damar meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington)

No.	Sampel Diuji	Jumlah Kompenan Kimia
1.	Pepagan berasal dari batang berdiameter 15 cm	32 Jenis
2.	Pepagan berasal dari batang berdiameter 30 cm	25 Jenis
3.	Pepagan berasal dari batang berdiameter 75 cm	25 Jenis
4.	Pepagan berasal dari batang berdiameter 94 cm	32 Jenis
5.	Damar berasal dari batang berdiameter 75 cm	40 jenis
6.	Damar berasal dari batang berdiameter 94 cm	40 jenis

Pada Tabel 1 dapat diketahui bahwa jumlah komponen fitokimia terbanyak terdapat pada damar dari batang berdiameter 75 cm dan 94 cm yaitu 40 jenis. Pepagan dengan diameter batang 15 cm dan 94 cm, terdapat 32 jenis komponen. Pepagan berdiameter batang 30 cm dan 75 cm teridentifikasi hanya 25 jenis komponen. Dengan demikian, ukuran diameter batang tidak berpengaruh nyata terhadap kandungan komponen fitokimianya. Dalam hal ini, ukuran diameter batang tidak berpengaruh terhadap jumlah jenis komponen kima pada pepagan maupun padadamar. Perlu adanya pengujian lebih lanjut untuk mengetahui apakah ukuran diameter batang atau umur pohon akan berpengaruh terhadap kandungan senyawa fitokimianya. Hasil analisa kandungan ekstraktif pada kayu pohon kelapa (*Cocos nucifera* Linn.*)* menunjukkan bahwa umur pohon atau ukuran diameter batang memberikan pengaruh terhadap besarnya kandungan estraktif (Aryati, 2011). Winarni *et al.*, (2004) melaporkan bahwa besarnya diameter pohon tengkawang (*Shoreastenoptera* dan *Shorea palembanica*) sampai diameter yang diujicobakan (60–69 cm) pada lokasi percobaan di Sintang dan Sanggau menghasilkan biji yang semakin banyak dalam satuan berat (kg).

Untuk mengetahui jenis komponen fitokimia pada pepagan dan damarmeranti cengal (*S. hopeifolia*) dengan lima senyawa potensial bahan obat dengan urutan konsetrasi terbesar disajikan dalam Tabel 2. Tabulasi hasil analisis dengan alat GCMS dilakukan pada lima senyawa dengan konsentrasi terbesar pada setiap sampel.

Tabel 2. Lima senyawa fitokimia pepagan dan damar meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington) dengan urutan konsentrasi terbesar

No.	Sampel Diuji		Nama Senyawa	Konsentrasi (%)
1	2		3	5
1.	Pepagan	1.	(E)-Hex-2en-4ynal (Monmokarbon)	15,6
	(Ǿ= 15 cm)	2.	Phenol,2-methyl-(CAS) o-Cresol	10,99
		3.	Acetic acid (CAS) Ethylic acid	9,48
		4.	Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)	5, 59
		5.	Phenol,2,6-dimethy-(CAS) 2,6-dimethoxyphenol	5,45
2.	Pepagan	1.	Phenol, 2-methyl-(CAS) 0-Cresol	9,86
	(Ǿ= 30 cm)	2.	Benzenamine (CAS)Aniline	9,86
		3.	Phenol, 2,6-dimethoxy-4-(2-propenyl)	9,15
		4.	2,5-Dimethoxybenzyl alcohol	8,46
		5.	Phenol, 2,6-dimethoxy-(CAS)	6,96
3.	Pepagan	1.	1,6-Anhydro-beta-D-gucopyranose (Lovoglucosan)	18,39
	(Ǿ= 75 cm)	2.	Ethanone	8,95
		3.	Phenol (CAS)	8,85

		4.	2-Methoxy-4-methylphenol	5,11
		5.	Phenol, 2,6-dimethoxy- (CAS)	4,91
4.	Pepagan	1	(E)-Hex-2-en-4ynal	8,28
	(Ø= 94 cm)	2.	Propanedioic acid (asam malonat)	8,10
		3.	Phenol, 2-methoxy-4-(2-propenyl)- (CAS) Eugenol	7,76
		4.	Phenol, 2,6-dimethoxy-(CAS)	5,32
		5.	2-Methoxy-4-methylphenol	5,26
5.	Damar	1.	Acetic acid, pentyl ester (CAS)n-amyl acetate	11,04
	(Ø= 75 cm)	2.	(-)-Caryophyllen-(1)	10,08
		3.	6-Ethyl-1,3-dimethylindan-5-carbaldehyde	5,08
		4.	Gramma-gurjunene	2,37
		5.	Gramma-gurjunene	2,21
6.	Damar	1.	Trans-caryophyllene	17,30
	(Ø= 94 cm)	2.	4-(2',2'-dimethyl-6'-methyliden-1'-cyclohexyliden)	8,43
		3.	Ethanone	6,39
		4.	4-(2',2'-dimethyl-6'-methyliden-1'-cyclohexyliden)	4,42
		5.	(-)-Caryophyllen-(1)	3,38

Dari Tabel 2 secara umum dapat dikatakan bahwa pepagan meranti cengal teridentifikasi mengandung senyawa fenol dengan konsentrasi relatif lebihbesar, sedangkan damar teridentifikasi memiliki kandungan minyak esensial relatif lebih besar.Kandungan senyawa fenol pada pepagan dengan konsentrasi paling besar terlihat pada batang berdiameter 94 cm (22,03%), batang berdiameter 75 cm (18,87%), batang berdiameter 94 cm (18,34%), dan batang berdiameter 30 cm (16,11%). Kandungan minyak esensial pada damar, cenderung lebih banyak pada batang berdiameter 94 cm (17,30%) dari pada batang berdiameter 75 cm (12,45%). Dalam hal ini dapat dikatakan bahwa ukuran diameter batang belum dapat memberikan informasi secara spesifik terhadap konsentrasi kandungan senyawa fitokimianya.

3.3. Prospek pemanfaatan bukan kayu

Damar meranti cengal (*S. hopeifolia*) merupakan hasil hutan bukan kayu yang memiliki nilai ekonomi bagi masyarakat sekitar hutan. Hasil wawancara dengan masyarakat diperoleh informasi adanya pemanfaatan damar meranti cengal sebagai bahan pasokan industri cat, pernis dan kosmetika. Pemanfaatan damar dilakukan dengan cara mengumpulkan dari dalam hutan, selanjutnya dijual ke pedagang pungumpul. Damar dijual dengan kisaran harga Rp 6.000,- hingga Rp. 11.000,- per kilogram. Besaran harga tergantung dari tingkat kebersihan damar. Dalam tenggang waktu satu bulan, satu kepala keluarga (KK) pencari damar alam bisa mengumpulkan sekitar 50 kg. Pengumpulan damar dari dalam hutan dilakukan sebagai pekerjaan sambilan untuk menambah pendapatan keluarga. Di Kabupaten Lampung Barat, damar meranti dapat memberikan kontribusi penting terhadap pendapatan rumah tangga masyarakat (Wijayanto, 2002). Bongkahan damar yang diperdagangkan disajikan dalam Gambar 1.

Berdasarkan hasil analisis fitokimia pada pepagan dan damar meranti cengal (Tabel 1. dan Tabel 2.) teridentifikasi adanya senyawa kimia yang diprediksi berprospek dimanfaatkan sebagai bahan baku industri obat dan kosmetika. Salah satu senyawa yang diprediksi

memiliki prospek sebagai bahan obat adalah senyawa fenol dan senyawa turunannya. Senyawa fenol diketahui bermanfaat sebagai antioksidan alami dan dapat menghambat pertumbuhan sel kanker, senyawa ini cenderung lebih disukai karena tidak berisiko karsinogenesis (Hastuti & Wardani, 2014). Minyak essensial pada damar yang relatif cukup tinggi, berprospek dimanfaatkan sebagai bahan aromatik atau pengharum pada industri kosmetik. Minyak essensial pada tumbuhan herba *Micromeriabiflor*a spp. *arabica* (famili Labiateae) dapat sebagai bahan fiksasi aroma (Al-Rehaili, 2006). Demikian juga dengan senyawa ethanone pada pepagan dan damar, diketahui sebagai bahan pengharum.

Dalam hal prospek pemanfaatan, masih diperlukan penelitian dan kajian lebih lanjut dari berbagai aspek, antara lain: biofarmaka, uji klinis, sosial ekonomi, budidaya dan pengembangannya. Dengan diketahui pemanfaatan bukan kayu yang bernilai ekonomis, diharapakan dapat menunjang upaya pemanfatan berkelanjutan serta konservasi jenis.

4. Kesimpulan

Meranti cengal (*Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington) termasuk jenis pohon langka dari famili Dipterocarpaceae memiliki manfaat kayu dan bukan kayu. Pepagan dan damar teridentifikasi mengandung senyawa kimia yang diprediksi dapat dimanfaatkan sebagai bahan industri obat atau kosmetik. Damar meranti cengal memiliki nilai ekonomi bagi masyarakat sekitar hutan.

Saran

Penelitian dan kajian lebih lanjut perlu dilakukan meliputi fraksinasi dan isolasi, uji bioevektivitas untuk mendapatkan senyawa yang berprospek dimanfaatkan sebagai bahan obat dan kosmetikapenelitian nilai ekonomi, budidaya, serta prospek pengembangan. Sosialisasi kepada masyarakat tentang pemanfaatan bukan kayu secara berkelanjutan, perlu disosialisasikan.

Referensi

Al Rehaili, A.J. (2006). *Composition of The Essential Oil of* Micromeriabiflora *spp.* Arabica *K. Walth. Pakistan* Journal of Biological Sciences, *9* (14), 2726-2728.

Aryati, H. (2011). *Analisa Kandungan Ekstraktif Kayu Kelapa (*Cocus nucifera *Linn) Berdasarkan Umur Dan Letak Ketinggian Pada Batang*. *Jurnal Hutan Tropis*, *12* (31), 67-82.

Haryoto, Y.M., L.D Syah, S.A. Juliawaty, J.Achmad, Latip, & E.H. Hakim (2006). *Senyawa-senyawa Oligomer Resveratrol dari Kulit Batang* Shorea brunnescens *(Dipterocarpaceae). Jurnal Matematika Dan Sains, 11* (3), 89-94.

Hastuti, N. & M. Wardani (2014). Potensi Senyawa Kimia Kulit Batang *Shorea ovalis* (Korth.) Blume Sebagai Bahan Obat. Naskah siap cetak di *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam.*

International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (2014). Shorea hopeifolia *(F. Heim) Symingtonin Red List of Threatened Species.* www.iucnredlist.org . Diunduh tanggal 4 April 2015.

Newman, M.F., P.F. Burgers, & T.C. Whitmore, 1996. *Sumatra Light hardwoods, Manual of Dipterocarps for Foresters*. CIFOR: 98-99.

Pusat Penelitian Tanah dan Agoklimat (1997). *Peta Tanah Tinjau Provinsi Lampung*, Skala 1:250.000.

Riko, A. L. & E. Wardenar (2013). *Nilai Manfaat Tengkawang (*Shorea *spp.) Bagi Masyarakat Di Kecamatan Embaloh Hilir Kabupaten Kapuas Hulu Kalimantan Barat*. Jurnal Hutan Lestari, Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Pontianak. Jurnal.untan.ac.id/index.php/jmfkh/article/view/1879. Diakses tanggal 23 April 2015.

Rosyidah, K., Y.M. Syah, S.A. Achmad, E.H. Hakim, L. Makmur, & L.D. Juliawati (2007). *Trans-Miyabenol C dari Kulit Batang* Shorea parvifolia *Dyer (Dipterovarpaceae). Jurnal Obat Bahan Alam Universitas Kristen Widya Kartika, 6*,1-5.

Saroyobudiyono,H. & S. Aisyah (2006). *Suatu Senyawa Trimer Resveratrol Dari Kulit Batang* Shorea platyclados *Sloot (Dipterocarpaceae). Jurnal Penelitian Sains & Teknologi, 7* (1), 11 – 16.

Schimdt, F.H. & J.H.A. Ferguson (1951). *Rain fall type based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea*. Verh. No. 42. Direktorat Metereologi dan Geofisika Jakarta.

Soerianegara, I. & RHMJ. Lemmens (eds.) (2002). *Resources Vegetable Southeast Asia . Commercial timber trees. PROSEA, 5* (1): 415-471.

Whitmore, T.C., IGM Tantra, & U. Sutisna (1986). *Tree Flora of Indonesia, Check List For Sumatra.* p:57.

Wijayanto, N. (2002). Kontribusi Repong Damar Terhadap Ekonomi Regional Dan Distribusi Pendapatan. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika, 8* (2), 1-9.

Winarni, I; E.S. Sumadiwangsa & D. Setyawan (2004). *Pengaruh Tempat Tumbuh, Jenis dan Diameter Batang Terhadap Produktivitas Pohon Penghasil Biji Tengkawang*. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 22* (1), 23-33.

Potensi dan Distribusi Cemaran Merkuri di Tailing Akibat Penambangan Emas Rakyat

Wiwik Ekyastuti,[a],*, Dwi Astiani, Eny Faridah[b], Sumardi[b] dan Yadi Setiadi[c]

[a]*Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Jl. Imam Bonjol Pontianak 78124, Indonesia*
[b]*Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Jl. Agro Bulaksumur Yogyakarta 55281, Indonesia*
[c]*Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Jl. Lingkar Akademik Darmaga Bogor 16680, Indonesia*

Abstract

In general,small-scale goldmining in West Kalimantan done illegally, through a process of open pit mining. To leach gold from rock, metallic mercury in liquid form is used. As a result, the mercury becomes pollutants in the environment. The purpose of this study was to measure the potential for mercury as a pollutant, and studied its distribution in the tailings ex-gold mining area. The study was conducted with a case study in the tailings ex-illegal gold mining in Mandor conservation area in West Kalimantan. Sampling of tailings for mercury analysis was done purposively in three locations, namely in three branches of the river. Sampling points were distinguished in two depths of tailings, 3 levels of vegetation cover and 3 kinds of distance from the edge of the river. Analysis of mercury in the tailings was conducted in the Baristan laboratory Pontianak, using the SNI 06-6992.2 (2004). The results showed that the concentration of mercury in the tailings ex-illegal gold mining ranged from 0.019 ppm to 0.08 ppm or 3.8 to 16 times higher than the safe threshold value (0,005 ppm), so it is a potential source of heavy metal contaminants to the environment. While the distribution of mercury in the tailings area is strongly influenced by the vegetation cover, the denser the vegetation, the lower the mercury concentration. In addition, the distribution of mercury was also strongly influenced by the location of the tailings. Higher concentrations of mercury were found in the river branch approaching the estuary. This condition showed that the illegal gold mining activities contribute to the mercury contamination in the environment.

Keywords: Mercury contamination, Tailings ex-illegal gold mining

* Korespondensi penulis. Tel.: +062-81257569233
E-mail: wieky_serdam@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Penambangan emas rakyat di Kalimantan Barat umumnya dilakukan secara ilegal (penambangan emas tanpa izin/PETI), melalui proses penambangan terbuka. Untuk melindi emas dari batuan digunakan logram merkuri dalam bentuk cair. Akibatnya, tumpahan merkuri terpapar di lingkungan. Terdapat 3 tahap kegiatan penambangan emas yang berpotensi sebagai penyumbang cemaran merkuri di lingkungan, yaitu di tahap: (1)

amalgramasi atau pemisahan emas dari batuan (2) penyaringan amalgram (3) pembakaran amalgram (Limbong, 2005). Bentuk cemaran merkuri dapat berupa metil merkuri (CH_3-Hg) di daratan dan perairan maupun uap merkuri di udara (Hg^0) (WALHI Kalbar, 2003; Bash *et al*., 2007). Lebih lanjut dijelaskan bahwa di alam merkuri bersifat *mobile*, dan pergerakannya sangat tergantung atau mengikuti pada pergerakan air.

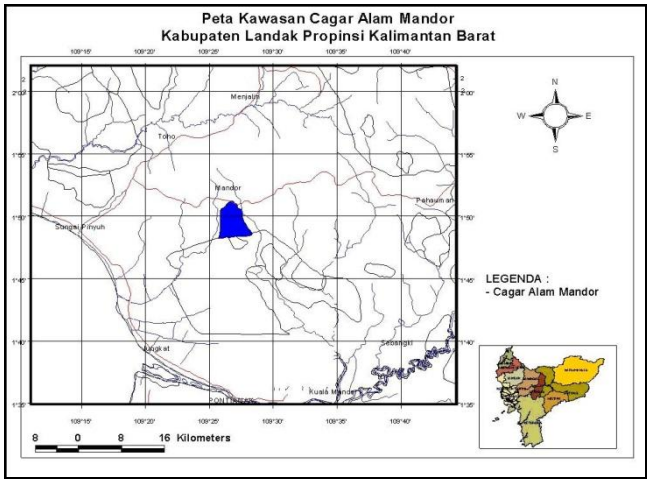
Secara teoritis mobilisasi merkuri dapat terjadi melalui reaksi pertukaran dengan ligan yang mengandung sulfur dan ion klorida sehingga kelarutan merkuri di dalam larutan tanah meningkat. Di negara tropis, umumnya merkuri berikatan dengan besi dan Al-oksihidroksida dan dapat dimobilisasi dari permukaan tanah melalui erosi. Merkuri tersebut sering membentuk komplek, sehingga menjadi mudah larut dan mencapai sistem aquatik dimana dari sini dapat berpindah ke area yang jauh dari sumber polusi. Merkuri mengalami transformasi fisik seperti pencucian, erosi dan penguapan serta mengalami transformasi biokimia seperti metilasi, reduksi fotokimia dan biologi (Southworth dkk. 2004 *dalam* Moreno dkk. 2005). Kegiatan penambangan emas menciptakan erosi tanah seribu kali lebih besar dibandingkan dengan areal yang tidak terganggu (Limbong, 2005).

Salah satu tahap kegiatan penambangan emas rakyat (PETI) adalah penyedotan dan penyemprotan batuan dengan air menggunakan alat mesin ‘dongpeng’. Air bekas semprotan kemudian terbuang begitu saja ke lingkungan sekitar. Akibat proses ini maka akan terbentuk sungai-sungai kecil yang tidak beraturan dan bermuara pada sungai besar terdekat. Aliran merkuri diperkirakan juga akan mengikuti pergerakan aliran air melalui sungai-sungai kecil yang terbentuk tersebut. Namun demikian setelah kegiatan penambangan emas dihentikan, kemudian ditinggalkan, distribusi merkuri terutama di daratan masih belum terlalu jelas. Secara teoritis tentunya tetap akan bergerak dan berpindah atau menguap. Namun demikian, secepat apa merkuri berpindah dan berapa banyak serta berapa lama merkuri tetap ada di daratan (dalam hal ini areal tailing bekas penambangan emas rakyat) masih belum jelas. Oleh karena itu, penelitian tentang potensi dan distribusi cemaran merkuri di tailing akibat penambangan emas rakyat ini kami lakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengukur potensi merkuri sebagai bahan pencemar, dan mempelajari distribusinya di areal tailing bekas penambangan emas rakyat. Contoh air tidak diambil dalam penelitian ini, karena menjadi bagian dari penelitian lain yang telah dikerjakan sebelumnya, dan telah dilaporkan. Penelitian dilakukan melalui studi kasus di tailing bekas penambangan emas rakyat yang ilegal di Cagar Alam Mandor Kalbar.

2. Bahan dan Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah contoh tailing yang diambil dari areal tailing bekas tambang emas rakyat di Cagar Alam Mandor Kalimantan Barat (Gambar 1). Pengambilan contoh tailing dilakukan di 3 cabang sungai Mandor, yaitu: cabang sungai Mandor 1 paling dekat dengan pusat kegiatan penambangan (hulu), cabang sungai Mandor 2 di antara hulu dan hilir dan cabang sungai Mandor 3 dekat dengan sungai Mandor (hilir).



Gambar 1. Peta kawasan Cagar Alam Mandor (Sumber: Sporc Kalbar)

Penelitian dilakukan dengan metode percobaan menggunakan percobaan faktorial dengan pola Rancangan Acak Kelompok (RAK). Dasar pengelompokan adalah titik pengambilan contoh tailing yang dibedakan menjadi 3 lokasi cabang sungai Mandor (cabang sungai Mandor 1, 2 dan 3 seperti telah dijelaskan sebelumnya). Perlakuan terdiri dari 3 faktor yaitu: (1) faktor kedalaman tailing yang terdiri dari 2 taraf faktor yaitu kedalaman 19-21 cm dan 39-41 cm, (2) faktor persen tutupan vegetasi yang terdiri dari 3 taraf faktor yaitu terbuka (tutupan vegetasi 0-30%), tutupan vegetasi 31-60%, dan tutupan vegetasi > 61% serta (3) faktor jarak dari garis tepi sungai yaitu jarak 500 meter, 300 meter dan 100 meter. Sehingga jumlah total contoh tailing adalah 3x2x3x3 = 54. Contoh tailing diambil menggunakan bor tanah pada masing-masing titik *sampling* sebanyak 2 kg yang merupakan komposit dari 6 titik.

Gambar 2. Gambaran cabang sungai Mandor 2 dan 3

Data yang dikumpulkan adalah data merkuri total dan sifat fisik (tekstur) serta kimia (pH dan unsur hara makro) tailing dari sampel yang telah diambil di lapangan. Analisis kandungan merkuri total contoh tailing dilakukan di Laboratorium Baristand Pontianak menggunakan standart SNI 06-6992.2 Tahun 2004. Selanjutnya dilakukan analisis sidik ragram menggunakan bantuan program SAS versi 13. Analisis fisik dan kimia tailing dilakukan di Laboratorium Kimia dan Kesuburan Tanah Faperta Untan Pontianak.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Potensi penambangan emas rakyat sebagai sumber cemaran merkuri di tailing

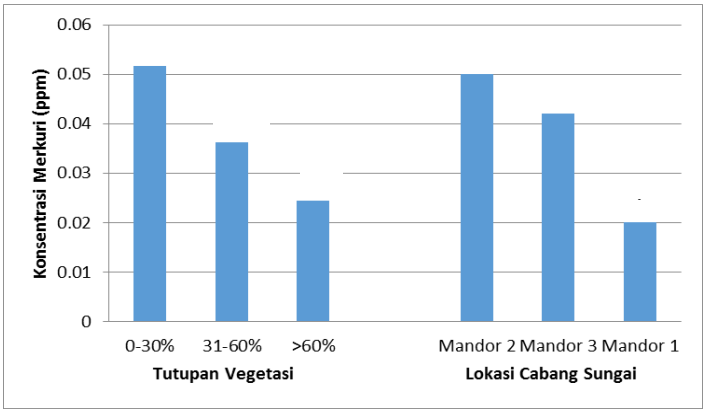
Hasil analisis menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri total di tailing berkisar antara 0,019 – 0,08 ppm. Konsentrasi merkuri ini jauh di atas batas ambang aman menurut SK MNLH Nomor 202 tahun 2004 yaitu 0,005 ppm. Hal ini membuktikan bahwa kegiatan penambangan emas skala kecil sangat berpotensi untuk menimbulkan cemaran merkuri di lingkungan. Konsentrasi merkuri yang 3,8 – 16 kali lebih tinggi dari yang diizinkan ini sangat berbahaya bagi makluk hidup yang ada di sekitarnya, baik di dalam dan di atas tanah. Kandungan merkuri yang tinggi ini menyebabkan vegetasi sulit tumbuh di tailing bekas tambang emas ini. Vegetasi pionir baru ditemukan mulai tumbuh di lahan bekas tambang emas setelah satu tahun ditinggalkan penambang (Widiastuti dan Astiani 2001; Ekyastuti dkk. 2004). Lambatnya vegetasi pionir mulai tumbuh di tailing bekas tambang emas rakyat, menandakan bahwa proses suksesi berjalan sangat lambat. Jenis-jenis vegetasi pionir yang mampu tumbuh di tailing bekas tambang emas dengan konsentrasi merkuri yang tinggi, adalah jenis-jenis yang memiliki kemampuan meremediasi merkuri (Wang, 2004; Prabha dkk. 2007; Sarma, 2011). Kemampuan tersebut tidak dimiliki oleh semua jenis tanaman, tetapi hanya oleh sedikit jenis saja.

Potensi cemaran merkuri oleh kegiatan penambangan emas rakyat, ternyata tidak hanya terjadi di daratan (tailing) saja, tetapi juga terjadi di perairan. Hal ini disebabkan karena mobilitas merkuri dipengaruhi oleh pergerakan air, sehingga sungai terdekat adalah muara bagi pergerakan merkuri (Bash dkk. 2007). Di lokasi Cagar Alam Mandor, sungai Mandor adalah muaranya. Hasil penelitian lain sebelumnya telah membuktikan bahwa merkuri dari kegiatan penambangan emas rakyat di Mandor Kalbar, terdeposit paling tingggi di sedimen sungai mencapai 2455 lebih tinggi dari ambang yang diizinkan (Ekamawanti dkk. 2005). Perjalanan merkuri tidak berhenti sampai di situ, karena dari sungai Mandor akan mengalir ke sungai Kapuas, sebelum akhirnya ke lautan lepas. Jadi cemaran merkuri akibat kegiatan penambangan emas rakyat mencapai jarak yang sangat jauh. Seperti disampaikan Bash dkk. (2007) merkuri di larutan tanah mudah larut dan mencapai sistem aquatik dimana dari sini dapat berpindah ke area yang jauh dari sumber polusi. Di sungai Kapuas, merkuri juga sudah terbukti mencemari beberapa jenis ikan yaitu ikan gabus 3,37 ppm, ikan toman 3,05 dan 1,99 ppm, ikan lais 1,92 ppm, dan ikan baung 1,67 ppm (Usman *et al*., 2003), sementara konsentrasi yang aman menurut WHO dan Depkes RI adalah 0,5 ppm. Hal ini sesuai pendapat Bash *et al.* (2007) bahwa transformasi dari merkuri anorganik menjadi metil-merkuri yang toksik dapat terjadi melalui bakteri, kemudian sekali terbentuk metil-merkuri ini jumlahnya terus meningkat dan pada top predator seperti ikan, konsentrasinya dapat mencapai jauh diatas batas aman untuk dikonsumsi manusia.

Akibat sifat mekuri yang akan selalu bergerak mengikuti pergerakan air, maka konsentrasi merkuri di tailing jauh lebih rendah dari perairan (sedimen). Namun demikian, dari hasil penelitian ini membuktikan bahwa meskipun merkuri bergerak ke perairan, konsentrasi yang tinggi di atas ambang aman tetap terjadi di daratan (tailing) dan menjadi sumber cemaran.

3.2. Distribusi cemaran merkuri di tailing bekas penambangan emas rakyat

Perbedaan konsentrasi merkuri di tailing, hanya dipengaruhi oleh faktor persen tutupan vegetasi dan lokasi cabang sungai tempat pengambilan sampel (blok), yang secara signifikan berbeda nyata dan sangat nyata. Sementara itu, faktor kedalaman sampling, jarak dari tepi sungai dan masing-masing interaksinya tidak berbeda konsentrasi merkurinya. Secara umum diketahui bahwa rerata konsentrasi merkuri di tailing dengan persen tutupan vegetasi 0-30% (0,052ppm) > 31-60% (0,036 ppm) > 61% ke atas (0,025 ppm). Berdasarkan hasil uji lanjut menggunakan DMRT (Gambar 3) diketahui bahwa tutupan vegetasi sedang yaitu 31-60% tidak berbeda baik dengan tutupan vegetasi jarang (0-30%) maupun rapat (> 60%). Sementara pada lahan tailing dengan tutupan vegetasi rapat, konsentrasi merkurinya berbeda dengan tailing pada tutupan vegetasi jarang. Artinya semakin rapat tutupan vegetasi, semakin rendah konsentrasi merkuri yang ditemukan di tailing. Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi sangat memengaruhi tinggi rendahnya konsentrasi merkuri di tailing. Vegetasi pioner yang tumbuh di tailing bekas tambang emas, umumnya bersifat akumulator merkuri sehingga merkuri di tailing selain berkurang karena pergerakan air juga berkurang karena keberadaan vegetasi. Maka dapat dipahami apabila semakin rapat vegetasi, semakin rendah konsentrasi merkurinya. Lebih lanjut Widyawati (2011) menambahkan bahwa banyaknya serapan logan oleh vegetasi akan sangat tergantung pada umur vegetasi dan banyaknya logram dalam tanah serta banyaknya vegetasi tersebut berada pada tanah tercemar.



Keterangan : Rerata konsentrasi merkuri yang diikuti notasi huruf yang sama, menunjukkan hasil yang tidak berbeda

Gambar 3. Perbedaan konsentrasi merkuri pada tutupan vegetasi dan lokasi cabang sungai yang berbeda

Di sisi lain, pada lokasi cabang sungai Mandor 2 dan 3 tidak berbeda kandungan merkurinya, tetapi berbeda dengan cabang sungai Mandor 1. Konsentrasi merkuri di cabang sungai Mandor 1 adalah lebih rendah yaitu 0,02 ppm, sedangan konsentrasi merkuri di cabang sungai Mandor 2 dan 3 adalah tinggi yaitu 0,04 ppm dan 0,05 ppm. Lokasi cabang sungai Mandor 1 adalah cabang sungai yang paling dekat dengan lokasi penambangan emasnya (hilir) dan menyambung dengan cabang sungai Mandor 2, kemudian berturut-turut cabang sungai Mandor 2 dan 3 adalah cabang sungai yang lebih dekat dengan sungai Mandor (hulu). Hal ini menunjukkan bahwa konsentrasi merkuri adalah lebih tinggi di bagian hulu

yang dekat dengan sungai Mandor, dibandingkan dengan bagian hilir yang dekat dengan pusat kegiatan penambangan. Kondisi ini sesuai dengan teori yang telah disampaikan sebelumnya (Bash dkk. 2007) bahwa merkuri sifatnya adalah *mobile*, dan mobilitas atau pergerakan merkuri sangat dipengaruhi oleh pergerakan air, maka sungai adalah muaranya.

4. Kesimpulan

Konsentrasi merkuri di tailing bekas penambangan emas rakyat adalah 3,8 – 16 kali lebih tinggi dari nilai ambang aman (0,005 ppm), sehingga sangat berpotensi sebagai sumber bahan pencemar logram berat bagi lingkungan. Distribusi merkuri di areal tailing sangat dipengaruhi oleh tutupan vegetasi, yaitu semakin rapat vegetasi semakin rendah konsentrasi merkuri yang ditemukan. Selain itu, distribusi merkuri juga sangat dipengaruhi oleh lokasi tailingnya, dimana konsentrasi merkuri ditemukan lebih tinggi di cabang sungai yang jauh dari pusat kegiatan penambangan dan mendekati muara. Kondisi ini menggambarkan bahwa kegiatan penambangan emas rakyat terbukti menyumbang cemaran merkuri ke lingkungan.

Ucapan Terimakasih

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi atas pendanaan bagi penelitian ini melalui skema penelitian MP3EI.

Referensi

Bash, J.O., Bresnahan, P. & Miller, D.R. (2007) Dynamic Surface Interface Exchanges of Mercury: A Review and Compartmentalized Modeling Framework. *Journal of Applied Meteorology and Climatolog, 46*, 1606-1618.

Ekamawanti, H.A., R.S. Utomo, & Liwono. (2005). Restorasi Teresterial, Riparian dan Perairan Areal Bekas Penambangan Emas Dengan Teknologi Bioremidiasi di Kecamatan Mandor Kabupaten Landak Kalbar. *Laporan akhir Penelitian Kegiatan Insentif Riset Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.* Fakultas Kehutanan UNTAN. Pontianak.

Ekyastuti, W, T.R.Setyawati, & Rafdinal. (2004) Pemanfaatan Isolat Bakteri Rhizosfer Untuk Memperbaiki Kualitas Lahan Bekas Penambangan Emas (Tailing) di Kecamatan Mandor Kabupaten Pontianak Dalam Usaha Reklamasi Secara Biologi. *Laporan akhir Hasil Penelitian Hibah Bersaing X*. Fakultas Kehutanan UNTAN. Pontianak.

Limbong, D. (2005). Analisis Ancaman Pencemaran Merkuri Oleh Penambangan Emas Skala Kecil di Tatelu. *Laporan Kegiatan NRM/EPIQ*. Sulut.

Moreno, F.N., C.W.N. Anderson, R.B. Stewart, B.H.Robinson, M.Ghomshei, & J.A. Meech, (2005). Induced plant uptake and transport of mercury in the presence of sulphur containing ligands and humic acid. *New Phytol*, (166): 445–454.

Prabha, K., Padmavathiamma & L.Y. Li (2007). Phytoremediation Technology: Hyper-accumulation Metals in Plants. *Water Air Soil Pollut, 184*, 105–126.

Sarma, H. (2011). Metal Hyperaccumulation in Plant : A Review Focusing on Phytoremediation Technology. *Journal of Environmental Science and Technology*, 4(2) , 118-138.

Usma, T, E Gusrizal, Rusmiyanto, & Helmi. (2003). Penentuan Kadar Merkuri pada Rambut dan Kuku Penduduk Sekitar Wilayah Pertambangan Emas Rakyat Kalimantan Barat. *Laporan Akhir Penelitian*. Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. Pontianak.

WALHI Kalbar. (2003). Penentuan Kadar Merkuri Pada Rambut dan Kuku Penduduk Di Sekitar Wilayah Penambangan Emas dan Pengguna Air PDAM Kota Pontianak. *Laporan Proses Seminar dan Lokakarya Hasil Penelitian*. Pontianak.

Wang, Y.(2004). *Phytoremediation of mercury by terrestrial plants*. A doctoral dissertation on Department of Botany Stockholm University, Sweden.

Widiastuti, T. & D Astiani. (2001). Studi Karakteristik tanah bekas Pertambangan Emas Rakyat dan Suksesi Vegetasinya di Sekitar Hutan Kerangas Kecamatan Mandor Kabupaten Pontianak. *Laporan Penelitian Dosen Muda DIKTI*. Pontianak.

Widyati. (2011). Potensi tumbuhan bawah sebagai akumulator logram berat untuk membantu rehabilitasi lahan bekas tambang. *Jurnal Mitra Hutan Tanaman, 6*(2), 46 – 56.

Toksisitas Fumigan Cuka Kayu terhadap Rayap Tanah *Coptotermes sp*.

Arief Heru Prianto*

Pusat Penelitian Biomaterial - LIPI
Jl. Raya Bogor Km. 46, Cibinong

Abstract

Fumigant toxicity of wood vinegar was examined against subterranean termites (*Coptotermes sp*.). The aimed of this study was to evaluate the effect of wood vinegar as a fumigant against termites. Paper discs were treated with wood vinegar and then placed at the bottom of the cylinder glass cover (6 cm diameter). Sterile sand (40 g) was prepared on the bottom of the cylinder glass. Twenty-five termite workers were placed above the sand, and then the cover was sealed. Testing has been conducted using six different doses of wood vinegar. The number of termite mortality was counted after 1 to 3 days after application. Each treatment consisted of three replicates. The results showed the influence of termite mortality was as a result of increasing doses of wood vinegar in a cylinder glass, the best dosage obtained in the treatment of wood vinegar was 1.6 mL/ cm^3 with 100 % termite mortality. The estimated LD_{50} of wood vinegar using probit analysis was 0.455 µL/cm^3.

Keywords: *Coptotermes* sp, Fumigant, Wood vinegar, Mortality

* Korespondensi penulis. Tel.: 021-87914511
E-mail: ariefprianto@gmail.com

1. Pendahuluan

Penggunaan kayu tidak bisa dipisahkan dalam kehidupan manusia, meskipun ada material lain seperti logram yang lebih aman dari serangan rayap. Pemanfaatan kayu dalam konstruksi bangunan, kusen maupun furniture tidak bisa lepas dari persoalan serangan hama perusak. Hama perusak kayu yang mempunyai dampak paling besar adalah rayap *Coptotermes sp*. Proteksi produk kayu terhadap serangan rayap diantaranya dengan *soil treatment* dan pengawetan kayu, sedangkan produk kayu yang sudah diserang rayap dikendalikan dengan *baiting system* dan fumigasi.

Fumigasi dilakukan terhadap produk yang terserang rayap dengan memberikan fumigan yang bersifat toksik terhadap rayap sehingga rayap didalam kayu mati. Perlakuan ini memerlukan fumigan yang efektif untuk membunuh rayap. Penggunaan fumigan seperti metil bromid dan phospin sudah dilarang dibanyak negara, karena residunya berakibat buruk bagi kesehatan. Fumigan alternatif yang lebih ramah lingkungan menjadi tawaran solusi yang sangat dibutuhkan. Cuka kayu merupakan hasil kondensasi dari asap pada pirolisis bahan berlignoselulosa yang memiliki banyak senyawa. Menurut Yatagai *et al.* (2002) cuka kayu

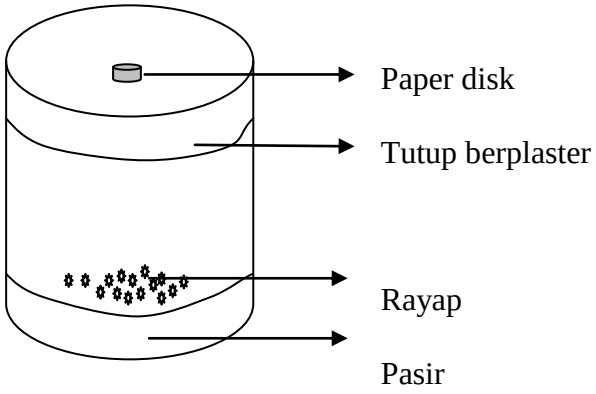
dapat berfungsi sebagai inhibitor, pemercepat pertumbuhan tanaman, *deodorant*, farmasi, antijamur dan mikroba, pengusir binatang kecil dan minuman. Kandungan cuka kayu sebagian besar terdiri dari air dan komponen kimia sekitar 200 jenis. Efektifitas cuka kayu sebagai *chemical barrier* terhadap sehingga rayap telah dilaporkan dalam sebuah penelitian (Prianto, 2015).

Cangkang sawit juga merupakan limbah yang kurang dimanfaatkan pada industri pengolahan kelapa sawit. Sehingga ketersediaan bahan baku cuka kayu ini akan berlimpah. Cuka kayu dari cangkang sawit memiliki toksisitas yang tinggi terhadap rayap *Coptotermes* sp (Prianto, 2012). Cuka kayu mengandung memiliki kandungan asam yang tinggi disamping fenol, karbondioksida yang dapat bersifat racun terhadap serangga. Pengembangan sistem proteksi kayu yang bersifat insectisidal memiliki peluang yang besar untuk pemanfaatan pada produk kehutanan (Clausen and Yang, 2008). Pada penelitian ini akan dilaporkan pengujian efektifitas cuka kayu dari cangkang sawit sebagai fumigan terhadap rayap tanah *Coptotermes* sp.

2. Bahan dan Metode

2.1. Prosedur pengujian

Pengujian toksisitas fumigan mengacu pada standard AWPA (*American Wood Preserving Association*). Cuka kayu dibuat dari cangkang sawit yang telah diukur kadar air dan beratnya. Cuka kayu dibuat pada tungku pirolisis pada suhu 450 ºC. Hasil pirolisis ini diendapkan agar tar terpisah dari cuka kayunya. Aplikasi pada pengujian (Gambar 1) yaitu dengan meneteskan cuka kayu pada paper disk dengan menggunakan pipet. Konsentrasi cuka kayu dibuat pada silinder gelas adalah 0, 0.04, 0.1, 0.2, 0.4, 0.8 dan 1.6 µl/cm3. Paper disk kemudian diangin-angin, kemudian ditempelkan pada bagian dalam tutup gelas silinder. Gelas silinder berdiameter 6 cm dan tinggi 8.5 cm. Bagian dasar gelas silinder diisi dengan pasir steril sebanyak 40 g. Pasir diberi tetesan air untuk menjaga kelembaban gelas. Rayap *Coptotermes sp* sebanyak 25 ekor dari jenis pekerja dimasukkan dalam gelas silinder dan ditutup rapat. Agar kedap udara maka bagian pinggir tutup diseal dengan plaster. Unit-unit gelas silinder tiap perlakuan kemudian disimpan ke dalam tempat yang gelap bersuhu 28 ± 2°C dengan kelembaban di atas 85 %.



Gambar 1. Gelas uji

2.2. Pengamatan dan kriteria efikasi

Pengamatan dilakukan setiap hari selama 3 hari untuk mengetahui tingkat mortalitas rayap setelah aplikasi paper disk. Persentase mortalitas rayap dihitung dengan rumus :

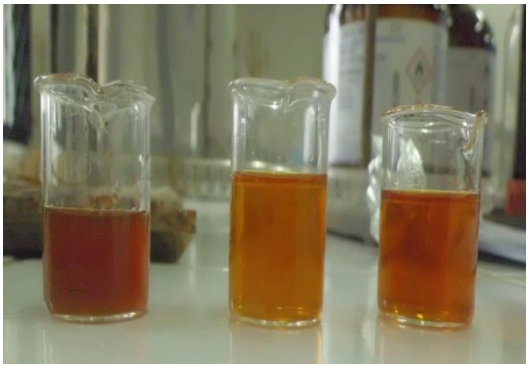
Mortalitas = (M / Mo) x 100% (1)

dimana :

M = Jumlah rayap mati; Mo = Jumlah rayap total/awal

3. Hasil dan Pembahasan

Bahan lignoselulosa yang digunakan untuk pembuatan cuka kayu pada penelitian ini adalah tempurung kelapa sawit, seperti terlihat pada Gambar 2. Proses pirolisis berkisar antara 2 – 4 jam dalam 266eactor tertutup. Warna cuka kayu yang diperoleh dari tempurung kelapa sawit ini sesuai dengan standar warna *wood vinegar* di jepang yaitu kuning kecoklatan dan sesuai dengan standar transparansi dimana tidak terdapat kekeruhan (Nurhayati *et al.*, 2009). Rendemen cuka kayu yang diperoleh sebesar 24.3 %, tar sebanyak 59 Ml dan Ph 2,92.

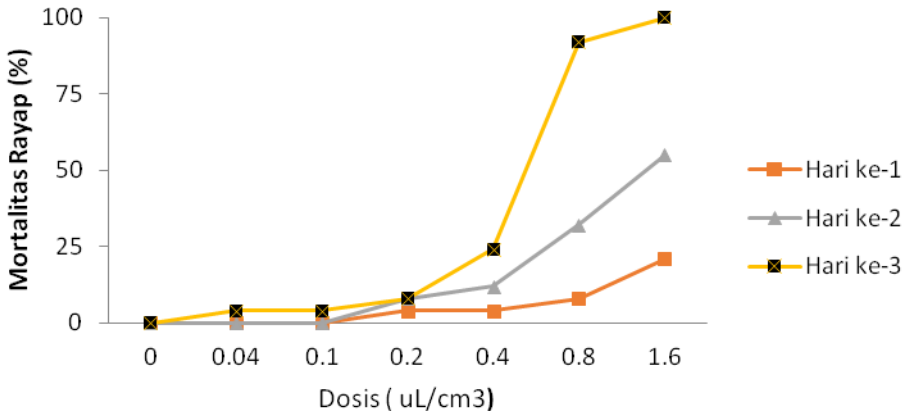


Gambar 2. Cuka kayu hasil proses pirolisis

Pemaparan cuka kayu pada rayap *Coptotermes sp* pada beberapa tingkat dosis ditunjukkan pada Gambar 3 dibawah. Grafik pemaparan menunjukkan adanya peningkatan mortalitas rayap seiring dengan meningkatnya dosis cuka kayu yang diberikan. Tingkat mortalitas rayap akibat peningkatan dosis ini menjadi variabel yang sangat penting dalam penilaian efektivitas cuka kayu terhadap serangga target. Mortalitas yang mencapai 100% menunjukkan tingkat toksisitas baik. Kehandalan fumigan ditentukan pula oleh waktu yang dibutuhkan fumigan untuk mencapai mortalitas 100%. Pada dosis percobaan yaitu dosis 0.4 $\mu L/cm^3$ menunjukkan adanya pengaruh fumigan pada rayap dimana terjadi peningkatan mortalitas rayap yang signifikan. Mortalitas pada dosis 0.8 $\mu L/cm^3$ mencapai 92% pada hari ke-3, sedangkan mortalitas 100% dicapai pada dosis 1.6 $\mu L/cm^3$.

Senyawa aktif yang terkandung di dalam cuka kayu memiliki aktivitas toksik terhadap rayap tanah *Coptotermes sp* sehingga menyebabkan kematian pada rayap, terutama senyawa aktif yang bersifat volatil. Komponen volatil yang memiliki bioaktivitas yang bertahan lama ddapat dimanfaatkan pada sistem proteksi kayu (Clausen and Yang, 2008). Reaksi rayap terhadap cuka kayu adalah menghindari dengan masuk ke dalam pasir dan berkumpul didalamnya sehingga lebih terlindung dari paparan senyawa aktif. Untuk mengetahui LD_{50}

dari cuka kayu digunakan analisis probit, diperoleh persamaam y= 2.235x + 5.764 dan diperoleh nilai LD_{50} sebesar 0.455 µL/cm^3.



Gambar 3. Tingkat mortalitas rayap

Tabel 1 menunjukkan komponen dominan yang terdapat pada cuka kayu adalah kelompok yang berasal dari pirolisis lignin yaitu fenol dan guaiakol masing-masing dengan persentase berurutan sebesar 48,29% dan 11,34%.

Tabel 1. Hasil analisa GC-MS cuka kayu

No	Komponen	%
1	2-Methyl-2-cyclopentenone	0.87
2	3-Methyl-2-cyclopentenone	0.48
3	2-Cyclopentenone-1-one, hydroxy-3-methyl	2.78
4	2-Furancarboxaldehyde	5.31
5	Phenol	48.29
6	2-Methylphenol	3.95
7	4-Methylphenol	4.57
8	4-Ethyl-2-Methoxyphenol	2.17
9	2,6,-Dimethoxyphenol	5.21
10	2-Methoxyphenol (guaiacol)	11.34
11	2-Methoxyphenol-4-methylphenol	3.51

Komponen dominan yang terdapat pada cuka kayu merupakan kelompok yang berasal dari pirolisis lignin juga yaitu fenol dan guaiakol. Lignin mengalami pirolisis sempurna pada suhu 400-450^{0}C dan menghasilkan komponen adalah fenol, dan guaiakol.

4. Kesimpulan

Cuka kayu memiliki toksisitas fumigan yang dapat digunakan sebagai alternatif penggunaan fumigan sintetik. Dosis terbaik diperoleh pada perlakuan cuka kayu 1.6 µL/cm^3 dengan mortalitas rayap sebesar 100%. Nilai LD_{50} dari cuka kayu diperoleh menggunakan analisis probit sebesar 0.455 µl/cm^3. Hasil analisa GC-MS cuka kayu pirolisis suhu 450^{0}C terdapat 3 komponen kimia utama yaitu fenol, guaiakol dan *2*-Furancarboxaldehyde.

Referensi

American Wood Preservers Asociation Standards. (2007). Standard method for laboratory

evaluation to determine resistance to subterranean termites. EI-06. In Annual Book of AWPA standars. Birmingham, AL. pp. 300-303.

Clausen, C. A., V.W. Yang. (2008). Fumigant Toxicity of Essential Oils to Reticulitermes flavipes.Proceedings of One Hundres Fourth Annual Meeting of the American Wood Protection Association. Volume 104. Birmingham.USA

Fengel, D. dan G. Wegener. (1995). *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Judul Asli: Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions. 1984. Penterjemah: H. Sastrohamidjojo. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.

Sari, L. dan A. Hadikusumo. (2004). Daya Racun Ekstraktif Kulit Kayu Pucung terhadap Rayap Kayu Kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 2,16-20

Nurhayati, Tjutju dan Yelin Adalina. (2009). Analisis Teknik dan Finansial Produksi Arang dan Cuka Kayu dari Limbah Industri Penggergajian dan Pemanfaatannya. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan

Prianto, A.H., D. Tarmadi, S. Yusuf., dan A.S. Lestari. (2012). Pengaruh Asap Cair Terhadap Protozoa dalam Usus Rayap *Coptotermes* sp. Prosiding Seminar Nasional XIV Masyarakat Penelliti Kayu Indonesia (MAPEKI). Yogyakarta, hal. 529-533

Prianto, A.H., D. Tarmadi, dan S. Yusuf. (2015). Aktivitas Asap Cair pada Perlakuan Tanah (*Soil Treatment*). Prosiding Seminar Nasional XVII Masyarakat Penelliti Kayu Indonesia (MAPEKI). Medan,hal. 394-397

Yatagai, M. Nishimoto,K. Hory, T. Ohira, A. Shibata. (2002). Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues. *Journal Wood Science*. 48, 338-342.

Karakteristik Asap Cair Buah Pinus (*Pinus merkusii*)

Sri Komarayati* dan Gusmailina

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Badan Litbang dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Jl. Gunung Batu No.5, Bogor 16610

Abstract

One of the materials that can produce liquid smoke is pine fruit. The utilization of its waste is still limited. This study was conducted using a modified drum kiln. The objective of the research was to determine the characteristics and the utilization of liquid smoke derived from pine fruit. The results showed that the liquid smoke of pine fruit containing 2.94% of total acid content; 1.77% of total phenol; with the gravity about 1.01 and pH 3.40. Compounds contained in liquid smoke dominated by glucopyranose. The analysis indicated that PAH (Polycylic Aromatic Hydrocarbons) compounds such as benzo pyrene was not found in liquid smoke of pine fruit therefore liquid smoke of pine fruit can be used as a preservative.

Keywords: Compounds, Kiln pine fruit, Liquid smoke, Quality

*Korespondensi penulis. Telp. 0251- 8633378 ; Fax. 0251 - 8633413
E- mail: srikomp3hh@yahoo.com

1. Pendahuluan

Pada proses karbonisasi, selain arang akan dihasilkan juga asap cair. Asap cair adalah senyawa yang menguap secara simultan dari reaktor panas melalui teknik pirolisis dan terkondensasi pada sistem pendingin (Simon, 2005). Senyawa tersebut antara lain fenol, aldehida, keton, asam organik, alkohol dan ester (Nugoho, 2013).

Asap cair memiliki komponen utama, yaitu asam, derivat fenol dan karbonil yang memiliki fungsi sebagai pemberi rasa, pembentuk warna, antibakteri dan antioksidan. Komponen kimia bahan seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin akan mempengaruhi sifat asap cair. Bahan baku yang dapat dibuat asap cair antara lain : kayu, tempurung kelapa, bambu, tandan kosong kelapa sawit, serbuk gergaji dan lain-lain. Salah satu bahan yang berpotensi untuk dibuat asap cair adalah limbah bunga pinus. Saat ini buah pinus hanya dibuat hiasan setelah melalui proses pengeringan dan vernis. Untuk menganekaragramkan pemanfaatan buah pinus, salah satu caranya yaitu dibuat asap cair. Tujuan penelitan ini yaitu untuk mengetahui karakteristik asap cair buah pinus.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi

Penelitian dan analisis dilakukan di Laboratorium Kimia dan Energi Hasil Hutan, Laboratorium Instrumentasi dan Proksimat Terpadu Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.

2.2. Bahan dan alat

2.2.1 Bahan

Bahan yang digunakan adalah limbah buah Pinus (*Pinus merkusii*) berasal dari Sukabumi. Bahan kimia yang digunakan antara lain larutan NaOH , indikator fenolftalein, larutan amino antipirin dan aquades.

2.2.2 Alat

Tungku drum modifikasi, jerigen plastik, gelas piala, pipet tetes, botol sampel, pH meter, GCMS pirolisis, GC, Spektrofotometer dan lain-lain.

2.2.3 Metode penelitian

Potongan buah pinus dibuat asap cair dengan menggunakan tungku drum yang telah dimodifikasi. Setelah bahan masuk tungku, selanjutnya dilakukan pembakaran dengan umpan kayu bakar dan sedikit minyak tanah pada bagian bawah tungku. Sebagaimana pada uraian sebelumnya tungku pengarangan ini dilengkapi dengan menggunakan pipa pengalir asap berbentuk memanjang lurus (sistem "cubing"), yang terpasang dalam drum yang telah diisi air. Asap yang telah dingin, dialirkan dan ditampung dalam ember plastik, sehingga akan diperoleh asap cair. Proses berlangsung antara 24 – 36 jam, tergantung kadar air dan jumlah bahan yang digunakan. Suhu karbonisasi sekitar 400 – 450^{o} C. Setelah tungku dingin (kurang lebih 24 jam), asap cair diambil dan selanjutnya dilakukan pengujian di laboratorium.

2.2.4 Analisis kualitas

Komponen kimia asap cair seperti asam asetat dan fenol diperoleh dari hasil analisis dengan menggunakan HPLC (*High Performance Liquid Chromatogaphy*), metanol menggunakan GC (*Gas Chromatogaphy*) di Laboratorium Pasca Panen Bogor, sedangkan komponen kimia organik dan derivatnya dianalisis dengan alat GC-MS (*Gas Chromatogaphy - Mass Spectrometer*) pirolisis dilakukan di Laboratorium Proksimat Terpadu.

2.2.5 Analisis data

Data yang terkumpul, ditabulasi, dianalisis secara deskriptif dan hasilnya dibandingkan dengan standar.

3. Hasil dan Pembahasan

Mutu asap cair sangat bergantung pada komposisi senyawa-senyawa kimia yang dikandungnya. Kriteria mutu asap cair baik cita rasa maupun aroma sebagai ciri khas yang dimiliki asap ditentukan oleh golongan senyawa kimia yang dikandungnya. Senyawa-senyawa kimia yang terdapat dalam asap cair sangat bergantung pada kondisi pirolisis dan

bahan baku yang digunakan (Pszezola, 1995). Komponen kimia yang terkandung dalam asap cair akan tidak lengkap apabila proses pirolisis berlangsung tidak sempurna.

Berdasarkan parameter yang diuji dalam asap cair dari buah pinus hasilnya dapat diketahui sebagai berikut. Kadar total asam asap cair dari buah pinus sebesar 2,94%.Nilai ini sesuai dengan rentang standar mutu asap cair dari Jepang (Yatagai, 2000). Senyawa asam yang terdapat dalam asap cair merupakan asam organik yang terbentuk akibat proses pirolisis komponen kimia bahan seperti selulosa, hemiselulosa dan lignin. Asam yang berperan penting dalam asap cair adalah asam asetat. Faktor suhu dan lamanya pirolisis serta interaksi keduanya berpengaruh nyata terhadap kadar asam total pada asap cair. Makin tinggi suhu dan waktu pirolisis, makin tinggi kadar asam total pada asap cair. Namun pada suhu dan waktu tertentu, peningkatan kandungan asam tidak akan terjadi secara nyata (Wibowo, 2012). Kadar asam total (2,94%) dari asap cair bunga pinus lebih rendah dari asap cair tempurung kelapa hasil penelitian Marasabessy (2007), yaitu sebesar 9,45 -10,15%. Hal ini terjadi karena tingginya kandungan komponen kimia bahan berbeda.

Kadar total fenol asap cair buah pinus yaitu sebesar 1,77%. Kandungan total fenol bersumber dari lignin yang terdapat dalam bahan baku. Lignin sangat stabil dan sukar dipisahkan, mempunyai bentuk yang bermacam-macam , sehingga baru akan terurai pada suhu tinggi. Fenol dihasilkan dari lignin yang terpecah pada suhu 300 – 500C. Kadar fenol yang dihasilkan ternyata lebih kecil dari kadar fenol yang terdapat dalam asap cair tempurung nyamplung, yaitu 4,19% (Wibowo, 2012).

Bobot jenis asap cair buah pinus adalah 1,01, nilai ini sesuai dengan standar Jepang. Nilai bobot jenis yang tinggi, memberi arti bahwa terdapat banyak komponen yang terurai dalam asap cair. Banyaknya komponen yang terurai dipengaruhi oleh suhu dan waktu pirolisis. Suhu tinggi dan waktu yang lebih lama akan menghasilkan asap cair dengan bobot jenis yang lebih tinggi. Pada umumnya, komponen yang mempengaruhi bobot jenis berasal dari senyawaan fenolik hasil dekomposisi lignin. Lignin mulai terurai pada suhu 300 C, sehingga bila pirolisis dilakukan sebelum suhu tersebut, maka bobot jenis asap cair yang dihasilkan tidak akan maksimal.

pH asap cair buah pinus adalah 3,40. Nilai pH ini sudah memenuhi standar Jepang. Nilai pH yang rendah menunjukkan bahwa penguraian yang terjadi pada bahan baku sangat tinggi. Apabila nilai pH asap cair rendah, berarti asap cair yang dihasilkan berkualitas tinggi terutama dalam hal penggunaannya sebagai bahan pengawet makanan. Nilai pH yang rendah akan menyebabkan daya simpan produk yang diawetkan makin lama. Ada hubungan antara kandungan total asam dan total fenol dalam asap cair yaitu semakin tinggi kandungan total fenol dan total asam, maka semakin rendah nilai pH yang dihasilkan.

Untuk mengetahui derivat komponen kimia asap cair dilakukan analisis dengan menggunakan alat GCMS- pirolisis. Secara umum, senyawaan yang terkandung dalam asap cair bunga pinus didominasi oleh senyawa glukopiranosida, yang tergolong senyawa makro yang memiliki berat molekul tinggi. Adanya glukopiranosida mengindikasikan bahwa proses pirolisis belum sempurna. Selain itu,dari hasil analisis tidak ditemukan senyawa PAH(*polycyclic aromatic hydrocarbon*) seperti benzo (a) pirena. Senyawa PAH diketahui sebagai polutan yang toksik, karsinogenik dan mutagenik, sangat membahayakan bagi manusia.

4. Kesimpulan

Karakteristik asap cair buah Pinus menunjukkan bahwa kadar asam total, bobot jenis dan pH telah sesuai standar Jepang. Kadar fenol lebih rendah dari asap cair tempurung nyamplung. Senyawaan yang terdapat dalam asap cair buah pinus, didominasi oleh glukopiranosa. Asap cair buah Pinus dapat digunakan sebagai bahan pengawet.

Referensi

Marasabessy, I. (2007). Produksi asap cair dari limbah pertanian dan penggunaannya dalam pembuatan ikan tongkol (*Euthynnus affinis*) asap. (Tesis). Bogor. Institut Pertanian Bogor.

Nugoho, A. (2013). Efektivitas asap cair dari limbah tempurung kelapa sebagai biopestisida benih di gudang penyimpanan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *30* (2), 1-8.

Pszezola, D. (1995). Liquid smoke a natural condensate of wood smoke provides various advantages in addition to flavors and aroma. *Journal Food Technology*, *1*(2),70-74

Simon. R., B.Calle., S.Palme., D.Meler, & E. Anklam. (2005). Composition and analysis of liquid smoke flavoring primary products. *Journal Food Science, 28* (3),871-882.

Wibowo, S. (2012). Karakteristik asap cair tempurung nyamplung. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, *30* (3), 217-226.

Yatagai, M. (2000). Utilization of charcoal and wood vinegar in Japan. (Tesis). Tokyo (JP): The University of Tokyo.

Pencegahan Serangan Jamur Pewarna pada Kayu Tusam (*Pinus merkusii*) secara Laboratoris

Djarwanto* dan Sihati Suprapti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor

Abstract

Wood destroying fungi can be categorized into rotting and staining fungi. *Aspergillus niger* (mold) and *Diplodia* sp. (blue-stain) belong to wood staining fungi. The attack of those fungi causes discoloration on woods, therefore, reduces the qualities and prices. Laboratory experiment was performed by dipping pine wood sample in chemicals solution i.e. cypermethrin (2.5-10%), thiocyano-methyl-thio-benzothiazole/TCMTB (0.5-2%), thiourea (4-7%), and sodium pentachlorophenol (NaPCP) (7.5-9%), respectively, for 10 second. Afterwards, the samples in pair with untreated samples were put into Kolle-flask. Subsequently, suspension of fungus (*A.niger* or *Diplodia* sp.) was sprayed respectively. Observation on the fungal attack was conducted at end of the fourth and eighth weeks following the spraying. Results showed that thiourea and NaPCP could prevent *A. niger* attack, by inhibiting its growth until eighth week. Meanwhile, TCMTB could only slightly suppressed *A. niger* growth for 4 weeks. TCMTB (1-2 %), thiourea, and cypermethrin could prevent the attack of *Diplodia* sp. until fourth week, except NaPCP 9% which was able to do so against the staining fungi for 8 weeks.

Keywords: Blue stain, Cypermethrin, Mold, Pine, TCMTB, Thiourea

*Korespondensi penulis.
E-mail: djarwanto2006@yahoo.com; sihatisuprapti@yahoo.com

1. Pendahuluan

Jamur pewarna adalah sejenis jamur dari kelompok *Ascomycetes* dan *fungi imperfect* yang dapat menimbulkan cacat warna pada beberapa jenis kayu yang masih basah terutama yang berwarna cerah. Serangan jamur ini tidak menurunkan kekuatan kayu dan tidak mengakibatkan pelapukan kayu, namun menurunkan nilai estetika kayu karena kayu menjadi abu-abu muda sampai biru kehitaman atau sering berwarna cokelat gelap, sehingga nampak kotor dan akibatnya nilai ekonomis kayu menurun (Suprapti, 2013; Behrendt *et al*., 1995; Croan, 1996; White-McDougall, 1998). Jamur pewarna menyebabkan warna kayu menjadi kebiruan atau abu-abu tetapi mereka tidak menyebakan pelapukan kayu dan tidak mempengaruhi kekuatan kayu (Humar *et al*., 2008; Knaebe, 2015; Forintek Canada Corp., 2005).

Aspergillus niger dan *Diplodia* sp. termasuk ke dalam kelompok jamur pewarna kayu, namun keduanya memiliki karakter yang berbeda dalam pola serangannya terhadap kayu. *A. niger* mewarnai kayu hanya pada permukaannya, disebut sebagai mold (kapang), sedangkan *Diplodia* sp. dapat menyebabkan perubahan warna kayu sampai ke bagian dalam, dan dikenal sebagai jamur biru. Kedua jenis jamur tersebut dapat menyerang secara bersamaan terhadap material lignoselulosik seperti rotan, bambu dan kayu, terutama ketika masih basah. Pada kondisi lingkungan yang lembab, *A. niger* dapat menyerang baik rotan, bambu maupun kayu yang sebelumnya sudah dikeringkan. *A. niger* juga dikenal sebagai jamur kontaminan di laboratorium. Palo *et al*., (1983) menyatakan bahwa *A. niger* dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman jagung serta berperan dalam pembusukan buah dan sayur.

Diplodia sp. merupakan salah satu jenis jamur terutama menyebabkan pewarnaan pada kayu daun jarum dan beberapa kayu daun lebar yang berwarna cerah. Martawijaya *et al*., (1980) dan Suprapti (1983) melaporkan bahwa jenis kayu perdagangan yang rentan terhadap jamur pewarna antara lain ramin (*Gonystylus bancanus* Kurs.), damar (*Agathis loranthifolia* Salisb.), tusam (*Pinus merkusii* Jung et de Vr.), meranti putih (*Shorea* spp.), jelutung (*Dyera costulata* Hkf.), jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.), karet (*Hevea brasiliensis* Muell.Arg.) dan sungkai (*Peronema canescens* Jack.). Dilaporkan bahwa *Diplodia* sp. dikenal sebagai penyebab kerusakan jaringan pembuluh batang dan akar tanaman. Selain itu, jamur tersebut diduga berperan dalam proses pembentukan gaharu karena hasil isolasi material gaharu selalu ditemukan *Diplodia* sp. tersebut (Sidiyasa & Suharti, 1987).

Serangan kedua jenis jamur pewarna tersebut dapat menurunkan kualitas kayu ditinjau dari segi estetika, sehingga tidak dapat diterima pasar terutama pasar internasional. Salah satu kesulitan dalam pemasaran kayu tusam adalah adanya cacat noda warna tersebut akibat serangan jamur. Pada pabrik korek api sering harus membuang/memotong ujung dolok kayu tusam sebelum dipakai karena telah terserang jamur pewarna (Martawijaya, 1989). Oleh karena itu perlu diteliti cara pengendalian jamur pewarna tersebut khususnya pada kayu perdagangan. Dalam tulisan ini disajikan hasil penelitian pengendalian jamur *Aspergillus niger* dan *Diplodia* sp. pada kayu tusam di laboratorium.

2. Bahan dan Metode

Contoh uji dibuat dari gergajian kayu tusam (*Pinus merkusii* Jung et de Vr.) dengan ukuran 5 x 4 x 1,5 cm yang dikeringkan dengan oven kemudian dibiarkan kering udara di ruang kondisioning. Selanjutnya contoh uji tersebut diimpregnasi dengan larutan malt ekstrak menggunakan mesin vakum pada tekanan minus 60 cmHG selama 15 menit, kemudian ditiriskan dengan alas kertas saring. Setelah tiris contoh uji dicelupkan ke dalam larutan bahan kimia yang mengandung bahan aktif cypermethrin 2,5%, 5%, 7,5%, 10 %; thiocyano-methyl-thio-benzothiazole (TCMTB) 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2 %; thiourea 4,0%, 5,0%, 6,0%, 7,0%; dan bahan aktif sebagai pembanding atau kontrol bahan kimia adalah sodium penta khlorophenol (NaPCP) 7,5%, 8,0%, 8,5%, 9,0 %, masing-masing selama 10 detik, dan ditiriskan kembali. Selanjutnya contoh uji yang telah dicelupkan ke dalam bahan kimia dimasukkan ke dalam piala Kolle sedemikian rupa (diatas tatakan kaca), tidak bersinggungan dan masing-masing dipasangkan dengan kayu kontrol (tanpa dicelup bahan kimia), kemudian

ke dalam setiap piala disemprotkan suspensi jamur pewarna, *A. niger* van Tieghm dan *Diplodia* sp. sebanyak 1 mL per piala. Pada akhir minggu keempat diamati serangan jamur pewarna di permukaan atas contoh uji. Sedangkan pada akhir minggu kedelapan diamati serangan jamur tersebut di permukaan atas maupun bawah contoh uji. Intensitas serangan jamur pewarna dihitung dengan membandingkan bagian permukaan yang terserang dengan luas permukaan contoh, sesuai SNI 7207:2014 (BSN, 2014).

3. Hasil dan Pembahasan

Laju pertumbuhan jamur *A. niger* dan *Diplodia* sp. pada permukaan kayu masing-masing disajikan pada Tabel 1 dan 2. Laju pertumbuhan jamur pewarna pada permukaan atas contoh kayu umumnya lebih cepat dibandingkan dengan laju serangan di permukaan bawah. Hal ini dimungkinkan karena permukaan bawah contoh uji tidak terkena langsung oleh semprotan suspensi jamur. Pencelupan kayu tusam ke dalam larutan yang mengandung bahan aktif cypermethrin menghambat laju pertumbuhan jamur pewarna. Pencelupan contoh kayu ke dalam larutan dengan bahan aktif TCMTB dan thiourea lebih efektif menghambat laju pertumbuhan *Diplodia* sp. dibandingkan dengan cypermethrin. Sedangkan thiourea dan NaPCP efektif menghambat laju pertumbuhan *A. niger.* Rata-rata laju pertumbuhan *A. niger* dan *Diplodia* sp. dari seluruh perlakuan, masing-masing adalah 2,73 % (0,0-8,56 %) dengan kontrol 9,33% (2,28-12,5 %), dan 4,41 % (0,0-11,54 %) dengan kontrol 10,85 % (4,82-12,44 %).

Tabel 1. Laju pertumbuhan *Aspergillus niger* pada permukaan contoh kayu

Bahan kimia	Konsenrasi (%)	Pertumbuhan jamur pada permukaan contoh kayu (% per minggu)			
		Perlakuan pencelupan		Kontrol/Tidak dicelup	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
Cypermethrin	2,5	8,61	8,56	12,50	8,59
	5,0	6,66	6,84	12,50	9,69
	7,5	7,88	7,00	12,50	8,84
	10	7,25	8,38	12,50	9,22
TCMTB	0,5	4,22	0,13	10,34	3,72
	1	5,50	4,56	10,66	8,41
	1,5	4,19	2,25	12,47	6,03
	2	3,53	2,09	12,03	2,53
Thiourea	4	0,00	0,00	12,50	10,81
	5	0,00	0,00	12,50	11,28
	6	0,00	0,00	12,50	8,87
	7	0,00	0,00	12,38	10,19
NaPCP	7,5	0,00	0,00	9,78	5,81
	8	0,00	0,00	8,78	2,53
	8,5	0,00	0,00	8,69	2,28
	9	0,00	0,00	9,78	7,25

Tabel 2. Laju pertumbuhan *Diplodia* sp. pada permukaan contoh kayu

Bahan kimia	Konsenrasi (%)	Pertumbuhan jamur pada contoh kayu (% per minggu)			
		Perlakuan pencelupan		Kontrol/Tidak dicelup	
		Atas	Bawah	Atas	Bawah
Cypermethrin	2,5	11,25	7,50	11,81	11,66
	5,0	10,60	10,35	11,62	12,25
	7,5	11,54	10,13	12,31	11,66
	10	10,60	9,38	11,62	12,22
TCMTB	0,5	8,44	8,47	12,44	12,31
	1	4,91	6,75	12,00	12,38
	1,5	2,72	2,47	11,66	11,68
	2	2,10	2,19	12,19	11,28
Thiourea	4	4,19	4,03	12,28	10,19
	5	4,03	2,69	12,38	11,63
	6	2,88	1,97	11,28	10,41
	7	0,41	0,94	11,63	10,25
NaPCP	7,5	0,19	0,09	9,91	7,94
	8	0,06	0,13	9,91	8,79
	8,5	0,00	0,06	11,75	7,69
	9	0,00	0,00	5,31	4,82

Tabel 3. Intensitas serangan jamur pewarna pada permukaan atas kayu setelah 4 minggu masa inkubasi

Bahan kimia	Konsenrasi (%)	Intensitas Serangan jamur (%)			
		Aspergillus niger		*Diplodia* sp.	
		Perlakuan pencelupan	Kontrol/Tidak dicelup	Perlakuan pencelupan	Kontrol/Tidak dicelup
Cypermethrin	2,5	37,00±1,84	39,00±1,70	0,00	8,00±1,58
	5,0	20,00±3,84	29,00±3,22	0,00	13,00±1,87
	7,5	22,00±4,72	50,00±3,67	0,00	9,00±1,58
	10	13,00±2,98	54,00±5,48	0,00	11,00±1,22
TCMTB	0,5	0,00	98,00±1,58	3,00±2,83	37,00±2,42
	1	0,00	93,00±6,40	0,00	26,00±5,15
	1,5	0,00	88,00±4,51	0,00	34,00±3,72
	2	0,00	83,00±4,96	0,00	5,00±1,00
Thiourea	4	0,00	31,00±5,40	0,00	15,00±1,37
	5	0,00	37,00±4,60	0,00	16,00±3,48
	6	0,00	28,00±5,80	0,00	11,00±1,58
	7	0,00	33,00±4,14	0,00	14,00±1,97
NaPCP	7,5	0,00	60,00±4,75	0,00	9,00±2,00
	8	0,00	74,00±5,10	0,00	10,8±1,92
	8,5	0,00	62,00±5,07	0,00	4,00±1,22
	9	0,00	66,00±4,95	0,00	7,00±1,00

Keterangan: ± = standard deviasi

Intensitas serangan jamur pewarna dipermukaan atas contoh uji pada akhir minggu ke empat disajikan pada Tabel 3. Sedangkan intensitas serangan jamur *A. niger* dan *Diplodia* sp dipermukaan contoh uji pada akhir minggu kedelapan masing-masing ditunjukkan pada Tabel 4 dan 5. Pada umur penyimpanan empat minggu setelah penyemprotan suspensi jamur terlihat bahwa pencelupan ke dalam larutan yang mengandung bahan aktif cypermethrin dapat menekan/mengendalikan serangan jamur pewarna, dan pencelupan contoh ke dalam 3 jenis bahan aktif lainnya yaitu TCMTB, thiourea, NaPCP dapat mencegah serangan *A. niger* secara efektif. Tetapi pada akhir minggu kedelapan, TCMTB tidak mampu mencegah serangan jamur *A. niger* tersebut pada kayu tusam.

Tabel 4. Intensitas serangan *Aspergillus niger* setelah 8 minggu masa inkubasi

Bahan kimia	Konsentrasi (%)	Intensitas Serangan jamur (%)					
		Permukaan atas		Permukaan bawah		Rata-rata	
		Dicelup	Kontrol	Dicelup	Kontrol	Dicelup	Kontrol
Cyper-methrin	2,5	67,25±5,52	100,00	68,50±2,81	68,75±2,92	68,00	84,25
	5,0	53,25±7,37	100,00	54,75±6,76	77,50±6,22	54,00	88,75
	7,5	63,00±4,85	100,00	56,00±3,94	70,75±4,97	59,50	85,38
	10	58,00±4,78	100,00	67,00±4,09	73,75±4,42	62,50	86,88
TCMTB	0,5	33,75±4,57	82,75±6,08	21,50±4,37	29,75±5,62	27,63	56,25
	1	44,00±6,07	85,25±3,99	36,50±5,06	67,25±4,34	40,25	76,25
	1,5	33,50±4,20	99,75±0,35	18,00±4,90	48,25±3,77	25,75	74,00
	2	28,25±5,82	96,25±3,54	16,75±4,89	20,25±4,78	22,50	58,25
Thiourea	4	0,00	100,00	0,00	86,50±4,00	0,00	94,25
	5	0,00	100,00	0,00	90,25±5,22	0,00	95,13
	6	0,00	100,00	0,00	70,95±5,16	0,00	85,48
	7	0,00	99,00±1,00	0,00	81,50±5,20	0,00	90,25
NaPCP	7,5	0,00	78,25±4,99	0,00	46,50±5,54	0,00	62,38
	8	0,00	70,25±5,43	0,00	20,25±3,33	0,00	45,25
	8,5	0,00	69,50±5,12	0,00	18,25±1,52	0,00	43,88
	9	0,00	78,25±4,78	0,00	58,00±5,77	0,00	68,13

Keterangan: ± = standard deviasi

Tabel 5. intensitas serangan *Diplodia* sp setelah 8 minggu masa inkubasi

Bahan kimia	Konsenrasi (%)	Intensitas Serangan jamur(%)					
		Permukaan atas		Permukaan bawah		Rata-rata	
		Dicelup	Kontrol	Dicelup	Kontrol	Kontrol	Dicelup
Cypermethrin	2,5	90,01±4,52	94,50±2,94	60,01±4,23	93,26±2,66	75,01	93,88
	5,0	84,76±3,65	92,99±4,24	82,76±2,58	98,00±1,58	83,76	95,50
	7,5	92,28±3,18	98,50±1,00	81,02±3,14	93,25±2,68	86,70	92,48
	10	84,77±4,95	92,99±4,29	75,01±4,17	97,74±1,87	79,90	95,36
TCMTB	0,5	67,52±3,78	99,50±0,71	67,76±4,23	98,50±1,66	67,66	99,00
	1	39,25±2,57	96,00±4,69	54,01±5,86	99,00±1,00	48,64	97,50
	1,5	21,78±3,87	93,28±6,02	19,76±3,89	93,00±4,30	20,78	93,16
	2	16,76±4,91	97,50±2,40	17,50±4,36	90,26±3,31	17,16	93,90
Thiourea	4	33,48±2,54	98,26±2,40	32,25±2,55	81,50±2,74	32,87	89,88
	5	32,24±2,85	99,00±0,71	21,50±2,60	93,02±3,71	26,87	96,01
	6	23,00±3,08	90,26±5,21	15,74±1,03	83,24±3,71	19,37	86,75
	7	3,26±1,24	93,00±4,18	7,50±1,58	81,99±4,85	5,38	87,50
NaPCP	7,5	1,50±0,50	79,25±3,39	0,75±0,56	63,49±4,52	1,12	71,37
	8	0,50±0,35	79,28±3,30	1,00±0,71	70,28±2,74	0,76	76,78
	8,5	0,00	94,02±2,88	0,50±0,35	61,51±3,71	0,26	77,77
	9	0,00	42,50±3,08	0,00	38,52±3,89	0,00	42,76

Keterangan: ± = standard deviasi

Rata-rata kemampuan bahan kimia aktif dalam menekan atau mengendalikan serangan jamur *A niger* pada kayu tusam adalah: 25,32% (16-34,75 %) untuk cypermethrin; sedangkan TCMTB 37,16% (28,62-48,25 %); thiourea 91,78% (85,48-95,13 %); dan NaPCP 54,91 % (43,88-68,13 %) dibandingkan dengan pada kayu kontrol (tidak dicelupkan ke dalam larutan bahan kimia). Penekanan atau pengendalian terhadap *A. niger* terbesar ditemukan pada contoh kayu yang dicelupkan ke dalam larutan thiourea. Pencelupan ke dalam NaPCP (bahan kimia pembanding/kontrol) dapat menekan serangan secara efektif dan karena bahan tersebut sangat kuat pengaruhnya terhadap lingkungan maka intensitas serangan *A. niger* pada contoh uji kontrol cenderung rendah.

Intensitas serangan jamur *Diplodia* sp. tercantum pada Tabel 3 dan 5. Pencelupan contoh kayu ke dalam larutan bahan kimia dapat mengendalikan atau menekan serangan *Diplodia* sp. secara efektif sampai umur penyimpanan empat minggu, tetapi hanya NaPCP 9% yang

mampu menahan serangan jamur tersebut sampai umur penyimpanan delapan minggu. Sampai umur delapan minggu pencelupan kayu ke dalam TCMTB dan thiourea kurang mampu mengendalikan serangan *Diplodia* sp. di permukaan kayu, sedangkan cypermethrin tidak efektif menekan serangan jamur tersebut. Rata-rata pengendalian atau penghambatan serangan *Diplodia* sp. Pada kayu tusam yang dicelup dengan cypermethrin adalah sebesar 12,96% (5,78-18,87 %), TCMTB 57,33% (31,34-76,74 %), thiourea 68,91% (57,01-82,12 %), dan NaPCP 66,64% (42,76-77,51 %) dibandingkan dengan contoh uji kontrol. Pada pengujian secara laboratoris (di laboratorium), senyawa kimia dengan bahan aktif cypermethrin, TCMTB, dan thiourea tidak efektif dalam mengendalikan serangan Dipodia sp., pada permukaan kayu yang disimpan sampai umur delapan minggu . Martawijaya et al., (1980) melaporkan bahwa pecelupan papan gergajian ke dalam larutan yang menandung bahan aktif thiourea 5,5-7% di kilang penggergajian Kalimanatan Barat, memberikan hasil yang buruk atau tidak efektif dalam mengendalikan serangan jamur pewarna (*bluestain* dan *mold*). Sedangkan pencelupan contoh papan ramin ke dalam larutan yang mengandung NaPCP memberikan hasil yang baik atau efektif dalam mengendalikan serangan jamur pewarna tersebut. Navarrete dan de Troya (1987) menyatakan bahwa pencelupan kayu ke dalam larutan bahan pengawet (dua merk berbeda) yang mengandung bahan aktif TCMTB 1% memberikan hasil yang baik atau efektif terhadap intensitas serangan *Ceratocystis* sp. (*blue stain*) yang ditunjukkan dengan intensitas serangan masing-masing sebesar 0,0% dan 13,89%, dan rata-rata kontaminasi *mold* adalah 11,11% dan 86,08%. Pencelupan contoh kayu ke dalam larutan bahan pengawet yang mengandung NaPCP 2% dapat menekan serangan jamur biru dan kontaminasi *mold* 5,56%.

4. Kesimpulan

Pertumbuhan jamur *Aspergillus niger* dan *Dilodia* sp. pada permukaan atas kayu lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhannya pada permukaan bawah kayu. Pertumbuhan dan penyebaran *A.niger* lebih cepat dibandingkan dengan pertumbuhan *Diplodia* sp. Pada umur penyimpanan empat minggu TCMTB, thiourea dan NaPCP dapat mengendalikan serangan *Aspergillus niger* secara efektif. Sedangkan semua bahan kimia yang diuji yakni cypermetrin, TCMTB 1-2 %, thiourea dan NaPCP dapat mengendalikan serangan *Diplodia* sp. secara efektif sampai empat minggu pada kayu tusam. Pada akhir minggu kedelapan, thiourea dan NaPCP mampu mencegah serangan *A. niger* secara efektif. Dari keempat bahan kimia yang diuji, hanya NaPCP 9% yang mampu mencegah serangan *Diplodia* sp. sampai umur penyimpanan kayu delapan minggu.

Referensi

Behrendt, C.J., R.A.Blanchette, & R.L. Farrell, (1995). Biological control of bluestain fungi in wood. *Phytopathology*, *85*, 92-97.

BSN. (2014). Standar Nasional Indonesia: SNI 7207:2014. Uji ketahanan kayu terhadap organisme perusak kayu. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.

Croan, S.C. (1996). Biological control of *sapstain fungi* in wood. The International Research Goup on Wood Preservation. Guadaloupe, French West Indies, 19-24 May 1996. Document No: IRG/WP/96-10158

Forintek Canada Corp. (2005). Frequently asked questions about bluestain on Canadian wood products. Wood Protection Bulletin, July 2005. Canada's National Wood Products Research Institute.

Knaebe, M. (2015). Bluestain. Techline Decay Processes and Bioprocessing issued 05/02. Forest Product Laboratory Madison WI 53726-2398. www.fpl.fs.fed.us/. Diakses 3 Agustus 2015.

Humar, M., V.Vek, & B.Bu-an (2008). Properties of blue-stained wood. *Drvna Industrija, 59* (2), 75-79

Martawijaya, A., S.Abdurrohim, & D.Martono, (1980). Pestisida pengganti Natrium-pentachlorophenol untuk mencegah serangan jamur biru pada kayu basah. Proceeding Diskusi Industri Perkayuan tanggal 26-27 Maret 1980 di Jakarta. Hlm. 121-125. Bogor: Pusat Penelitian Hasil Hutan.

Martawijaya, A. (1989). Proteksi dolok dan kayu gegajian segar. Diktat Kursus Pengenalan Jenis dan Gading Kayu. 15 hlm. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Navarrete, A., & M.T de Troya,. (1987). Comparison between two laboratory test methods for determining the effectiveness on wood preservatives against bluestain in fresh wood. The Intenational Research Goup on Wood Preservation. Document No. IRG/WP/2289.

Palo, N.D., C.T.Daan, C.P. Madrid, & L.D. Tansinsin (1983). Isolation and screening of local *Aspergillus niger* molds for citric acid production by surface culture method. *NSTA Technology Journal, 8*(4), 15-25.

Sidiyasa, K., & M..Suharti (1987). Jenis-jenis tumbuhan penghasil gaharu. Prosiding Diskusi Pemanfaatan Kayu Kurang Dikenal. Hlm. 185-200.

Suprapti, S. (1983). Pengenalan dan pencegahan jamur biru pada beberapa kayu perdagangan. Pertemuan Ilmiah Pengawetan Kayu tanggal 12-13 Oktober 1983 di Jakarta. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Suprapti, S. (2013). Pengelolaan jamur perusak kayu untuk mendukung pelestarian dan pemanfaatan sumber daya hutan. Himpunan Bunga Rampai: Orasi Ilmiah Ahli Peneliti Utama (APU). Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan. Hlm. 1-42

White-McDougall, W.J., R.A. Blanchette, & R.L. Farrell (1998). Biological control of bluestain fungi on *Populus tremuloides* using selected *Ophiostoma* isolates. *Holzforschung, 52,* 234-240.

Potensi Produksi Resin Pinus (*Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese) di Kawasan Observatorium Bosscha, Bandung, Jawa Barat

Anne Hadiyane*, Endah Sulistyawati dan Asharina Widya Pangestu

Sekolah Ilmu Hayati, Institut Teknologi Bandung (ITB)
Jalan Ganesha No. 10 Bandung 40132 Indonesia

Abstract

We investigated the variability in resin production of a pine stand in Bosscha Observatory Bandung (Indonesia) with the aim to exploit this natural resource ina sustainable way. The potential resin productivity of the pine stand in observatory bosscha area has been known. Therefore, it is necessary to investigate the use of methods (quarre and drill method) in pine resin productivity. The tapping method resulted in differences in resin production in 20-25 year-old trees. The production of extracted with the quarre method was 19.34 g tree G1, mean while, the drill method resulted in 32.64 g tree G1. The potential annual resin production in bosscha observatory area were 9.29 and 15.640 t yearG1 for quarre and drill method,respectively. The resin production capacity of pine species (*P. merkusii* Jungh. Etde Vriese) were affected by tree diameter.

*Key words***:** Drillmethod,Observatory bosscha,Pine resin, *Pinus merkusii*, Quarre method

* Korespondensi penulis. Tel.: +081-322-890499.
E-mail: anne@sith.itb.ac.id

1. Pendahuluan

Pinus merkusii menghasilkan hasil hutan bukan kayu dari resinnya, penyadapan resin pinus dilakukan sejak tahun 1970-an dan sampai sekarang menjadi produk unggulan pertama Perhutani. Industri yang berbahan baku resin pinus merupakan industri besar yang terus berkembang dan sampai sekarang belum ada teknologi yang mampu menggantikan resin pinus sebagai bahan baku (Kelkar *et al.*, 2006). Hal tersebut menjadikan peluang bagi Indonesia untuk meningkatkan produktivitas resin pinus. Untuk meningkatkan produktivitas resin pinus perlu dipahami faktor-faktor yang dapat memperngaruhi produksi resin pinus. Secara umum faktor yang mempengaruhi produksi resin dibagi dalam kedua kelompok yaitu faktor internal dan faktor eksternal. Faktor internal berasal dari pohon itu sendiri meliputi genetika pohon, species dan diameter pohon. Faktor eksternal berupa metode penyadapan dan kondisi lingkungan meliputi ketinggian tempat, suhu dan kelembaban udara, cuaca dan iklim (Panda, 2008).

Metode peningkatan produktivitas resin pinus yang lebih mudah direkayasa oleh manusia adalah metode yang berhubungan dengan faktor eksternal yaitu metode penyadapan dan kondisi lingkungan. Metode penyadapan yang umum digunakan adalah metode koakan, kekurangan dari metode ini adalah menghasilkan luka sadapan yang cukup luas dan resin yang mudah terkontaminasi oleh air hujan, serasah dan kotoran lainnya. Metode bor merupakan salah satu metode penyadapan alternatif yang mampu menanggulangi kekurangan dari metode penyadapan koakan yaitu menghasilkan resin yang tidak terkontaminasi sehingga menghasilkan resin dengan kualitas yang lebih baik. Namun kekurangan dari metode bor adalah penggunaan alat yang lebih mahal dan diperlukan keterampilan khusus dalam pelaksanaan penyadapan (Sukadaryati, (2014); Sumantri & Endom, 2009). Dengan membandingkan produksi resin dengan metode penyadapan koakan dan metode bor dihasilkan informasi untuk dijadikan dasar pemilihan metode penyadapan terutama hutan pinus yang belum pernah disadap sebelumnya.

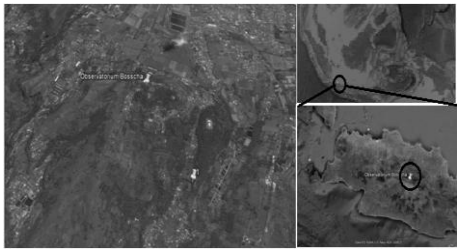
Faktor eksternal yang mempengaruhi produksi resin selain metode penyadapan adalah kondisi lingkungan. Salah satu kondisi lingkungan yang mempengaruhi produksi resin pinus adalah ketinggian tempat tumbuh pinus tersebut. Perbedaan ketinggian di setiap lokasi hutan pinus, mengakibatkan beberapa perbedaan keadaan, diantaranya adalah suhu udara dan kelembaban. Suhu yang rendah dapat meyebabkan resin cepat membeku dan menyumbat kanal resin sehingga produksi resin akan menurun (Raven, Evert, & Eichhorn, 1999). Kondisi lingkungan tempat tumbuh pinus perlu dikaji sebagai dasar pemilihan lokasi tanam yang tepat dan manajemen pelaksanaan penyadapan sesuai lokasi tanam..

Hutan pinus di kawasan Observatorium Bosscha diduga memilki potensi sebagai penghasil resin namun belum dimanfaatkan dan belum diketahui potensinya.Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan potensi produksi resin di Bosscha dengan penyadapan metode koakan dan penyadapan metode bor, serta membandingkan produksi resin di Bosscha dengan hutan pinus yang memiliki kondisi lingkungan yang berbeda berupa ketinggian yang lebih rendah yaitu Gunung Walat. Hasil penelitian ini diharapkan dapat dijadikan dasar pengelolaan hutan pinus di Bosscha.

2. Bahan dan Metode

2.1 Deskripsi area kerja

Penelitian ini dilakukan di hutan pinus kawasan Observatorium Bosscha secara administratif termasuk ke dalam wilayah Desa Lembang, Kecamatan Lembang, Kabupaten Bandung Barat dan secara geogafis terletak pada koordinat 06^{o} 49’ 42.4” LS 107^{o} 37‘ 12.2”BT (Gambar 1). Hutan pinus tersebut terletak pada ketinggian 1280 mdpl, memilki luas ±9,1 ha dengan jumlah pohon sebanyak ±4000 pohon dengan umur pohon 24 tahun.



Gambar 1. Peta Area Penelitian di Kawasan Bosscha

2.1. Penetuan jumlah sampel

Penentuan jumlah sampel ditentukan dengan menggunakan rumus (Van Laar & Akca, 2007):

$$n = \frac{1}{\frac{E^2}{t^2_{\alpha,n-1}} + \frac{1}{N}} \quad (1)$$

n = jumlah sampel

N = jumlah populasi

E = error yang diinginkan

t = nilai kritis distribusi t

α = selang kepercayaan 90% nilai α=0,1

Berdasarkan rumus tersebut dengan error sebanyak 10%, maka jumlah sampel yang diperlukan adalah sebanyak ≈160 pohon

2.2. Penyadapan metode koakan

Sebelum disadap bagian kulit pohon dibersihkan setebal ±3mm tanpa melukai kayu, kemudian dibuat koakan permulaan dengan alat sadap kadukul (Gambar 2(a)). Koakan berukuran 6cm X 5 cm dengann kedalaman ± 2 cm. Resin yang keluar, dialirkan melalui talang sadap dan ditampung dengan gelas plastik. Gelas plastik dipaku pada batang pohon agar tetap pada posisi dibawah talang sadap. Pembaharuan luka sadapan dilakukan setiap 3 hari sekali dengan perpanjangan koakan 3-5 cm, sehingga panjang luka sadapan dalam satu bulan adalah (30/3) x 5 cm = 50 cm (Gambar 2(b)). Pemanenan hasil sadapan dan pembaharuan luka.

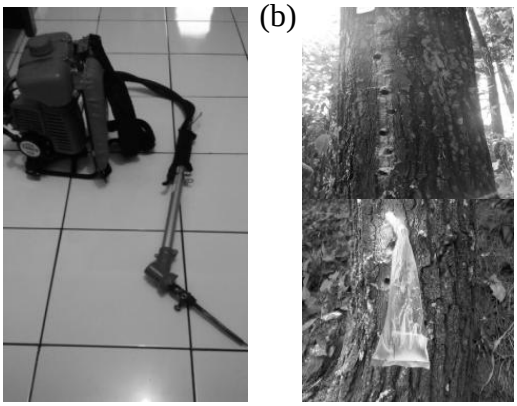
(a) (b)

Gambar 2. (a) alat yang digunakan untuk metode koakan (kadukul); (b) luka pada batang pohon dan penampung resin

2.3. Penyadapan metode bor

Sebelum disadap bagian kulit pohon dibersihkan setebal 3mm tanpa melukai kayu. Pengeboran awal pada batang pinus dengan ketinggian 20 cm di atas permukaan tanah dengan kedalaman pengeboran 2 cm dan kemiringan 30-45° dengan menggunakan mesin bor modifikasi(Gambar 3(a)). Pipa dipasang pada lubang dan plastik untuk menampung resin diikatkan pada pipa menggunakan karet. Pembuatan luka sadapan baru dilakukan dengan jarak 5 cm dari lubang sebelumnya. Pembuatan luka baru dilakukan setiap 3 hari sekali selama satu bulan, dihasilkan 10 kali pemanenan dan 10 lubang (Gambar 3(b)). Pemanenan dan penimbangan hasil sadapan dilakukan bersamaan dengan pembuatan luka baru.

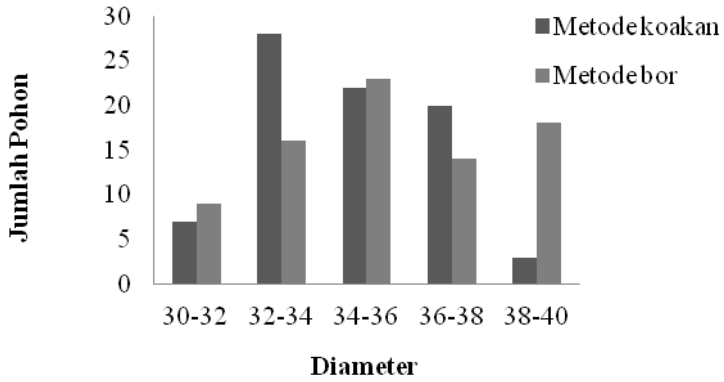
(a) (b)



Gambar 3.(a) alat yang digunakan untuk metode bor; (b) luka pada batang pohon dan penampung resin

3. Hasil dan Pembahasan

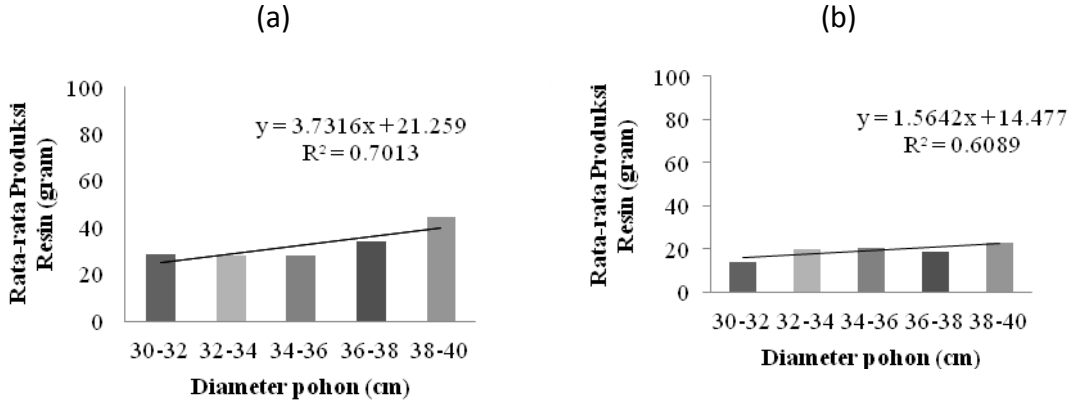
Tegakan pinus di area hutan pinus Bosscha merupakan pinus yang ditanam pada tahun 1990 sehingga memiliki umur yang sama yaitu 24 tahun dan memiliki diameter pohon yang cenderung homogen. Pada Gambar 4 menunjukan distribusi pohon sampel berdasarkan diameternya. Dari 160 pohon sampel, pohon dengan jumlah paling banyak adalah dengan diameter 34-36 cm sebanyak 45 pohon. Sedangkan pohon dengan jumlah paling sedikit adalah pohon dengan diameter 30-32 cm.



Gambar 8. Grafik distribusi pohon sampel berdasarkan diameter

3.1. Variasi produksi resin berdasarkan diameter

Pada penyadapan dengan metode koakan maupun metode bor memiliki kecenderungan yang sama yaitu meski sedikit, terdapat kecenderungan kenaikan produksi resin dengan bertambahnya diameter pada kedua metode. Selisih diameter 8-10 cm akan meningkatkan produksi resin sebanyak 6 g/pohon dengan menggunakan metode koakan, sedangkan pada metode bor selisih diameter 8-10 cm akan meningkatkan produksi resin hingga 8 g/pohon (Gambar 5).Selain itu, pohon yang memiliki diameter terbesar yaitu 38-40 cm, memilki produksi resin yang paling tinggi diantara pohon dengan diameter lebih kecil, baik pada metode koakan dan metode bor (Gambar 6(b) dan (c)).Ukuran diameter pohon berpengaruh pada luas permukaan perlukaan dan jumlah muka sadapan per pohonnya. Ukuran diameter berpengaruh pula pada rasio *sapwood* dan *heartwood*. Pertambahan diameter diyakini merupakan pertambahan volume *sapwood*, *sapwood* tersusun atas sel-sel yang masih aktif secara fisiologis berisi hasil fotosintesis yang selanjutnya digunakan untuk membentuk sel-sel baru dan resin (Wiedenhoeft & Miller, 2002).

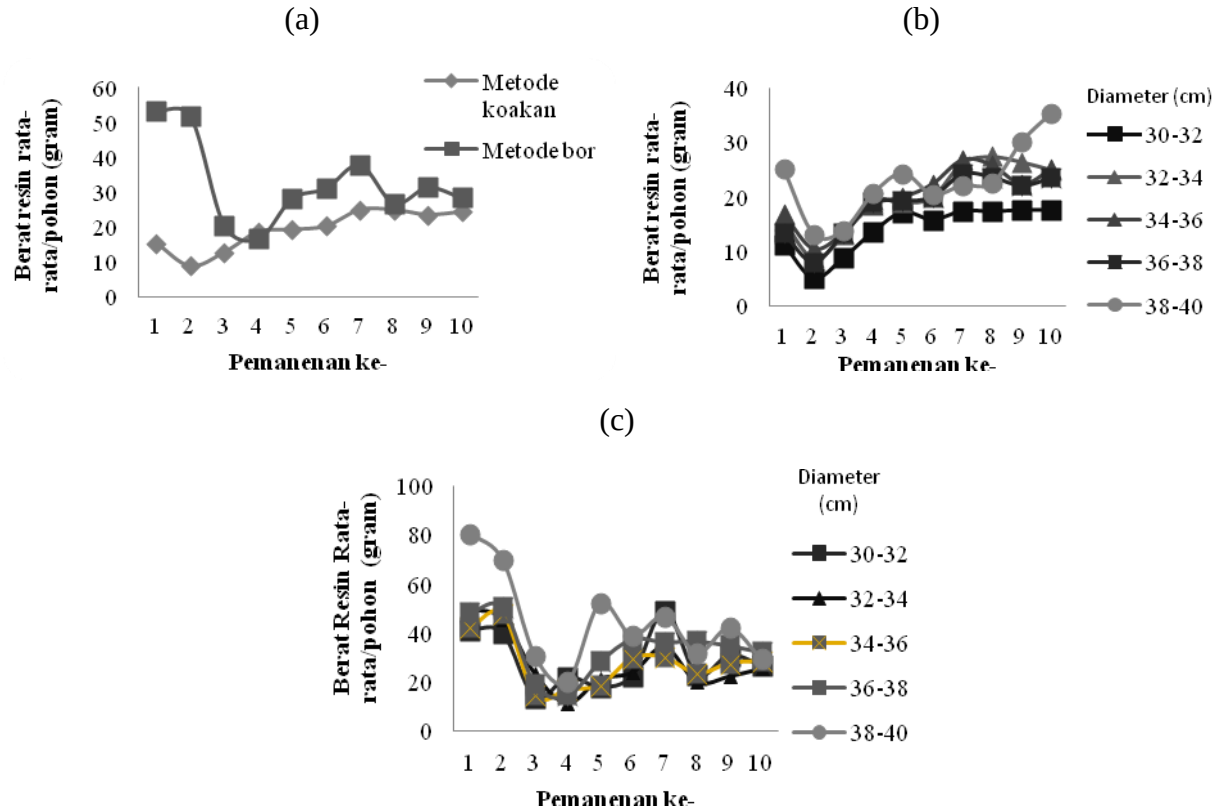


Gambar 5.(a) Grafik variasi produksi resin berdasarkan diameter dengan metode bor; (b) Grafik variasi produksi resin berdasarkan diameter dengan metode koakan

3.2. Pola produksi resin

Terlihat pola produksi yang berbeda pada penyadapan resin dengan metode bor dan metode koakan (Gambar 6(a)). Pada metode koakan terlihat pola yang lebih stabil dan memiliki kecenderungan naik sedangkan pada metode bor memiliki kecenderungan turun dan tidak stabil. Pola produksi resin dengan penyadapan metode koakan, memiliki kecenderungan naik dan lebih stabil, hal ini dikarenakan pada metode koakan perlukaan yang dibuat adalah perpanjangan luka pada bidang yang sama dan searah dengan arah kanal resin axial. Sedangkan pada penyadapan dengan metode bor, terdapat jarak pada setiap lubang sehingga dapat diduga bahwa kanal resin yang terluka berbeda dengan lubang sebelumnya sehingga menghasilkan pola produksi yang berbeda-beda setiap pemanenan. Selain itu pada metode bor akan melukai kanal resin axial dan kanal resin radial yang lebih banyak dibandingkan dengan metode koakan karena kedalaman lubang bor mencapai ±10 cm.Pola penurunan produksi tersebut terjadi pada setiap kelas diameter dan bukan merupakan dominasi dari satu kelas diameter (Gambar 6(b) dan Gambar 6(c)).

Penyadapan dengan metode koakan memiliki rata-rata produksi resin sebanyak 19,34 gram/pohon/3 hari dan dengan penyadapan metode bor memiliki rata-rata produksi resin sebanyak 23,30 gram/pohon/3 hari. Dalam satu tahun, hutan pinus di kawasan Bosscha dapat memproduksi hingga mencapai 2,32 kg/pohon atau ±9,28 ton. Sedangkan pada metode bor memiliki produksi rata-rata sebanyak 32.647 gram/pohon/3 hari sehingga dalam satu tahun mencapai 3,91 kg/pohon atau ±15,640 ton



Gambar 6.(a) Grafik pola produksi resin (a) rata-rata; (b)Pola produksi resin pada metode koakan; (c) Pola produksi resin pada metode bor

3.3. Perbandingan produksi resin di Bosscha dan Gunung Walat

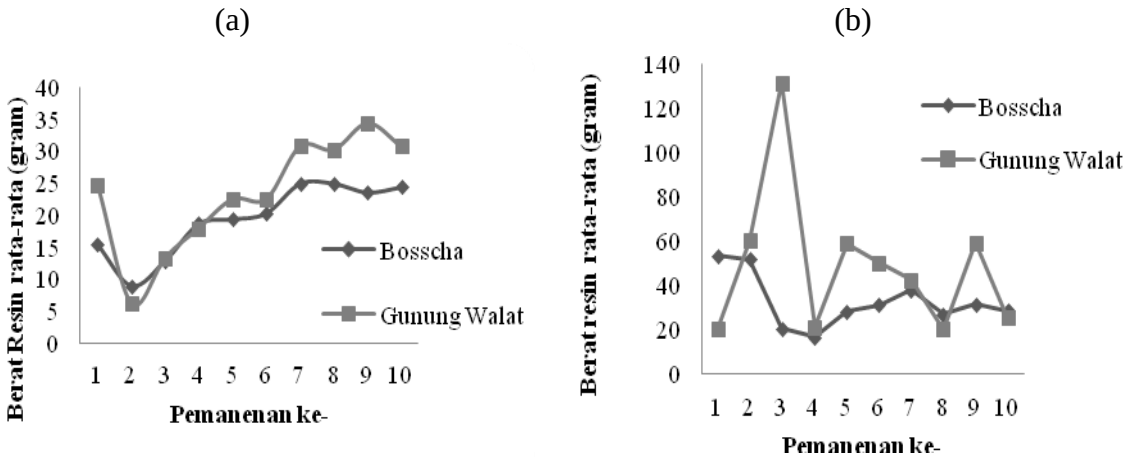
Perbedaan kondisi lingkungan Bosscha dan Gunung Walat dapat dilihat pada Tabel 1. Data kondisi lingkungan dan produksi resin rata-rata di Gunung Walat, diperoleh dari penelitian Febriani dan Purnamawati (2014). Bosscha memiliki rata-rata suhu harian yang lebih rendah dibandingkan dengan Gunung Walat dengan perbedaan sebesar 2^{o} C

Perbedaan produksi resin di Bosscha dan Gunung Walat dapat dilihat pada Gambar 7(a) dan (b). Produksi resin rata-rata di Gunung Walat lebih tinggi dibandingkan dengan produksi resin di Bosscha baik pada metode koakan dan metode bor. Pada awalnya, hal tersebut diduga dipengaruhi oleh perbedaan suhu yang diakibatkan perbedaan ketinggian antara Gunung Walat dan Bosscha. Berdasarkan studi yang dilakukan Rodrigues (2009) di Amerika bagian Selatan terdapat penurunan produksi resin hingga 20% di musim dingin dibandingkan dengan produksi resin di musim panas, dengan perbedaan suhu antara musim dingin dan musim sebesar 20-30^{o}C. Penurunan produksi resin terjadi karena suhu yang rendah akan menyebabkan resin lebih cepat membeku dan akan menyumbat kanal resin (Raven, Evert, & Eichhorn, 1999). Namun pada penelitian ini, perbedaan suhu antara Bosscha dan Gunung

Walat hanya sebesar 2^{o}C, sehingga diduga perbedaan produksi resin bukan diakibatkan oleh perbedaan suhu. Untuk menentukan faktor yang paling mempengaruhi perbedaan produksi resin di Bosscha dan Gunung Walat, diperlukan penelitian lebih lanjut dengan melibatkan lebih banyak variabel

Tabel 1. Perbedaan kondisi lingkungan dan rata-rata produksi resin Bosscha dan Gunung Walat

Kriteria	Bosscha	Gunung Walat
Ketinggian	1280 mdpl	500-650 mdpl
Suhu	17^{o}-27^{o} C	19^{o} -29^{o} C
Rata-rata produksi resin (koakan)	19.34 gram/pohon	23.30 gram/pohon
Rata-rata produksi resin (bor)	32.647 gram/pohon	48.82 gram/pohon



Gambar 7. Grafik produksi resin dengan (a) metode koakan; (b) metode bor

Selain itu, penyadapan dengan metode bor memilki produksi resin rata-rata yang lebih tinggi dibandingkan dengan penyadapan dengan metode koakan baik di Bosscha maupun Gunung Walat. Pada metode bor luka yang dihasilkan berupa lubang dengan diameter 16 mm, berukuran lebih kecil jika dibandingkan dengan metode koakan yang menghasilkan luka dengan luas mencapai 6 X 40-50 cm. Pada metode koakan luka yang terpapar ke lingkungan lebih luas jika dibandingkan dengan metode bor sehingga produksi resin akan lebih terpengaruh oleh kondisi lingkungan. Pada suhu yang lebih rendah, resin akan lebih cepat membeku dan menyumbat kanal resin (Raven *et al*., 1999), semakin banyak area yang terpapar maka akan semakin banyak kanal resin yang tersumbat karena resin yang membeku.Sehingga metode bor akan menghasilkan resin yang lebih banyak.

4. Kesimpulan

Produksi resin di Bosscha dengan metode penyadapan bor lebih tinggi dibandingkan dengan penyadapan dengan metode koakan dengan potensi produksi pada setiap pemanenan

yaitu setiap tiga hari, rata-rata sebanyak 19.34 g/pohon sehingga dalam satu tahun mencapai 2,32 kg/pohon atau ±9,28 ton untuk metode koakan dan rata-rata sebanyak 32.647 g/pohon sehingga dalam satu tahun mencapai 3,91 kg/pohon atau ±15,640 ton untuk metode bor. Produksi resin di Bosscha lebih rendah jika dibandingkan dengan lokasi yang memiliki kondisi lingkungan yang berbeda berupa ketinggian yang lebih rendah (Gunung Walat) baik pada metode bor maupun metode koakan

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada dana hibah riset dan inovasi KK ITB sebagai sumber dana,Prof Dr. Tati Suryati Syamsudin dan Dr. Pingkan Adityawati yang telah mendukung dalam penggunaan faslitas dan sarana prasarana di SITH ITB sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan,. Serta kepada pihak Observatorium Bosscha yang memberi izin pada penulis untuk melakukan penelitian di hutan pinus di kawasan Observatorium Bosscha.

Referensi

Febriani, I. (2014). *Penyadapan Getah Pinus Menggunakan Metode Bor Dengan Berbagai Frekuensi Perlukaan*. (Unpublished undergraduate's thesis). Institut Pertanian Bogor.

Kelkar, V. M., B. Gells, D. R. Becker, S. Overby, & D. G. Neary. (2006). How to Recover More Value from Small Pine Trees: Essential Oils and Resins. *Biomass Bioenergy 30*, 316-320.

Panda, H. (2008). *Handbook on Oleoresin and Pine Chemicals (Rosin, Terpene Derivatives, Tall Oil, Resin & Dimer Acids.* New Delhi: Asia Pacific Business Press.

Purnawati, Rizky Ramadhan. (2014).*Produktivitas Penyadapan Getah Pinus dengan Metode Bor Tanpa Pipa*. (Skripsi). Institut Pertanian Bogor.

Raven, P., R. Evert, & S. Eichhorn. (1999). *Biology of plants 6th ed.* New York: W.H. Freeman & Company.

Rodrigues, K. C., & A. G.Fett-Neto. (2009). Oleoresin yield of Pinus ellioti in a subtropical climate: Seasonal variation and effect of auxin and salicylic acid-based stimulant paste. *Industrial Crops and Products. 30*, 316-320.

Sukadaryati. (2014). Pemanenan Getah Pinus Menggunakan Tiga Cara Penyadapan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan,32*(1), 62-70.

Sumantri, I., & W. Endom,. (2009). Penyadapan getah pinus merkusii dengan menggunakan beberapa pola sadap dan tingkat konsentrasi zat perangsang. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 6*(3), 152-159.

Van Laar, A., & A. Akca. (2007). *Forest Mensuration.* Dordrecht, Netherlands: Springer.

Wiedenhoeft, A., & R. Miller,. (2002). Brief comments on the nomenclature of softwood axial resin canals and their associated cells. *IAWA Journal 23(3)*, 299–303.

Teknik Pengasapan Kayu untuk Peningkatan Mutu Kerajinan Kayu Khas Kalimantan Barat: Kajian Keawetan Kayu terhadap Rayap

Lolyta Sisillia* dan Farah Diba

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak Kalimantan Barat, Indonesia

Abstract

Raw material is one of elements that determine the quality of a product so as to produce wooden handicraft products indispensable, strong and durable raw material is needed. First craftsmen often use Belian wood (*Eusideroxylon zwageri*) and now are using acacia wood (*Acacia mangium* Willd) and Laban wood (*Vitex pubescens* Vahl) because nowadays, Belian wood is hard to find. Efforts to improve the shelf life and color shades of wood were conducted with wood fumigation. The study aimed to determine the impact of wood fumigation on raw materials of wooden craft on its durability properties of subterranean termites *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Timber fumigation techniques carried out for one week, with a curing time from early morning until late afternoon. Samples of wood for termite test measuring was 20x20x10 mm and bioassay testing was done using no-choice test. Testing standards refers to the method of modified wood block test. The results showed that wood smoked had a better durability than unsmoked wood. The average durability value of Laban wood was higher than Acacia wood. Timber fumigation technique not only makes the wood becomes more decorative but also has a high durability value.

Keywords: *Acacia mangium*, *Coptotermes curvignathus*, *Vitex pubescens*, West Kalimantan, Wood craft

*Korespondensi penulis : 081315234672
E-mail: lolytasisillia@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Bahan baku kayu untuk industri kerajinan tidak memiliki batasan jenis dan ukuran, bahkan limbah kayu pun dapat dimanfaatkan sehingga secara nasional pengembangan usaha ini akan memberikan dampak positif terhadap kenaikan efisiensi sumber daya alam Indonesia. Bahan baku merupakan salah satu unsur yang sangat menentukan kualitas suatu produk sehingga untuk menghasilkan produk kerajinan kayu yang berkualitas sangat diperlukan bahan baku berkualitas yakni kuat, awet, memiliki warna dan corak yang menarik. Industri kerajinan kayu di Provinsi Kalimantan Barat saat ini memiliki keterbatasan bahan baku kayu yang memiliki warna dan corak yang menarik serta keawetan tinggi. Di samping itu harga kayu kelas awet sangat mahal sehingga tidak ekonomis dari segi penggunaan bahan baku kayu. Padahal permintaan akan kerajinan kayu semakin meningkat terutama dari kota Kuching, Sarawak, yang merupakan daerah perbatasan Provinsi Kalimantan Barat dengan

Negara Malaysia. Sebelumnya para pengajin kayu ukiran di Provinsi Kalimantan Barat biasa menggunakan kayu Belian (*Eusideroxylon zwageri*) yang dikenal dengan kelas awet tinggi, kuat dan memiliki nilai dekoratif. Sekarang permasalahan bahan baku diatasi dengan menggunakan kayu Akasia (*Acacia mangium* Willd) dan kayu Laban (*Vitex pubescens* Vahl) yang mudah diperoleh namun memiliki kelas awet lebih rendah daripada kayu Belian. Kayu Laban dan kayu Akasia dari hasil pembukaan lahan diolah menjadi barang kerajinan ukiran kayu berupa kursi taman, patung, perisai dan hiasan dinding.

Kayu Akasia memiliki kelas kuat II dan kelas awet II-III, sedangkan kayu Laban memiliki kelas kuat II dan kelas awet I-II (Seng, 1964; PIKA, 1981). Berat jenis kayu Akasia dari tegakan alam sekitar 0,6. Kayu gubal akasia tipis dan terang sedangkan kayu terasnya berwarna agak coklat, keras, kuat, dan tahan lama pada ruang yang berventilasi baik, meskipun tidak tahan apabila kontak dengan tanah (National Research Council, 1983). Bahan baku kayu maupun yang telah menjadi produk kerajinan tersebut rentan terhadap serangan jamur dan rayap. Oleh para pengajin, bahan baku kayu diberi perlakuan pengasapan untuk memperpanjang masa simpan kayu sebelum diolah lebih lanjut. Perlakuan pengasapan juga bertujuan untuk meningkatkan nilai dekoratif kayu. Teknik pengasapan oleh pengajin kayu tersebut merupakan usaha untuk mengawetkan kayu secara alami yang dilakukan secara tradisional, dengan waktu pengasapan selama kurang lebih satu minggu.

Palm *et al.*, (2011) menyatakan pengasapan adalah proses penetrasi senyawa yang mudah menguap (*volatile matter*) yang dihasilkan dari pembakaran kayu dan menghasilkan produk dengan aroma spesifik yang berasal dari kayu yang menjadi bahan baku pembakaran. Umumnya pengasapan digunakan dalam proses pengawetan makanan seperti ikan, daging sapi atau produk olahan makanan lainnya. Pengasapan kayu masih belum banyak dilakukan oleh industri perkayuan sebagai teknik pengawetan kayu. Hal ini karena belum banyak kajian mengenai dampak pengasapan kayu terhadap sifat-sifat kayu, baik sifat fisik, mekanis dan keawetan. Padahal proses pengasapan dapat meningkatkan masa simpan produk (Bower *et al.*, 2009) dan meningkatkan keawetan produk dari organisme dan mikroba perusak (Abolagba dan Igbinevbo, 2010). Usaha peningkatan mutu produk kerajinan kayu dengan teknik pengasapan secara tradisional perlu didukung dengan pengujian ketahanan kayu terhadap serangan organisme perusak kayu, khususnya rayap. Penelitian bertujuan untuk mengetahui dampak pengasapan kayu Akasia dan Laban yang dilakukan pada bahan baku kerajinan kayu terhadap sifat keawetan kayu pada rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgen. Hasil penelitian diharapkan dapat memberi masukan dalam bidang pengawetan kayu khususnya produk kayu olahan yang dibutuhkan oleh pengajin dan peningkatan nilai tambah untuk kayu-kayu kelas awet rendah.

2. Bahan dan Metode

2.1.Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kayu Akasia (*Acacia mangium*) dan kayu Laban (*Vitex pubescens*), berasal dari pengajin kayu di Kecamatan Pontianak Utara Kota Pontianak Provinsi Kalimantan Barat dan rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgen.

Alat yang digunakan adalah alat pengasapan kayu, botol uji rayap, pasir steril, dan kawat kasa.

2.2.Persiapan contoh uji kayu

Bahan baku kerajinan kayu berukuran 100 cm. Kayu dipotong menjadi contoh uji dengan ukuran 20 mm x 20 mm x 10 mm. Kayu terdiri atas dua perlakuan yaitu yang tidak diasapkan dan yang diasapkan, masing-masing dengan tiga kali ulangan Nilai kadar air kering udara rata-rata untuk Kayu Akasia adalah 15,3% dan Kayu Laban adalah 18,6%. Proses pengasapan berlangsung selama satu minggu dari pagi hingga sore hari. Nilai kadar hasil pengasapan rata-rata untuk Kayu Akasia adalah 9,9% dan Kayu Laban adalah 5,05%.

2.3.Uji rayap

Uji ketahanan Kayu Akasia dan Kayu Laban terhadap serangan rayap *C. curvignathus* dilakukan secara laboratorium yang mengacu pada metode *modified wood block test in bottle* (Sornnuwat, 1996). Contoh uji digunakan sebagai sumber makanan rayap. Botol kaca dengan volume 180 cm^3, dengan diameter 4,5 cm dan tinggi 11,5 cm digunakan sebagai wadah. Media yang digunakan sebanyak 30 g pasir yang sudah diayak dengan saringan berukuran 20 mesh dimasukkan ke dalam wadah botol dan kemudian diberikan 6 ml air destilata secara merata kepada pasir tersebut. Setelah diisikan semua bahan tersebut, kemudian contoh uji dimasukkan ke dalam botol (masing-masing botol 1 contoh uji dan masing-masing contoh uji dilakukan ulangan sebanyak 3 kali), kemudian rayap dimasukkan ke dalam botol uji. Rayap yang dimasukkan (pada masing-masing botol) berjumlah 165 ekor yang terdiri atas 150 rayap pekerja dan 15 ekor rayap prajurit. Setelah terisi rayap, botol kemudian ditutup dengan kertas alumunium foil dan diberi lubang udara pada kertas, kemudian disimpan dalam ruangan gelap selama 21 hari. Setelah 21 hari, contoh uji kemudian dikeluarkan dari botol, dibersihkan, dikering-ovenkan, dan ditimbang untuk kemudian ditentukan persentase kehilangan beratnya. Persentase kehilangan berat didapatkan dengan rumus :

$$WL\ (\%) = \frac{(W_1 - W_2)}{W_1} \times 100 \qquad (1)$$

Keterangan:
WL: Kehilangan berat contoh uji (%)
W_1: berat contoh uji sebelum diserang rayap
W_2: berat contoh uji setelah diserang rayap

Nilai mortalitas rayap ditentukan dengan rumus :

$$\text{Mortalitas}\ (\%) = \frac{(N_1 - N_2)}{N_1} \times 100 \qquad (2)$$

Keterangan :
N_1 : Jumlah awal rayap yang digunakan
N_2 : Jumlah rayap yang hidup di akhir percobaan

Klasifikasi tingkat ketahanan kayu terhadap serangan rayap disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1**.** Klasifikasi tingkat ketahanan kayu terhadap serangan rayap tanah (Sornnuwat, 1996)

Tingkat Ketahanan	Persentase kehilangan berat
Ketahanan tinggi	0
Tahan	1 - 3
Sedang	4 – 8
Tidak tahan	9 – 15
Peka	>15

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Persentase kehilangan berat Kayu akasia dan kayu laban

Nilai rata-rata kehilangan berat kayu akasia dan kayu laban yang telah diasapkan karena serangan rayap *Coptotermes curvignathus* sebesar 1,47% ~ 1,48%, sedangkan nilai kehilangan berat kayu Akasia dan Kayu Laban yang tidak diasapkan sebesar 1,68% ~ 1,82%. kayu laban yang telah diasapkan memiliki persentase kehilangan berat terkecil (1,47%) dibandingkan kayu akasia. Kayu yang tidak diasapkan memiliki nilai kehilangan berat lebih tinggi dari kayu yang diasapkan. Nilai rata-rata kehilangan berat dan kelas ketahanan kayu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase kehilangan berat dan tingkat ketahanan kayu akasia dan kayu laban yang diasapkan terhadap rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgen

Jenis Kayu	Perlakuan	Kehilangan Berat (%)	Tingkat Ketahanan
Akasia	Diasapkan	1,48	Tahan
	Tidak diasapkan	1,82	Tahan
Laban	Diasapkan	1,47	Tahan
	Tidak diasapkan	1,68	Tahan

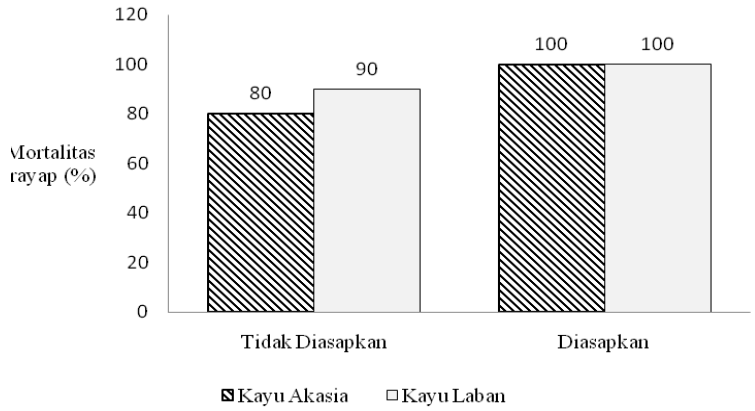
Tabel 2 menunjukkan perlakuan pengasapan terhadap kayu akasia dan kayu laban memiliki nilai rata-rata persentase kehilangan berat yang lebih kecil jika dibandingkan dengan kayu akasia dan kayu laban yang tidak diasapkan (kontrol). Hal ini mengindikasikan rayap *C. curvignathus* lebih menyukai kayu akasia dan kayu laban yang tidak diasapkan walaupun perbedaan nilai persentase kehilangan berat kayu untuk kedua perlakuan tidak besar. Persentase kehilangan berat yang relatif sama, yang berarti termasuk dalam kategori sama tetapi kerusakan pada kayu yang tidak diasapkan lebih berat. Kerusakan yang timbul akibat serangan rayap pada kayu yang diasapkan hanya terjadi pada permukaan, sedangkan pada kayu yang tidak diasapkan memperlihatkan kerusakan yang lebih dalam ke bagian pori kayu. Gomez-Guillen *et al.,* (2009) menyatakan senyawa kimia yang berasal dari asap kayu umumnya berupa senyawa karbonil, alkohol, hidrokarbon, fenol, asam organik, aldehid, keton, nitro oksida, ester, dan eter. Senyawa kimia ini pada tahap awal proses pengasapan akan menempel pada permukaan kayu dan selanjutnya dapat menembus pori pori kayu. Hal ini menyebabkan kayu memiliki aroma tertentu dan warna kayu menjadi lebih gelap. Kjallstrand & Petersson (2001) menyatakan senyawa karbonil berperan dalam pembentukan warna pada permukaan produk yang diasapkan, sedangkan senyawa fenolik yang terserap ke

dalam produk berperan menghasilkan aroma produk asap. Cardinal *et al*, 2006 menyatakan hal yang sama, yaitu senyawa fenol memberikan aroma khas asap pada produk yang mengalami pengasapan. Aroma kayu yang telah diasapkan kurang disukai rayap yang ditunjukkan dengan nilai kehilangan berat kayu yang lebih kecil dari kayu yang tidak diasapkan.

Proses pengasapan menghasilkan penurunan nilai kadar air kayu. Nilai kadar air kayu akasia sebesar 9,9% dan kayu laban sebesar 5,05%. Terjadinya penurunan kadar air kayu pada proses pengasapan kayu akibat penguapan air dari sel-sel kayu. Penguapan terjadi karena pengaruh suhu udara dan kelembaban selama proses pengasapan (Martinez *et al.*, 2007). Disamping akibat panas, proses pengeringan kayu terjadi karena adanya proses penarikan air dari sel-sel dan pori-pori kayu akibat penyerapan berbagai senyawa kimia yang berasal dari asap hasil pembakaran kayu. Hadiwiyoto *et al.*, (2000) menyatakan proses pengasapan menghasilkan penurunan kadar air yang lebih baik dibandingkan dengan pemberian asap cair kepada produk yang diberi perlakuan. Komponen asap yang berperan sebagai bahan pengawet dan memiliki daya racun terhadap organisme meliputi alkohol (metil alkohol dan etil alkohol), asam-asam organik (asam cuka dan asam semut), aldehid (asetaldehid dan formaldehid).

3.2 Persentase mortalitas

Hasil penelitian menunjukkan rata-rata mortalitas rayap pada kayu akasia dan kayu laban yang diasapkan sebesar 100%, sedangkan pada kayu akasia dan kayu laban yang tidak diasapkan sebesar 80% ~ 90%. Nilai rerata persentase mortalitas rayap disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Mortalitas rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgen pada kayu akasia dan kayu laban yang diberi perlakuan pengasapan dan tidak diasapkan

Nandika *et al.,* (2015) menyatakan rayap mampu mendekomposisi selulosa karena adanya enzim selulase yang dihasilkan oleh simbion di dalam usus rayap. Simbion yang terdapat di dalam usus rayap meliputi protozoa dan flagellata. Pengasapan kayu menyebabkan bagian permukaan kayu menyerap zat-zat yang dapat mematikan simbion rayap. Kumolu-Johnson *et al.,* (2010) menyatakan proses pengasapan membuat produk menjadi awet dan menghambat aktivitas enzimatis sehingga meningkatkan ketahanan produk yang diasapkan terhadap perombakan enzim oleh mikroba. Proses pengasapan kayu

menyebabkan kayu menyerap senyawa fenol yang mampu mematikan mikroba dan simbion yang terdapat di usus rayap. Jonsdottir *et al.,* (2008) menyatakan senyawa fenolik seperti guaiakol dan siringol merupakan senyawa yang membuat ikan hasil pengasapan memiliki keawetan tinggi dan tidak mudah busuk oleh mikroba. Rayap mampu memakan kayu yang diasapkan tetapi setelah kayu tersebut masuk ke usus rayap, senyawa fenol terurai dan menyebabkan kematian protozoa yang berada di dalam usus rayap. Kematian protozoa menyebabkan rayap tidak mampu melakukan katabolisme selulosa dan mendapatkan energi dari kayu yang dimakan. Selanjutnya hal ini menyebabkan rayap mengalami kematian.

Sifat kanibalisme terdapat dalam koloni rayap. Diba *et al.,* (2013) menyatakan penggunaan gelombang elektromagnetik pada frekuensi 500 KHz menyebabkan rayap menjadi lemah dan beberapa mengalami kematian. Selanjutnya rayap yang masih aktif mengkonsumsi rayap yang mati. Sejalan dengan hasil penelitian Diba *et al.,* (2013) dalam penelitian ini ditemukan rayap dengan tubuh yang tidak utuh dan pada media Kayu Laban yang diasapkan tidak ditemukan rayap sama sekali. Hal ini dapat disebabkan karena rayap yang saling memakan dan akhirnya rayap yang tersisa mengalami kematian dan pembusukan.

Tingkat ketahanan kayu akasia dan kayu laban yang diasapkan masuk dalam kategori tahan terhadap serangan rayap. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Nuriyatin *et al.,* (2003) yang menyatakan tingkat ketahanan kayu Laban dari berbagai posisi kayu pada pohon terhadap serangan rayap adalah tahan dengan nilai rata-rata kehilangan berat sebesar setelah uji kubur selama 3 dan 6 bulan adalah 1,044% dan 2,73%. Tingkat kerusakan 0,91% dan 5,93%, dan pada kayu hanya ditemukan bekas gigitan rayap. Oramahi *et al.,* (2014a) menyatakan asap cair kayu laban mempunyai aktivitas sebagai bahan antirayap terhadap *C. curvignathus*. Konsentrasi asap cair berpengaruh nyata terhadap mortalitas rayap dan kehilangan bobot kertas saring. Makin tinggi konsentrasi asap cair makin tinggi mortalitas rayap dan makin rendah penurunan bobot kertas saring.

Faktor yang mendukung keberhasilan teknik pengasapan kayu dalam mengawetkan kayu adalah jenis kayu yang digunakan sebagai bahan bakar, waktu pengasapan dan alat yang digunakan dalam pengasapan. Kayu mengandung komponen kimia seperti selulosa, hemiselulosa, lignin dan zat esktraktif dengan komposisi yang berbeda dan selama proses pengasapan kayu, setiap kayu akan menyerap asap hasil pembakaran dengan komposisi bahan yang berbeda. Chen & Maga (1993) membandingkan komponen bahan yang diserap oleh kayu yang diasapkan dari bahan baku yang berbeda, yaitu red oak, white oak, chestnut, hard maple, hickory mesquite, apple dan cherry. Hasil pengasapan kayu diperoleh komponen yang berhasil diidentifikasi dari asap selama proses pengasapan adalah asam (asam asetat), alkohol (metil alkohol dan asetol), fenol (guiacol dan 2,6 dimethoksi phenol), keton (1-hidroksi-2-butanon), hidrokarbon (sikloten) dan aldehid (4-hydroksi-3,5 dimetoksi benzaldehide). Konsentrasi fenol tertinggi didapatkan pada kayu red oak, white oak dan hickory. Toledo (2007) menyatakan bau asap pada kayu meningkat dengan menurunnya jumlah komponen selulosa dan hemiselulosa, sedangkan konsentrasi lignin meningkat. Bau asap umumnya disebabkan karena kayu menyerap komponen fenol. Kayu Akasia dan Laban yang telah diasapkan memiliki warna lebih gelap dan menjadi dekoratif untuk bahan kerajinan kayu.

4. Kesimpulan

Pengasapan kayu secara sederhana pada kayu akasia dan kayu laban dapat meningkatkan keawetan kayu terhadap serangan rayap *Coptotermes curvignathus* Holmgen. Pengasapan kayu membuat warna kayu lebih gelap dan kayu menjadi lebih dekoratif. Kayu akasia dan kayu laban yang telah diasapkan memiliki klasifikasi tahan terhadap serangan rayap. Teknik pengasapan kayu dapat dilakukan sebagai salah satu upaya pengawetan kayu bahan kerajinan kayu rakyat.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi, Dirjen Kelembagaan dan Kerjasama Iptek dan Dikti yang telah memberikan dana penelitian melalui Skim Penelitian Hibah Bersaing No 046/SP2H/PL/Dit.Litabmas/II/2015 tanggal 5 Februari 2015.

Referensi

Abolagba, O.J. & E.E. Igbinevco (2010). Microbial load of fresh and smoked fish marketed in Benin Metropilis Nigeria. *Journal of Fisheries and Hydrobiology, 5* (2), 99-104

Bower, C.K, K.A. Hietala, A.C.M. Oliveira & T.H. Wu, (2009). Stabilizing oils from smoked pink salmon (*Oncorhynchus gorbuscha*). *Journal of Food Science, 74* (3), 248-257

Cardinal, M., J.Cornet, T. Serot, & R. Baron (2006). Effects of the Smoking Process on Odour Characteristics of Smoked Herring (Clupea harengus) and Relationships with Phenolic Compound Content. *Food Chemistry, 96*,137-146

Chen, J. & J.A. Maga, (1993). Wood Smoke Composition. In: Food Flavors, Ingedients and Composition. *Elsevier Science Publishers*, pp.1001-1007

Diba, F., F. Hadary, S.D. Panjaitan, & T.Yoshimura (2013). Electromagnetic Waves as Non-Destructive Method to Control Subterranean Termites *Coptotermes curvignathus Holmgen* and *Coptotermes formosanus Shiraki*. *Procedia Environmental Sciences 17*,150-159.

Gomez-Guillen, M.C, J. Gomez-Estaca, B.Gimenez, & P.Montero (2009). Alternative Fish Species for Cold-Smoking Process. *International Journal of Food Science & Technology 44*, 1525-1535

Hadiwiyoto, S., P. Darmaji, & S.R. Purwasari (2000). Comparison of Thermal Smoking and the Use of Liquid Smoke in Fish Processing: Review Content Benzopiren, Phenol and Organoleptic Properties of Smoked Fish. *Journal Agitech 20*,14-19

Jonsdottir, R., G.Olafsdottir, E. Chanie & J.E. Haugen (2008). *Volatile Compounds Suitable for Rapid Detection as Quality Indicators od Cold Smoked Salmon* (*Salmo salar*). *Food Chemistry, 109*, 184-195

Kjallstrand, J. & G. Petersson, (2001). Phenolic Antioxidants in Wood Smoke. *The Science of the Total Environment, 27*, 69-75

Kumolu-Johnson, C.A., N.F. Aladetohun, & P.E. Ndimele, (2010). The Effect of Smoking on the Nutritional Qualities and Shelf-life of Clarias gariepinus. *Afrizan Journal of Biotechnology, 9* (1), 073-076

Martinez, O., J. Salmeron, M.D. Guillen, & C. Casas (2007). Sensorial and Physicochemical Characteristics of Salmon (*Salmo salar*) treated by different smoking process during storage. *Food Science and Technology International, 13* (6), 477-484

Nandika, D., D.Rismayadi, & F.Diba, (2015). *Rayap, Biologi dan Pengendaliannya*. Edisi Kedua. Muhammadiyah University Press. Surakarta.

National Research Council. (1983). *Mangium and Other Fast-Gowing Acacias for The Humid Tropics.* National Academy Press. Washington DC, AS.

Nuriyatin, N., E. Apriyanto, N.Satriya, & Saprinurdin. (2003). Ketahanan Lima Jenis Kayu Berdasarkan Posisi Kayu di Pohon Terhadap Serangan Rayap. *Jurnal Ilmu-Ilmu Pertanian Indonesia 5*(2), 77-82

Oramahi, H.A., Purwati, S. Zainal, Iskandar, Idham, F. Diba, &,Wahdina. (2014a). Efikasi Asap Cair dari Kayu Laban (*Vitex pubescens*) terhadap Rayap *Coptotermes curvignathus*. *Jurnal HPT Tropika, 14* (1),71-79

Palm, L.M.N, C. Deric, O.Y Philip, J.Q. Winston, A.G. Mordecai, & D.Albert, (2011). Characterization of Polycyclic Aromatic Hydrocarbons (PAHs) Present in Smoked Fish from Ghana. *Advanced Journal of Food Science and Technology, 3*(5), 332-338

Pawlowski, B.& J.Browning (2007). *Innovations in Alaska Smoked Seafood as Showcased through the Alaska Symphony of Seafood*. In: International Smoked Seafood Conference Proceedings. March 5-7 2007, Anchorage, Alaska, USA. pp 111-114. Editors Kramer D.E & Brown L. ISBN 978-1-56612-127-9

PIKA. (1981). *Mengenal Sifat-Sifat Kayu Indonesia dan Penggunaannya*. Kanisius. Yogyakarta.

Royani, D.S., I.Marasabessy, J. Santoso, & M. Nurimala (2015). Rekayasa Alat Pengasapan Ikan Tipe Kabinet (Model Oven). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 4* (2),74-78

Seng, O.D. (1964). *Berat Jenis Kayu dan Penggunaannya*. Publikasi Hasil Hutan. Bogor

Sornnuwat, Y. (1996). *Wood Consumption and Survival of Subterranean Termite Coptotermes gestroi Wasmann*. Proceedings The 1996 Annual Meeting of International Research Goup on Wood Preservation. Stockholm. Sweden

Toledo, R.T. (2007). *Wood Smoke Components and Functional Properties*. In: International Smoked Seafood Conference Proceedings. March 5-7 2007, Anchorage, Alaska, USA. pp 55-62. Editors Kramer D.E & Brown L. ISBN 978-1-56612-127-9

F. SILVIKULTUR

Pemakaian Pupuk Dasar untuk Meningkatkan Pertumbuhan Awal Tanaman Sungkai

Sahwalita*, Imam Muslimin dan Tubagus Angga Anugah Syabana

Balai Penelitian Kehutanan Palembang, Sumatera Selatan

Abstract

Basic fertilizer are important to support early growth plants. This research purpose was to find out informations to determine the effect of primary nutrients on growth of *Peronema canescen* Jack. plants. The research was conducted in KHDTK Kemampo- Banyuasin, South Sumatra from November to December 2011. Factorial randomized block design was used with three replicates and each treatment contained 25 plants. Two kind of fertilizers used in the trial treatment were phospat single fertilizer 36% (25; 50; 100; 125 gr/plant) and slow release complete compound fertilizer (100; 200; 300; 400; 500 gr/plant), control did not use any fertilizer. The variables observed were plant survival percentage, height growth, diameter growth and volume factors. The result showed that single fertilizer application was significantly affected to all observed variables except survival rate. Survival rate are 78.42%. Best fertilizer dosage to diameter growth (3.64) were phospat 36% with 125 g/plant, while for height growth (1.57 m) were slow release compound fertilizer with 400 gr/plant. In operational scale, slow release compound fertilizer with 100 gr dosage were not significantly best treatment, but economically its more beneficial.

Keywords: Compound fertilizer, Diameter, Height, *Peronema canescen* Jack., Single phospat fertilizer, Slow release complete, Survival rate

*Korespondensi penulis : Telp.: 081361529737; 081335716282; 081321641370
E-mail: sahwalita@yahoo.co.id; imam_balittaman@yahoo.co.id; angga.tubagus@gmail.com

1. Pendahuluan

Pemupukan merupakan salah satu cara memanipulasi lingkungan untuk mendukung pertumbuhan tanaman dengan memberikan input nutrisi sesuai dengan kebutuhan. Keberhasilan pemupukan ditentukan oleh banyak faktor menyangkut kondisi tempat tumbuh tanaman (jenis tanah, unsur hara tanah, iklim), jenis dan dosis pupuk yang digunakan, waktu aplikasi serta pertimbangan secara ekonomi. Pemupukan dapat dilakukan pada awal penanaman dan saat tanaman mengalami proses pertumbuhan. Pemakaian pupuk yang pertama kali diberikan pada saat awal penanaman disebut pupuk dasar. Jenis pupuk dasar dapat berupa organik maupun an-organik serta campuran diantara keduanya. Tujuan pemakaian pupuk dasar adalah untuk memberikan tambahan nutrisi tanaman pada awal pertumbuhan, pemberian nutrisi yang tepat akan membentuk pertumbuhan awal yang optimal dan tingkat keberhasilan (persentase hidup) yang tinggi.

Data dan informasi pemakaian pupuk dasar pada jenis tanaman sungkai masih sedikit, di lain pihak prospek pengembangan jenis ini memiliki berbagai keuntungan dibandingkan jenis lokal lain. Beberapa keuntungan komparatif sungkai seperti: sebarannya luas, faktor pembatas kesuburan tanah luas, sudah dikenal masyarakat, bahan perbanyakan yang mudah, sudah dikembangkan di Hutan Rakyat dan Hutan Tanaman Industri serta kayunya mempunyai nilai ekonomi tinggi sebagai bahan baku pertukangan (mebel dan konstruksi) dan *plywood*. Tulisan ini menyajikan salah satu hasil penelitian pemakain pupuk dasar pada tanaman sungkai dengan mengunakan pupuk tunggal P (phospat) dan pupuk majemuk lengkap lambat urai. Data dan informasi yang dihasilkan dari penelitian ini diharapkan bermanfaat dalam pelaksanaan pembangunan hutan tanaman sungkai dalam rangka untuk meningkatkan produktivitas tanaman guna memenuhi kebutuhan kayu.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada plot uji silvikultur tanaman sungkai di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Kemampo-Banyuasin yang dikelola oleh Balai Penelitian Kehutanan Palembang, Sumatera Selatan. Secara geogafis hutan kemampo terletak antara $104^{o}18'07"–104^{o}22'09"$ Bujur Timur dan $2^{o}54'28"-2^{o}56'30"$ Lintang Selatan. Topogafi pada plot penelitian tergolong datar sampai bergelombang ringan dengan kemiringan 0%-10%, jenis tanah tergolong dalam Podsolik Merah Kuning, termasuk tipe iklim B berdasarkan klasifikasi Schmidt dan Ferguson, dengan rata-rata curah hujan 1.800-2.000 mm per tahun (Balittaman dan Unsri, 2002).

2.2 Bahan dan alat penelitian

Materi yang digunakan dalam kegiatan ini adalah tanaman sungkai pada plot uji silvikultur tanaman sungkai yang ditanam pada bulan November 2010 seluas 2,5 Ha. Plot tanaman sungkai ini menggunakan materi perbanyakan secara vegetatif (stek) yang berasal dari KHDTK Benakat Kabupaten Muara Enim, Provinsi Sumatera Selatan. Peralatan yang digunakan adalah kaliper digital untuk mengukur diameter, penggaris untuk mengukur tinggi tanaman, alat tulis, *tally sheet*.

2.3 Metode penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK), tiga ulangan dan 25 tanaman setiap perlakuan. Perlakuan yang diaplikasikan terdapat 11 macam perlakuan yang dikelompokkan menjadi dua jenis pupuk yaitu pupuk tunggal phospat 36% dan pupuk majemuk lengkap lambat urai (PMLLU). Kodefikasi dan taraf dari masing-masing perlakuan sebagai berikut :

Tabel 1. Perlakuan pupuk dasar pada tanaman sungkai

Perlakuan	Jenis Pupuk	Perlakuan	Jenis Pupuk
1.	Tanpa pupuk (kontrol)	7.	PMLLU 100 g/tanaman
2.	Pupuk P 25 g/tanaman	8.	PMLLU 200 g/tanaman
3.	Pupuk P 50 g/tanaman	9.	PMLLU 300 g/tanaman
4.	Pupuk P 75 g/tanaman	10.	PMLLU 400 g/tanaman
5.	Pupuk P 100 g/tanaman	11.	PMLLU 500 g/tanaman
6.	Pupuk P 125 g/tanaman		

Keterangan : P = Pupuk tunggal phospat 36, PMLLU = Pupuk Majemuk Lengkap Lambat Urai

Aplikasi pemupukan dilakukan satu kali pada saat penanaman. Pengamatan dilakukan dengan melakukan pengukuran pertumbuhan tinggi dan diameter serta persentase hidup tanaman sampai berumur 1 tahun. Nilai pertumbuhan tinggi dan diameter yang digunakan dalam analisis merupakan selisih antara pertumbuhan akhir dengan pertumbuhan awal saat tanam. Sedangkan nilai angka pembentuk volume adalah perkalian antara diameter dan tinggi. Persentase hidup tanaman merupakan perbandingan antara jumlah tanaman yang hidup dengan jumlah tanaman pada saat awal penanaman dikalikan seratus persen.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil pengamatan

Data hasil pengamatan menunjukkan adanya variasi data yang lebar dengan pola distribusi yang tidak normal, sehingga data yang ada perlu ditransformasi dalam bentuk akar. Hasil analisis varians aplikasi pupuk dasar pada tanaman sungkai terdapat pada Tabel 2, sedangkan hasil uji lanjut dan rerata perlakuan terdapat pada Tabel 3.

Tabel 2. Analisis varians pengaruh pupuk dasar terhadap pertumbuhan tanaman sungkai umur 1 tahun

Sumber Variasi	Rerata kuadrat			
	Diameter	Tinggi	D*T	Persen hidup
Ulangan	3,60 **	1,80 **	17,64**	1036,00 **
Pupuk	0,32 **	0,17 **	1,36**	57,33 ns
Galat	0,09	0,05	0,24	98,79

Keterangan : **: Berbeda sangat nyata pada taraf kepercayaan 1%, ns: Non signifikan

Tabel 3. Rerata pertumbuhan tanaman sungkai umur 1 tahun pada berbagai aplikasi pupuk dasar

Diameter		Tinggi		D*T		Persen hidup	
Rerata (cm)	Pupuk	Rerata (m)	Pupuk	Rerata (cm.m)	Pupuk	Rerata (%)	Pupuk
3,64 a	6	1,57 a	10	5,95 a	6	86,66	8
3,58 a	11	1,53 a	11	5,45 ab	11	82,66	6
3,36 ab	10	1,52 a	6	5,32 abc	7	82,66	7
3,33 abc	7	1,50 ab	7	5,15 abc	10	78,66	4
3,24 abcd	1	1,36 abc	2	4,71 bcd	1	78,66	11
3,19 abcde	2	1,28 bc	8	4,63 bcde	2	77,33	5
3,02 bcde	8	1,27 bc	1	4,33 cdef	8	77,33	2
2,88 bcde	5	1,21 c	5	3,97 def	3	77,33	1
2,85 cde	3	1,20 c	9	3,68 ef	9	74,66	10
2,78 de	4	1,19 c	3	3,67 ef	5	74,66	9
2,74 e	9	1,18 c	4	3,42 f	4	72,00	3

Keterangan :- Angka yang diikuti dengan huruf yang sama menunjukkan berbeda tidak nyata pada taraf kepercayaan 5%
- Kodefikasi perlakuan pupuk dasar terdapat pada Tabel 1

Berdasarkan Tabel 2 diatas terlihat bahwa secara umum aplikasi pupuk dasar memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi, diameter dan angka pembentuk volume (tinggi*diameter), tetapi berbeda tidak nyata pada persentase hidup tanaman.

3.2 Pembahasan

Jenis tanah pada lokasi penelitian adalah podsolik merah kuning yang secara umum diketahui bahwa jenis tanah ini tergolong miskin hara. Berdasarkan hasil analisis tanah pada plot penelitian mempunyai kandungan pH tanah yang rendah, KPK rendah, status unsur hara makro (N, P, Ca, Mg) dan mikro (Zn, Mo, Cu dan B) serta bahan organik yang sangat rendah, mempunyai kandungan Al dalam jumlah tinggi sehingga dapat meracuni tanaman (Lampiran 1). Tingginya tingkat kejenuhan Al tanah menyebabkan tingginya daya jerap (fiksasi) tanah terhadap unsur P tanah dan juga unsur P yang berasal dari pupuk yang ditambahkan ke dalam tanah (Hasanudin dan Ganggo, 2004 *dalam* Madjid, 2009). Dilain pihak unsur hara P ini sangat penting diperlukan oleh tanaman untuk proses respirasi dan fotosintesis, penyusunan asam nukleat, perangsang perkembangan akar sehingga tanaman akan lebih tahan terhadap kekeringan. Selain itu tekstur tanahnya termasuk lempung liat berpasir yang lemah menyerap (menahan) air dan unsur hara. Tanah yang demikian perlu dilakukan penambahan unsur hara secara periodik sehingga kebutuhan hara tanaman selalu terpenuhi.

Hasil penelitian (Tabel 3) menunjukkan bahwa nilai persentase hidup tanaman mempunyai rerata 78,42%. Persentase hidup tanaman yang terendah terdapat pada perlakuan pupuk 3 (pupuk P 50 g/tanaman. Perlakuan 6 dan 11 mempunyai nilai persentase hidup tanaman yang lebih besar bila dibandingkan dengan perlakuan pupuk 3 ataupun perlakuan kontrol (tanpa pemupukan). Hal ini menunjukkan bahwa tanaman memerlukan tambahan unsur hara pada awal pertumbuhannya untuk mempercepat kemampuan adaptasi tanaman di lapangan dan mempengaruhi tingginya persentase hidup. Pemberian pupuk phospat di daerah rangkuman akar pada awal penanaman akan menjadikan tanaman berdaya serap hara yang lebih baik (Hakim *et al*., 1986).

Penambahan unsur dengan range yang cukup lebar masih memberikan pertumbuhan yang baik karena kandungan hara pada lokasi rendah. Hal menunjukkan bahwa penambahan hara yang tinggi tidak bersifat racun yang menghambat pertumbuhan tanaman (De La Cruz, 1982). Kerusakan tersebut terjadi melalui proses plasmolisa dan besarnya kerusakan tergantung pada setiap spesies tanaman. Hardjowigeno (2005), menyatakan bahwa kelebihan unsur hara N, P dan K di dalam tanah dapat mengakibatkan berkurangnya ketersediaan unsur Zn, Fe dan Cu serta mempersulit penyerapan unsur Mn.

Persentase hidup tanaman di lapangan ditentukan oleh banyak faktor mulai dari kualitas bibit, lingkungan dan potensi hama dan penyakit. Tingginya persentase hidup didukung pula oleh berbagai faktor seperti lokasi persemaian yang berada dekat di lokasi penanaman sehingga bibit tidak mengalami stres akibat pengangkutan. Kondisi lingkungan yang mendukung karena waktu penanaman dilakukan pada awal musim penghujan. Selain itu bibit yang digunakan telah siap tanam di lapangan tanpa ada potensi serangan hama dan penyakit.

Pertumbuhan diameter tanaman sungkai terbaik pada perlakuan 6 (pupuk P 125 g/tanaman) dengan kandungan unsur P sebesar 45 g dan perlakuan 11 (PMLLU 500 g/tanaman) dengan kandungan P sebesar 25 g. Secara statistik kedua perlakuan tersebut menunjukkan pengaruh berbeda tidak nyata dengan perlakuan 2 (pupuk P 25 g/tanaman) dengan kandungan P sebesar 9 g dan perlakuan 7 (PMLLU 100 g/tanaman) dengan kandungan P sebesar 5 g (Tabel 3). Kandungan hara PMLLU selain unsur P juga terdapat unsur N dan K serta unsur-unsur mikro, walaupun kandungan P lebih rendah masih mampu mendukung pertumbuhan. Selain itu sifatnya yang lambat urai memungkinkan tersedianya unsur hara secara kontinyu. Pupuk ini sangat ideal dengan tipikal tanah podsolik merah kuning yang mempunyai nilai KTK rendah, sehingga unsur hara bisa terserap dengan maksimal dan lebih sedikit yang tercuci. Selain itu, adanya kandungan bahan organik sangat baik untuk meningkatkan kesuburan tanah, agegat tanah, peningkatan nilai pH tanah, KTK dan aktifitas mikroorganisme tanah untuk mendukung kesuburan tanah (Hardjowigeno, 2005).

Unsur P berfungsi merangsang pertumbuhan akar terutama pada tanaman muda, mempercepat pertumbuhan tanaman muda menjadi tanaman dewasa dan sebagai pembentuk protein (Anonim, 2009b). Kandungan unsur P yang rendah pada areal penanaman (Lampiran 1.) memerlukan tambahan dari luar berupa pupuk. Penambahan unsur P dan K yang diperoleh dari pupuk dasar yang diberikan akan membantu dalam proses perkembangan diameter batang tanaman. Menurut Hardjowigeno (2005), unsur hara N, P dan K sangat dibutuhkan tanaman karena memiliki banyak fungsi antara lain memperbaiki pertumbuhan vegetatif tanaman, pembentukan sel, perkembangan akar, pembukaan stomata, proses fisiologi tanaman, perkembangan akar, dan mempertinggi daya tahan terhadap kekeringan.

Pertumbuhan tinggi tanaman sungkai secara umum mempunyai pola pertumbuhan yang hampir sama dengan pertumbuhan diameter tanaman. Pertumbuhan tinggi tanaman sungkai terbaik pada perlakuan 10 dengan kandungan P sebesar 20 g dan perlakuan 11 dengan kandungan P sebesar 25 namun berbeda tidak nyata dengan perlakuan 7 dengan kandungan P sebesar 5 g. Hal ini mengindikasikan bahwa sebenarnya untuk pertumbuhan tinggi tanaman sungkai bukan hanya memerlukan unsur P, tetapi juga perlu unsur hara yang lain. Penambahan unsur Nitrogen (N) untuk mendukung pertumbuhan tinggi tanaman disebabkan ketersediaannya pada areal penanaman rendah berkisar 0,1–0,14 % (Lampiran 1.).

Kandungan P murni pada pupuk PMLLU secara umum mempunyai nilai yang lebih rendah bila dibandingkan dengan pupuk tunggal P, namun mampu memberikan pertumbuhan baik tinggi, diameter dan angka pembentuk volume (diameter*tinggi) yang relatif sama. Kondisi semacam ini dimungkinkan disebabkan oleh sifat pupuk tunggal fosfat yang mudah larut dalam air (Petrokimia Gesik, 2002). Unsur P yang bisa terserap hanya sedikit dan sebagian besar tercuci/ terlindi sebagai akibat dari rendahnya nilai KTK tanah (Madjid, 2009).

Aplikasi pemakaian pupuk perlu variabel pendukung yang bisa melibatkan faktor pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman secara bersamaan dalam bentuk variabel volume. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pendekatan nilai volume pohon terbaik terdapat pada perlakuan 6 (pupuk P 125 g/tanaman) dengan persentase sebesar 26,33% lebih baik bila

dibandingkan dengan kontrol (Tabel 3). Perlakuan 6 tersebut mempunyai nilai yang berbeda tidak nyata dengan tiga perlakuan pupuk PMLLU lainnya yaitu perlakuan 11 (PMLLU 500 g/tanaman), perlakuan 10 (PMLLU 400 g/tanaman) dan perlakuan 7 (PMLLU 100 g/tanaman) dengan persentase masing-masing sebesar 15,71%; 9,34% dan 12,95%. Pilihan aplikasi perlakuan pupuk dasar pada tanaman sungkai didasarkan pada nilai ekonomi, efisiensi dan efektivitas pupuk yang ada. Perlakuan 7 (PMLLU 100 g/tanaman) dengan pertimbangan dosis pupuk PMLLU yang terendah, namun memberikan kontribusi pertumbuhan tinggi, diameter dan bahkan nilai pembentuk volume (tinggi*diameter) yang optimal.

Kebutuhan unsur hara tanaman kehutanan pada dasarnya lebih rendah dibandingkan tanaman perkebunan, karena tanaman kehutanan memiliki pertumbuhan lambat. Pertimbangan pemupukan tanaman kehutanan dilakukan pada awal pertumbuhan agar tanaman cepat beradaptasi dengan kondisi lingkungan. Selanjutnya tanaman dapat tumbuh dengan kondisi lingkungan yang tersedia di sekitar tanaman dengan memanfaatkan persediaan unsur hara pada tanah.

4. Kesimpulan

Aplikasi pupuk dasar berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter tanaman sungkai umur 1 tahun, kecuali persentase hidup tanaman. Aplikasi pupuk dasar skala operasional yang layak diterapkan adalah perlakuan 7 (PMLLU 100 g/ tanaman) dengan kandungan P sebesar 5%.

Referensi

Anonim.(2009a). *Fotosintesis*. Diakses pada tanggal 20 Maret 2009. Website: wikipedia..

Anonim. (2009b). *Khasiat unsur hara bagi tanaman*. Diakses tanggal 20 Maret 2009. Website: http://pusri.wordpress.com.

Balai Litbang Hutan Tanaman dan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. (2002). *Design engineering wanariset kemampo*. Palembang.

De La Cruz, R. E. (1982). *Tree nutrition and fertilization.* Lectura Presented during Training Course in Biological Aspect of Silvicultura. Biotrop. Bogor.

Hakim, N., M. Y. Nyakpa, A. M. Lubis, S. G. Nugoho, M. A. Diha, G. B. Hong, H. H. Bailey. (1986). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Universitas Lampung, Lampung.

Hardjowigeno, S. (2005). *Ilmu Tanah*. Edisi Revisi. Penerbit Akademika Pressindo. Jakarta.

Madjid, A. R. (2009). *Dasar-Dasar Ilmu Tanah*. Bahan Ajar Online untuk mata kuliah: (1) Dasar-Dasar Ilmu Tanah, (2) Kesuburan Tanah, dan (3) Pengelolaan Kesuburan Tanah Lanjut. Fakultas Pertanian Unsri & Program Pascasarjana Unsri.

Petrokimia Gesik. (2002). Pupuk SP 36 (SNI 02-3769-2005). Diakses tanggal 20 September 2011. http://www.petrokimia-gesik.com.

Lampiran 1. Hasil analisis tanah lokasi penelitian

No	Karakteristik	Nilai pada ke dalaman tanah			
		0-20 cm	Ket.	20-40 cm	Ket.
1.	pH H_2O	4,07	SM	4,16	SM
2.	pH KCl	3,71	SM	3,74	SM
3.	C-Organik , %	1,83	R	0,99	SR
4.	N-Total, %	0,14	R	0,10	R
5.	P-Bray, ppm	4,95	SR	15,45	R
6.	K, me/100 g	0,30	S	0,24	R
7.	Na, me/100 g	0,22	R	0,33	R
8.	Ca, me/100 g	0,58	SR	0,43	SR
9.	Mg, me/100 g	0,13	SR	0,06	SR
10.	KTK (CEC), me/100 g	15,23	R	14,88	R
11.	Al-dd , me/100 g	1,64		1,32	
12.	H-dd , me/100 g	0,36		0,56	
13.	Tekstur :	Lempung		Lempung liat berpasir	
	- Pasir , %	49,46		43,11	
	- Debu , %	32,98		28,94	
	- Liat , %	17,56		27,95	

Catatan: SM=Sangat Masam, SR=Sangat Rendah, R=Rendah, S=Sedang (Hardjowigeno, 1995)

Lampiran 2. Komponen unsur hara pada pupuk majemuk lengkap lambat urai

No	Unsur Hara	Komposisi
1	Nitrogen (N)	3 %
2	Phosphorus (P_2O_5)	5 %
3	Potassium (K_2O)	3 %
4	Calcium (Ca)	6,81 %
5	Mg	0,88 %
6	S	0,95 %
7	Na	0,48 %
8	Fe	0,82 %
9	Zn	0,15 %
10	Mn	0,10 %
11	B	0,11 %
12	Cu	94,94 ppm
13	Mo	15,03 ppm
14	Se	0,21 ppm
15	C- Organik	16 %
16	C/N	10
17	PH	8
18	KA	8 %
19	pH	7.7 - 8
20	KTK	75,65 me/ 100 g

Mortalitas dan Pertumbuhan Pohon Akibat Pembangunan Drainase di Hutan Alam Rawa Gambut Terdegradasi: Dasar untuk Manajemen Hutan Lestari

Dwi Astiani,[a,*], Mujiman[b], Murti Anom[a], Deddy D Firwanta[a], Ruspita Salim[b], Nelly Lisnawati[b], Dessy Ratnasari[b] dan Teddy Mardiantoro[a]

[a]*Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura, Indonesia*
[b]*Lembaga Living Landscape Indonesia*

Abstract

Peatland forests in Indonesia are under a lot of pressures, predominantly land use and land cover changes to not only small scale agricultures but also large scale of oilpam plantations, as well as illegal loggings which cause forest degradation. In 2009, the government of Kubu Raya District of West Kalimantan established a significant amount of drainage ditches/canals for agriculture development on peatland areas. Some of them was connecting to peatland forest that left scattered within peatland landscape. Since peatland is a wetland ecosystem and interconnected each other within one landscape, the establishment of the canals caused in lowering peatland water table levels including the close by peatland forests. The canals development enable us to measure and compare their forest dynamic before and after drainage.The research aimed to study the influences of drainage on growth and mortality of trees in impacted peatland forest. Tree assessment were done annually on each tree growth level (diameter >5cm) 3 years before and 3 years post drainage. Forty of a 50 x 50 m plots were established, each tree within plots were labelled, species identified, and put with *Dendrobelt.* Lowering water table due to canals development reduced tree diameter >10 cm biomass growth ~42%, yet not significanty different on smaller tree (5-10cm). Surprisingly, tree mortality per hectar was also lowered. Results showed that drainage ditches establishment on agriculture land expansion on peatland landscape disturbed peatland forest dynamics. To maintain the sustainability of peatland forest left, it is urgent to regulate optimum peat water table level surround them.

Keywords: Biomass gowth, Peatland drainage, Peatland water table, Tree mortality.

* Korespondensi penulis. Tel.: +0811576491
E-mail: astiani.dwi@gmail.com

1. Pendahuluan

Hutan alam rawa gambut saat ini sedang mengalami berbagai tekanan berat berupa deforestasi maupun degradasi. Tingkat deforestasi hutan rawa gambut di Indonesia-terutama di Sumatera dan Kalimantan- mencapai rerata 3,4% per tahun pada tahun 1990-2010

(Miettinen *et al*., 2011, 2012). Di kawasan Asia Tenggara, saat ini hanya ~ 41% to 44% dari hutan rawa gambut tropis yang tersisa (Hergoualc'h & Verchot, 2011).

Tekanan-tekanan di hutan rawa gambut tersebut berupa aktivitas penebangan hutan untuk memenuhi kebutuhan produksi kayu lokal dan global, pemukiman dan transmigasi, pembangunan pertanian skala kecil maupun perkebunan skala besar seperti kebun sawit (Hooijer *et al*., 2006; Achten & Verchot, 2011; Carlson *et al*., 2013). Aktivitas pembukaan lahan gambut tersebut biasanya mencakup pembangunan saluran drainase yang intensif. Pembukaan lahan gambut dan pembangunan drainase tentu akan berdampak pada hutan alam rawa gambut yang secara edafis berhubungan langsung dengan kawasan yang dibuka, terutama perubahan sistem hidrologi berupa penurunaan tinggi muka air akibat pembukaan saluran drainase.

Proses-proses hidrologi di lahan gambut memegang peranan penting dalam dinamika lahan gambut, degradasi dan konversi hutan menjadi bagian penting yang mempengaruhi aliran karbon dan hara di lahan tersebut. Input air dan hara yang hanya melulu dari presipitasi dan outputnya melalui aliran-aliran air yang keluar dari sistem ini memegang peranan penting dalam menjaga fungsi-fungsi lahan gambut. Menurut Rydin dan Jeglum (2006) sistem hidrologi memegang peranan paling penting pada ekologi, perkembangan, fungsi-fungsi, dan proses-proses di lahan gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan hutan rawa gambut terdegradasi dan pengaruh drainase terhadap dinamika hutan tersebutHutan alam rawa gambut saat ini sedang mengalami berbagai tekanan berat berupa deforestasi maupun degradasi. Tingkat deforestasi hutan rawa gambut di Indonesia-terutama di Sumatera dan Kalimantan- mencapai rerata 3,4% per tahun pada tahun 1990-2010 (Miettinen *et al*., 2011, 2012). Di kawasan Asia Tenggara, saat ini hanya ~ 41% to 44% dari hutan rawa gambut tropis yang tersisa (Hergoualc'h & Verchot, 2011).

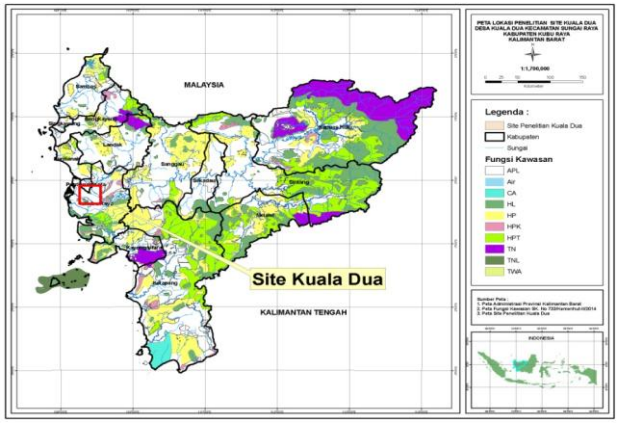
Tekanan-tekanan di hutan rawa gambut tersebut berupa aktivitas penebangan hutan untuk memenuhi kebutuhan produksi kayu lokal dan global, pemukiman dan transmigasi, pembangunan pertanian skala kecil maupun perkebunan skala besar seperti kebun sawit (Hooijer *et al*., 2006; Achten & Verchot, 2011; Carlson *et al*., 2012, 2013). Aktivitas pembukan lahan gambut tersebut biasanya mencakup pembangunan saluran drainase yang intensif. Pembukaan lahan gambut dan pembangunan drainase tentu akan berdampak pada hutan alam rawa gambut yang secara edafis berhubungan langsung dengan kawasan yang dibuka, terutama perubahan sistem hidrologi berupa penurunaan tinggi muka air akibat pembukaan saluran drainase.

Proses-proses hidrologi di lahan gambut memegang peranan penting dalam dinamika lahan gambut, degradasi dan konversi hutan menjadi bagian penting yang mempengaruhi aliran karbon dan hara di lahan tersebut. Input air dan hara yang hanya melulu dari presipitasi dan outputnya melalui aliran-aliran air yang keluar dari sistem ini memegang peranan penting dalam menjaga fungsi-fungsi lahan gambut. Menurut Rydin dan Jeglum (2006) sistem hidrologi memegang peranan paling penting pada ekologi, perkembangan, fungsi-fungsi, dan proses-proses di lahan gambut. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pertumbuhan hutan rawa gambut terdegradasi dan pengaruh drainase terhadap dinamika hutan tersebut.

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan pada kawasan hutan rawa gambut ombrotropik di Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat ($0^0$13’ S and$109^0$26’ E, ca~ 4 m a.s.l.; Gambar 1). Rerata curah hujan berkisar 3171 mm ± 300 mm (Data tahun 1991- 2011; Statiun Iklim Bandara Supadio). Di kondisi biasa curah hujan melebihi 100 mm perbulan, namun pada kondisi regional El Niño Southern Oscillation (ENSO), terdapat variasi kekeringan yang cukup panjang (1-4 bulan).



Gambar 1. Lokasi penelitian pertumbuhan hutan rawa gambut

Pemilihan lokasi kawasan hutan rawa gambut tersebut berdasarkan survey lapangan dan penelusuran citra satelit (Landsat ETM+, 30m resolution) yang menunjukkan blok hutan yang tidak terfragmentasi dan mewakili kawasan hutan gambut yang sudah terdegradasi. Keseluruhan areal hutan yang diukur seluas 12 ha diukur kedalaman gambutnya dengan menggunakan *Russian Peat Corer (Aquatic Research Instrument*) dengan range kedalaman dari 2,6 m sampai 5,4 m. Namun, di tahun 2009, pemerintah daerah setempat membangun saluran-saluran drainase/kanal dengan lebar dan kedalaman sekitar 3m x 2 m memanjang paralel berjarak 300 dan 100 m di kiri kanan kawasan hutan yang di teliti untuk menunjang pembangunan perkebunan dan pertanian di kawasan ini.

2.2. Floristik

Seluruh pohon yang terdapat dalam kawasan 12 ha tersebut diberi tanda, diidentifikasi dan dipasangi *dendrometer bands*dan mulai diukur 3 tahun sebelum adanya pembangunan drainase yang bertujuan mengukur Produksi Primer Ekosistem (*Net Primary Productivity*) lahan gambut (Astiani, 2014). Pengukuran awal ini memetakan 1014 pohon (diameter≥ 20 cm), 4465 tiang (diameter 10-20 cm). Pohon tingkat semai (diameter 1 – 5 cm dbh) dan pancang (diameter 5 – 10 cm) diukur dengan pengambilan contoh secara tersarang pada petak yang lebih besar dengan cara mensurveisemua anakan pohon yang terdapat dalam 2 m (semai) and 5 m (pancang)disisi kiri kanan jalur sehingga luas total masing-masing petak contoh 0,48 ha and 2.4 ha. Dari hasil survey hutan ini di dominasi oleh jenis-jenis *Litsea gacilipes* (Lauraceae), *Pometia pinnata* (Sapindaceae), *Litsea resinosa* (Lauraceae), *Tetramerista glabra* (Tetrameristaceae), *Elaeocarpus giffithii* (Elaeocarpaceae), *Litsea*

nidularis (Lauraceae), *Shorea uliginosa* (Dipterocarpaceae) dan *Neonauclea excelsa* (Rubiaceae).

2.3. Pengukuran pertumbuhan pohon

Pengukuran pohon dilakukan setiap tahun pada bulan Juli-Agustus dengan megukur pertambahan diameter setiap pohon. Pohon dengan diameter >10 cm berperan > 90% terhadap biomas permukaan tanah (Brown et al., 1997, Clark 2001, Paoli dan Curran 2007). Meskipun pohon kecil (semai dan pancang) hanya menyusun <3% dari biomas (Brown *et al*.,1997), juga dilakukan pengukuran selama 2 tahun untuk data dasar pembanding dan bagaimana kontribusinya di hutan rawa gambut ini.

Kawasan hutan dibagi kedalam petak-petak kecil (50 x 50m) dan diukur penutupan tajuknya dengan Spherical Densiometer yang memproyeksikan pembukaan/penutupan tajuk ke bidang datar dan kemudian di kelompokkan kedalam hutan terdegradasi ringan yaitu >60% , sedang 30-60% dan berat <30%) berturut-turut penutupan tajuknya. Semua pohon diberi tanda, dipasangi dendorometer band, diidentifikasi, jenis atau paling tidak genusnya dan dimonitor pertumbuhannya. Dendrometer band diletakkan pada pohon dengan ketinggian sekitar1.3m dari tanah atau 20 cm diatas banir atau bentuk batang pohon yang tidak normal (Astiani *et al*., 2015). Setiap 6 bulan denrometer dicek dan diganti bila terjadi kerusakan. Pertumbuhan pohon adalah pertambahan diameter pada setiap akhir tahun pengukuran. Pada proses pengukuran pohon juga dilakukan pendaftaran pohon-pohon yang mati setiap tahunnya.

Untuk menghitung pertumbuhan biomas, dilakukan transformasi perhitungan diameter pohon dengan menggunakan persamaan alometrik mengikuti Chave *et al*.,(2005) untuk hutan tropis lembap dengan menggabungkan nilai kerapatan kayu masing-masing jenis pohon. Persamaan Chave ini mengikuti Brown (1997) namun diperkaya dengan memasukkan fungsi kerapatan kayu, selain diameter pohonnya. Untuk mengkonfirmasi pengukuran tutupan tajuk, dilakukan pengukuran Leaf Area Indek dengan menggunakan LICOR LAI-2000 Plant Canopy Analyzer pada pukul 6:00 – 8:00 di 48 petak pengukuran.

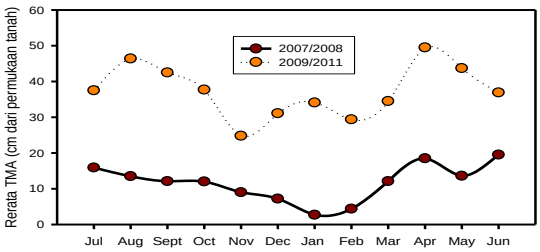
Pengaruh drainase pada penurunan tinggi muka air dan pertumbuhan diukur setelah pembukaan kawasan di sekitar hutan pada tahun 2009 yaitu pada tahun 2009-2011. Pengelompokkan pertumbuhan dibagi kedalam dua periode yang kondisinya berbeda yakni pertumbuhan pohon sebelum dan sesudah dibukanya drainase.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kondisi tinggi muka air (TMA) di hutan rawa gambut

Tinggi muka air tanah berbeda nyata pada sebelum dan sesudah dibangunnya drainase di kawasan hutan rawa gambut ombrotropik ini. *T Test* menunjukkan berbedaan yang nyata antara TMA sebelum dan sesudah dibangunnya drainase (t = -9,991, df=2, P = <0,001) (Gambar 2). Rerata dan SE TMA sebelum dibukanya drainase adalah 11,7 (SE=1,5) cm, sedangkan rerata dan SE TMA sesudah dibangunnya drainase/kanal adalah 37,3 (SE=2,1) cm.

Pembangunan drainase/kanal di lahan gambut berakibat menurunnya tinggi muka air di lanskap tersebut termasuk berakibat pada tinggi muka air di hutan rawa gambut yang berdekatan. Dari Gambar 2 menunjukkan bahwa setelah pembangunan drainase, TMA di hutan rawa gambut lebih berfluktuasi dan terjadi pengurangan TMA yang signifikan.

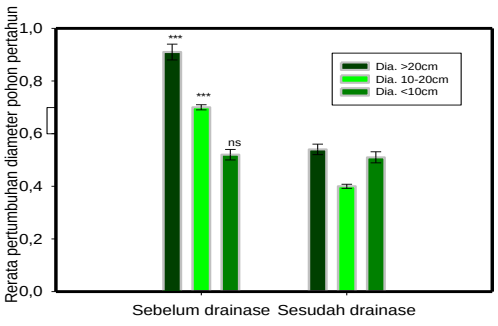


Gambar 2. Distribusi rerata tinggi muka air (TMA) tanah gambut. Pengelompokan TMA dilakuan sebelum dan sesudah pembangunan drainase/kanal.

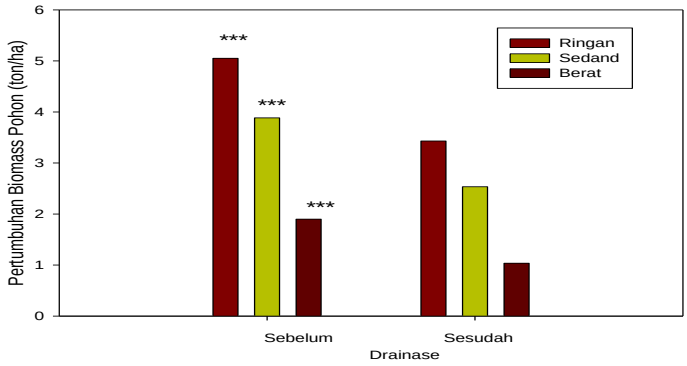
Penurunan tinggi muka air ini berakibat pada perubahan karakteristik lahan gambut. Hidrologi lahan gambut mengendalikan proses-proses kimia dan biotik di lahan gambut (Mitsch & Gosselink 1993), mempengaruhi perkembangan bentuk lahan dengan cara mengatur interaksi antara vegetasi, dinamika hara, dan fluks karbon (Waddington & Roulet 1997), dan mengubah laju difusi dari gas-gas, ketersediaan dan siklus hara dan status redoks pada tanah, manajemen sumber-sumber air, pencegahan banjir, kualitas air pada aliran sungai, dan juga berdampak pada aliran karbon (Holden 2005).

3.2. Pengaruh drainase/kanal terhadap pertumbuhan dan mortalitas pohon

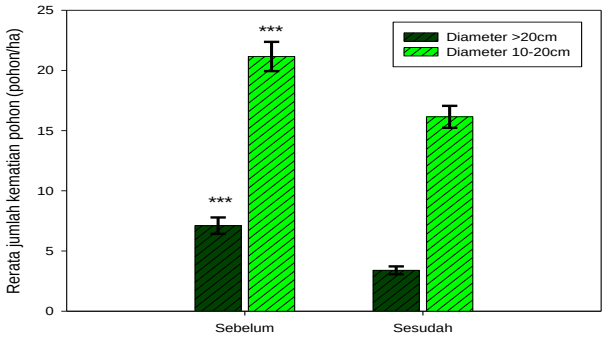
Perbandingan rerata pertumbuhan diameter pohon diameter >10cm dan biomas perhektar menunjukkan bahwa penurunan tinggi muka air akibat pembangunan drainase berpengaruh nyata menurunkan pertumbuhan rerata diameter pohon dan biomass pohon perhektar di hutan rawa gambut sekunder ini (~42% penurunan pada pohon diameter >20cm dan diameter 10-20cm). Akan tetapi pohon-diameter < 10 cm tidak menunjukkan pengaruh pada pertumbuhan diameter rerata per tahun nya (Gambar 3). Meskipun hutan rawa gambut skunder ini bervariasi dalam stok biomasa, pertumbuhan dan kematian pohon-pohonnya, namun penurunan TMA menunjukkan penurunan pertumbuhan diberbagai level degradasi hutan (Gambar 4). Yang menarik dari hasil analisa mortalitas pohon adalah bahwa penurunan TMA oleh drainase menunjukkan penurunan jumlah mortalitas pohon (Gambar 5).



Gambar 3. Rerata pertumbuhan diameter pohon (cm per pohon) untuk pohon diameter >20cm dan 10-20cm sebelum dan sesudah drainase

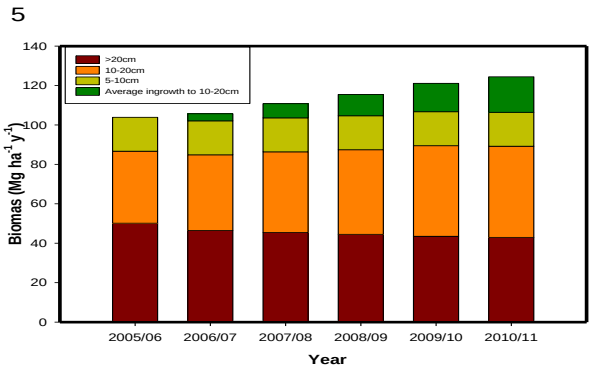


Gambar 4. Pertumbuhan biomasa pada berbagai tingkat degradasi, menunjukkan pertumbuhan pohon berbeda nyata sebelum dan sesudah pembukaan drainase



Gambar 5. Jumlah kematian pohon perhektar akibat pembangunan drainase (*** sangat berbeda nyata, p = <0,001).

Walau penurunan tinggi muka air akibat drainase menurunkan pertumbuhan biomasa tegakan, secara kumulatif pengukuran selama 5 tahun kawasan hutan rawa gambut ini masih terjadi pertumbuhan, dimana luas bidang dasar pohon meningkat 27%. Meskipun biomasa pohon-pohon besar turun ~ 14%, biomasa pohon-pohon yang lebih muda meningkat ~ 76%. Keseluruhan biomasa hutan meningkat ~24% (Gambar 6), sehingga kecenderungan yang terjadi mengindikasikan bahwa hutan rawa gambut tropis skunder ini rerata biomas tegakannya meningkat dan level mortalitasnya menurun.



Gambar 6. Akumulasi biomasa pohon di hutan rawa gambut terdegradasi

4. Kesimpulan

Pembangunan drainase/kanal di kawasan rawa gambut menurunkan tinggi muka air lahan gambut yang dibuka dan mempengaruhi kondisi dan pertumbuhan tegakan hutan yang berada pada lanskap lahan gambut yang sama, meski hutan rawa gambutnya tidak dibuka. Penurunan tinggi muka air akibat drainase berdampak pada hutan di berbagai tingkat degradasi. Degradasi hutan rawa gambut meningkatkan pertumbuhan diameter individu pohon, namun penurunan kerapatan tegakan akibat degradasi hutan akan menurunkan jumlah pertambahan biomasa per satuan luas di setiap tahunnya. Penurunan tinggi muka air di lahan gambut menurunkan kecepatan pertumbuhan diameter individu pohon-pohon besar tetapi sekaligus menurunkan tingkat kematian pohon. Hasil dari studi ini mengimplikasikan bahwa pengelolaan hutan rawa gambut sekunder seperti ini lebih memperhatikan pembukaan lahan di sekitar hutan untuk penggunaan lain, terutama perubahan hidrologi yang dapat mempengaruhi pertumbuhan dan mortalitas pohon di ekosistem hutan. Diperlukan pengaturan tata air di sekitar hutan rawa gambut yang terdampak penurunan tinggi muka air tanah, agar dapat mengembalikan fungsi-fungsi ekologinya untuk menunjang pertumbuhan hutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan penghargaan yang setingi-tinginya kepada masyarakat Desa Kuala Dua Kabupaten Kubu Raya Kalimantan Barat atas partisipasi dan kerja kerasnya menunjang penelitian ini. Terimakasih kepada *Lembaga Landscape & Livelihood Indonesia* atas bantuan material maupun moral. Terimakasih kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah membantu terselenggaranya penelitian ini.

Referensi

Achten, W.M.J., & L.V. Verchot, (2011). Implication of biodiesel-induced land-use change for CO_2 emissions: case study in tropical America, Africa, and Southeast Asia. *Ecology and Society*. *16* (4), 14

Asbjornsen, H., M.S. Ashton, D.J.Vogt, & S. Palacios, (2004). Effects of habitat fragmentation on the buffering capacity of edge environments in a seasonally dry tropical oak forest ecosystem in Oaxaca Mexico. *Agicultural Ecosystem and Environment, 103*, 481–495.

Astiani, D., L.M Curran, & Mujiman. (2015). Pengaruh degradasi dan drainase pada pertumbuhan hutan alam rawa gambut: Baseline untuk pemulihan hutan rawa gambut terdegradasi. Dalam Prehaten D dkk (Eds). Pembaruan silvikultur untuk mendukung pemulihan fungsi hutan menuju ekonomi hijau. *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur* 2: 66-72.

Brown, S. (1997). *Estimating Biomass and Biomass Change of Tropical Forests: A primer.* UN FAO Forestry Paper 134. Food and Agiculture Organization, Rome.

Carlson, K.M., Curran, L.M., Asner, G.P., Pittman, A.M., Trigg, S.N., & Adeney, J.M. (2013). Carbon emissions from forest conversion by Kalimantan oil palm plantations. *Nat. Clim. Change* 3(3), 283–287.

Chave, J., & Andalo, C. (2005). Tree allometry and improved estimation of carbon stocks and balance in tropical forests. *Oecologia*,145(1), 87−99.

Clark, D.A., S. Brown, D.W. Kicklighter, J.Q.Chambers, J.R. Thomlinson, & J. Ni (2001) Measuring net primary production in forests: Concepts and field methods. *Ecological Applications, 11*(2), 356−370.

Hergoualc'h, K. & L.V. Verchot (2011). Stocks and fluxes of carbon associated with land use change in Southeast Asian tropical peatlands: A review. *Global Biogeochemical Cycles 25*, 1−13.

Holden, J. (2005). Peatland hydrology and carbon release: why small scale processes matter. *Philosophical Transactions of the Royal Society A*, 363, 2891–2913.

Hooijer, A., M. Silvius, H. Wösten, & S.E. Page, (2006). PEAT-CO2, Assessment of CO2 emissions from drained peatlands in SE Asia. *Delft Hydraulics report* Q3943.

Miettinen, J., C.Shi, & S.C. Liew (2011). Influence of peatland and land cover distribution on fire regimes in insular Southeast Asia. *Regional Environment Change, 11*, 191–201.

Miettinen, J., A.Hooijer, C.Shi, D.Tollenaar, R.Vernimmen, S.C. Liew, C. Malins, S.E. Page (2012). Extent of industrial plantations on Southeast Asian peatland in 2010 with analysis of historical expansion and future projections. *Global Change Biology Bioenergy, 4*, 908−916.

Mitsch, W., & J.Gosselink (1993). *Wetlands*, Van Nostrand Reinhold, New York.

Rydin, H., & J.Jeglum (2006). *The biology of peatlands*. Oxford University Press, New York.

Paoli, G.D., & L.M. Curran, (2007). Soil nutrients limit fine litter production and tree gowth in mature lowland forest of Southwestern Borneo. *Ecosystems,10* (3), 503−518.

Waddington, J.M., & N.T. Roulet (1997). Goundwater flow and dissolved carbon movement in a boreal peatland. *Journal of Hydrology, 191*, 122–138.

Pertumbuhan Bambu Mayan (*Gigantochloa robusta* Kurz.) dan Bambu Tali (*Gigantochloa apus* Kurz.) Umur 4 Tahun di Stasiun Penelitian Hutan Arcamanik, Bandung

Sutiyono* dan Marfuah Wardani

Pusat Litbang Hutan
Jln Gunung Batu No 5 Bogor 16610

Abstract

Bamboo mayan, known as bamboo species up to 12 cm in diameter and 16 m in height, while bamboo tali grows smaller less than 10 cm in diameter and 12 m in height. Due to their dimension, those bamboos could substitute the wood as raw material for plywood bamboo (plybamboo). To ensure the sustainability of raw material, the bamboo should be cultivated well. The research aimed to analyze the growth of those bamboo as one of indicator for their productivity. The research was conducted for four years in forest research area in Arcamanik, Bandung, West Java. The research was designed with randomized complete block design. Both bamboos were cultivated by culms cutting. Parameter observed consisted of number of culm, culm diameter and culms height. At third years, clumps size were measured to obtain culm density. The data were then analyzed using analysis of varian and continued with Tukey test. The result showed that both bamboos were not significantly different in number of culms per clump and clumps density but they were different in clumps size, while they were also different in culms size either diameter or culms height.

Keywords: Bamboo mayan, Bamboo tali, Culm, Gowth

* Korespondensi penulis.
E-mail: irsutiyono@yahoo.com; marfuah58@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Bambu mayan (*Gigantochloa robusta* Kurz.) dan bambu tali (*G. apus* Kurz.) merupakan 2 (dua) jenis bambu yang banyak dimanfaatkan. Bambu mayan dengan penampilan batang yang lurus dengan diameter batang mencapai 12 cm, tinggi batang dapat mencapai 19 meter dengan tebal dinding batang bagian bawah 1,9 cm banyak dimanfaatkan sebagai bahan mebel dan berpotensi untuk bahan baku bambu lapis. Sedangkan bambu tali dengan penampilan batang yang lurus berdiameter 10 cm, tinggi batang dapat mencapai 14 meter, berdinding batang 1-1,2 cm digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan rumah pengganti kaso (usuk). Sementara itu Wardani dan Sutiyono (2015) menginformasikan bahwa bambu tali di daerah Tasikmalaya dan Ciamis dimanfaatkan untuk industry kerajinan. Sedangkan di Bali, Sutiyono (2015) melaporkan bambu tali batangnya banyak digunakan indutri kerajinan.

Penyebaran alami bambu mayan ada di Jawa, Bali dan Sumatera dengan banyak nama local. Di Jawa, bambu mayan hanya ada di Jawa Barat bagian barat sampai Banten dengan nama awi mayan (Sunda), dan di Jawa Timur di daerah Banyuwangi dengan nama pring serit. Sedangkan di luar Jawa hanya ada di Bali dengan nama tiying jelepung dan di Sumatera dengan nama buluh riaw (Minangkabau) dan buloh poring (Tapanuli) (Widjaja, 1987; Sutiyono, 1988). Kedua jenis bambu tersebut sering dijumpai tumbuh di pekarangan, kebun atau tanah liar dan dapat tumbuh baik pada berbagai ketinggian dan jenis tanah. Selama ini, kedua jenis bamboo belum pernah dibudidayakan sementara potensi pemanfaatan cukup besar dan tingkat sebarannya yang luas, maka kedua jenis tersebut dapat dipertimbangkan untuk dikembangkan.

Untuk membudidayakan kedua jenis bambu tersebut harus diketahui sifat dasar pertumbuhan untuk menunjang perencanaannya. Dalam rangka mendapatkan data dasar pertumbuhan bambu khususnya bambu mayan dan bambu tali, dilakukan penelitian pertumbuhan yang dimulai dari saat bibit ditanam sampai umur 4 tahun. Pertimbangan sampai dengan umur 4 tahun untuk mengetahui sifat2 alami pertumbuhan. Dalam budidaya bambu, pemeliharaan dilakukan setelah umur 4 tahun dan pertumbuhan selanjutnya akan dipengaruhi oleh pemeliharaan yang dilakukan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan waktu

Penelitian dilakukan di Stasiun Penelitian Hutan (SPH) Arcamanik, di Desa Mekarmanik, Kecamatan Ujung Berung, Kabupaten Bandung, Propinsi Jawa Barat. Terletak pada ketinggian ± 1350 m dpl dapat dicapai dengan kendaraan roda empat dari 2 (dua) arah yaitu dari Sukamiskin dan Ujung Berung. Penelitian berlangsung selama 4 tahun dimulai tahun 2008 - 2012.

Berdasarkan Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Barat berskala 1:250.000 (LPT, 1966), tanah di SPH Arcamanik tergolong berjenis asosiasi andosol coklat dengan regosol coklat yang berasal dari bahan induk abu/pasir dan tuf volkan intermedier dan bertopogafi volkan. Hasil analisa tanah pada Tabel 1 menunjukan kesuburan tanah tergolong sedang dengan tekstur lempung liat berdebu.

Tabel 1. Kesuburan tanah di SPH Arcamanik, Bandung, Jawa Barat

No.	Jenis analisa	Nilai	Katagori
1.	Tekstur		
	-Pasir	15.83	
	-Debu	48.64	*Lempung Liat berdebu*
	-Liat	35.53	
2.	pH (1:1)		
	a. H_2O	5.4	masam
	b. KCl	4.8	masam
3.	Bahan Organik		
	- C-Organik (%)	2.34	sedang
	- N-Organik (%)	0.20	sedang
	- C/N Ratio	11.36	sedang
4.	P-tersedia Bray 1 (ppm)	14.80	rendah
5.	Basa-basa dapat ditukar		
	- Ca^{++} (me/100 gram)	5.51	rendah

	- Mg^{++} (me/100 gram)	2.30	tinggi
	- K^{+} (me/100 gram)	1.35	sangat tinggi
	- Na^{+} (me/100 gram)	0.29	rendah
	Total	9.45	
6.	Kapasitas Tukar Kation (KTK) (me/100 gram)	14.75	rendah
7.	Kejenuhan Basa (KB), %	62.80	tinggi
8.	Keasaman		
	-Al^{+++} (ppm)	1.59	sangat tinggi
	-H^{+} (ppm)	0.35	tinggi
9.	Silikat (SiO_2) (%)	38.56	sedang

Data iklim disajikan pada Tabel 2 dan diperoleh deskripsi termasuk bertipe hujan C menurut Schmidt dan Feguson (1951). Curah hujan tahunan rata-rata 2597 mm dan hari hujan sebanyak 131,3 hari. Setiap bulan terjadi hujan, tertinggi pada bulan Maret (438,7 mm) dan terendah bulan Agustus (47 mm).

Tabel 2. Curah hujan dan hari hujan di SPH Arcamanik, Bandung, Jawa Barat.

No.	Bulan	Curah hujan (mm)	Hari Hujan (hari)
1	Januari	355.1	19.4
2	Pebruari	292.4	19.0
3	Maret	295.9	14.0
4	A p r i l	299.7	14.6
5	M e i	113.6	8.4
6	J u n i	84.0	5.3
7	J u l i	190.1	4.9
8	Agustus	47.0	2.7
9	September	74.4	5.4
10	Oktober	151.3	9.6
11	Nopember	247.1	12.6
12	Desember	304.4	15.4
	Curah Hujan tahunan	2597.9	131.29

2.2 Bahan

Areal SPH Arcamanik, bibit bambu mayan dan bambu tali asal stek batang, pupuk NPK dan pupuk kandang.

2.3 Metode penelitian

Penelitian disusun menurut rancangan acak kelompok yang terdiri dari perlakuan 2 jenis bambu yaitu bambu mayan dan bambu tali. Kedua jenis bambu ditanam pada lubang berukuran 30 x 30 x 30 cm, diisi pupuk kandang 0,25 kg dan NPK masing-masing 5 gram/lubang. Pemeliharaan tanaman adalah penyiangan rumput di sekitar tanaman dikerjakan selama 4 tahun.

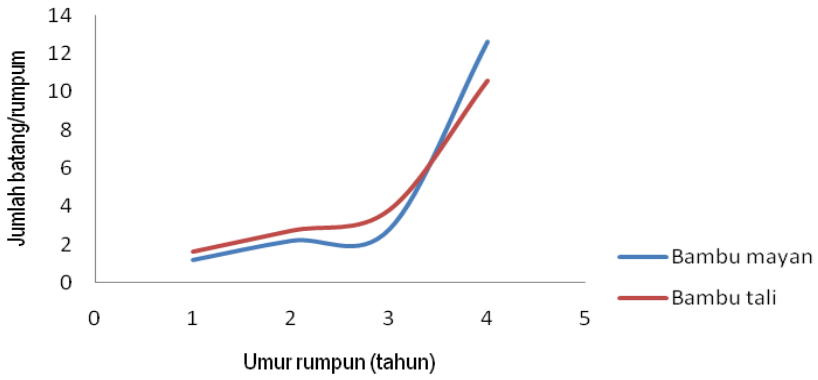
Pengumpulan data dilakukan terhadap jumlah batang, diameter dan tinggi batang dilakukan setiap tahun selama 4 tahun. Pada umur 3 tahun dilakukan pengambilan data lingkar rumpun untuk mengetahui kerapatan rumpun. Seluruh data diolah dengan sidik ragam dan hasil sidik ragam yang nyata dilanjutkan uji-Tukey's. Pada umur 3 tahun dilakukan pengamatan proses munculnya cabang, ranting, sub-ranting dan daun.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pertumbuhan rumpun

Pertumbuhan rumpun bambu dimulai dari tumbuh dan berkembangnya mata tunas pada pangkal batang bibit di dalam tanah yang muncul menjadi batang di atas permukaan tanah. Banyaknya batang baru tidak merata sehingga dalam satu periodik satu tahun pada setiap lubang tanam akan terdapat perbedaan jumlah batang /rumpun (Sutiyono, 2007). Pada tahun pertama jumlah batang yang muncul sebanyak 1-2 batang kemungkinan disebakan oleh belum berkembangnya perakaran dan cadangan makanan.

Pada tahun kedua, dari batang yang sudah menjadi tanaman dewasa akan menghasilkan batang baru dari mata tunas yang terdapat pada rhizome pangkal batang yang jumlahnya masih 1-2 batang. Seperti pada tahun pertama maka mata tunas yang sudah menjadi batang akan mengeluarkan akar untuk meningkatkan kemampuan mendapatkan makanan dari tanah sekitar. Demikian seterusnya pada tahun-tahun ketiga dan keempat jumlah batang baru akan terus bertambah sehingga terbentuk sistem perumpunan dengan jumlah batang kumulatif/rumpun seperti ditunjukan Gambar 1.



Gambar 1. Pola pertumbuhan jumlah batang atau rumpun bambu mayan dan bambu tali

Dari Gambar 1 di atas tampak kedua jenis memiliki kesamaan pola pertumbuhan jumlah batang kumulatif/rumpun yang sama. Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa pada umur 4 tahun bambu mayan memiliki jumlah batang lebih banyak dibanding bambu tali. Hasil sidik ragram pada Lampiran 1 menunjukan jumlah batang kedua jenis tersebut tidak berbeda nyata. Selanjutnya pada Tabel 3 dan sidik ragam Lampiran 2 dapat dilihat lingkar rumpun bambu mayan lebih lebar daripada lingkar rumpun bambu tali dan berbeda nyata. Dari kedua parameter tersebut menghasilkan kerapatan rumpun yang tidak berbeda nyata seperti ditunjukkan Lampiran 3. Hasil di atas dapat diartikan kedua jenis bambu mayan dan bambu tali memiliki pola pertumbuhan rumpun yang sama.

Hasil penelitian sebelumnya di tempat yang sama oleh Sutiyono dan Wardani, (2011) menunjukan jumlah batang/rumpun bambu tali (2,7 batang/rumpun) lebih banyak dibanding bambu mayan (1,9 batang/rumpun). Tetapi hasil penelitian oleh Sutiyono (2007) di SPH Tanjungan, Lampung Selatan menunjukan pada umur 2 tahun jumlah batang/rumpun bambu mayan (3,5 batang/rumpun) lebih banyak dibanding bambu tali (2 batang/rumpun)

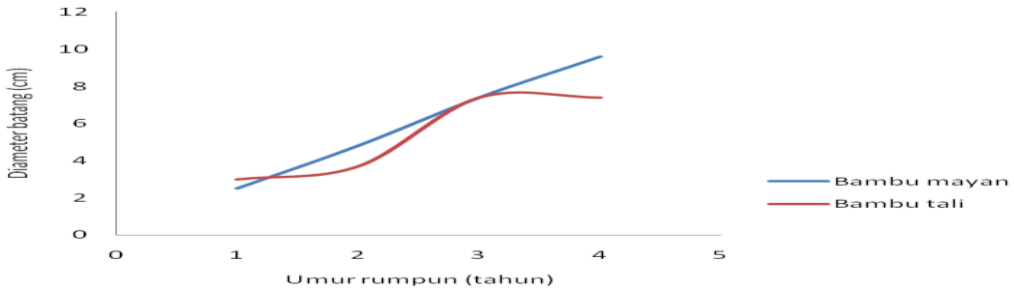
Tabel 3. Rata-rata pertumbuhan jumlah batang/rumpun bambu mayan dan bambu tali umur 4 tahun

Jenis bambu	Jumlah batang (batang/rumpun)	Lingkar rumpun (m)	Kerapatan rumpun (batang/m)
bambu mayan	12.6 a	320.4 b	3.9 a
bambu tali	10.6 a	233,0 a	4.2 a

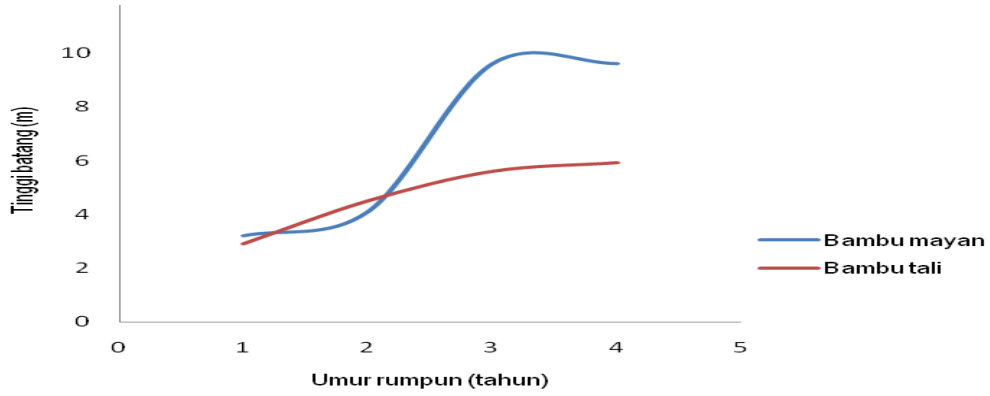
Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji-Tukey's

3.2 Pertumbuhan batang

Pada tahun pertama ukuran batang baik diameter maupun tinggi relative masih kecil. Kemudian pada tahun kedua makin besar demikian seterusnya ukuran batang makin besar seiring dengan berkembangnya system perakaran. Dengan berkembangnya sistem perakaran rumpun maka kemampuan mendapatkan makanan menjadi lebih besar untuk meningkatkan pertumbuhan batang seperti pada Gambar 2 dan 3. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa baik bambu mayan maupun bambu tali memiliki persamaan dalam pertumbuhan dan perkembangan cabang, ranting, sub-ranting dan daun. Setelah pertumbuhan tinggi dan diameter batang berakhir pada akhir musim hujan, cabang-cabang mulai bermunculan dari pertumbuhan dan perkembangan mata tunas pada buku batang bagian tengah. Selanjutnya cabang tumbuh dan berkembang menghasilkan ranting, ranting menghasilkan sub-ranting dan sub-ranting berakhir dengan munculnya daun.



Gambar 2. Pola pertumbuhan diameter batang bambu mayan dan bambu tali



Gambar 3. Pola pertumbuhan tinggi batang bambu mayan dan bambu bali

Dari Gambar 2 dan 3 dapat dilihat kedua jenis bambu memiliki pola pertumbuhan batang tidak sama baik diameter maupun tinggi batang. Pada Gambar 2 tampak pola pertumbuhan diameter batang bambu mayan cenderung lurus sementara bambu tali mengikuti garis

"sigmoit". Diperkirakan diameter bambu mayan akan lebih besar dibanding bambu tali. Diduga batang mayan akan selalu lebih tinggi dibanding bambu tali seperti diperlihatkan Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan tinggi dan diameter batang bambu mayan dan bambu tali umur 4 tahun

Jenis bambu	Tinggi (m)	Diameter (cm)
bambu mayan	9.6 b	9.55 d
bambu tali	7.4 a	5.92 c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji-Tukey's

Dari Tabel 2 di atas tampak diameter dan tinggi batang bambu mayan selalu lebih besar dibanding bambu tali. Oleh karena kedua jenis bambu tumbuh dan berkembang di tempat yang sama (SPH Arcamanik) menunjukan ukuran batang bambu mayan selalu lebih besar dibanding bambu tali. Dari karakteristik kedua jenis bambu maka bambu mayan membutuhkan jarak tanam yang lebih lebar dibanding jarak tanam bambu tali.

4. Kesimpulan

Pertumbuhan rumpun bambu mayan (*Gigantochloa robusta*) tidak berbeda nyata dengan bambu tali (*G. apus*), Pertumbuhan batang bambu mayan berbeda nyata dengan bambu tali, Pertumbuhan diameter dan tinggi batang bambu mayan lebih besar dibanding bambu tali. Karakteristik kedua pertumbuhan yang berbeda nyata dapat digunakan sebagai referensi untuk menentukan jarak tanam. Selain itu jarak tanam bambu mayan harus dibuat lebih luas.

Referensi

LPT. (1966). *Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Barat skala 1:250.000*. LPT Bogor.

Wardani, M., Sutiyono & T.Rostiwati, (2015). *The growth characteristics of bamboo used for making handicrafts*. *Bamboo Journal*. *Japan Bamboo Socity-Japan Bamboo Foundation*. *29*, 56-64

Sutiyono. (1988). Silvikultur hutan bambu di hutan Soko, Banyuwangi. *Bul. Pen. Hutan*, 497, 29-40

Sutiyono. (2007). Pertumbuhan empat jenis bambu asal stek batang umur 2 tahun. *Info hutan Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam*, *4*(6), 575-583.

Sutiyono. (2015). *Pengaruh pemeliharaan rumpun bambu terhadap produktivitas batang bambu di Hutan Bambu Adat, Panglipuran, Bali*. ITTO. Dukumen.

Sutiyono & M.Wardani, (2011). Karakteristik pertumbuhan awal tanaman bambu tali (*Gigantochloa apus* Kurz.) dan bambu mayan (*G. robusta* Kurz.) umur 2 tahun di stasiun Penelitian Hutan Arcamanik, Bandung. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIV*, UGM Yogyakarta. Hal : 648-654.

Widjaja, E, A. (1987). *A revision of Malesian Gigantochloa (Paceae- Bambusoideae*). *Reinw.* ,*10* (3), 305 – 311.

Peningkatan Kualitas Batang dan Pertumbuhan Tanaman Kayu Bawang Umur 2 Tahun melalui Perlakuan Pemangkasan Cabang

Nanang Herdiana*, Sahwalita dan Sri Utami

Balai Penelitian Kehutanan (BPK) Palembang, Jl. Kol. H. Burlian Km 6,5 Puntikayu, Palembang – Sumatera Selatan

Abstract

Bawang wood (*Azadirachta excelsa* (Jack) M. Jacobs) is one of the local potential in Bengkulu and has been used by the community as wood working. This plant has terraced and graded branching characteristics, with a number of branches and low ability of self pruning. Pruning treatments, to remove branches from the lower crown, are usually done to improve the shape of trees during the establishment period, to create knot free wood and increase the value of boles. This paper presents the results of pruning treatment of trees at 2 years old with three pruning intensities (un-pruned, one and two level of branches pruned). The experiment was arranged in randomized block design with 3 replicates and 10 tree plots. Total and bole height, diameter at breast height and bole diameter ratio were used as parameters of tree growth. Results of the evaluation at one year after pruning showed that treatment had no significant effect except on total height growth. Pruning, especially removal 2 level of branches, reduced diameter increments, but increased diameter ratio and height of bole. Moreover, pruning treatment was able to improve the quality of the boles.

Keywords: Bole quality, Bawang wood, Gowth, Pruning

* Korespondensi penulis. Telp: +64711 414864, +6481373442256
E-mail: nanang_herdiana@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Pemangkasan cabang merupakan salah satu praktek silvikultur yang biasa diterapkan dalam upaya pemperoleh kualitas batang yang tinggi bebas cabang pohon yang optimal (Maurin and DesRochers, 2013; Neyland, 2002). Selain itu, *prunning* juga dimaksudkan untuk meningkatkan kualitas kayu dengan mencegah munculnya mata kayu akibat pemotongan cabang yang tidak baik. Keberadaan mata kayu akan menurunkan pertumbuhan dan harga jual dari produk kayu (Viques & Perez, 2005)

Bawang wood (*Azadirachta excelsa* (Jack) M. Jacobs) merupakan salah satu jenis unggulan lokal di Provinsi Bengkulu. Jenis ini umumnya dikembangkan oleh masyarakat dalam pola-pola agoforestri. Kayunya termasuk dalam kelas kuat III dan kelas awet IV dengan berat jenis 0,56 g/cm^3, dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai kayu pertukangan,

terutama sebagai bahan bangunan dan meubellair (Siahaan & Saefullah, 2007; Utami *et al*., 2011).

Pemanfaatan kayu bawang oleh masyarakat sebagai kayu pertukangan akan berimplikasi terhadap jumlah dan ukuran sortimen ekonomis yang dapat dimanfaatkan dan dihasilkan serta kualitas sortimen, misalnya keberadaan mata kayu. Di sisi lain, tanaman ini memiliki karakteristik percabangan bertingkat, berkarang dengan jumlah cabang yang banyak, sementara kemampuan luruh alaminya relatif rendah. Dalam pengelolaannya akan membutuhkan perlakuan pemangkasan cabang agar menghasilkan batang yang bebas mata kayu, lurus dan memiliki riap yang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh intensitas pemangkasan cabang terhadap pertumbuhan dan kualitas batang tanaman kayu bawang pada umur 2 tahun.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi penelitian

Kegiatan penelitian pemangkasan cabang Kayu Bawang dilaksanakan di Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khussus (KHDTK) Kemampo, Kabupaten Musi Banyuasin, Propinsi Sumatera Selatan. Areal uji coba memiliki topogafi datar dengan kelerengan kurang dari 10%, elevasi berkisar antara 70 – 80 m dpl dan jenis tanahnya podsolik merah kuning. Rata-rata curah hujan tahunan adalah 2581,3 mm/th atau 215,11 mm/bulan dengan 15,4 hari hujan/bulan dan intensitas hujannya sebesar 13,48 mm/hari dan menurut klasifikasi tipe iklim Schmidt Ferguson termasuk tipe B. Suhu udara minimum dan maksimum 23,3 ^{o}C dan 31,4 ^{o}C, dan kelembaban 60 - 97%.

2.2 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan berupa plot tegakan kayu bawang umur 2 tahun yang ditanam pada bulan Desember 2011. Sedangkan alat yang digunakan gunting stek, gergaji *pruning*, kaliper, meteran, tangga, alat ukur tinggi pohon dan parang.

2.3 Metode penelitian

Perlakuan pemangkasan dilakukan berdasarkan jumlah tingkat percabangan kayu bawang yang terbentuk, yaitu sekitar 2 – 3 tingkat. Taraf perlakuan perlakuan pemangkasan yang diujikan terdiri dari 3 araf, yaitu: kontrol (tanpa pemangkasan), pemangkasan 1 tingkat dan pemangkasan 2 tingkat percabangan. Jumlah tanaman per treeplot masing-masing sebanyak 20 batang dan diulang dalam 3 blok.

Kegiatan pemangkasan cabang dilaksanakan pada pohon-pohon yang telah diberi label, dengan tinggi pangkasan sesuai dengan kode pada lebel terpasang. Cabang-cabang kecil dipangkas menggunakan gunting stek, sedangkan cabang yang berdiameter cukup besar (> 1 cm) dipotong dengan menggunakan gergaji *pruning*.

Rancangan perlakuan yang digunakan adalah rancangan acak kelompok. Parameter pertumbuhan yang diukur antara lain: diameter batang, tinggi bebas cabang, tinggi total serta rasio diameter batang sebelum dan sesudah percabangan. Pengamatan dan pengukuran

parameter pertumbuhan lanjutan dilakukan pada tanaman umur 3 tahun atau 1 tahun setelah pemangkasan. Analisis data menggunaan metoda analisis sidik ragam dan dilanjutkan dengan Uji Jarak Berganda Duncan untuk melihat perbedaan antar perlakuan yang diuji.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan pemangkasan memberikan pengaruh nyata terhadap pertumbuhan kayu bawang, terutama untuk paraemeter tinggi bebas cabang, diameter dan rasio diameter, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap tinggi total tanaman (Tabel 1).

Tabel 1. Sidik ragam pengaruh pemangkasan cabang terhadap pertumbuhan tanaman kayu bawang

Parameter	Sumber Keragraman	Db	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F_{hit}	F_{tabel}
Tinggi Bebas cabang	Blok	2	57,095	28,548	14,97	3,05 *
	Pemangkasan	2	266,528	133,264	69,86	3,05 *
	Galat	175	333,813	1,907		
	Total	179	657,436			
Tinggi Total	Blok	2	189,623	94,811	84,72	3,05 *
	Pemangkasan	2	3,463	1,732	1,55	$3,05^{ns}$
	Galat	175	195,849	1,119		
	Total	179	388,936			
Diameter	Blok	2	106,518	53,259	11,03	3,05 *
	Pemangkasan	2	66,969	33,484	11,96	3,05 *
	Galat	175	489,814	2,799		
	Total	179	663,302			
Rasio diameter	Blok	2	0,052	0,0258	14,27	3,05 *
	Pemangkasan	2	0,671	0,356	185,56	3,05 *
	Galat	175	0,039	0,002		
	Total	179	1,039			

Keterangan: * = berbeda nyata pada taraf 0,05 ns = Tidak berbeda nyata pada taraf 0,05

Perlakuan pemangkasan cabang mampu meningkatkan tinggi bebeas cabang sebagai konsekuensi logis dari perlakuan yang diterapkan, semakin banyak tingkat cabang yang dihilangkan, otomatis akan meningkatkan tinggi bebas cabang yang diperoleh. Seperti data yang ditampilkan pada Tabel 2, pemangkasan cabang sebanyak 2 tingkat mampu meningkatkan tinggi bebas cabang hampir 2 kali lipat dibandingkan dengan kontrol (3,95 m dengan 6,89 m). Berbeda dengan parameter tinggi bebas cabang, tinggi total tanaman tidak dipengaruhi secara signifikan oleh perlakuan pemangkasan. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Viquez & Perez (2005), pemangkasan tanaman jati umur 2,2 tahun yang dilakukan secara intensif (setinggi 4 dan 5 meter dari permukaan tanah), menghasilkan tinggi total yang secara nyata lebih rendah dibandingkan dengan tidak dipangkas.

Tabel 2. Rata-rata pertumbuhan tinggi dan diameter kayu bawang aplikasi pemangkasan cabang

Pemangkasan	Tinggi Bebas Cabang (m)	Tinggi Total (m)	Dameter (cm)	Rasio Diameter
Kontrol	3,95 a	10,63	12,89 a	0,82 a
Pangkas 1	5,11 b	10,74	12,03 b	0,93 b
Pangkas 2	6,89 c	10,95	11,41 c	0,96 b

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada selang kepercayaan 95%

Bertentangan dengan parameter tinggi bebas cabang, perlakuan pemangkasan berpengaruh negatif terhadap pertumbuhan diameter tanaman. Pertumbuhan diameter tanaman semakin menurun pada perlakuan kontrol, pangkas 1 tingkat dan 2 tingkat, berturut-turut sebesar 12,89 cm, 12,03 cm dan 11,41 cm. Hal tersebut sejalan dengan yang dilakukan oleh Schneider *et al*., (1999), intensitas pemangkasan sebesar 40% dan 60% pada tanaman *Pinus elliotii* berdampak menurunkan volume produksi berturut-turut sebesar 12% dan 14%. Begitupula hasil penelitian Neilsen & Pinkard (2003), pemangkasan pada *Pinus radiata* D. Don pada intensitas 60% atau 70% dari tinggi total menurunkan riap diameter. Penurunan laju pertumbuhan tanaman tersebut terkait dengan pengurangan jumlah daun akibat pemangkasan yang akan berpengaruh terhadap penurunan jumlah cahaya yang diterima dan laju transpirasi (Forrester *et al*., 2012, 2013; Alcorn *et al*., 2013). Penurunan kecepatan pertumbuhan tersebut biasanya hanya terjadi pada awal-awal periode setelah pemangkasan, namun setelah beberapa waktu kemudian akan kembali pada laju sebelum dipangkas (Nyland, 2002; Pinkard, 2002; Forrester & Baker, 2012).

Parameter rasio diameter merupakan perbandingan antara diameter batang sesudah percabangan dan sebelum percabangan. Pengambilan parameter ini didasarkan atas karakteristik percabangan tanaman kayu bawang yang berkarang atau meroset. Terdapat kecenderungan pengurangan diameter batang yang cukup terlihat jelas setelah terbentuknya percabangan. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada beberapa individu ditemukan pengurangan diameter batang setelah percabangan mencapai 40%, bahkan diameter batang utamanya menjadi tidak berbeda dengan diameter cabang yang terbentuk. Hal tersebut ke depannya akan berpengaruh terhadap panjang sortimen dan kualitas batang yang dihasilkan. Hasil pengujian menunjukkan bahwa perlakuan pemangkasan cabang mampu mengembalikan pertumbuhan diameter batang setelah percabangan. Perbaikan ukuran diameter batang setelah percabangan akibat perlakuan pemangkasan lebih dari 14 %, bahkan mendekati silindris (Gambar 1).

Gambar 1. Kondisi batang kayu bawang (rasio diameter) sebelum dan sesudah perlakuan pemangkasan cabang

Pada sistem agoforestri pemangkasan merupakan bagian yang sangat penting. Pemangkasan selain berfungsi untuk meningkatkan pertumbuhan dan kualitas kayu yang dihasilkan juga merupakan bagian dari manajemen kesuburan tanah. Karena biomasa yang dihasilkan dari pemangkasan sebagai masukan bagi tanah untuk mengembalikan atau untuk menambah nutrisi. Keberadaan pohon dalam sistem agoforestri perlu diatur sedemikian sehingga tidak menghambat pertumbuhan tanaman semusim, salah satunya dengan cara pemangkasan. Latt (2011), menyatakan bahwa kemampuan untuk menghasilkan tunas setelah pemotongan atau pemangkasan sangat penting dalam manajemen agoforestri sistem. Pemangkasan yang terlalu sering akan menurunkan konsentrasi karbohidrat sehingga akan menurunkan pertumbuhan secara keseluruhan. Partey (2011) menyatakan bahwa penambahan bagian pohon dalam sistem memberikan kontribusi bagi kelestarian sistem penggunaan lahan di daerah tropis.

Pemangkasan juga ditujukan untuk meningkatkan biomassa di permukaan tanah sehingga dapat berfungsi dalam siklus nutrisi. Produksi biomassa pada jenis-jenis akan lebih tinggi jika dilakukan pemangkasan setiap dua bulan sekali dengan tinggi pangkasan 50 cm, dengan produksi biomassa sekitar 7,2 ton/ha/th yang diperkirakan cukup untuk meningkatkan produktivitas lahan. Percobaan lain membuktikan bahwa pemangkasan yang dilakukan pada tanaman *Leucaena luecocephala* Lam. setelah 3,5 tahun akan meningkatkan masing-masing 20% dan 16% C organik, 34% dan 18% N organik, lebih tinggi potensi C dan N mineralisasi dibanding tanpa pemangkasan (Issac, 2003).

4. Kesimpulan

Perlakuan pemangkasan yang dilakukan pada tanaman kayu bawang umur 2 tahun cenderung menurunkan kecepatan pertumbuhan diameter tanaman, terutama pemangkasan dua tingkat percabangan. Perlakuan pamangkasan mampu meningkatkan tinggi bebas cabang. Pemangkasan cabang sebanyak 2 tingkat mampu meningkatkan tinggi bebas cabang hampir 2 kali lipat dibanding kontrol. Berdasarkan rasio diameter batang, perlakuan pemangkasan cabang mampu memperbaiki kualitas batang dengan mengembalikan pertumbuhan diameter batang setelah percabangan.

Referensi

Alcorn, P.J., D.S.Thomas, D.I.Forrester, R. James, R.G.B. Smith, A. Nicotra, J. Bauhus, (2013). Changes in whole-tree water use following live-crown pruning in young plantation-gown *Eucalyptus pilularis* and *Eucalyptus cloeziana*. *Journal of Forest Research 4*, 106–121.

Forrester, D.I., T.G.Baker (2012) Gowth responses to thinning and pruning in *Eucalyptus globulus, Eucalyptus nitens*, and *Eucalyptus gandis* plantations in southeastern Australia. *Canadian Journal of Forest Research 42*, 75–87.

Forrester, D.I., J.J. Collopy, C.L.Beadle, C.R., Warren, T.G. Baker, (2012). Effect of thinning, pruning and nitrogen fertiliser application on transpiration, photosynthesis and water-use efficiency in a young *Eucalyptus nitens* plantation. *Forest Ecology and Management 266*, 286–300.

Forrester, D.I., J.J.Collopy, C.L. Beadle, T.G. Baker, (2013). Effect of thinning, pruning and nitrogen fertilizer application on light interception and light-use efficiency in a young *Eucalyptus nitens* plantation. *Forest Ecology and Management 288*, 21–30.

Issac, L. Wood, C.W. Shannon. (2003). Pruning management effects on soil carbon and nitrogen in contour-hedgerow cropping with *Leucaena leucocephala* (Lam) De Wit on sloping land in Haiti. *Journal. Nutrient Cycling In Agoecosystems 65*(3), 253-263.

Latt, C.R., P.K.R. Nair, and B.T. Kang. (2011). Interactioans among cutting frecuency, reserve carbohydrates, and post-cutting biomass production in *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucephala*. *Journal Agoforestry System 50* (1), 27-46.

Maurin, V. and A. DesRochers (2013). Physiological and gowth responses to pruning season and intensity of hybrid poplar. *Forest Ecology and Management 304*, 399–406

Neilsen, W.A. dan E. A. Pinkard (2003). Effects of geen pruning on gowth of *Pinus radiata*. *Journal of Forest Research 33* (11).

Nyland, R.D.(2002). Silviculture: conceps and application. McGaw-Hill Series to Forest Resources.

Partey, S.T. (2011). Effect of pruning frecuency and pruning height on the biomass production *Tithonia diversifolia* (Hemsl) A.Gay. *Journal Agoforestry System 83*(2), 181-187.

Pinkard, E.A. 2002. Effects of pattern and severity of pruning on gowth and branch development of pre-canopy closure *Eucalyptus nitens*. *Forest Ecology and Management 157*, 217–230.

Scheneider, P.R., C. A.G. Finger, dan J.M. Hoppe (1999) The effect of pruning intensity on the production of *Pinus elliottii* planted in a poor soil in the state of Rio Gande do Sul. *Ciencia Florestal 9* (1), 35-46.

Siahaan, H. dan T.R. Saefullah, (2007) Teknik silvikultur kayu bawang. Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian Hutan Tanaman, 21 Agustus 2007. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Tanaman. Badan Litbang Kehutanan, Bogor.

Utami, S., A.P. Yuna, T.R. Saepuloh, (2011). Budidaya Jenis Kayu Bawang Aspek Manipulasi Lingkungan. Laporan Hasil Penelitian. Balai Penelitian Kehutanan Palembang. Tidak Dipublikasikan.

Viquez, E. dan D.Perez (2005). Effect of pruning on tree gowth, yield, and wood properties of *Tectona gandis* plantations in Costa Rica. *Silva Fennica 39*(3),381-390.

Pengaruh Variasi Media Tanam terhadap Pertumbuhan Stek Binuang Bini (*Octomeles sumatrana* Miq.)

Rina Bogidarmanti*

Pusat Litbang Hutan
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor 16610

Abstract

Binuang bini is one of potential alternative species for pulp raw material. Seedlings procurement can be done generatively (seeds) or vegetatively (cutting). The success of cutting seedlings procurement influenced by several factors such as: cutting materal, planting media and growth regulator substance. This research aimed to determine the effect of planting media variation to binuang bini cuttings growth. The research design used Randomized Completely Block Design (RCBD). Three kinds of planting media consisted of zeolith, husk charcoal and mixture of coco peat and husk rice with ratio of 2:1. Each experimental unit consisted of 10 cuttings with three replications, with the total obeservation unit was 90 seedlings. Parameters observed namely were rooting percentage, rooting number, rooting length and seedlings dry-weight. Results showed that variation of planting media gave significant effect to rooting number and seedlings dry-weight but not significantly affected rooting percentage and root length. Suitable planting media for binuang bini cutting was mixture of coco peat and husk charcoal (2:1) and zeolith.

Keywords: Binuang bini, Cutting, Planting media

*Korespondensi penulis. Tel.: + 0813-1443-4857
E-mail: rinabogidarmanti@yahoo.com

1. Pendahuluan

Pembangunan Hutan Tanaman Industri dapat dilakukan dengan menggunakan bibit yang berasal dari biji (generatif) atau dengan menggunakan bibit hasil perbanyakan secara vegetattif (setek, sambung, cangkok). Keunggulan penggunaan bibit vegetatif yaitu dapat menghasilkan bibit yang memiliki sifat yang sama dengan induknya, terutama jika induknya memiliki sifat-sifat unggul. Perbanyakan vegetatif dengan metode stek dapat dilakukan dengan menggunakan stek pucuk atau stek batang dari bibit atau pohon induk. Kelebihan penggunaan bahan yang berasal dari bibit yaitu bahan tanaman masih dalam keadaan *juvenile* (memiliki jaringan yang muda) sehingga memiliki kemampuan untuk tumbuh dan berkembang (Hartmann *et al*., 1990).

Binuang bini (*Octomeles sumatrana* Miq.) merupakan salah satu jenis alternatif yang berpotensi sebagai bahan baku pulp. Jenis ini umumnya diperbanyak dengan menggunakan biji. Namun saat ini jumlah tegakan atau pohon induk jenis ini hanya dapat dijumpai di

beberapa lokasi seperti Kalimantan, Sumatera dan Maluku (Martawijaya *et al*., 2005). Disamping itu pula kesulitan dalam pengunduhan buahnya dikarenakan biasanya pohon-pohon induk tersebut memiliki tinggi lebih dari 7 m dan letaknya berpencar. Apabila musim pembuahan maka apabila tidak diunduh segera pada saat buah masak fisiologis, maka buah akan merekah dan biji-bijinya akan terbawa angin. Kondisi ini yang mengakibatkan sulitnya memeperoleh anakan alamnya di sekitar pohon induk. Guna mengatasi masalah pengadaan bibitnya, maka salah teknik perbanyakan yang dapat diaplikasikan penggunaan metode stek pucuk.

Beberapa hal yang perlu diperhatikan dalam perbanyakan bibit dengan metode stek ini antara lain pemilihan media tanam, jenis bahan stek yang digunakan serta penggunaan zat pengatur tumbuh yang dapat menginisiasi sistem perakaran dan tunasnya (Moko, 2004). Jenis media yang diperlukan dalam pengadaan bibit dengan menggunakan metode stek yaitu harus memiliki sifat aerasi yang baik, lembut dan steril. Beberapa hasil penelitian tentang metode stek pada tanaman hutan dapat menggunakan media pasir, tanah, vermiculite, perlite, gambut, serbuk sabut kelapa atau sekam padi (Moko, 2004; Pramono, 2002, Pramono *et al*., 2003).

Penggunaan zat pengatur tumbuh pada bahan stek dimaksudkan untuk membantu menginisiasi sistem perakaran serta tunasnya. Dosis dan jenis zat pengatur tumbuh yang diperlukan setiap tanaman bervariasi. Zat pengatur tumbuh yang umum digunakan untuk menginisiasi pertumbuhan akar pada bahan stek antara lain IBA, IAA, NAA atau Rootone-F. Aplikasi metode perbanyakan bibit dengan cara stek merupakan salah satu teknik perbanyakan alternatif yang dapat membantu pengadaan bibit tanaman hutan yang mengalami kendala dalam perbanyakannnya melalui biji. Tujuan kegiatan penelitian yang dilakukan yaitu untuk mengetahui jenis media tanam yang sesuai untuk merangsang pertumbuhan akar stek binuang bini.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan yang dibutuhkan yaitu bbibit binuang bini umur 1 tahun, zat pengatur tumbuh Rootone-F, media tanam (campuran cocopeat + sekam padi (2:1), zeolith dan arang sekam), fungisida Dithane-45 untuk mencegah terjadinya serangan jamur. Peralatan yang digunakan yaitu pottray untuk wadah pertumbuhan stek, ember plastik gunting stek, kotak propagasi, timbangan analitik, sendok pengaduk, cawan, sprayer, oven, alat pengukur panjang.

2.2. Metode Penelitian

Untuk mengetahui pengaruh media tanam terhadap pembentukan perakaran stek binuang bini, maka digunakan rancangan acak lengkap blok dengan 6 ulangan, dimana setiap unit ulangan terdiri dari 15 unit. Perlakuan yang diberikan yaitu jenis media tanam yaitu :

m 1 = coco peat dan sekam padi (2:1)
m 2 = zeolith
m 3 = arang sekam

2.3 Parameter yang diamati

Parameter yang diamati yaitu jumlah akar, panjang akar, dan berat kering bibit.Persentase perakaran diukur berdasarkan jumlah stek yang berakar. Jumlah akar diukur berdasarkan banyaknya akar yang terbentuk masing-masing stek. Panjang akar diukur dengan menggunakan penggaris pada selurruh akar yang terbentuk pada masing-masing stek. Berat kering bibit diukur dengan cara mengoven bagian-bagian bibit dengan menggunakan oven pada suhu 70^0 C selama 3-4 hari hingga beratnya menjadi stabil. Pengukuran berat dilakukan dengan menggunakan neraca analitik.

Pemeliharaan stek yang telah diberi perlakuan dilakukan di rumah kaca dengan sistem KOFFCO (menggunakan thermacontrol yang terhubung dengan nozel dan air cooler) yang berfungsi untuk pengkabutan dan pendinginan udara. Kondisi rumah kaca yang demikian sangat menunjang pertumbuhan bahan stek. Kondisi suhu ruangan dapat terjaga skitar 29 – 30 ^{0}C dan kelembaban relatif (RH > 95%).

2.4 Penyiapan media tanam

Media tanam yang akan digunakan pertama kali disterilisasi dengan menggunakan autoclave pada suhu 120 ^{0}C. Setelah disterilisasi media tanam dimasukkan ke dalam pottray yang disimpan dalam bak propagasi yang terbuat dari plastik PVC transparan.

2.5 Penyiapan bahan stek

Bahan stek dibuat dari bibit binuang bini yang telah berumur 6 bulan. Bahan dipilih yang memiliki diameter 0,5 cm, kemudian dipotong sekitar 10 – 20 cm. Daun di bagian pucuk dipotong dan disiakan sekitar sepertiga bagian untuk mengurangi penguapan. Untuk menjaga kesegaran stek bahan tersebut direndam dalam ember plastik yang berisi air.

2.6 Penyiapan zat pengatur tumbuh

Rootone-F ditimbang sebanyak 5 g kemudian ditetesi air hingga membentuk pasta dan setiap stek diolesi bagian pangkalnya (sekitar 1 cm) dengan merata.

2.7 Penanaman stek

Sebelum dilakukan penanaman, dibuat lubang tanam dengan menggunakan batang kayu agar stek tidak rusak. Stek yang telah diolesi Rootone-F pada bagian pangkal kemudian ditanam pada media tanam yang telah disediakan dan disimpan dalam bak propagasi.

2.8 Pemeliharaan

Pemeliharaan stek berupa penyiraman dengan menggunakan sprayer setiap 2 hari sekali dan penyemprotan Dithane M-45 untuk mencegah adanya serangan jamur.

2.9 Analisis data

Data dianalisis dengan menggunakan Analisis Varian. Bila terdapat perbedaan antar perlakuan dilanjutkan dengan menggunakan uji lanjut Duncan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Pengamatan parameter pertumbuhan

Berdasarkan hasil analisis sidik ragram pada setiap parameter pertumbuhan menunjukkan bahwa pemberian media tanam berpengaruh nyata terhadap jumlah akar serta berat kering bibit, sedangkan terhadap panjang akar tidak berpengaruh nyata (Tabel 1).

Tabel 1. Rekapitulasi hasil analisis sidik ragram pengaruh media tanam terhadap perakaran stek binuang bini

Parameter	Sumber Keragraman	
	Media Tanam	Blok
Persentase perakaran	Tidak nyata	Tidak nyata
Jumlah akar	Nyata	Tidak nyata
Panjang akar	Tidak nyata	Tidak nyata
Berat kering bibit	Nyata	Tidak nyata

Perbanyakan tanaman secara vegetatif (stek) merupakan metode yang banyak membantu pengadaan bibit tanaman hutan. Dalam metode ini sumber bahan stek biasanya berupa potongan tunas pucuk atau stek bagian batang yang berasal dari bibit atau tanaman dewasa (Moko, 2004). Keberhasilan pembuatan stek sangat dipengaruhi oleh faktor dalam (internal) dan faktor luar (ekstrenal). Yang dimaksud faktor dalam antara lain jenis bahan stek (bagian pucuk atau batang dewasa), jenis tanaman, waktu penambilan bahan stek. Sedangkan faktor luar meliputi faktor lingkungan suhu, kelembaban, sinar matahari serta zat pengatur tumbuh (Hartmann *et al.*, 1990). Penggunaan bahan stek yang berasal dari tunas pucuk bibit lebih besar peluang keberhasilannya dibandingkan bila menggunakan bahan stek dari pohon induk. Hal ini berkaitan dengan ketersediaan hormon auksin endogen pada jaringan yang masih juvenil yang dapat membantu dalam menginisiasi sistem perakaran pada bahan stek (Rochiman & Haryadi, 1973). Disamping itu ketersediaan bahan karbohidrat pada bahan stek juga mempengaruhi kemampuan inisisasi akar primordianya (Supriyanto & Prakasa, 2014).

3.2. Persentase stek berakar

Pengamatan kemampuan stek untuk membentuk perakaran dilakukan pada saat umur stek 10 minggu setelah tanam. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada semua media tanam stek mampu membentuk perakaran (100% stek berakar). Berdasarkan hasil analisis sidik ragram pada parameter persentase perakaran tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh bahan stek mampu menghasilkan sistem perakaran walaupun jumlah dan struktur sistem perakaran yang terbentuk pada masing-masing jenis media.berbeda satu dengan yang lainnya. Dalam kegiatan pembuatan stek binuang bini tersebut seluruh stek mampu menumbuhkan sistem perkaran dan tunasnya. Hal ini diduga pada bahan stek tunas pucuk yang berasal dari bibit yang berumur 1 (satu) tahun tersebut ketersediaan bahan karbohidrat serta nitrogen mencukupi untuk menginisiasi pembentukan akar dan tunasnya. Menurut Hartman *et al.* (1990), cadangan bahan makanan pada stek (C/N rasio) merupakan faktor yang menentukan keberhasilan pembentukan akar dan tunas pada bahan stek tersebut.

Selain faktor ketersediaan cadangan bahan makanan pada bahan stek tersebut faktor lain yang juga berpengaruh terhadap pembentukan perakaran stek adalah kandungan auksin. Mekanisme zat pengatur tumbuh dapat membantu menginisiasi pembentukan akar yaitu dengan cara menurunkan pH di sekitar dinding sel dan menyebabkan terjadinya pengenduran dinding dan menginisisai pembelahan selnya (Ross & Salisburry, 1995).

3.3. Jumlah dan panjang akar

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa media tanam berpengaruh nyata terhadap jumlah akar stek. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang berbeda dilanjutkan dengan uji Duncan (Tabel 2)

Tabel 2. Uji Duncan pengaruh media tanam terhadap jumlah akar stek binuang bini.

Media Tanam	Rata-Rata	Duncan Goup	
Zeolith	29.231	A	
Coco peat+sekam padi	20.167	A	B
Arang sekam	16.600		B

Penggunaan media zeolith dengan campuran cocopeat dan sekam padi (2:1) menghasilkan jumlah akar yang tidak berbeda nyata. Demikian pula antara media coco peat dan sekam padi dengan arang sekam menghasilkan jumlah akar yang tidak berbeda nyata. Perbedaan jumlah akar yang nyata terlihat pada penggunaan media zeolith dan arang sekam. Untuk parameter panjang akar ternyata penggunaan media tanam yang berbeda tidak memberikan pengaruh yang nyata. Hasil rata-rata panjang akar stek pada media zeolith yaitu sebesar 5,7 cm, media campuran cocopeat dan sekam padi = 6,5 cm sedangkan pada media arang sekam memiliki rata-rata panjang akar 5,3 cm. Dalam kegiatan pembuatan stek binuang bini tersebut seluruh stek mampu menumbuhkan sistem perkaran dan tunasnya, Hal ini diduga pada bahan stek tunas pucuk yang berasal dari bibit yang berumur 1 (satu) tahun tersebut ketersediaan bahan karbohidrat serta nitrogen mencukupi untuk menginisiasi pembentukan akar dan tunasnya. Menurut Hartman *et al*. (1990), cadangan bahan makanan pada stek (C/N rasio) merupakan faktor yang menentukan keberhasilan pembentukan akar dan tunas pada bahan stek tersebut.

Sistem perakaran yang terbentuk pada stek binuang bini ternyata bervariasi dalam hal bentuk dan strukturnya. Pada media zeolith yang memiliki butiran yang agak kasar perakaran yang terbentuk sangat lebat namun strukturnya lunak dan halus. Hal ini kemungkinan dikarenakan akar harus menembus celah-celah butiran yang agak padat dan keras, ukuran akar mengecil, lentur dan panjang. Pada penggunaan medium campuran coco peat dan sekam padi serta pada media arang sekam sistem perakaran yang terbentuk hampir serupa yaitu akarnya kokoh, pendek-pendek dan agak keras (Gambar 1). Hal ini disebabkan karena kedua jenis media tersebut memiliki struktur yang lunak, akar dapat tumbuh membesar dan lurus. Kondisi serupa juga dijumpai pada penggunaan media serbuk sabut kelapa dan media pasir yang digunakan juga untuk pertumbuhan stek binuang (Pramono *et al*., 2002).

Selain faktor ketersediaan cadangan bahan makanan pada bahan stek tersebut faktor lain yang juga berpengaruh terhadap pembentukan perakaran stek adalah kandungan auksin. Mekanisme zat pengatur tumbuh dapat membantu menginisiasi pembentukan akar yaitu dengan cara menurunkan pH di sekitar dinding sel dan menyebabkan terjadinya pengenduran dinding dan menginisisai pembelahan selnya (Ross & Salisburry, 1995). Setiap jenis tanaman memiliki kebutuhan dosis dan jenis zat pengatur tumbuh yang dapat membantu menginisiasi sistem perakarannya.

Penambahan zat pengatur tumbuh berupa Rootone-F pada bahan stek binuang bini sebesar 10 ppm ternyata mampu menginisiasi sistem perakaran pada seluruh bahan stek. Hal

ini menggambarkan bahwa kandungan auksin endogen pada bahan stek yang berupa stek pucuk masih mencukupi dan dengan penambahan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang rendah sudah dapat membantu bahan stek menginisiasi sistem perakarannya. Aplikasi penggunaan Rootone-F pada bahan stek tanaman hutan seperti *Duabanga mollucana* Blume.ternyata tidak memeberikan pengaruh yang nyata terhadap kemampuan untuk memnginisiasi sistem perakarannya (Supriyanto & Prakarsa, 2014).

3.4. Berat kering bibit

Hasil analisis sidik ragram menunjukkan bahwa perlakuan media tanam berpengaruh nyata terhadap berat kering bibit. Untuk mengetahui pengaruh perlakuan mana yang menunjukkan perbedaan maka dilakukan uji lanjut Duncan (Tabel 7). Berdasarkan hasil uji lanjut terlihat bahwa kedua jenis media zeolith dan arang sekam tidak meberikan hasil berat kering bibit yang berbeda sedangkan dengan media campuran coco peat dan sekam padi menunjukan adanya perbedaan perbedaan.

Tabel 7. Hasil uji Duncan pengaruh perlakuan media tanam pada berat kering bibit

Media Tanam	Rata-Rata	Duncan Goup	
Arang sekam	1.996	A	
Zeolith	1.696	A	
Coco peat dan sekam padi	0.894		B

Berat kering bibit menggambarkan tingkat kemampuan metabolisme bibit. Kemampuan metabolisme berkaitan dengan kondisi lingkungan yang mendukung terjadinya proses tersebut. Metabolisme bibit yang baik akan menghasilkan perkembangan sel-sel jaringannya lebih tinggi dan cepat (Setiadi, 1989). Semakin tinggi nilai berat kering bibit semakin baik pertumbuhan dan metabolisme bibit tersebut. Hasil di atas menunjukkan bahwa berat kering bibit tertinggi diperoleh pada penggunaan media tanam arang sekam dan zeolith. Berdasarkan hasil analisis sifat kimia dari ketiga media tanam tersebut dapat dilihat bahwa media zeolith memiliki pH yang relatif netral, kandungan karbon (C) dan nitrogen (N), hara makro serta mikro relatif paling rendah dibandingkan kedua media lainnya, namun memiliki nilai KTK yang terbaik. Hal ini mengakibatkan kemampuan pertukaran ion-ion dari unsur-unsur hara tersebut berjalan dengan baik dan mampu menginisiasi pertumbuhan akar stek. Bibit stek yang ditanam pada media zeolith juga memiliki rata-rata jumlah akar yang terbanyak yaitu 29 buah dan pada media campuran coco peat dan sekam padi yaitu sebanyak 20,6 buah, sedangkan pada media arang sekam yaitu sebanyak 16 buah. Dalam Moko (2004) disebutkan bahwa beberapa jenis media yang baik untuk kegiatan penyetekan tanaman yaitu yang mengandung vermiculite, perlite, gambut atau pasir. Selain itu media yang berasal dari sabut kelapa atau sekam padi sangat baik untuk pertumbuhan stek. Demikian juga hasil penelitian pembuatan stek jenis binuang bini oleh Pramono (2003) disebutkan bahwa media terbaik untuk pembuatan stek tersebut adalah pasir murni.

Penambahan zat pengatur tumbuh berupa Rootone-F pada bahan stek binuang bini sebesar 10 ppm ternyata mampu menginisiasi sistem perakaran pada seluruh bahan stek. Hal ini menggambarkan bahwa kandungan auksin endogen pada bahan stek yang berupa stek pucuk masih mencukupi dan dengan penambahan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang rendah sudah dapat membantu bahan stek menginisiasi sistem perakarannya. Aplikasi

penggunaan Rootone-F pada bahan stek tanaman hutan seperti *Duabanga mollucana* Blume.ternyata tidak memeberikan pengaruh yang nyata terhadap kemampuan untuk memnginisiasi sistem perakarannya (Supriyanto & Prakarsa, 2014).

4. Kesimpulan

Media tanam yang dapat menghasilkan persentase berakar, jumlah dan panjang akar serta berat kering bibit yang terbaik pada stek binuang bini yaitu menggunakan media zeolith atau campuran coco peat dan arang sekam (2:1). Jenis binuang bini memiliki kemampuan untuk diperbanyak secara vegetatif dengan menggunakan metode stek pucuk.

Referensi

Hartmann, H.P., D.E. Kester, and F.T. Davies (1990). Plant Propagation. Principles and Practices. Fifth Edition. Prentice Hall International, Inc.United States of America.

Irawan, U.S. dan E. Purwanto (2012). *Teknik Pembibitan Vegetattif*. Seri Manual Perlindungan dan Rehabilitasi Daerah Tangkapan Air (DTA). Operation Wallacea Trust.

Moko, H. (2004). Teknik Perbanyakan Tanaman Hutan Secara Vegetatif. *Informasi Teknis*, 2 (1), 1-20.

Putri, K.P. dan Danu. (2014). Pengaruh umur bahan stek dan zat pengartur tumbuh terhadap keberhasilan stek kemenyan (*Styrax benzoin* Dryan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, *11* (3), 141-147.

Pramono, A.A. (2002). Pengaruh media sapih, waktu seeksi kecambah dan penyapihan terhadap pertumbuhan bibit binuang bini (*Octomeles sumatrana*). *Bul. Tek. Perbenihan (Seed Tech. Bull), 9* (1), 75-83.

Pramono, A.A., D. Romdiana, dan R.Kurniaty, (2003). Pengaruh Rootone-F dan jenis media terhadap perakaran stek benuang (*Octomeles sumatrana*). *Bul. Tek. Perbenihan (Seed Tech. Bull), 10* (3), 25-30.

Salisbury, F.B. dan Ross, C.W. (1992). *Fisiologi Tumbuhan Jilid 3*. Lukman, D. dan Sumaryono. Penerjemah. Bandung, ITB. Terjemahan dari *Plant Physiology* 4th Edition.

Setiadi, Y. (1989). *Pemanfaatan mikroorganisme dalam Kehutanan.* Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. PAU Bioteknologi IPB, Bogor.

Supriyanto dan K.E. Prakarsa, (2014). Pengaruh pemberian zat pengatur tumbuh (Rootone-F) terhadap pertumbuhan stek *Duabanga mollucana* Blume. *Jurnal Silvikultur Tropika*, *5* (2), 97-103.

Supriyanto dan A. Saepuloh, (2014). Pengaruh bahan stek dan hormon IBA (*Indole buttiric acid*) terhadap pertumbuhan stek jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus). Jurnal Silvikultur Tropika*, *5* (2), 104-111.

Uji Coba Pengendalian Serangan *Gall* pada Semai Tanaman Kulilawang (*Cinnamomum cullilawan*: Lauraceae)

Ujang W. Darmawan,[a,*], Illa Anggraeni[a] dan Agus Ismanto[b]

[a]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Indonesia*
[b]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor, Indonesia*

Abstract

Cinnamon (*Cinnamomum cullilawan*: Lauraceae) is widely known as medicinal plants to cure some human diseases such as filariasis, toothache, pain and stomachache. One of problem of its cultivation is gall attack. This research aimed to describe the gall traits and conduct the control effort against the gall by the mean of pesticide spraying to the plant. Experiment design was completely random and data was analyzed with non parametric test (Kruskall Wallis and Cochran's Q). The result showed that the gall is ovoid, surface ridged, irregularly conical, greenish or yellowish colored, cavity consisting of long hairs, rugose surface, arising on the leaf blade. All pesticides used for treatments did not affect tips growth and were not effective to prevent emerging new gall.

Keywords: Bacillus thuringiensis, Cinnamon, Gall, Neem, Pesticide, Wood vinegar

* Korespondensipenulis. Tel.: +6281253892443.
E-mail: ujdarmawan@ymail.com

1. Pendahuluan

Salah satu potensi kehutanan berasal dari hasil hutan bukan kayu yang termasuk bahan obat. Tumbuhan kulilawang (*Cinnamomum cullilawan*: Lauraceae) merupakan salah satu komoditas tanaman hutan penghasil obat. Bagian tanaman ini telah dimanfaatkan secara tradisional sebagai bahan obat di berbagai daerah. Kulit batangnya dapat digunakan untuk mengobati penyakit filariasis (Ranjini *et al.*, 2013), sakit gigi, nyeri otot dan sakit perut (Lense, 2012).

Salah satu upaya untuk mendukung keberhasilan pengembangan tanaman kulilawang adalah melalui penyediaan semai untuk penanaman sehingga mampu mendukung proses produksi bahan obat. Pengadaan semai tanaman ini dapat mengalami beberapa gangguan. Salah satunya adalah gangguan berupa serangan hama *gall*, yaitu gangguan berupa tumbuhnya benjolan-benjolan pada daun dan tunas tanaman. Umumnya *gall* mulai menyerang tanaman khususnya pada bagian tunas dan daun yang baru tumbuh. Serangan *gall* menyebabkan daun dan tunas mengalami malformasi dan gangguan pertumbuhan semai.

Tujuan penelitian ini adalah untuk menggambarkan karakteristik *gall* dan melakukan pengujian respon pertumbuhan tunas dan *gall* pada tanaman menggunakan penyemprotan beberapa jenis pestisida.

2. Bahan dan Metode

a. Bahan dan alat penelitian

Percobaan pengendalian *gall* dilakukan pada semai tanaman kulilawang berumur 6 bulan yang dilakukan pada bulan Agustus dan September 2013. Alat dan bahan yang digunakan adalah, semprotan, air, pestisida nabati (ekstrak mimba), cuka kayu, pestisida kimia berbahan aktif profenofos (500 mg/lt), gunting stek dan pestisida biologis berbahan aktif *Bacillus thuringiensis.*

b. Metode

Rancangan percobaan pengendalian adalah rancangan acak lengkap. Adapun perlakuan yang digunakan adalah penyemprotan batang dan daun tanaman menggunakan pestisida berbahan aktif *Bacillus thuringiensis* (BT) yang diencerkan sampai konsentrasi 1 ml/l, pestisida kimia berbahan aktif profenofos (CU) 1 ml/l atau setara 0,5 g/l, ekstrak mimba (NE) yang diencerkan sampai konsentrasi 1 ml/l, cuka kayu (WV) yang diencerkan sampai konsentrasi 20 mL/L dan kontrol (air). Unit pengamatan adalah semai tanaman dengan 10 replikasi.

Sebelum dilakukan penyemprotan, tunas apikal dan *gall* yang terdapat pada tanaman dipotong (dihilangkan). Penyemprotan dilakukan sekali dalam satu minggu selama empat minggu. Adapun peubah yang diamati adalah pertumbuhan tunas dan *gall* baru. Pengamatan dilakukan secara berkala.

Analisis data dilakukan dengan menggunakan analisis Kruskall Wallis untuk mengetahui perbedaan respon pertumbuhan antara perlakuan dan Cochran's Q untuk mengetahui perbedaan respon pertumbuhan antara waktu.Adapun ciri morfologi *gall* digambarkan secara deskriptif melalui bentuk, warna dan cirri lainnya.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan ciri morfologi *gall* yang dijumpai pada tanaman, *gall* ini disebabkan oleh tungau. *Gall* ini memiliki karakteristik berupa benjolan atau bulat telur tidak teratur, dan permukaannya berkerut dan ujungnya terkadang agak runcing dan menonjol ke permukaan daun. Apabila dibuka, *gall* ini berongga dan berisi rambut-rambut halus (Gambar 2). Karakteristik semacam ini juga disampaikan oleh Mani (1973) *dalam* Rajapakse dan Kumara, (2007) yang menyatakan bahwa morfologi *gall* yang semacam ini disebabkan oleh tungau. *Gall* yang disebabkan oleh serangga tungau berbeda dengan *gall* yang disebabkan oleh kutu. *Gall* yang disebabkan oleh tungau memiliki morfologi berupa oval atau bulat telur tidak teratur, di dalam rongganya terdapat rambut-rambut dan permukaannya berkerut, agak bergerigi, mencuat ke permukaan daun, berwarna kehijauan atau kekuningan.

Pertumbuhan *gall* yang baru sudah dapat teramati pada tunas yang baru muncul berupa bintil-bintil cerah pada permukaan. Pada fase selanjutnya pertumbuhan *gall* akan semakin banyak dan semakin besar seiring dengan pertumbuhan daun dan tunas tanaman (Gambar 1).

Pertumbuhan *gall* yang intensif pada jaringan tanaman baik daun maupun tunas akan mempengaruhi morfologi dan proses fisiologi tanaman. *Gall* menyebabkan pertumbuhan daun sebagai tempat sintesa metabolit tumbuhan akan terganggu. Hal ini disebabkan karena selain permukaan daun yang tidak maksimal dalam menyerap sumber cahaya matahari, proses fisiologis tanaman mungkin juga terhambat karena peran jaringan pada daun seperti stomata akan terganggu.

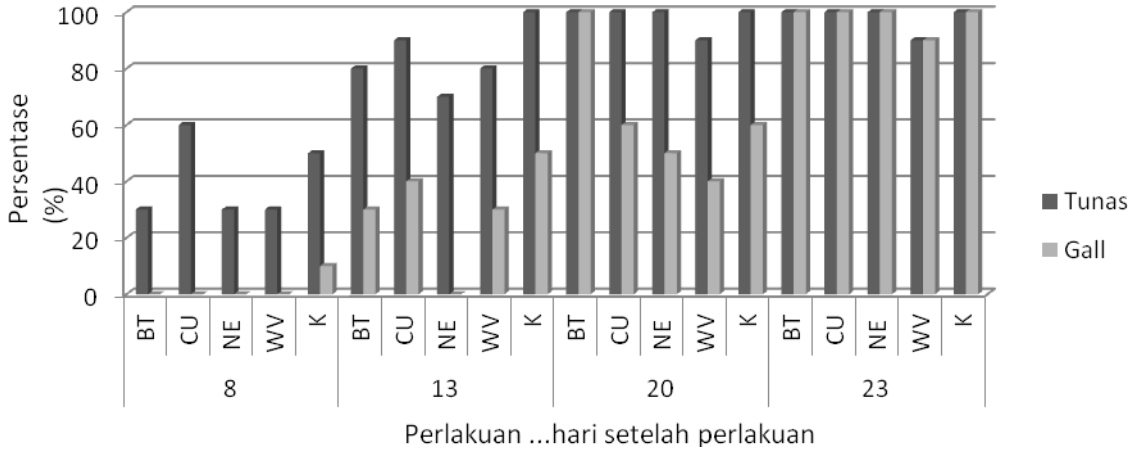
Salah satu spesies tungau penyebab *gall* pada tanaman *Cinnamomum* sp. adalah *Eriophyes doctersi.* Hama ini tidak menyebabkan kematian tanaman tetapi dapat menurunkan vigornya. Nasareen *et al.*, (2014) menyatakan bahwa serangan *gall* dapat menurunkan kandungan klorofil dan karotenoid dalam daun. Hal ini dapat mempengaruhi laju fotosintesis, pertumbuhan tanaman dan biomassa serta nilai kegunaan sebagai bahan obat. Hal serupa juga disampaikan oleh Perera *et al.*,(1985) yang menyatakan bahwa akibat serangan *gall* pada tanaman, kandungan minyak dalam daun tanaman dapat menurun sampai 18-43%.

Pertumbuhan tunas baru sudah dapat teramati pada hari ke tujuh setelah perlakuan (hsp). Berdasarkan hasil analisis, pertumbuhan tunas akibat perlakuan pada setiap pengamatan tidak berbeda secara nyata. Hal yang serupa juga dapat dijumpai pada pertumbuhan *gall* baru pada tunas yang muncul.

Hasil analisis menunjukkan bahwa meskipun terjadi perbedaan pertumbuhan tunas dan *gall* antara perlakuan, angka ini tidak berbeda secara nyata (Tabel 2). Penyemprotan tanaman menggunakan berbagai jenis pestisida kontak tidak efektif. Tindakan penyemprotan dimaksudkan sebagai upaya pencegahan agar serangga dewasa tidak datang dan menyerang tunas yang baru muncul. Penyemprotan yang dilakukan tidak bertepatan dengan fase dewasa hama. Tanaman yang sudah terserang *gall* mengindikasikan bahwa hama telah berada di dalam jaringan tanaman. Pada kondisi yang demikian penggunaan pestisida kontak dan lambung seperti CU dan BT maupun pestisida nabati yang bersifak penolak hama menjadi tidak efektif.

a b c

Gambar 1. a. *Gall* pada daun yang masih muda Calon *gall* pada tunas sukulen c. Penampang melintang *gall*



Gambar 2. Persentase pertumbuhan tunas dan *gall* pada berbagai perlakuan

Kondisi lingkungan khususnya curah hujan dapat mempengaruhi efektifitas kerja pestisida. Curahan hujan yang terjadi beberapa kali selama percobaan dilakukan mungkin menyebabkan terlarutnya pestisida oleh air hujan sehingga efektifitas pestisida dalam mencegah serangan hama *gall* berkurang. Di sisi lain curah hujan yang disertai dengan munculnya tunas baru dapat memicu tumbuhnya *gall* pada tanaman (Perera *et al.*,1985).

Tabel 1. Pertumbuhan tunas dan *gall* berdasarkan waktu

Waktu Pengamatan	BT		CU		NE		WV		K	
	tunas	*gall*	tunas	*gall*	tunas	*gall*	tunas	*gall*	tunas	*gall*
8	3 a	0 a	6 a	0 a	3 a	0 a	3 a	0 a	5 a	0 a
13	8 b	3 a	9 ab	3 ab	7 a	0 a	8 ab	3 ab	10 b	5 ab
20	10 b	10 b	10 b	6 b	10 b	5 b	9 b	4 b	10 b	6 b
23	10 b	10 b	10 b	10 c	10 b	10 c	9 b	9 c	10 b	10 c

Keterangan: Cochran's Q α: 5%. Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata.

Tabel 2. Respon pertumbuhan tunas dan *gall* terhadap perlakuan

Perlakuan	8		13		20		23	
	% tunas	% *gall*	% tunas	% *gall*	% tunas	% *gall*	% tunas	% *gall*
BT	3 a	0 a	8 a	3 a	10 a	10 a	10 a	10 a
CU	6 a	0 a	9 a	3 a	10 a	6 a	10 a	10 a
NE	3 a	0 a	7 a	0 a	10 a	5 a	10 a	10 a
WV	3 a	0 a	8 a	3 a	9 a	4 a	9 a	9 a
K	5 a	0 a	10 a	5 a	10 a	6 a	10 a	10 a

Keterangan: Kruskall Wallis, α: 5%. Huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda secara nyata.

Selain tidak berpengaruh terhadap kejadian munculnya *gall* pada tanaman, perlakuan berupa penyemprotan pestisida yang disertai dengan pembersihan *gall* juga tidak berpengaruh

terhadap munculnya tunas baru (Tabel 2). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan tersebut tidak berakibat negatif (menghambat) atau positif (mempercepat) tumbuhnya tunas (tidak berpengaruh).

4. Kesimpulan

Hama *gall* pada tanaman kulilawang disebabkan oleh serangan hama tungau dan memilikikarakteristik *gall* berupa benjolan atau berbentuk bulat telur tidak teratur, dan permukaannya berkerut dan ujungnya terkadang agak runcing dan menonjol ke permukaan daun. Bagian dalam *gall* berongga dan berisi rambut-rambut halus. Penggunaan pestisida berbahan aktif *Bacillus thuringiensis,* profenofos, ekstrak mimba dan cuka kayu tidak mampu mencegah serangan *gall*. Hal ini mungkin disebabkan oleh curah hujan yang melarutkan pestisida sehingga mempengaruhi dan efektivitas pestisida dan pertumbuhan *gall*.

Referensi

Ranjini, G., E Selvakumari & V. Gopal (2013). Perception of natural antiflirial drug. *International Research Journal of Pharmacy 4*(1), *27-30*.

Lense, O. (2012). The wild plants used as traditional medicines by indigenous people of Manokwari, West Papua. *Biodiversitas 13*(2),*98-106.*

Rajapakse, R.H.S & K.L.W. Kumara (2007). A Review of Identification and Management of Pests and Diseases of Cinnamon (*Cinnamomum zeylanicum* Blume). *Tropical Agicultural Research & Extension 10, 1-10*.

Nasareen, P.N.M., C.P Vibija & N. Ramani (2014). Alterations in the photosynthetic pigments of *Cinnamomum verum* (Presl.) due to infestation bythe *gall* mite, *Aceria doctersi* (Nalepa, 1909) (Acari: Eriophyidae). *Indian Journal of Applied Research. 4(*7), *528-530*.

Perera, H. A. S., R. Sritharan, & K.P.Perera (1985). Some studies of cinnamon *gall*s in Sri Lanka. *Sri Lankan Journal of Agicultural Sciences 22*(1), *23-27*.

Serangan Hama Kepik pada Tanaman Ketapang dan Uji Coba Pengendaliannya

Ujang W. Darmawan,[a,*], Illa Anggraeni[a] dan Agus Ismanto[b]

[a]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Indonesia*
[b]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor, Indonesia*

Abstract

Bug attack caused detrimental effect on apical growth of the plant. This study purposed to identify and describe bug attack on urban vegetation and also carry out effication test of dimethoate containing pesticide and wood vinegar against the bug. Bug attack incidence on host plants was explored in urban area whereas effication test experiment was delivered with completely random design using seven treatments and three replications. The treatments consisted of chemical insecticide diluted with water, chemical insecticide diluted with wood vinegar, wood vinegar diluted with water and pure wood vinegar. Unit of experiment is ten bugs and variable measured is bug mortality and duration. Resulted data was analyzed with analysis of varian (anova). The results were chemical pesticide diluted either with water or wood vinegar were effective controlling bug mortality and contrary, neither diluted nor pure wood vinegar were effective. Chemical pesticide diluted with wood vinegar performed better than diluted with water.

Keywords: Bug, Pesticide, Terminalia, Wood vinegar

* Korespondensipenulis. Tel.: +6281253892443.
E-mail: ujdarmawan@ymail.com

1. Pendahuluan

Hama merupakan bagian dari ekosistem yang bersifat dinamis. Pada kondisi lingkungan berbeda keberadaan hama selalu dapat dijumpai. Kondisi lingkungan yang spesifik akan berasosiasi dengan jenis hama yang spesifik pula. Seperti halnya pada tanaman hutan,, tanaman ornamen yang ditanam di kawasan urban juga dapat diserang hama.

Salah satu jenis hama yang dijumpai pada tanaman ornamen adalah hama kepik penghisap pucuk yang menyerang ketapang kencana (*Terminalia mantaly*) dan beberapa jenis tumbuhan lainnya. Tanaman *T. mantaly* merupakan salah satu jenis tanaman yang populer dan sengaja ditanam dengan tujuan estetika di kawasan perkotaan khususnya di pemukiman atau taman bermain dan area terbuka lainnya. Tanaman ini disukai karena bentuk tajuknya yang ringan dan indah menyerupai pagoda.

Keberadaan hama dikhawatirkan akan dapat mengganggu tanaman khususnya pertumbuhan bagian tajuk. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis hama dan

menggambarkan insiden serangan hama pada tanaman ornamen. Selain itu penelitian ini juga dilakukan dengan tujuan untuk menguji efikasi pengendalian hama menggunakan pestisida kimia berbahan aktif dimetoat dan cuka kayu serta kombinasinya.

2. Bahan dan Metode

a. Bahan dan alat penelitian

Penelitian dilakukan di Kota Bogor pada bulan Februari sampai Juni 2014. Bahan dan alat yang digunakan adalah cuka kayu, insektisida kimia berbahan aktif dimetoat 400 g/l, air, semprotan, kurungan serangga, pinset, pencatat waktu.serta serangga uji *A. phasiana* dewasa. Kepik dewasa dicirikan dengan sayap yang sudah terbentuk secara sempurna, Cuka kayu diperoleh dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor sedangkan spesimen serangga uji dikumpulkan dari tanaman *Mimosa pigra.*

b. Metode

Pengamatan gejala kerusakan tanaman, jumlah individu hama, jenis tanaman inang dan persentase tanaman yang terserang hama dilakukan dengan cara eksplorasi terhadap semua jenis-jenis tanaman yang menjadi inang hama yaitu ketapang kencana (*Terminalia mantaly*), *Duabanga grandiflora, Mimosa pigra, dan kerinyu (Chromolaena odorata).* Persentase tanaman yang terserang dihitung menurut formula berikut:

$$P(\%) = \frac{Jumlah\ yang\ terserang}{Jumlah\ tanaman\ teramati}\ x\ 100\% \qquad (1)$$

Desain penelitian yang digunakan untuk percobaan pengendalian hama adalah rancangan acak lengkap. Perlakuan yang digunakan adalah tujuh perlakuan yaitu insektisida kimia yang diencerkan dengan menggunakan air 0,3 mL/400 mL, 0,6 mL/400 mL dan 1,5 mL/400 mL, insektisida kimia yang diencerkan dengan menggunakan cuka kayu 0,3 mL/400 mL, cuka kayu yang diencerkan dengan air 6 mL100 mL. 15 mL/100 mL dan cuka kayu 100%. Perlakuan diulangi sebanyak 3 ulangan. Adapun unit pengukuran adalah 10 ekor serangga dengan parameter yang diamati adalah kematian (mortalitas) dan waktu kematian.

Tahapan penelitian dilakukan dengan cara memasukkan serangga uji sebanyak 10 ekor ke dalam kurungan serangga. Serangga tersebut kemudian disemprot sesuai perlakuan. Di dalam kurungan dipastikan tidak ada genangan cairan akibat penyemprotan. Di dalam kurungan dimasukkan pucuk atau daun tanaman agar serangga uji tidak mudah stres. Setiap 30 menit diamati terjadinya serangga yang mati. Data dianalisis dengan perangkat lunak SPSS 18 menggunakan *analysis of varian* (anova) dan diuji lanjut dengan uji Tukey pada taraf uji 95%. Uji *anova* dapat digunakan untuk menganalisis beda nyata antara beberapa sampel (Santoso, 2001).

3. Hasil dan Pembahasan

a. Serangan hama pada tanaman

Hama yang menyerang tanaman ornamen diidentifikasi sebagai *Anoplocnemis phasiana* Fabricius (Hemiptera: Coreidae). Morfologi hama ini berupa kepik dengan ukuran dewasa 22-28 mm. Serangga ini memiliki ciri pada tubuh yang dapat membedakan jenis kelaminnya yaitu femur yang menonjol, sedikit melengkung dan berduri pada kepik jantan yang tidak ditemui pada betinan (Schaefer, 2000). Gejala kerusakan tanaman, jumlah individu hama, tanaman inang dan persentase tanaman yang terserang hama disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase serangan hama *A. phasiana* pada berbagai tanaman inang

Tanaman inang	∑ teramati	∑ terserang	% serangan	∑ hama/pucuk	∑ hama/tanaman
				Max	Max
Terminalia mantaly	72	23	31.9	10	12
Chromolaena odorata	5	2	40.0	2	4
Mimosa pigra	19	18	94.7	2	12
Duabanga grandiflora	1	1	100.0	2	1

Serangan hama *A. phasiana* pada *T. mantaly* menyebabkan pucuk tanaman menjadi layu dan kering. Selain bagian tunas tanaman, hama ini juga menyerang bagian yang masih sukulen seperti tunas, bunga dan buah muda pada tanaman *Mimosa pigra*. Bunga atau buah yang diserang hama menyebabkan gagal berkembang dan luruh. Serangan tidak hanya dilakukan oleh kepik dewasa tetapi juga dilakukan oleh nimfa yang baru menetas. Seringkali kepik ini menyerang bagian tanaman secara bergerombol. Pada satu tunas atau pucuk tanaman *T. mantaly* dapat dijumpai 10 individu hama sekaligus.

Bagian tanaman yang telah diserap cairannya menjadi layu kemudian kering. Hal ini disebabkan karena kepik merupakan jenis hama yang menyerang dengan cara menghisap cairan tanaman (*sap feeder*) menggunakan stilet. Stilet adalah alat bantu mulut berupa saluran eksternal memanjang menyerupai jarum yang digunakan untuk menusuk jaringan tanaman khususnya yang masih lunak dan menghisap cairan tanaman. Kondisi ini biasanya menyebabkan mal formasi (perubahan bentuk batang atau daun) seperti bengkok atau membengkak dan diikuti dengan pertumbuhan tunas-tunas baru pada bagian bawah pucuk tanaman yang telah kering sehingga memunculkan banyak percabangan.

Selain menyerang tanaman ornamen *T. mantaly, A. phasiana* juga menyerang tanaman *Duabanga grandiflora, Mimosa pigra, mikania* (*Mikania micrantha*) dan kerinyu (*Chromolaena odorata*). Tiga tumbuhan ini merupakan tumbuhan pengganggu dan tergolong tumbuhan asing yang bersifat invasif di Indonesia (Setyawati, 2013). Tumbuhan *M. micranta* dan *C. odorata* dapat mengganggu pertumbuhan dan hasil tanaman kehutanan seperti jati (*Tectona gandis*), eukaliptus (*Eucayptus* sp.), karet (*Hevea brasiliensis*), akasia (*Acacia* sp.) dan sengon (*Falcataria moluccana*) (Sankaran, 2014). Serangan *A. phasiana* pada tumbuhan tersebut menunjukkan bahwa hama ini dapat berfungsi sebagai agen pengendali biologis *(biological control agent)* terhadap gulma. Beberapa jenis tanaman yang menjadi inang hama

ini diantaranya adalah *Cassia occidentalis, Aegle marmelos, Hevea brasiliensis, Erythrina subumbrans, Luffa acutangula* (Schaefer, *2000)* dan *Acacia mearnsii* (Haojie *et al.,* 1998).

Teknik pengendalian hama ini masih sangat sedikit referensinya. Pengendalian hama *A. phasiana* dapat dilakukan dengan cara dikumpulkan secara manual atau menggunakan minyak (Geen, 1905, Hoffmann, 1933, Miller 1941) *dalam* Schaefer (2000). Selain itu, parasitoid telur *Protelenomus* sp. Hymenoptera: Scelionidae merupakan salah satu musuh alami yang dapat menekan perkembangan *A. phasiana* (Kohno, 2002).

b. Pengaruh perlakuan terhadap mortalitas

Gambar 1. menunjukkan bahwa pestisida berbahan aktif dimetoat efektif mengendalikan hama ini. Setiap perlakuan insektisida kimia pada setiap konsentrasi yang diuji dapat menyebabkan mortalitas terhadap serangga. Namun demikian respon ini bervariasi menurut waktu. Semakin tinggi konsentrasi senyawa dimetoat, maka respon mortalitas yang ditimbulkan juga semakin cepat.

Tabel 2. Respon mortalitas terhadap perlakuan

Perlakuan (*Treatment*)	Mortalitas pada menit ke …											
	120		180		210		270		360		390	
Dimetoat (0,3 ml) + Air/*water* (400 ml)	0	b	0	c	0	c	33.3	b	60	b	83.3	a
Dimetoat (0,3 ml) + Cuka kayu (400 ml)	0	b	23.3	bc	46.6	b	83.3	a	100	a	100	a
Dimetoat (1,5 ml) + Cuka kayu (400 ml)	63.3	a	90	a	100	a	100	a	100	a	100	a
Dimetoat (0,6 ml) + Cuka kayu (400 ml)	0	b	46.6	b	53.3	b	100	a	100	a	100	a
Cuka kayu (6 ml) + Air (100 ml)	0	b	0	c	0	c	0	c	0	c	0	c
Cuka kayu (15 ml) + Air (100 ml)	0	b	0	c	0	c	0	c	0	c	0	c
Cuka kayu	0	b	0	c	0	c	0	c	0	c	0	c
F	14.7		13.7		41.7		98.9		73.5		247	
signifikansi asimtot (*Asymtotic significance*)	0.0		0.0		0.0		0.0		0.0		0.0	

Keterangan: Huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda secara nyata

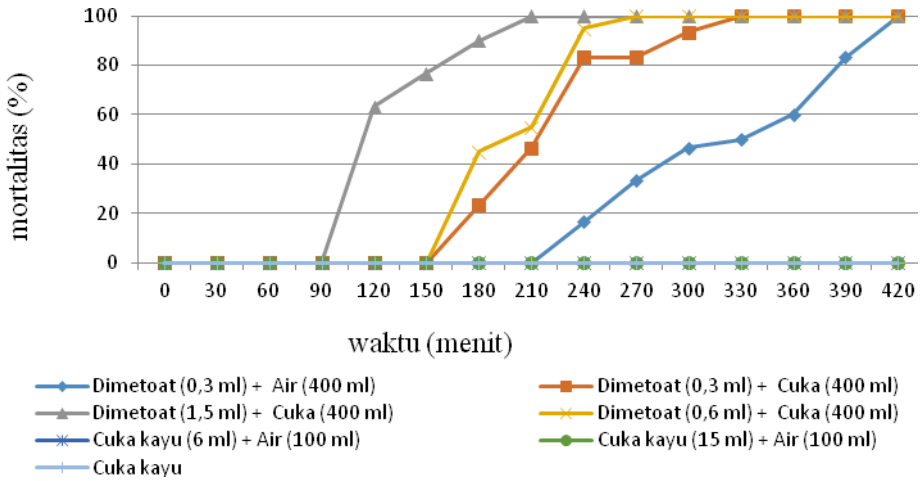
Hasil uji sidik ragam pada Tabel 1 menunjukkan bahwa aplikasi cuka kayu tidak efektif terhadap serangga uji. Hal ini terlihat bahwa cuka kayu yang diaplikasikan dengan cara diencerkan menggunakan air pada berbagai konsentrasi maupun diaplikasikan secara murni (tanpa campuran) tidak dapat menyebabkan kematian serangga uji. Kondisi ini dapat teramati sampai akhir pengamatan yang menunjukkan tidak ada serangga uji yang mati. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh Wititsiri (2011) dan Yatagai *et al.,* (2002).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Wititsiri (2011), cuka kayu bersifat letal terhadap rayap *Odontotermes* sp. Tingkat mortalitas akibat aplikasi cuka kayu yang telah diencerkan dengan air dengan perbandingan 1:50 mampu menimbulkan mortalitas sampai 81%. Efektivitas cuka kayu terhadap hama rayap juga disampaikan oleh Yatagai *et al.,* (2002) dan Oramahi dan Yoshimura (2013).

Menurut Oramahi dan Yoshimura (2013), konsentrasi cuka kayu 10% dapat menimbulkan efek letal terhadap rayap *Coptotermes formosanus.* Selain bersifat letal, cuka kayu juga dapat berfungsi sebagai penolak rayap. Dengan konsentrasi cuka kayu di bawah 10% dapat menolak rayap *Reticulitermes speratus* dan *C. formosanus.*

Kandungan senyawa dalam cuka kayu menurut Nurhayati *et al.,* (2005) antara lain asam asetat, methanol, fenol, o-creosol, sikloheksana dan furfural. Sedangkan menurutYatagai *et*

al., (2002), asam asetat dan gugus hidroksil fenol merupakan senyawa yang bersifat aktif. Namun demikian, dalam penelitian ini cuka kayu tidak cukup efektif terhadap serangga *A. phasiana* dewasa. Selama penelitian, serangga uji tidak menunjukkan gejala keracunan akibat aplikasi cuka kayu.



Gambar 1. Respon mortalitas kepik terhadap perlakuan

Setiap jenis serangga memiliki tingkat kerentanan yang berbeda-beda satu sama lain terhadap senyawa kimia. Lemahnya cuka kayu dalam mengendalikan serangga juga disampaikan oleh Kim *et al.*, (2008) terhadap serangga belalang. Karakteristik spesies dan ciri-ciri biologis serangga sangat mempengaruhi tingkat adaptasi dan pertahanan diri terhadap ancaman luar. Ciri anatomi seperti kulit luar yang keras (eksoskeleton) pada *A. phasiana* tidak mudah terdegradasi oleh senyawa pada cuka kayu. Kondisi ini berbeda dengan karakteristik anatomi rayap yang lebih lunak dan rentan terhadap paparan bahan kimia. Selain itu, cuka kayu tidak terlalu toksik karena cuka kayu bersifat nabati dan umumnya senyawa nabati bekerja sangat lambat dengan efek yang bersifat mempengaruhi perilaku seperti penolakan (*repellency*) pada *Culex pipiens pallens* dan *Aedes togoi* (Kiarie-Makara *et al.*, 2010), dan penolak bertelur pada kumbang *Collosobruchus maculates* Frabricius (Chalermsan dan Peerapan, 2009). Lemahnya efektivitas cuka kayu juga dapat disebabkan karena kualitas cuka kayu yang digunakan. Kualitas produk cuka kayu dipengaruhi oleh beberapa hal seperti bahan baku dan prosesnya.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa dimetoat yang diencerkan dengan menggunakan cuka kayu lebih efektif dibandingkan dengan dimetoat yang diencerkan dengan menggunakan pelarut air. Hal ini terlihat pada pengamatan menit ke 210, aplikasi 0,3 ml dimetoat dengan 400 ml cuka kayu mampu menimbulkan mortalitas sampai 46.6%. Angka ini berbeda nyata dengan mortalitas yang ditimbulkan oleh perlakuan konsentrasi yang sama dengan pelarut air. Hal ini disebabkan karena senyawa dalam cuka kayu dapat bekerja secara sinergi dengan senyawa dimetoat yang dapat meningkatkan aktivitas senyawa sehingga bersifat lebih beracun. Efek sinergi semacam ini juga pernah disampaikan oleh Kim *et al.*, (2008).

Dimetoat merupakan salah satu jenis pestisida yang tergolong dalam insektisida organofosfat. Makanisme kerja pestisida ini adalah melalui penghambatan

acetylcholinesterase (AChE). Penghambatan AChE menyebabkan kelumpuhan saraf otot yang selanjutnya menyebabkan kematian (Pereira *et al.*, 2013). Penelitian ini juga sejalan dengan yang disampaikan oleh Kumar dan Singh (2013). Dalam penelitian tersebut dimetoat bersifat aktif terhadap *Elasmomia ganulipes* Ww. (Hemiptera: Coreidae) yang merupakan kerabat dekat *A. phasiana* Selain itu, jenis dimetoat juga dapat mengendalikan kepik *Leptoglossus occidentalis* (Hemiptera: Coreidae) (FGC, 2014).

4. Kesimpulan

Hama yang menyerang tanaman tersebut diidentifikasi sebagai *Anoplocnemis phasiana* yang merupakan hama berupa kepik berukuran 22-28 mm, bertungkai membesar dan berduri pada jantan. Hama ini menghisap pucuk (*sapfeeder*) dan bersifat polifagus. Pestisida berbahan aktif dimetoat yang dilarutkan dengan menggunakan pelarut air maupun cuka kayu efektif mengendalikan hama. Adapun cuka kayu yang diencerkan dengan menggunakan air maupun tanpa campuran tidak efektif mengendalikan serangga uji. Adapun bahan aktif dimetoat yang diencerkan dengan menggunakan cuka kayu lebih efektif dibandingkan dengan yang diencerkan dengan air. Campuran dimetoat dan cuka kayu bekerja lebih efektif dengan berdasarkan tingkat mortalitas serangga uji yang lebih cepat jika dibandingkan dengan dimetoat yang diencerkan dengan air.

Referensi

Chalermsan, Y., & S. Peerapan (2009). Wood vinegar: by-product from rural charcoal kiln and its role in plant protection. *Asian Journal of Food and Ago-Industry. Special Issue,189-195.*

FGC (Forest Genetic Council) of British Columbia. (2014). Cone and Seed Insect Pest; Leaflet No. 4. Western conifer seed bug (*Leptoglossus occidentalis*) British Columbia Ministry of Forests and Range, Tree Improvement Branch, Saanichton, British Columbia. http://www.fgcouncil.bc.ca/PM-Factsheet04-Leptoglossus-occidentalis.pdf

Turnbull, J.W., H.R. Crompton, & K. Pinyopusarerk, (eds). (1998). Proceeding of an international workshop held in Hanoi, Vietnam. 27-30 October 1997.ACIAR Proceeding series No 82. Canberra.

Kiarie-Makara, M.W., H.S. Yoon, & D.K. Lee, (2010). Repellent efficacy of wood vinegar against *Culex pipiens pallens* and *Aedes togoi* (Diptera: Culicidae) under laboratory and semi-field conditions. *Entomological Research ,97-103.*

Kim, D.H., H.E. Seo, S.C. Lee, & K.Y. Lee (2008). Effects of wood vinegar mixted with insecticides on the mortalities of *Nilaparvata lugens* and *Laodelphax striatellus* (Homoptera: Delphacidae). *Animal Cells and Systems. 12(1),47-52.*

Kohno, K. (2002). Phoresy by an egg parasitoid, *Protelenomus* sp. **(**Hymenoptera: Scelionidae**)** on the coreid bug *Anoplocnemis phasiana***(**Heteroptera: Coreidae). *Entomological Science 5(3),281-285.*

Kumar, M. & O.L. Singh, (2013). Efficacy of certain insecticides on the population of chilli bug, *Elasmomia ganulipes* Ww. (Hemiptera-Coreidae) in Manipur. *Journal of Entomology and Zoology Studies 1(4),105-108.*

Kumashiro, B.R., R.A. Heu, G.M. Nishida, & J.W. Beardsley, (2001). New state records of immigant insects in the hawaiian islands for the year 1999. *Proceeding of Hawaiian Entomology Society 35,170-184.*

Matthews, S. & K. Brand (2004). Africa Invaded: the gowing danger of invaded alien species. The global Invasive Species Programme (GISP) Secretariat. Cape Town. http://www.cabi.org/isc/abstract/20043105218

Schaefer, C.W. & A.R. Panizzi, (eds). (2000). Heteroptera of Economic Importance. CRC Press, Florida.

Nurhayati, T., H.Roliadi, & N.Bermawie, (2005). Production of mangium (*Acacia mangium)* wood vinegar and its utilization. *Journal of Forestry Research* 2(1),13-25.

Oramahi, H.A. & T.Yoshimura, (2013). Antifungal and antitermitic activities of wood vinegar from *Vitex pubescens* Vahl. *Journal of Wood Science 59*(4),*344-350.*

Pereira, C.M.S., S.C Novais, A.M.V.M. Soares, & Amorim, M.J.B. (2013). Dimethoate affects cholinesterases in *Folsomia candida* and their locomotion - false negative results of an avoidance behaviour test. *Science of the Total Environment 443, 821-827.*

Santoso, S. (2001). SPSS; Mengolah data statistik secara professional, versi 7.5. PT Elex Media Komputindo, Kelompok Gramedia. Jakarta.

Setyawati, T. (2013). The list of twenty selected invasive plant species in Indonesia: Removing Barriers to Invasive Species Management In Production and Protection Forest of South East Asia. GEF/UNEP project report. http://www.gefforestinvasivessea.org/docs/20IASIndonesia.pdf

Wititsiri, S. (2011). Production of wood vinegars from coconut shells and additional materials for control of termite workers, *Odontotermes* sp. and striped mealy bugs, *Ferrisia virgata. Songklanakarin Journal of Science and Technology. 33*(3),*349-354.*

Yatagai, M., M.Nishimoto., K Hori, T. Ohira, & A.Shibata, (2002). Termiticidal activity of wood vinegar, its components and their homologues.*Journal of Wood Science 48*(4),*338-342.*

Potensi Inokulum Fungi Mikoriza arbuskula dari Rizosfer Tumbuhan Pionir di Areal Bekas Penambangan Emas Rakyat

Hanna Artuti Ekamawanti* dan Dwi Astiani

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura

Abstract

Disturbances in the upper layer of the ground during mining operations could decrease the ability of arbuscular mycorrhizal (AM) symbiosis. It could even eliminate propagules of AM fungi. Having abandoned mining area, the succession was marked by the emergence of pioneer plant species which also hosts the AM fungi. The existence of AM fungi in the rhizosphere of several pioneer plants has the potential to be used as important source of inoculum for the reclamation of ex-gold mining area. Therefore, the study conducted testing of the potential of AM fungi inoculum isolated from the rhizosphere of pioneer plants, such as ubah ube (*Eugenia spicata*), rumput ijuk (*Eleocharis atropurpurea*) and jagu. The experiment was carried out using most probable number (MPN) method up to 4^{-7} dilutions in the form of infective propagules number, with *Pueraria javanica* as host plants. The analysis of variance of one-way classification was conducted to determine the difference of infective propagules between the rhizosphere of pioneer plants. The average of infective propagules of AM inoculum per 50 g of soil from the rhizosphere of *E. spicata* (146 propagules), *E. atropurpurea* (97 propagules) and jagu (63 propagules) were high, and no difference among the rhizosphere. AM inoculum could be potentially developed as biological technology products to support the reclamation of mined areas.

Key words: *Eugenia spicata*, *Eleocharis atropurpurea*, Jagu, Infective propagule, Reclamation

* Korespondensi penulis. Tel.: +6281256274958.
E-mail: hanna.artuti@gmail.com

1. Pendahuluan

Fungi mikoriza arbuskula (FMA) merupakan fungi rizosfer yang mempunyai peranan ekologis penting dalam suatu ekosistem (Smith & Read, 2008). FMA membentuk simbiosis mutualisme dengan hampir 95% spesies tumbuhan di dunia (Sieverding, 1991). Berbagai tipe spora FMA juga ditemukan pada tumbuhan pionir yang mendominasi areal bekas penambangan emas rakyat di kecamatan Mandor, Kalimantan Barat (Astiani *et al*., 2000). Hal ini menunjukkan bahwa FMA juga terlibat dalam proses suksesi areal yang rusak akibat penambangan.

Berbagai gangguan pada tanah dapat mempengaruhi keberadaan FMA dan tingkat kolonisasinya. Sebagai contoh, pembukaan lapisan tanah dapat mempengaruhi kelimpahan dan distribusi FMA, dan perubahan kimia tanah (pH dan unsur hara) akan mempengaruhi proporsi kolonisasi FMA (Abbott & Robson, 1991). Pengolahan atau pembukaan lapisan tanah yang mengganggu pertumbuhan akar akan mempengaruhi perluasan kolonisasi akar oleh fungi mikoriza (Jasper *et al*., 1989; Borie *et al*., 2006), pemadatan tanah dan penurunan pertumbuhan akar menurunkan formasi mikoriza (Mulligan *et al*., 1985).

Keberadaan FMA di rizosfer beberapa tumbuhan pionir dapat digunakan sebagai sumber inokulum bagi kegiatan rehabilitasi areal bekas penambangan. Potensi inokulum FMA merupakan salah satu faktor yang sangat penting dipertimbangkan dalam pengelolaan dan pemanfaatannya (Thompson, 1994). Menurut Sieverding (1991), beberapa metode yang dapat digunakan untuk kuantifikasi propagul FMA, antara lain dengan: menghitung jumlah spora, penentuan biomassa miselia FMA dalam tanah, tingkat infeksi akar, metode *most probable number* (MPN), atau metode potensial inokulum mikoriza atau *mycorrhizal inoculum potential* (MIP).

Pada penelitian ini, penentuan potensi inokulum menggunakan metode MPN berdasarkan jumlah propagul infektif. Propagul mikoriza terdiri dari spora, fragmen akar yang mengandung hifa, vesikel, dan arbuskula, serta hifa eksternal FMA (Bellgard, 1992). Metode MPN digunakan untuk kuantifikasi propagul yang infektif secara menyeluruh dan pendugaan populasi mikoriza, jumlah propagul per satuan volume atau berat tanah. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi potensi inokulum FMA yang berasosiasi dengan beberapa tumbuhan pionir ubah ube (*Eugenia spicata*), rumput ijuk (*Eleocharis atropurpurea*), dan jagu yang mendominasi areal bekas penambangan emas yang sudah 6 tahun ditinggalkan.

2. Bahan dan Metode

2.1 Pengambilan sampel tanah.

Contoh tanah diambil dari sekitar rizosfer 3 jenis tumbuhan pionir (*E. spicata*, *E. atropurpurea* dan jagu), masing-masing sebanyak 3 ulangan. Sampel tanah (500 g) diambil dengan sekop pada kedalaman 0 -15 cm dari 3 titik dan dikompositkan.

2.2 Persiapan pengujian potensi inokulum mikoriza.

Sterilisasi permukaan benih *Pueraria javanica* sebagai tanaman inang untuk pengujian dengan NaOCl 5,25% selama 30 menit. Selanjutnya, benih direndam dalam air suling selama 6 jam dan dikecambahkan dalam bak plastik yang telah diisi zeolit sebagai media kecambah. Persiapan substrat A (contoh tanah yang diuji) dilakukan dengan mengeringanginkan dan membersihkannya dari kotoran/serasah. Substrat A digunakan sebagai dasar untuk pengenceran. Persiapan substrat B (zeolit) dilakukan dengan sterilisasi zeolit dalam *autoclave* (suhu 121ºC, 2 atm) selama 15 menit. Pembuatan tingkatan pengenceran contoh tanah uji dilakukan hingga pengenceran 4^{-7} sebanyak 5 ulangan untuk setiap contoh tanah uji. Tingkatan 1 (pengenceran 4^{0}), yaitu dengan menimbang contoh tanah uji sebanyak 350 g dan dibagi menjadi 5 bagian masing-masing 50 g (diulang 5 kali). Contoh tanah ini tidak dilakukan pegencerannya (substrat A). Tingkatan 2 (pengenceran 4^{-1}), yaitu 85 g substrat A +

255 g substrat B, dicampurkan ke dalam kantong plastik, dikocok sehingga menjadi homogen. Setiap kali membuat pengenceran selalu menggunakan kantong plastik yang baru dan bersih. Substrat A+B yang telah homogen ditimbang sebanyak 50 g (diulang 5 kali). Sisanya digunakan untuk membuat tingkat pengenceran 10^{-2}. Tingkatan 3 (pengenceran 4^{-2}), yaitu dengan menambahkan sisa substrat A+B sebanyak 85 + 255 g substrat B. Pengenceran selanjutnya seperti yang dilakukan pada tingkatan 2. Tingkatan 4 (pengenceran 4^{-3}), yaitu dengan menambahkan sisa substrat dari tingkat pengenceran 4^{-2} sebanyak 85 + 255 g substrat B. Pengenceran selanjutnya hingga pengenceran 4^{-7} seperti yang dilakukan pada tingkatan 2.

2.3 Pengujian potensi inokulum mikoriza.

Pengujian dilakukan berdasarkan metode Sieverding (1991), menggunakan 2 (dua) semai tanaman inang *P. javanica* berumur 5 hari per pot yang sudah diisi substrat. Lapis pertama (substrat B) sebanyak 150 g/pot, lapis kedua (substrat A atau substrat yang telah diencerkan) sebanyak 50 g/pot, dan lapis ketiga (substrat B) sebanyak 50 g/pot diisikan ke pot-pot kultur (volume 250 mL). Pot-pot kultur yang sudah ditanami tersebut diletakkan di rumah kasa di bawah naungan *sharlon*. Pemeliharaan dilakukan dengan penyiraman, dan umur 1 minggu setelah tanam diberi larutan Hoagland (tanpa P) hingga umur 4 minggu. Selanjutnya diberi pupuk N-P-K (25-5-20) setiap 2 minggu sekali hingga panen (umur 8 minggu).

2.4 Pengujian infektivitas inokulum.

Setelah dipanen, kolonisasi FMA pada akar diperiksa dengan lebih dulu melakukan pewarnaan akar mengacu pada Koske & Gemma (1982). Contoh akar diperiksa di bawah mikroskop stereo dengan perbesaran 300 x. Infeksi FMA dalam akar tanaman inang berupa hifa internal, vesikel, arbuskula dan/atau spora dalam akar merupakan struktur diagnostik yang selanjutnya digunakan dalam perhitungan nilai MPN. Potensi inokulum mikoriza dengan metode MPN dinyatakan dalam jumlah propagul infektif pada contoh akar tanaman inang.

2.5 Analisis data

Nilai MPN dihitung berdasarkan rumus (Sieverding, 1991), yaitu: $\log \Omega = x \cdot \log a - K$, di mana Ω = jumlah propagul infektif; x = perbandingan jumlah pot yang terinfeksi/jumlah ulangan tiap pengenceran; a = faktor kelipatan pengenceran, dalam hal ini 4; dan K = nilai yang didapat dari Tabel VII Fisher dan Yates (Sieverding, 1991) untuk kelipatan pengenceran 4, berdasarkan nilai x atau y. Nilai y = s – x, di mana y = nilai untuk menentukan nilai K dalam Tabel VII Fisher dan Yates; s = jumlah tingkat pengenceran (di mana tingkat pengenceran 4^0 dihitung sebagai tingkat pertama). Apabila nilai x > 2,5 atau nilai y > 3,5 maka nilai K = 0,552.

2.6 Analisis varian klasifikasi satu arah

Analisis varian dilanjutkan dengan uji beda nyata terkecil (BNT) dilakukan dengan menggunakan *software* Minitab 15.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil uji MPN pada contoh tanah rizosfer menggunakan *P. javanica* sebagai inang menunjukkan potensi inokulum FMA dalam kisaran 63 hingga 146 jumlah propagul infektif termasuk kategori tinggi (Tabel 1). Tingginya propagul infektif pada inokulum tanah yang diuji menunjukkan bahwa kematangan dan viabilitas spora FMA yang berasal dari rizosfer tiga tumbuhan pionir (*E. spicata, E. atropurpurea* dan jagu) pada kondisi yang baik. Jumlah propagul infektif mikoriza berbeda namun perbedaan di antara ketiganya tidak signifikan (Tabel 2). Menurut Smith & Read (2008), komposisi jenis, populasi, dan penyebaran spora merupakan faktor-faktor yang berhubungan dengan produksi dan dormansi spora serta kemampuan infeksinya. Di dalam tanah, populasi FMA terdiri dari spora-spora yang berbeda umur dan tingkatan dormansinya (Tommerup, 1983). Jumlah propagul infektif yang berbeda tidak signifikan antar inokulum yang berasal dari ketiga rizosfer tersebut mengindikasikan adanya kemungkinan komposisi jenis dan populasi spora yang viabel tidak berbeda.

Tabel 1. Jumlah propagul infektif mikoriza dalam setiap 50 g contoh tanah dari rizosfer tumbuhan pionir

Rizosfer	Jumlah propagul infektif			Total	Rerata
	1	2	3		
Eugenia spicata	217,3	94,6	125,0	438,9	146,3
Eleocharis atropurpurea	125,0	10,3	54,5	189,8	63,3
Jagu	94,6	125,0	71,8	291,4	97,1

Potensial inokulum mikoriza merupakan salah satu faktor penting yang harus dipertimbangkan dalam pengelolaan FMA sebagai agens hayati (Thompson, 1994). Inokulum FMA terdiri atas klamidospora (azigospora), yaitu spora yang dibentuk pada ujung-ujung hifa; *runner hyphae*, yaitu hifa yang berdinding tebal dan dapat menyebar dengan cepat melalui tanah atau sepanjang perakaran; dan potongan akar yang berisi vesikel, arbuskula, hifa internal, atau spora internal (Friese & Allen, 1991; Bellgard, 1992; Janos, 1992). Menurut Linderman (1994), kolonisasi FMA dapat meningkatkan potensi sistem akar yang berkontribusi bagi perkembangan struktur tanah agar aerasi dan perkolasi air menjadi lebih baik. Oleh karena itu, potensi FMA yang ada di lokasi bekas penambangan emas Mandor yang tanahnya bertekstur pasir (65%), debu (1%) dan liat (34%), dapat dikembangkan menjadi suatu produk teknologi hayati yang spesifik lokal.

Tabel 2. Analisis varian jumlah propagul infektif mikoriza dari rizosfer tumbuhan pionir

Sumber Keragraman	Derajat Bebas	Jumlah Kuadrat	Kuadrat Tengah	F hitung	F tabel	
					5%	1%
Rizosfer	2	10870,452	5435,226	2,08 ^{tn}	19,33	99,3
Galat	6	15698,771	2616,462	-	-	-
Total	8	26569,223				

Keterangan: tn = tidak nyata

Keberadaan FMA pada rizosfer tumbuhan pionir dapat dimanfaatkan untuk menstimulasi proses suksesi. Introduksinya pada tanaman yang digunakan untuk rehabilitasi lahan bekas penambangan sangat penting mengingat FMA dapat berperan dalam membantu tanaman mendapatkan unsur hara (khususnya P) (Smith & Read, 2008) dan meningkatkan resistensi tanaman saat terpapar logram berat (seperti merkuri) (Ekamawanti *et al*., 2013; 2014). Oleh

karena itu, untuk menunjang keberhasilan inokulasi FMA pada tanaman yang akan digunakan dalam rehabilitasi lahan, sebaiknya menggunakan inokulum yang bersumber dari lahan yang sama karena FMA lokal sudah beradaptasi dengan kondisi setempat.

Faktor tanah juga turut berpengaruh pada perkecambahan spora dan kemampuan menginfeksi. Perbedaan potensial inokulum FMA yang tidak signifikan pada contoh tanah uji diduga karena contoh tanah diambil dari lokasi yang sama, sehingga meskipun contoh tanah uji diambil dari rizosfer tumbuhan pionir yang berbeda tetapi sifat kimia dan fisik tanahnya sama. Hasil analisis contoh tanah rizosfer dari lokasi bekas penambangan menunjukkan bahwa tanahnya bersifat masam (pH 4,7), kandungan bahan organik sangat rendah (C-organik 0,22%) dan kandungan unsur hara makro sangat rendah (N total 0,1%; P-Bray-1 0,51 ppm; K 0,03 me/100 g; Na 0,09 me/100 g; Ca 0,42 me/100 g; Mg 0,02 me/100 g) serta nilai kapasias tukar kation (1,92 me/100 g) dan kejenuhan basa (7,21%) sangat rendah. Kondisi tingkat kesuburan tanah yang marjinal ini menjadi kendala dalam upaya rehabilitasi areal bekas penambangan emas. Hasil analisis contoh tanah juga menunjukkan konsentrasi Hg 0,2 ppb, termasuk sangat rendah dan di bawah ambang batas. Menurut Alloway (1995) kisaran normal konsentrasi merkuri dalam tanah yakni 0,01–0,30 ppm dan konsentrasi kritis pada kisaran 0,3 - 0,5 ppm.

4. Kesimpulan

Potensi inokulum FMA yang terdapat di rizosfer tumbuhan pionir *E. spicata*, *E. atropurpurea* dan jagu termasuk tinggi. Tidak ada perbedaan potensi inokulum FMA yang signifikan antar rizosfer ketiga jenis tumbuhan pionir dari areal bekas penambangan emas yang sudah 6 tahun ditinggalkan. Keberadaan FMA di rizosfer ketiga tumbuhan pionir tersebut dapat dijadikan sebagai sumber inokulum FMA yang potensial yang dapat dikembangkan menjadi produk teknologi hayati yang spesifik lokal untuk menunjang reklamasi areal bekas penambangan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih atas dukungan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Departemen Pendidikan Nasional yang telah memberikan dana Penelitian Dosen Muda.

Referensi

Abbott, L.K. & A.D. Robson (1991). Factors influencing the occurrence of vesicular-arbuscular mycorrhizas. *Agiculture, Ecosystems & Environment, 35*, 121-150.

Alloway, B.J. & D.C. Ayres (1995). Chemical Principle of Environmental Pollution, 2nd Edition. Blackie Academic and Professional. Chapman & Hall, London.

Astiani, D., H.A. Ekamawanti, E. Susanti (2000). Studi Keanekaragraman Cendawan Mikoriza Arbuskula (CMA) pada Tumbuhan Pionir di Areal Bekas Pertambangan Emas Kawasan Hutan Alam Mandor Kabupaten Landak. Laporan Penelitian Fakultas Kehutanan, Pontianak.

Belllgard, S.E. (1992). The propagules of vesicular-arbuscular mycorrhizal (VAM) fungi capable of initiating VAM infection after topsoil disturbance. *Mycorrhiza, 1*, 147-152.

Borie, F., R., Rubio, J.L. Rouanet, A. Morales, G. Borie, & C. Rojas, (2006). Effects of tillage systems on soil characteristics, glomalin and mycorrhizal propagules in a Chilean Ultisol. *Soil & Tillage Research, 88*, 253-261.

Ekamawanti, H.A., Y. Setiadi, D. Sopandie & D.A. Santosa, (2013). Mercury stress resistances in *Nauclea orientalis* seedlings inoculated with arbuscular mycorrhizal fungi. *Agiculture, Forestry and Fisheries*, *3*(2), 113-120.

Ekamawanti, H.A., Y. Setiadi, D. Sopandie, & D.A. Santosa (2014). The role of arbuscular mycorrhizal fungus (*Gigaspora margarita*) on mercury and nutrients accumulation by *Enterolobium cyclocarpum* seedlings. *Microbiology Indonesia 7*(4).

Friese, C.F. & M.F. Allen (1991). The spread of VA mycorrhizal fungal hyphae in the soil: Inoculum types and external hyphae architexture. *Mycologia, 83*(4), 409-418.

Janos, D.P. (1992). Heterogenity and scale in tropical vesicular-arbuscular mycorrhiza formation, hlm. 276-282. Di dalam Read, D.J., Lewis D.H., Fitter, A.H., & Alexander, I.J. (Penyunting). *Mycorrhiza in Ecosystem*. CAB, Wallingford, UK.

Jasper, D.A., L.K. Abbot & A.D. Robson (1989). Hyphae of a vesicular-arbuscular mycorrhizal fungus maintain infectivity in dry soil, except when the soil is disturbed. *New Phytologist, 112*, 101-107. Diunduh dari: http://dx.doi.org/10.1111/j.1469-8137.1989.tb00314.x

Koske, R.E. & J.N. Gemma (1982). A modified procedure for staining roots to detect VA mycorrhizas. *Mycol. Res. 92*(4), 486-505.

Linderman, R.G. (1994). Role of VAM fungi in biocontrol, hlm. 1-25. Di dalam Pfleger, F.L. & Linderman, R.G. (Penyunting). *Mycorrhizae and Plant Health*. APS Press, Minnesota.

Mulligan, M.F., A.J.M. Smucker, & G.F.Safir (1985). Tillage modifications of dry edible bean root colonization by VAM fungi. *Agonomy Journal*, *77*, 140-142.

Sieverding, E. (1991). *Vesicular-Arbuscular Mycorrhiza Management in Tropical Agosystems.* Deutsche Gesellschaft fur Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH, Eachborn.

Smith, S.E. & D.J. Read (2008). *Mycorrhizal Symbiosis. Third Edition.* Elsevier, New York.

Thompson, J.P. (1994). What is the potential for management of mycorrhizas in agiculture, hlm. 191-200. Di dalam Robson, A.D., Abbott, L.K. & Malajczuk, N. (Penyunting). *Management of Mycorrhizas in Agiculture, Horticulture and Forestry.* Kluwer Academic Publishers, Netherlands.

Tommerup, I.C. (1983). Spore dormancy in vesicular-arbuscular fungi. *Trans. Br. Mycol. Soc. 81*(1), 37-45.

Respon Pertumbuhan Semai berdasarkan Perbedaan Lamanya Waktu Perendaman Benih Faloak (*Sterculia comosa* Wallich)

Fabianus Ranta*, Fransiskus X. Dako dan Laurentius DW. Wardhana

Program Studi Manajemen Sumberdaya Hutan Politeknik Pertanian Negeri Kupang (Politani Kupang)
Jln. Adisucipto Penfui - Kupang - NTT Telp (0380) 881601 Fax. (0380) 881601 Kupang 85000

Abstract

Faloak (*Sterculia comosa* Wallich) is one of endemic species of trees of the island of Timor East Nusa Tenggara Province (ENT). Utilization of this species has led to decline in the number of its population, which can further lead to extinction. This threat can be overcomed by analyzing the silvycultural characteristics of the species which have potential to be developed on critical lands. Faloak has the abilities to grow well in natural condition of ENT which has been categorized as a dry area with shallow and rocky soils. This research aimed to analyze the growth responses of seedlings of faloak based on the difference of duration of seed soaking. This research has been conducted in the Seedbed Areas of the Study Program of Forest Resources Management Kupang State Agricultural Polytechnic. The research design was the completely randomized design using one factor (duration of seed soaking) which comprises of five stages including P0 (control, 3 x 12 hours); P1 (4 x 12 hours); P2 (5 x 12 hours), P3 (6 x 12 hours), dan P4 (7 x 12 hours). The results showed that influence of soaking with high results of germination was 4 x 12 hours which can reach 71 % of germination. Thus, soaking duration treatment for 4 x 12 hours in the direct germination test method using sand and soils as the substrates is the best recommended method of germination.

Keywords: benih, faloak, respon, semai *Sterculia comosa* Wallich

* Korespondensi penulis. Tel: 085337883435
E-mail: fabianus.ranta@gmail.com

1. Pendahuluan

Faloak (*Sterculia comosa* Wallich) merupakan salah satu tumbuhan spesifik lahan kering. Keistimewaan tumbuhan ini adalah kemampuannya untuk tumbuh dan berkembang dengan baik pada lahan kritis, tanah bersolum dangkal dan berbatu (Tantra, 1976) dengan tipe iklim D atau E menurut Smith dan Ferguson dengan jumlah bulan basah (BB) 3 – 4 bulan dan bulan kering (BK) 8 – 9 bulan (BPS NTT, 2014). Keistimewaan yang dimiliki

tumbuhan ini merupakan salah satu potensi untuk dikembangkan sebagai tanaman konservasi lahan kritis sangat sesuai sebagai tanaman konservasi lahan kritis seperti NTT. Keunggulan yang dimiliki tumbuhan ini sampai saat ini belum menjadi perhatian semua pihak karena sudut pandang para pihak masih terbatas pada tumbuhan yang memiliki nilai ekonomi pemanfaatan kayu (sebagai bahan baku konstruksi atau permebelan). Sehingga keunggulan ekologis tersebut di atas seolah-olah terabaikan.

Pemanfaatan pohon faloak dalam bidang pengobatan, secara turun temurun telah dimanfaatkan masyarakat Nusa Tenggara Timur khususnya di Kota Kupang dan sekitarnya untuk menyembuhkan berbagai penyakit antara lain kulit pohon faloak dapat menyembuhkan penyakit tifus, maag, dan lever. Faloak juga digunakan sebagai peluruh haid, peluruh sisa-sisa kotoran setelah melahirkan, dan pemulihan setelah melahirkan. Pemanfaatan kulit pohon Faloak ini sebagai obat di NTT masih bersifat pemanfaatan secara tradisional yang didasarkan pengetahuan dan pengalaman secara turun-temurun. Berdasarkan pengalaman masyarakat, faloak dapat menyembuhkan berbagai penyakit., antara lain kulit pohon faloak dapat menyembuhkan penyakit tifus, maag, dan lever, dapat meningkatkan stamina (mengurangi rasa letih atau lelah bagi pekerja berat). Keadaan ini memberikan peluang untuk mengkaji jenis tumbuhan obat di berbagai daerah yang secara turun-temurun telah dimanfaatkan masyarakat sebagai obat dan belum dikaji secara ilmiah. Disamping itu, industri farmasi dunia yang memanfaatkan senyawa alam dan obat-obatan sebagai bahan baku industri farmasi saat ini yang memanfaatkan senyawa alam baru mencapai 6% (Frederique, 2009). Di Indonesia pun, industri obat tradisional baru memanfaatkan kurang lebih 300 spesies dari 9.600 spesies tumbuhan berkhasiat sebagai obat (Menkes RI, 2007). Kecenderungan peningkatan pemanfaatan obat dari bahan alam memberikan dampak positif bagi pertumbuhan industri terutama industri obat tradisional Indonesia saat ini yang telah mencapai 1.036 perusahaan (Menkes RI, 2007).

Tingginya kebutuhan kulit pohon faloak sebagai sumber obat menyebabkan teknik eksploitasi yang berkesinambungan seolah-olah terabaikan. Dengan kata lain bahwa pemanfaatan kulit faloak saat ini telah mengarah kepada pemanfaatan yang tidak terkendali. Di sisi lain, tindakan silvikultur untuk mempertahankan atau melestarikan keberadaan faloak di NTT sampai dengan saat ini belum mendapatkan perhatian dari para pihak. Jika kedua hal tersebut tidak segera diatasi, maka dalam kurun waktu yang tidak lama lagi faloak di NTT akan punah. Hal ini didukung pula oleh keterbatasan pengetahuan dan pengalaman serta belum adanya kajian ilmiah yang berkaitan dengan sifat silvikultur, sifat mekanis, maupun komponen kimia dari kayu faloak, baik di tingkat regional, nasional maupun internasional. Di samping itu, pemanfaatan kayu faloak sebagai bahan bangunan belum ada laporan secara ilmiah, baik fungsi struktural seperti kerangka bangunan dan atap, maupun fungsi non struktural seperti kusen pintu, kusen jendela, meubel, dan lain-lain.

Berdasarkan permasalahan tersebut di atas maka kajian sifat silvikultur faloak diharapkan dapat menemukan metode yang tepat untuk membudidayakan faloak sebagai flora endemik. Hal ini dilakukan karena sampai dengan saat ini belum ada metode yang tepat untuk teknik pematahan dormansi (Buharman *et al*., 2011). Daya kecambah yang telah diteliti oleh Ranta *et al*. (2013) menunjukan persentase tumbuh yang sangat rendah yakni 35 %. Oleh

karena itu, perlu kajian-kajian lanjutan untuk memperoleh metode yang tepat. Penelitian ini bertujuan untuk metode/teknik persemaian yang tepat yang ditunjukkan oleh persentase perkecambahan (G), laju perkecambahan (G), nilai perkecambahan, kecepatan tumbuh. Pengkajian sifat silvikultur dari pohon faloak menjadi penting karena dengan mengetahui sifatnya, faloak mudah direkayasa dalam rangka meningkatkan produksi dan keberlanjutan pemanfaatannya, baik sebagai pohon penghasil obat, maupun sebagai penghasil bahan baku industri perkayuan di Indonesia, khususnya di NTT. Disamping itu, sasaran utama kajian silvikultur pohon faloak diharapkan dapat bermanfaat dalam rangka menjadikan pohon faloak sebagai tumbuhan konservasi lahan kritis khususnya pada kondisi wilayah beriklim kering seperti NTT.

2. Bahan dan Metode

2.1 Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Persemaian Program Studi Manajemen Sumberdaya Hutan, Jurusan Manajemen Pertanian Lahan Kering Politeknik Pertanian Negeri Kupang. bulan April sampai dengan November 2015.

2.2 Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih faloak, plastik *polybag* berukuran 12 x 25 cm, tanah hitam, pasir, pupuk bokashi, air tangki, pestisida. Peralatan yang digunakan adalah ember, sekop, *bag sprayer*, gunting pangkas, gembor, pacul, roll meter 5 meter, *handcounter*, mistar penggaris, kalkulator, *sprayer* punggung (*bag sprayer*), *logbook* penelitian, kamera.

2.3 Rancangan percobaan

Penelitian ini dilakukan dalam Rancangan Acak Lengkap (RAL) (Steel & Torrie, 1993). Perlakuan yang diberikan pada benih sebelum dikecambahkan sebagai berikut: perendaman 3 x 12 jam (Kontrol - P1), perendaman 4 x 12 jam (P2), perendaman 5 x 12 jam (P3), perendaman 6 x 12 jam (P4), perendaman 7 x 12 jam (P5). Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Uji Langsung Sulistyowati (2004), dilakukan dengan cara mengrambil benih secara acak menggunakan 5 taraf perlakuan masing - masing dengan 3 ulangan. Jumlah benih setiap ulangan sebanyak 100 butir (Sulistyowati, 2004), sehingga jumlah benih yang dibutuhkan dalam pengujian ini adalah 1500 biji.

2.4 Penyiapan benih dan penyeleksian benih

Benih yang digunakan adalah biji faloak yang diunduh dari pohon faloak yang tumbuh di Kota Kupang dan sekitarnya. Biji faloak yang dikumpulkan selanjutnya dilakukan ekstraksi dan disortasi dengan cara memisahkan biji calon benih dari kotoran kulit buah, tangkai dan bagian buah lainnya. Benih disortasi dengan menggunakan metode absorpsi. Benih masak viabel akan menyerap air dan tenggelam setelah beberapa waktu, kemudian dikeringkan beberapa saat hingga air menghilang dari benih. Benih yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih yang berkadar air 7 %.

2.5 Penyiapan media perkecambahan benih

Media perkecambahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah, bokhasi, dan pasir dengan perbandingan 2:1:1. Media yang digunakan sebagai wadah plastik polybag berukuran 12 x 17 cm. Sebelum benih disemaikan, media disirami dengan air hingga jenuh air.

2.6 Variabel pengamatan

Variabel yang diamati dalam penelitian ini terdiri atas sebagai berikut (Sutopo, 2012).

a. Persentase Perkecambahan (G)

$$G = \frac{\text{jumlah kecambah normal yang dihasilkan}}{\text{Jumlah contoh benih yang diuji}} \text{ X } 100\ \% \quad (1)$$

b. Laju Perkecambahan (G)

$$G = \frac{(N1xT1) + (N2xT2 + \ldots + (Nx \text{ x } Tx)}{\text{Jumlah total benih yang berkecambah}} \quad (2)$$

Dimana:
N = Jumlah benih yang berkecambah pada satuan waktu tertentu.
T = Jumlah waktu antara awal pengujian sampai dengan akhir dari interval tertentu suatu pengamatan.

c. Nilai Perkecambahan

Nilai kecambah = nilai puncak x nilai rata-rata perkecambahan harian

$$\text{Nilai puncak} = \frac{\text{persentase kecambah pada T}}{\text{jumlah hari yang diperlukan untuk mencapainya}} \quad (3)$$

$$\text{Rata-rata perkecambahan harian} = \frac{\text{persentase kecambah pada G}}{\text{jumlah hari uji seluruhnya}}$$

Keterangan:

T = titik dimana laju perkecambahan mulai menurun
G = titik dimana persentase perkecambahan berakhir

d. Kecepatan tumbuh (KT) dihitung berdasarkan rumus Maguire (Bramasto *et al.*, 2002a)

Djamhuri 2012.

$$DK = \frac{x_1}{e_1} + \frac{x_2}{e_2} + \ldots + \frac{x_n}{e_n} \quad (4)$$

xi = persentase kecambah normal pada pengamatan ke-i
ei = pengamatan hari ke-i

2.7 Analisis data

Data hasil penelitian dianalisis menggunakan *software Microsoft Office Excel* 2007 dan SSPS versi 17. Apabila berdasarkan hasil sidik ragram menunjukkan pengaruh yang nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji Tukey HSD pada taraf nyata 5 %.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis sidik ragram pengaruh perlakuan perendaman terhadap daya hidup atau viabilitas benih sebagai respon *Sterculia comosa* Wallich terhadap perlakuan yang diberikan, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisa sidik ragram pengaruh perlakuan rendaman terhadap pertumbuhan *S. comosa*

Source of variation		Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Persentase Perkecambahan	Between Goups	.137	4	.034	7.591	.004*
	Within Goups	.045	10	.005		
	Total	.182	14			
Laju Perkecambahan	Between Goups	9.867	4	2.467	1.377	.309^{tn}
	Within Goups	17.912	10	1.791		
	Total	27.779	14			
Nilai Perkecambahan	Between Goups	82.971	4	20.743	2.803	.085^{tn}
	Within Goups	74.003	10	7.400		
	Total	156.975	14			
Kecepatan Tumbuh	Between Goups	9.716	4	2.429	4.349	.027*
	Within Goups	5.586	10	.559		
	Total	15.302	14			

tn = tidak berpengaruh nyata pada taraf uji F 0,05;
* = berpengaruh nyata pada taraf uji F 0,05

Berdasarkan hasil analisa sidik ragram menunjukkan bahwa perlakuan perendaman berpengaruh nyata terhadap persentase perkecambahan (%), dan kecepatan tumbuh (%/ hari) *S.comosa*. Sedangkan pengaruh perlakuan perendaman terhadap laju perkecambahan (hari), dan nilai perkecambahan menunjukkan tidak berbeda nyata. Hal ini berarti terdapat satu atau beberapa perlakuan yang menunjukkan perkecambahan (%), dan kecepatan tumbuh (%/ hari) berbeda satu sama lain. Untuk mengetahui perbedaan terhadap daya hidup atau viabilitas benih *S. comosa*, dilakukan uji perbandingan berganda Tukey yang disajikan pada Tabel 2.

Hasil Uji Tukey (Tabel 2) menunjukkan bahwa pengaruh perendaman 4 x 12 jam memiliki daya berkecambah tertinggi, tetapi tidak berbeda nyata pada nilai perkecambahan dan laju perkecambahan benih *S.comosa*. Meskipun pengaruh perendaman 6 x 12 jam memberikan pengaruh berbeda nyata terhadap kecepatan tumbuh, namun tidak dapat direkomendasikan sebagai perlakuan terbaik karena memiliki daya berkecambahnya hanya mencapai 65 % atau lebih rendah dibandingkan dengan pengaruh perendaman 4 x 12 jam sebagai daya berkecambah tertinggi yang mencapai 71 %. Oleh karena itu, perlakuan perendaman 4 x 12 jam pada metode uji daya kecambah secara langsung menggunakan

substrat pasir dan tanah adalah metode perkecambahan yang baik sebagai metode uji langsung yang direkomendasikan.

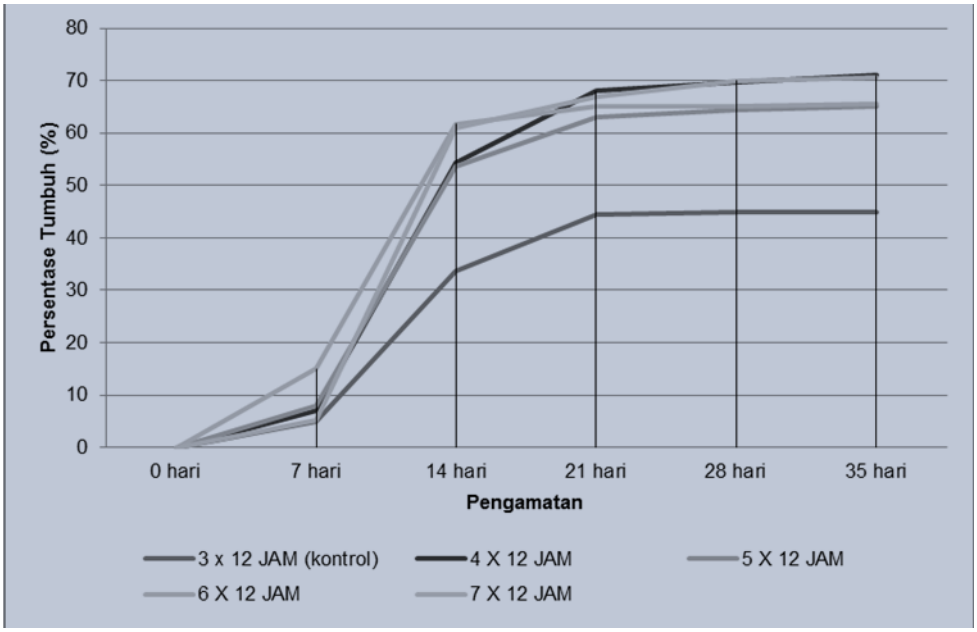
Tabel 2. Hasil Uji Tukey pengaruh perendaman terhadap pertumbuhan awal *S.comosa*

Perlakuan Rendaman	Nilai rata-rata pengamatan			
	Persentase perkecambahan (%)	Laju perkecambahan (etmal)	Kecapatan Tumbuh (%/etmal)	Nilai Perkecambahan
3 x 12 jam (kontrol)	45[a]	15[a]	3[a]	5[a]
4 X 12 jam	71[b]	15[a]	5[ab]	8[a]
5 X 12 jam	65[b]	15[a]	5[ab]	8[a]
6 X 12 jam	65.67[b]	13.03[a]	5.65[b]	11.85[a]
7 X 12 jam	70.67[b]	14.85[a]	5.15[ab]	10.19[a]

Keterangan: angka yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf uji F 0,05.

Daya berkecambah benih memberikan informasi tentang kemampuan benih tumbuh normal menjadi tanaman yang berproduksi wajar dalam keadaan biofisik lapangan yang serba opimum (Sutopo, 2012). Hasil kajian ini menggambarkan bahwa daya berkecambah *S. comosa* belum mencapai daya kecambah optimum perkecambahan benih yang umumnya mencapai persentase tumbuh atau daya kecambah sampai dengan ± 90 %. Hal ini menunjukkan bahwa metode perlakuan pendahuluan yang digunakan belum memberikan daya kecambah optimum bagi *S.comosa*. Daya kecambah optimum setiap benih umumnya dipengaruhi metode perlakuan pendahuluan yang digunakan. Respon benih terhadap perlakuan pendahuluan umumnya bermacam-macam, perlakuan yang tepat akan berdampak pada tingginya daya kecambah benih. Sebaliknya perlakuan yang tidak sesuai akan berdampak pada kegagalan benih untuk berkecambah.

Laju perkecambahan sebagaimana tersaji pada Gambar 1. menunjukkan bahwa laju perkecambahan benih *S.comosa* tergolong cepat karena dalam kurun waktu 13 - 15 hari dapat mencapai laju perkecambahan tertinggi. Laju perkecambahan ini seperti halnya terjadi pada *S.foetida* yang dilaporkan Sudrajat (2011) dimana penurunan daya perkecambahan terjadi secara tajam mulai hari ke-14. Kemiripan laju perkecambahan kedua spesies ini secara umum baik morfologi benih maupun fisiologi benih memiliki kemiripan, karena kedua spesies ini merupakan spesies dari genus yang sama yaitu *Sterculia*. Sehingga diduga bahwa kedua spesies ini diduga memiliki tingkat responsibilitas yang sama terhadap perlakuan yang diberikan. Meskipun kecepatan tumbuh *S. comosa* tidak berbeda nyata terhadap semua perlakuan, namun dapat dibedakan bahwa respon *S. comosa* terhadap perlakuan rata-rata mencapai 5%/*etmal* atau lebih tinggi dari kontrol yang hanya mencapai 3 % / *etmal*. Demikian pula halnya dengan nilai perkecambahan menunjukan bahwa respon *S. comosa* terhadap perlakuan memberikan pengaruh tidak berbeda nyata, tetapi nilai perkecambahan pada perlakuan kontrol memiliki nilai perkecambahan lebih rendah dari perlakuan lainnya.



Gambar 1. Kurva perkecambahan *S.comosa*

Tinggi atau rendahnya persentase perkecambahan, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh, dan nilai perkecambahan sangat tergantung pada metode perlakuan yang diberikan. Metode yang tepat tentunya dapat meningkatkan responsibilitas dari benih yang diuji. Responsibilitas yang ditunjukkan oleh *S.comosa* dalam penelitian ini menunjukkan bahwa belum ada metode yang tepat untuk meningkatkan persentase perkecambahan, laju perkecambahan, kecepatan tumbuh, dan nilai perkecambahan. Hasil penelitian ini membuktikan bahwa pernyataan Buharman *et al*. (2011) menyatakan bahwa sampai dengan saat ini belum ada metode yang tepat untuk teknik pematahan dormansi benih *Sterculia*. Meskipun demikian, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa responsibilitas *S. comosa* lebih tinggi dari hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Ranta *et al*., (2013) yang hanya mencapai persentase perkecambahan 35 %.

4. Kesimpulan dan Saran

Teknik perlakuan pendahuluan dan metode perkecambahan pada metode uji langsung terbaik untuk memperoleh persentase perkecambahan tertinggi *S.comosa* adalah dengan perlakuan perendaman 4 x 12 jam. Metode uji langsung belum mencapai daya kecambah optimum (80 - 100 %) bagi *S. comosa*, oleh karena itu, perlu membandingkan dengan metode uji lainnya UKD, UAK, UDK.

Referensi

[BPS NTT] Biro Pusat Statistik Propinsi Nusa Tenggara Timur. 2014. *Nusa Tenggara Timur Dalam Angka 2014*. BPS NTT. Kupang: Percetakan CV. Natalia.

Buharman, D.F., N Djam'an, Widyani, S. Sudrajat. (2011). Atlas Benih Tanaman Hutan Indonesia. Publikasi Khusus Cetakan Ketiga Vol.5 No. 1. Penerbit Balai Penelitian Teknologi Perbenihan Tanaman Hutan Bogor.

Djamhuri, E, N. Yuniarti, H.D. Purwani. (2012).Viabilitas Benih dan Pertumbuhan Awal Bibit Akasia Krasikarpa (*Acacia crassicarpa* A. Cunn. Ex Benth.) dari Lima Sumber Benih di Indonesia. *Jurnal Silvikultur Tropika 3* (3), 187 – 195.

Frederique, B. (2009). *Plant Made Pharmaceutical Cerbereus Project*. Becoteps Workshop-Brussel. http://www.efi.intfilesattachments2009 presentation.pdf (5 Mei 2010).

Menkes RI 2007. [Menkes RI] Menteri Kesehatan Republik Indonesia. 2007. *Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 381/MENKES/SK/III/2007 tentang Kebijakan Obat Tradisional Nasional*, Jakarta: Menkes.

Ranta, F., F.X. Dako, M Pathibang. (2013). Dampak Perlakuan Perendaman Terhadap Sifat-sifat Silvikultur Faloak (*Sterculia comosa* Wallich) pada Tingkat Semai. *Buletin Pertanian Terapan* "Partner", 62 -72.

Ranta, F., 2011. Aktivitas Antimikroba Zat Extraktive Pohon Faloak (*Sterculia comosa* Wallich). (Tesis). Bogor: Pasca Sarjana, Institut Pertanian Bogor.

Ranta F., W. Syafii., E.S. Pribadi, D.Nawawi. (2012). Aktivitas Anticendawan Zat Ekstraktif Faloak (*Sterculia comosa* Wallich). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 10* (1),60 - 65.

Sulistyowaty, E (2004). Pengujian Mutu Benih. Balai Perbenihan Tanaman Hutan Bali dan Nusa Tenggara. Hal 2 - 23.

Sudrajat, D.J, Nurhasybi, D. Syamsuwida. (2011). Teknologi Untuk Memperbaiki Perkecambahan Benih Kepuh (*Sterculia foetida* Linn.). *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman 8* (5), *301 – 314.*

Sutopo, L. (2012). *Teknologi Benih*. Ed Revisi Fakultas Pertanian Unibraw. Jakarta (ID): PT. Raja Gafindo Persada

Steel, R.G.D., dan J.H. Torrie (1993). Prinsip dan Prosedur Statistika - Suatu Pendekatan Biometrik. Percetakan PT. Gramedia, Jakarta.

Tantra IGM. (1976). *A Revision of The Genus Sterculia* L. *In Malesia (Repisi Marga Sterculia* L. *di Malesia):* Sterculiaceae. Lembaga Penelitian Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian. Bogor – Indonesia.

Sistem Polikultur Ubi–ubian Lokal untuk Ketahanan Pangan di Desa Hutan

Saefudin*

Puslit Biologi-LIPI, Jl Raya Jakarta-Bogor, Km 46, CSC, Cibinong, Bogor

Abstract

Food security is still becoming a serious problem in many areas in Indonesia. Local tuber crops and eco-friendly medicines farming practices have been carried out under the stands of forest tree production to improve food security in the forest village, sub district (BKPH Majenang), West Banyumas. Land processed was done in a minimalist way by cleaning the nuisance weeds, sowing, and making the planting hole. The local tuber selected was the kind that is easy to grow and is at risk of low failure. The waste and fall leaf litter of teak, pine, and mahogany were processed into fertilizer by using the active microbes from their natural habitat. The maintenance of the cultivation is performed manually by weeding and cleaning the plant at 2 months. The pest and disease control concept was prevented only by sanitation and avoiding puddles. The polyculture farming practices of local tubers under tree stands can produce food and medicines quality at a relatively low cost. This method can improve the economy and society, provide food in the dry season, and support the production forest development sustainably.

Keywords: Forest production, Local tubers, Medicinal plants, Polyculture systems, Sustainability

* Korespondensi penulis. Tel.: 08129416550
E-mail: saefudinkahfi@gmail.com

1. Pendahuluan

Ketahanan pangan adalah kemampuan untuk memenuhi kecukupan pangan masyarakat dari waktu ke waktu dengan cara berproduksi ataupun mengrambil dari alam. Berbagai upaya untuk meningkatkan ketahanan pangan nasional telah banyak dilakukan, antara lain melalui swasembada pangan beras dan diversifikasi pangan non beras. Kebijakan penyediaan pangan secara nasional telah dibentuk secara lintas sektoral yang dikenal sebagai "ketahanan pangan nasional" atau national *food security*. Kenyataannya, usaha-usaha tersebut belum cukup tangguh untuk menghadapi berbagai krisis, kemarau panjang dan fluktuasi harga pangan yang sering terjadi pada saat ini.

Usaha meningkatkan produksi pangan secara "*konvensional"* perlu ditingkatkan lebih luas lagi, termasuk upaya memanfaatkan lahan untuk budidaya tanaman berumbi atau ubi-ubian lokal di areal hutan produksi jati, pinus dan mahoni. Potensi hutan produksi sebagai penghasil bahan pangan telah lama diketahui, yaitu melalui pola tumpangsari. Pada awalnya pola ini merupakan usaha keseimbangan produksi, tetapi pada saat sekarang ini perlu

dikaitkan dengan usaha meningkatkan kesejahteraan masyarakat, khususnya masyarakat desa hutan (Atmosoedaryo & Banyard, 1979; Riyanto, 2005; Saefudin, 2014).

Gerakan penganekaragraman konsumsi pangan adalah upaya percepatan dalam mewujudkan ketahanan pangan. Cara ini dilakukan dengan mengembalikan pola konsumsi pangan yang telah mengakar di masyarakat sebagai kearifan lokal. Sumber karbohidrat bagi masyarakat di pedesaan yang biasa dikonsumsi adalah jagung, ubi kayu, ubi jalar, talas, ganyong (sebek), surak, gembili (kemilik), uwi suweg dan lain-lain (Mulyani, 2006; Sastrapradja, 1977; Prana, 2002)

Program usaha tani yang sangat cocok untuk masyarakat desa sekitar hutan adalah ”model polikultur”, yang secara sinergi menjadi bagian penting dari pengelolaan hutan berkelanjutan. Program tersebut merupakan sistem managemen produksi yang bersifat terpadu dengan Pemda dan Perhutani. Sistem polikultur tersebut dapat dilakukan lebih luas lagi. Program ini dapat mempertahankan dan meningkatkan kualitas ago-ekosistem secara holistik, termasuk biodiversitas, siklus dan aktivitas biologi tanah (Sanusi, 2008).

Sistem polikultur adalah menanam lebih dari satu komoditi pada lahan dan waktu yang sama. Pola tanam ini memiliki beberapa macam istilah, tetapi pengertiannya sama yaitu menanam lebih dari satu jenis pada lahan yang sama tetapi alasan dan tujuannya yang berbeda. Sistem polikultur dilaksanakan dengan mengutamakan potensi pohon tahunan, ternak, pakan dan pangan, yang dalam pelaksanaannya secara terpadu identik dengan pertanian organik (Damayanti & Yuniawati, 1999). Sistem tersebut dapat memenuhi kriteria keuntungan ekonomi dan sosial bagi keluarga tani dan masyarakat, serta mampu memlihara lingkungan secara berkelanjutan. Sistem polikultur akan mampu untuk memutus ketergantungan petani terhadap input eksternal dan penguasa pasar yang mendominasi sumber daya agaris. Bertani polikultur yang dilaksanakan secara komprehensif akan mengintegasikan aspek lingkungan, kelembagaan, hingga sosial ekonomi masyarakat.

Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH) sebagai wadah aktivitas masyarakat akan menjadi tahapan penting dalam menata ulang struktur agraria dan membangun sistem ekonomi pertanian. Lembaga tersebut bagi masyarakat di desa hutan bermanfaat dalam menentukan komoditi, produksi dan distribusi. Manfaat lebih luas, budidaya pertanian polikultur ubi-ubian lokal, tanaman obat di bawah pohon hutan mengarahkan pada keinginan masyarakat akan keselarasan alam melalui keragraman hayati lokal dan penggunaan asupan alami secara optimal melalui proses daur ulang bahan-bahan alami.

2. Bahan dan Metode

Ubi-ubian lokal dan tanaman obat di lingkungan hutan produksi dikoleksi dan dirintis melalui program penelitian DIKTI tahun 2009 di desa Cilempuyang, Cimanggu dan Bantarmangu wilayah BKPH Majenang, Banyumas Barat. Pada awal pengujian program dilaksanakan pada lahan seluas 3 ha, masing-masing 1 ha di bawah tegakan pohon jati, mahoni dan pinus. Luas lahan budidaya tersebut terus bertambah dengan adanya program tebang dan tanam Perhutani dan program PNPM Mandiri. Survey tahun 2014 telah diikuti oleh hampir semua desa hutan, lebih kurang 24 kelompok tani dan LMDH di BKPH

Majenang. Pembinaan petani dilaksanakan Perhutani dan Penyuluh tani dari Pemerintah daerah setempat.

Tiga jenis tegakan pohon hutan menjadi program utama Perhutani di BKPH Majenang, Banyumas Barat yaitu: jati, mahoni dan pinus. Tanaman ubi-ubian lokal dan tanaman obat Zingiberaceae ditanam secara polikultur di bawah tegakan. Jenis tanaman yang sudah ada tetap dijalankan, yaitu padi gogo, jagung, kacang-kacangan yang dipupuk bioranik dengan memanfaatkan mikroba pelarut fosfat *Enterobacter sp, Pseudomonas sp,* dan *Candida sp*. Sebagian lahan adalah bekas budidaya tumpang gilir dengan kacang-kacangan yang diinokulasi dengan *Rhizobium* penambat nitrogen. Kondisi lahan 20 lokasi berbeda, rata-rata adalah sbb: pH 6,1; C organik 0,90 %; N total 0,74; P_2O_5 tersedia 4230 ppm, Ca 8,94 me/100 g. Mg 1,36 me/100 g; K 0,68 me/100 g; Na 0,27 me/100 g. Kondisi N total dan rasio C/N organik yang kurang menguntungkan untuk budidaya.

Pergiliran tanaman dilakukan sebagai upaya untuk mengoptimalkan produktivitas lahan. Setiap lubang tanam diberikan tambahan pupuk kompos sebanyak 1 ton per 1000 m^2, dan mulsa jerami per 4 bulan. Mikroorganisme penambat N, dan bakteri pelarut fosfat yang dilakukan di awal penanaman pada jenis kacang-kacangan. Lingkungan tumbuh diharapkan akan menjadi lebih baik untuk budidaya, dan keseimbangan tumbuh akan terjaga dengan cara-cara tersebut.

Paket pengolahan lahan tanam dimulai dari pesemaian bibit yang dilakukan 4 minggu sebelum tanam. Beberapa jenis ubi tidak memerlukan lahan persemaian, maka dilakukan cara penugalan atau penanaman langsung. Pengolahan lahan dilakukan secara minimum, permukaan lahan dibalikkan, kemudian tanah diratakan. Olah tanah semacam ini sering disebut juga dengan walik tanah, olah tanah sederhana atau TOT (tanpa olah tanah). Sistem ini sangat cocok jika diterapkan pada musim tanam kedua setelah padi gogo atau tanaman sayur, pada prinsipnya adalah meminimalkan pengolahan tanah.

Benih ubi-ubian dan obat Zingiberaceae yang digunakan untuk budidaya polikultur berasal dari desa sekitar hutan yang tidak mendapatkan perlakuan rekayasa genetika. Petani membibitkan dengan cara memecah umbi menjadi beberapa bagian, atau dengan mengumpulkan benih lokal yang tumbuh liar di alam sekitar. Panen pertama ubi-ubian lokal dan obat dilakukan di akhir musim hujan atau awal musim kemarau tahun pertama dan sebagian lagi akan dipanen pada musim tanam berikutnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemanfaatan limbah organik

Pemanfaatan limbah hutan berupa serasah bertujuan untuk mempercepat proses bahan organik menjadi pupuk yang ramah lingkungan. Mikroba aktif yang berasal dari kotoran ternak dari petani di sekitar desa hutan, ternyata dapat mempercepat proses dekomposisi menjadi 5 minggu saja. Peguraian limbah daun pinus tanpa perlakuan, dan penambahan mikroba aktif perlu waktu lebih dari 1 tahun.

Biasanya daun pinus menjadi kompos yang siap pakai setelah lebih dari enam bulan, karena mengandung banyak lignin yang sulit terurai. Hasil uji coba pembuatan kompos dari daun pinus dengan memanfaatkan mikroba koleksi Balai Mikrobiologi-CSC, LIPI juga belum mendapatkan mikroba yang sesuai dan nyata mempercepat proses pengomposan. Hasil dekomposisi limbah tersebut ádalah sbb: pH 6,1; C organik 0,90%; N total 0,74; P_2O_5 tersedia 4230 ppm, Ca 8,94 me/100 g. Mg 1,36 me/100 g; K 0,68 me/100 g; Na 0,27 me/100 g.

Komposisi hara makro setelah proses dekomposisi selama 5 minggu menunjukkan hasil yang berbeda dari setiap bahan organik. Dekomposisi limbah pertanian menunjukkan potensi hara nitrogen, fosfor dan kalium lebih tinggi dibanding bahan lainnya (Tabel 1). Hasil paling baik selalu dihasilkan oleh kompos yang diolah ulang untuk budidaya cacing. Hal ini disebabkan oleh penambahan kotoran sapi dilakukan berulang setiap minggu untuk mencukupi kebutuhan pakan cacing. Komposisi hara makro kompos bekas cacing (kascing) yang dihasilkan dari media budidaya *Lumbricus* sp. Penambahan hara ini Sangat penting untuk keberlanjutan pertanian dataran tinggi. Ternak menjadi kunci keseimbangan lahan, terutama penambahan hara makro menjadi lebih tinggi di dalam tanah (Ardiningsih & Karama, 2007). Hara makro yang dihasilkan dari sumber berbeda, jenis ternak dan lingkungan berbeda akan menghasilkan variasi kandungan hara. Hasil analisis tanah, daun dan ranting mangium yang diinokulasi dengan masa inkubasi selama 1 bulan menunjukkan variasi kandungan hara N, P, dan K, rasio C/N serta kandungan logram beratnya (Djarwanto, 2009).

Tabel 1. Komposisi hara makro dari material yang berbeda

Material sampah organik	C org. (%)	N total (%)	Rasio C/N	P_2O_5(%)	K_2O(%)
Mahoni+jati+pinus	19,86	0,69	28,78	0,32	0,13
Limbah pertanian	21,98	0,81	27,13	0,38	0,15
Campuran	20,85	0,58	35,95	0,46	0,03
Cascing	47,70	1,79	26,65	0,58	0,20

Upaya menyuburkan dan meningkatkan produksi tanaman pangan di bawah tegakan hutan dengan memanfaatkan hasil pengolahan limbah bahan organik. Sumbernya berasal dari proses produksi atau limbah dari sekitar lahan hutan produksi. Masyarakat memanfaatkan kotoran ternak dengan penambahan bioaktivator-LIPI, sehingga proses pengomposan menjadi lebih cepat (Saefudin, 2012). Masyarakat ikut serta menjaga tegakan pohon, petani juga memanfaatkan limbahnya untuk usahatani di lingkungan hutan tersebut. Keterlibatan masyarakat desa hutan pinus tidak hanya sebagai penyadap getah pinus saja. Sejak tegabung dalam Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH), pemanfaatan pupuk telah lebih mendorong petani menanam ubi local untuk cadangan pangan di musim kemarau.

3.2 Polikultur di bawah tegakan

Jenis ubi-ubian lokal yang dibudidayakan dipilih jenis yang paling umum dan mudah dibudidaya. Di lahan yang agak terbuka yaitu ketika pohon peneduh masih umur muda (kurang dari 4 tahun) jenis ubi-ubian yang dibudidayakan adalah gembili (*Dioscorea esculenta* L), talas (*Colocasia esculenta* Schott.), singkong (*Manihot utilissima* Pohl.). dan kimpul (*Xanthosoma sagittifolium Schott.*). Tanaman pangan lanilla hádala adalah jagung

(*Zea mays* Linn.), kacang tanah (*Arachis hypogea* Linn.) dan sayur-sayuran berupa cabe, kacang panjang, tomat, paria, oyong, sawi labu siam, waluh, kecipir. Komoditi buah-buahan berupa pisang (*Musa paradisiaca* L), pepaya (*Carica papaya* L.) dan nenas (*Annanas commosus* L.).

Tegakan pohon yang berkarakter sedang sampai agak lebat, yaitu bila tegakan telah berusia lebih dari 6 tahun. Setelah penebangan atau penjarangan, maka tanaman yang dibudidaya adalah umbi gadung (*Dioscorea alata)*, suweg (*Amorphophallus campanulatus*), ganyong (*Canna edulis*), uwi (*Dioscorea alata*), garut (*Maranta* sp), kimpul (*Xanthosoma sp*) dan gembili (*Dioscorea aculcata*). Beberapa jenis tanaman ubi yang biasa dijumpai pada lahan terbuka juga sering dijumpai di lahan yang agak rapat (Saefudin, 2013; Sastrapradja, 2010).

Hasil budidaya tanaman pangan berupa umbi-umbian seperti uwi, ganyong, garut biasanya hanya digunakan untuk memenuhi kebutuhan konsumsi atau sebagai cadangan pangan keluarga ketika musim kemarau panjang. Beberapa jenis lainnya seperti ubikayu dibudidaya untuk memuhi kebutuhan industri, sementara ubi-jalar dan gadung baru dimulai untuk kebutuhan industri pangan sekala terbatas atau *home industri.* Meskipun produksi per ha masih tergolong rendah (Tabel 2), tetapi hasil ini sangat membantu cadangan pangan khususnya pada musim kemarau.

Tabel 2. Produksi tanaman pangan di bawah tegakan (ton/ha/th)

Jenis/ komoditi	Macam tegakan-(produksi ton/ha/th)		
	Swietenia mahagoni	*Tectona gandis*	*Pinus mercusii*
Oriza sativa Linn.	3,1	4,3	2,3
Canna edullis Kerr.	12,0	14,4	10,3
Colocasia esculenta Schott.	4,7	4,4	3,5
Dioscorea alata L	6,2	7,4	4,9
Dioscorea esculenta L	8,2	9,5	8,0
Ipomoea batatas Poir	4,5	4,3	2,6
Manihot utilissima Pohl	8,6	9,8	6,2
Oriza sativa Linn.	3,1	4,3	2,3
Xanthosoma violaceum Schot	5,9	5,8	4,7
Zea mays Linn.	3,5	3,7	2,0

Jenis-jenis tanaman obat semusim sering dipilih sebagai tanaman tumpangsari di bawah tegakan. Tabel 3 menunjukkan, bahwa tanaman obat terpilih adalah komoditi kurang memiliki risiko gagal panen, misalnya tanaman obat empon-empon dan minyak atsiri. Beberapa jenis tanaman tersebut antara lain jehe, lengkuas, kunyit, kapolaga, kencur, brotowali, sambiloto, temu lawak, temu kunci, lempuyang dan minyak atsiri seperti nilam dan jahe. Jenis-jenis tersebut diyakini oleh petani, selain menjaga keamanan tanah juga bermanfaat secara ekonomi (Saefudin & Basri. 2014).

Persepsi para petani di sekitar hutan, bahwa bahan pangan selain beras masih bermutu rendah harus mulai berubah. Usaha-usaha penyuluhan melalui kelompok tani dan kelompok pengajian, ternyata belum sepenuhnya berhasil. Hal ini nampak dari cara memupuk, dan

perawatan. Karena itu, produksi umbi-umbian juga tergolong rendah. Misalnya produksi ketela pohon rata-rata hanya 16,2, sementara produksi di area terbuka mencapai 40-40 ton. Hal yang sama juga dialami jagung dan ubi jalar yang hanya 3,2 ton/ha dan 3,8 ton ha (Tabel 1). Penyebabnya, bukan hanya karena beda persepsi bahan pangan non beras dan perawatan saja, tetapi juga karena kondisi lahan budidaya, yaitu adanya kompetisi hara, cahaya iklim mikro lainnya (Saefudin, 2010).

Tabel 3. Potensi dan pemanfaatan Zingiberaceae

Domestikasi	Jenis Potensial	Manfaat	Bagian yang disajikan
Dibudidaya intensif	*Amomum cardomomum, Zingiber officinale*	Obat, makanan, pesanan	Rimpang
	Alpinaia galanga, Curcuma sp, Kaempferia galanga L.	Obat, makanan, dijual bebas	Rimpang, daun muda, bunga
	Zingiber sp, dan Zingiber officinale	Obat, kosmetik, pesanan	Rimpang
Tumbuh Liar	*Amomum..sp, Alpinia sp Boesenbergia sp, Curcuma zedoaria, C.domestica Etlingera elatior, Kaempferia sp, Zingber sp.*	Obat, makanan, dipanen dari hutan produksi	Langsung digunakan, atau direbus dan diminum.

Sementara itu, jenis-jenis lain gadung, uwi, garut, kentan, talas dan gembili belum dipanen pada tahun pertama program, karena baru dimulai penanaman. Hal yang sama juga pada tanaman sayuran dan buah-buahan, serta tanaman pangan yang umur panennya panjang seperti suweg dan gadung. Evaluasi dan analisa budidaya dilaporkan, tetapi masih sangat sangat sedikit yang berkaitan dengan sistem polikultur umbi lokal. Laporan lebih banyak terkait dengan hasil hutan produksi, Secara program kelembagaan Perhutani memang menyumbang paling banyak fasilitas, sehingga program pengembangan polikultur umbi lokal sangat bergantung Perhutani (Departemen Kehutanan RI, 2007).

3.3. Partisipasi masyarakat

Seluruh anggota Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH) diajak terlibat dalam setiap tahapan kegiatan usaha tani. Partisipasi dimulai dari proses perencanaan, pengambilan keputusan dalam penggunaan lahan hutan, dan pengelolaan dana sesuai kebutuhan, sampai pada pelaksanaan kegiatan dan pelestarian hutan produksinya (Departemen Kehutanan R I. 2007). Fokus pemberdayaan partisipatif adalah program penanaman ub lokal untuk Kelompok Tani Hutan (KTH) dalam sistem pertanian terpadu.

Kelompok penyadap gatah didominasi kaum tua, di atas 50 tahun. Kelompok ini selalu menanam tanaman pangan selain pekerjaan utamanya adalah penyadap getah resin pohon pinus, Regenerasi angkatan kerja pengganti penyadap lanjut usia belum sepenuhnya berhasil.. Ternak sapi, kambing, dan perikanan darat dijumpai di desa-desa pinggir hutan. Selain itu perdagangan hasil pertanian, home industri gula kelapa dan gula aren, kerajinan anyaman bambu banyak dijumpai di LMDH yang sarana transportasinya cukup lancar (Saefudin, 2013; Soegeng, 2006).

Usahatani polikultur pada lahan di bawah tegakan pohon hutan, misalnya tanaman pangan seperti umbi-umbian lokal, jamur merang dan lebah madu, tanaman obat-obatan dan minyak- atsiri. Jenis-jenis tanaman obat Zingiberaceae seperti jahe (*Zingiber officinale*),

temulawak (*Curcuma zedoria*) dan kapolaga (*Amomum cardamomum*), minyak atsiri seperti nilam (*Pogostemon cablin* Benth) dan kayu putih (*Melaleuca leucadendron*) ditanam bersama LMDH Telaga-Mulya di RPH Cimanggu. Tanaman bioenergi seperti nyamplung (*Calophyllum inophyllum* dan jarak pagar (*Jatropa curcas*), mulai ditanam oleh LMDH Salam-Sari di desa Cilempuyang. Lembaga masyarakat desa hutan (LMDH) secara intensif menggerakkan kelompok tani menanam tanaman pangan, obat dan minyak atsiri di bawah tegakan pohon.Model pemanfaatan ini dituangkan secara resmi di beberapa desa, bagi hasil dalam jumlah terbatas antara Perhutani, Pemerintah Daerah dan LMDH (Departemen Kehutanan, 2007).

3.4 Lingkungan hutan dan keberlanjutan ekonomi

Interaksi antara tegakan pohon peneduh dan tanaman umbi-umbian lokal menimbulkan kompetisi lingkungan tumbuh, cahaya, ruang dan hara tanah selama pertumbuhan vegetatif dan generatif, yang pada gilirannya mempengaruhi produksi umbi. Produksi umbi yang dipanen bervariasi, tetapi masih relatif rendah (Tabel 2). Penyebabnya adalah kompetisi dengan pohon jenis peneduhnya, dan juga kompetisi di antara tanaman tersebut dengan tanaman obat dan tanaman lain di bawahnya.

Praktek polikultur tanaman ubi pangan dan obat di bawah tegakan yang menyebabkan dampak negatif harus dihindari, mulai dari pengolahan lahan sampai penggunaan bahan kimia di lingkungan tanam. Gangguan hama dan penyakit yang sering terjadi dalam pengembangannya adalah serangan ngengat (suku Sphingidae) dan belalang pemakan daun, Penyemprotan dengan pestisida untuk mencegah hama tidak dilakukan dalam budidaya ini, karena pencegahan melalui sanitasi cukup baik dan mengikuti standart bertani organik (Saefudin, 2013; Sanusi, 2008).

Bertani polikultur ubi-ubian lokal dan obat secara berkelanjutan adalah upaya mengembangkan agoekosistem agar memiliki kemampuan bertahan dalam kurun waktu yang lama. Secara terpadu juga memelihara dan mendorong peningkatan fungsi sumber daya alam yang ada. Oleh karena itu pengembangan tanaman pangan dan obat di bawah tegakan tanpa dilakukan rekayasa genetik, melainkan hanya berasal dari sumberdaya alam setempat. Upaya pemanfaatan limbah hutan selain merupakan bentuk pengelolaan lingkungan yang inheren dengan kualitas hidup manusia, juga merupakan upaya pengembangan sumber daya manusia yang dapat membuka lapangan kerja baru (Saefudin, 2014; Riyanto, 2005).

4. Kesimpulan

Praktek polikultur tanaman ubi-umbian lokal dan tanaman obat di bawah tegakan hutan dapat meningkatkan ketahanan pangan dan menyediakan bahan obat *Zingiberaceae* yang berkualitas dan sehat dengan biaya yang relatif rendah. Pemanfaatan potensi umbi terpilih adalah jenis-jenis lokal, mudah tumbuh, asli berasal dari wilayah sekitar hutan, tanpa rekayasa genetik dengan pemeliharaan minimalis, tanpa pupuk buatan. Upaya masyarakat berpartisipasi dengan cara membentuk LMDH. Selain itu, sistim polikultur ubi-ubian lokal di bawah tegakan pohon dapat menghasilkan bahan pangan dan bahan obat yang berkualitas dengan biaya yang relatif rendah. Praktek bertani polikultur juga mampu meningkatkan

ekonomi masyarakat setempat dengan tetap mengramankan pembangungan hutan produksi berkelanjutan.

Referensi

Adiningsih, J. S. & S. Karama, (2007). *Sustainable upland farming system for Indonesia.* Retrieved from http://www.agnet.org/library.12/14/2007.

Atmosoedaryo, S. & Banyard, S. G. (1979). The prosperity approach to forest community development in java. *Comm. For. Rev., 57*(2), 89-96.

Damayanti, R & D.Yuniawati (1999). Proceedings from Diskusi Pertanian Rakyat yang Ramah Lingkungan dan Berkelanjutan: *Pertanian Organik* (Organic Farming) *Tanaman Sehat yang Ramah Lingkungan*. UNPAD, Bandung.

Departemen Kehutanan R I. (2007). Peraturan Menteri Kehutanan No. P.35/Menhut-II/2007. *Hasil Hutan Bukan Kayu*. Denpasar: CV Indosena.

Djarwanto, S. Suprapti, & R. A. Pasaribu, (2009). Dekomposisi daun dan ranting mangium dan ekaliptus oleh delapan isolat fungi pelapuk. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 179,* 303-313.

Goldsworthy, P. R. & N. M. Fisher (1992). *Fisiologi tanaman budidaya tropik*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Mulyani, S. (2001). Kompolasi umbi-umbian sebagai makanan alternatif pengganti beras. *Rangkuman Dokinfo P2B-LIPI*.

Prana, M. S. (2002). *Budidaya Talas*: *Difersifikasi untuk menunjang Ketahanan Pangan Nasional*. Bogor: Medikom Pustaka Mandiri.

Riyanto, B. (2005). *Pemberdayaan masyarakat sekitar hutan dalam perlindungan kawasan pelestarian alam.* Bogor: Lembaga Pengkajian Hukum Kehutanan dan Lingkungan.

Saefudin. (2012). Proceedings from Simposium dan Seminar Bersama PERAGI-ERHORTI-PERIRI-HIGI: *Partisipasi Masyarakat Dalam Program Penguatan Pangan di Desa Hutan: Studi Kasus Pemberdayaan di LMDH Salam-sari dan Telaga-mulya, BKPH Majenang, Cilacap*. Bogor.

Saefudin. (2013). Proceedings from the 2nd International Conference of Indonesia Forestry Reseachers Aug. 27 th-28th, 2013: *Study for Community Empowernment in Forest Subdistrict (BKPH) Majenang, West Banyumas*. Jakarta.

Saefudin, & E.Basri (2014). Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XVI: *Potensi Zingiberaceae di Hutan Pinus (Pinus mercisii Jungh & De Vriese) BKPH Majenang, Banyumas Barat*. Balikpapan.

Sanusi, B. (2008). *Pelatihan Agibisnis Pertanian Organik.* Bogor: Interprise Development Centre, SEAMEO BIOTROP.

Sastrapradja, S. D. (1997). *Umbi-umbian.* Jakarta: LBN-LIPI.

Sastrapradja, S. D. (2010). *Memupuk kehidupan di Nusantara: Memanfaatkan keanekaragraman Indonesia.* Jakarta: Yayasan Obor Indonesia.

Soegeng, W. (2006). Prosiding Seminar Nasional. *Keharusan Konservasi dalam Peningkatan Produktivitas dan Pelestarian Hutan Produksi, Pelaksanaan Konservasi di Hutan Produksi.* Yogyakarta.

Struktur, Komposisi Jenis Pohon di Hutan Alam Produksi Bekas Tebangan Kabupaten Seruyan, Kalimantan Tengah

Diana Prameswari* dan Sukaesih Prajadinata

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Jln. GunungBatu No. 5 Bogor

Abstract

The research was carried out to study the structure and species composition of logged over natural forest. The area of research was located at logged over natural production forest 28 years ago, Seruyan Forest Areas, Central Kalimantan province. The methodology applied in this study was vegetation observation. The observation was conducted to tree, pole, sapling and seedling stages by establishing sample plots measuring : 20 m x 20 m, 10 x 10 m, 5 m x5 m and 2 m x 2 m respectively with 25 replications . All trees, poles, saplings and seedlings in the sample plots were recorded /inventoried . The obtained data were analyzed quantitatively. Research results showed that the Important Value Index (IVI) of trees were dominated by Non Dipterocarps namely ubar (*Eugenia* sp., IVI : 41.7 %), medang (*Litsea* sp., IVI : 21.9 %) and kempas (*Kompassia malaccensis* IVI: 13.8 %). Pole stage : ubar (*Eugenia* sp. IVI : 49.8 %) , mahawai (*Mezzettia parvifolia* IVI : 31.9 %) and medang (Litsea sp., IVI : 19.0 %). Sapling stage : ubar (Eugenis sp., IVI : 32.7 %), mahawai (*Mezzettia parvifolia* IVI : 23.4 %), and kumpang darah (*Mirystica* spp., IVI : 12.25 %). Seedling stage : ubar (Eugenia sp., IVI : 23.3 %) and kempas (*Kompassia malaccensis* IVI : 9.3 %). For Dipterocarps among others meranti merah (*Shorea* sp., IVI : 29.60 %), bengkirai (*Hopea mengarawan* IVI : 21.62 %), keruing (*Dipterocarpus* spp., IVI : 21.44 %), meranti kuning (*Shorea* sp., IVI : 15.19 %), and benuas (*Shorea laevifolia* IVI : 10.98 %).

Keywords : Logged over areas, Natural production forest, Species composition, Structure

*Korespondensi penulis. Tel.: +062-08164838660.
E-mail: diana_eko@yahoo.com

1. Pendahuluan

Indonesia merupakan negara tropika yang memiliki kawasan hutan yang cukup luas. Namun demikian hutan alam saat ini semakin berkurang akibat adanya kerusakan hutan yang disebabkan adanya *illegal logging*, kebakaran hutan, pengalihan lahan hutan, kegagalan sistem pemeliharaan tegakan pada areal bekas tebangan dan tanaman hasil pengayaan.

Untuk menjaga kelestarian hutan baik produktivitas maupun ekosistemnya, beberapa sistem silvikultur telah diuji cobakan antara lain sistem Tebang Pilih Indonesia (TPI), Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI), Tebang Habis Permudaan Buatan (THPB), Tebang Habis

Permudaan Alam (THPA), Tebang Pilih Tanam Jalur (TPTJ) dan Tebang Pilih Tanam Indonesia Intensif (TPTII) sesuai dengan kondisi ekosistem setempat. Penerapan setiap sistem silvikultur ini mempunyai konsekuensi logis yang berbeda terhadap sifat bio-fisik hutan yang dikelola dan teknik pemulihannya.

Dengan demikian, sistem silvikultur memegang peranan dalam pengelolaan hutan karena didalamnya terdapat pengaturan mengenai daur tebang, riap, tahapan kegiatan dari seluruh penebangan kayu sampai pada kegiatan penanaman pengayaan pada kawasan hutan bekas tebangan (Indrawan 2008). Penerapan sistem silvikultur telah menyebabkan terjadi kerusakan tegakan tinggal, perubahan struktur tegakan, pemadatan tanah, erosi dan perubahan iklim mikro, yang dapat mempengaruhi kepada kelestarian hutan. Kelestarian produksi ditentukan oleh struktur tegakan tinggal dan pemulihan tegakan di lahan bekas pembukaan wilayah seperti jalan sarad, TPn, dan areal eksploitasi yang menyebabkan kerusakan sebagai dampak

Kerusakan yang terjadi akibat kegiatan penebangan terutama di areal penebangan, menyebabkan rusaknya permudaan yang menjadi harapan produksi di daur berikutnya. Perubahan vegetasi dapat dilihat pada kerusakan pohon, perubahan komposisi tegakan, perubahan struktur tegakan, penyebaran jenis-jenis pohon yang tidak merata, kesamaan komunitas tegakan, keragraman jenis tegakan, kesehatan dan pertumbuhan tegakan tinggal (Elias 2008). Inventarisasi tegakan tinggal adalah kegiatan pencatatan dan pengukuran pohon dan permudaan alam pada areal hutan yg sudah dilakukan penebangan untuk mengetahui antara lain komposisi jenis, penyebaran dan keraptan permudaan serta jenis, jumlah dan tingkat kerusakan pohon Oleh sebab itu kegiatan inventarisasi tegakan hutan di areal bekas tebangan harus memperhatikan beberapa faktor antara lain jenis, famili dan basal areal dapat memberikan hasil sesuai dengan yang diharapkan.

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur dan komposisi jenis pohon di hutan alam produksi bekas tebangan.

2. Bahan dan Metode

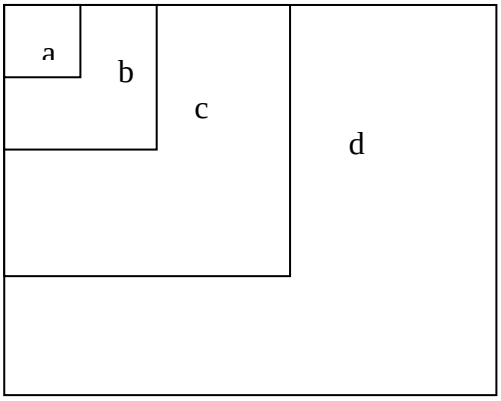
2.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan hutan alam daratan bekas tebangan di PT. Sarmiento Parakantja Timber. Secara geografis lokasi penelitian berada 111º55’BT - 112º19’BT dan 1º12’LS - 1º56’LS dengan ketinggian 18 – 944 m di atas permukaan laut. Secara administrasi pemerintahan termasuk Desa Tumbang Payang, Kecamatan Mentaya Hulu, Kabupaten Kotawaringin Timur, Propinsi Kalimantan Tengah sedangkan menurut wilayah pemangkuan hutan termasuk hutan Seruyan, Cabang Dinas Kehutanan Kotawaringin Timur dan Dinas Kehutanan Provinsi Kalimantan Tengah.

2.2. Pengumpulan data penelitian

Metode penelitian dilakukan melalui pengamatan vegetasi. Pengamatan vegetasi dilakukan terhadap pohon tiang, pancang dan semai dengan membuat petak contoh (20mx20m), (10mx10m),(5mx5m), dan (2mx2m) sebanyak 25 ulangan. Semua pohon dalam

petak contoh diinventarisir.Data dianalisis secara kuantitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 28 tahun.



Gambar 1. Teknik pengumpulan data vegetasi (a= 2 m x 2 m; b = 5 m x 5 m; c = 10 m x 10 m; d = 20 m x 20 m).

2.3. Analisa data

Data deskriptif berupa nama tumbuhan diidentifikasi nama ilmiahnya dan selanjutnya diolah untuk mendapatkan indek penting (INP). Indek nilai penting ini merupakan jumlah dari keragraman relative (KR), dominansi relative (DR) dan frekuensi relative (FR) menggunakan rumus Soerinegara dan Indrawan (1982) :

$$INP = FR + KR + DR \quad (1)$$

dimana :

FR= (jumlah petak terisi suatu jenis: jumlah seluruh petak) x 100 %

KR= (jumlah individu suatu jenis :kerapatan seluruh jenis) x 100 %

DR= dominasi suatu jenis:dominasi seluruh jenis

Khusus tingkat semai INP = FR + KR

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Komposisi jenis tumbuhan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komposisi jenis tumbuhan di hutan alam bekas tebangan 28 tahun. Jumlah jenis vegetasi pada Tabel 1 adalah sebagai berikut:

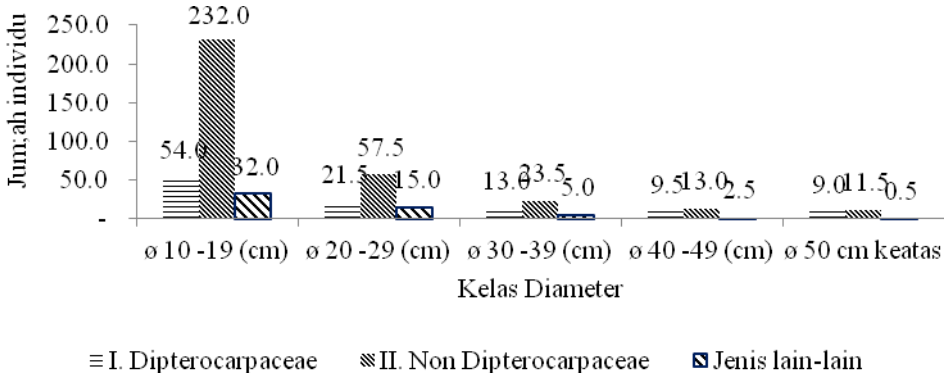
Tabel 1. Jumlah jenis pohon, tiang, pancang dan semai pada lokasi penelitian.

	Pohon	Tiang	Pancang	Semai
Jumlah jenis	39	37	42	41
Famili	15	27	14	13
Basal areal (m^2 /ha)	14.0404	3.4157	1.7235	1.0898

Berdasarkan hasil yang ditunjukan pada Tabel 1 bahwa komposisi jenis tanaman pada hutan setelah penebangan mengalami penurunan pada semua tingkat vegetasi (pohon, tiang, pancang dan semai). Keanekaragraman jenis yang tertinggi dari tingkatan vegetasi adalah tingkat pancang dan semai, walaupun jumlah jenisnya banyak akan tetapi tidak terdapat suatu jenis yang begitu menguasai jenis lainnya atau kata lain tidak terdapat vegetasi yang begitu dominan. Sedangkan untuk tingkat pohon dominannya *Shorea laevifolia, S.parvifolia* dan *S.leprosula* dibanding jenis-jenis lain (± 60% dari total jenis yang ada). Secara tidak langsung ini mencerminkan bahwa pada hutan alam bekas tebangan tersebut sangat kecil jumlah permudaan *Dipterocarpaceae.* Hal ini dikarenakan bahwa jenis-jenis tersebut memerlukan naungan ketika dalam bentuk anakan dan sesuai dengan pendapat Filter dan Hay (1998) salah satu kondisi lingkungan yang paling berpengaruh terhadap pertumbuhan tumbuhan di bawah tegakan antara lain cahaya matahari atau naungan. Menurut Smith (1977) jenis yang dominan adalah jenis yang dapat memanfaatkan lingkungan secara efisien daripada jenis lain dalam tempat yang sama.

Jumlah famili pada tingkat tiang lebih besar /dominan daripada pohon, pancang dan semai. Selanjutnya pada tingkat pohon memiliki basal areal yang tinggi sebesar 14.0404 m^2/ha daripada tingkat tiang, pancang dan semai. Komposisi jenis penyusun tegakan bekas tebangan semakin beragram dengan semakin tua umur tegakan yang ditujukan dengan jumlah jenis per satuan luas (Susanti, 2008).

Untuk melihat sebaran kelas diameter pohon di hutan alam bekas tebangan pada Gambar 2 di bawah ini :



Gambar 2. Struktur tegakan pohon di hutan alam produksi bekas tebangan

Sebaran kelas diameter dari jenis tumbuhan yang ada, pada kelas diameter < 20 cm jumlahnya cukup tinggi pada jenis non *Dipterocarpaceae* dibandingkan *Dipterocarpaceae* dan jenis-jenis lain pada kelas diameter 10 – 19 cm, 20 - 29 cm, 30 - 39 cm, 40 - 49 cm dan diameter batang diatas 50 cm. Hal ini dikarenakan adanya penebangan pohon sehingga menimbulkan kerusakan hutan dan merangsang pertumbuhan anakan akibat terbukanya ruang tumbuh. Bila dilihat dari tipe tegakan ini yang tidak seumur dimana distribusi kelas diameternya membentuk huruf "J" terbalik sesuai dengan tipe hujan tropis (Mueller-Dombois & Ellenberg, 1974; Daniel *et al*.,1987; Adurachman 2008; Heriyanto *et al.*, 2008).

3.2. Komposisi dan dominasi jenis

Tegakan yang mempunyai indek nilai penting (INP) tertinggi di Sungai Seruyan untuk tingkat pohon, yaitu jenis-jenis *Dipterocarpaceae, Shorea laevifolia* 17.8 %, *S.parvifolia* 16.8 % dan *S.leprosula* 15.8 %, sedangkan non *Dipterocarpaceae* yaitu *Eugenia* spp 41.7 %, *Litsea* spp 21.9 % dan *Koompassia malaccensis*13.8 %. Untuk jenis-jenis lain yaitu *Memecylon*sp 10.7%, *Dehaasia microcarpa* 10.0 %, *Choriophyllum malayanum*7.6 %. Berikut daftar 5 jenis tumbuhan yang mempunyai INP terbesar yaitu *Dipterocarpaceae,* Non *Dipterocarpaceae* dan jenis lain-lain disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis vegetasi kategori pohon di wilayah Seruyan, Kalimatan Tengah

No	Jenis	Family	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
	A. KAYU PERDAGANGAN					
	I. Dipterocarpaceae					
1	*(Shorea laevifolia* Endert.*)* Benuas	*Dipterocarpaceae*	5.9	4.4	7.5	17.8
2	*(Shorea parvifolia* Dyer.*)* Lentang	*Dipterocarpaceae*	5.9	4.0	6.9	16.8
3	*(Shorea leprosula* Miq.*)* Lempung	*Dipterocarpaceae*	5.1	5.4	5.3	15.8
4	*(Shorea smithiana* Sym.*)* Mahambung	*Dipterocarpaceae*	3.1	3.4	8.6	15.1
5	*(Dipterocarpus s*pp.*)* Keruing	*Dipterocarpaceae*	3.7	4.0	3.0	10.7
	II. Non Dipterocarpaceae					
1	*(Eugenia* spp.*)* Ubar	*Myrtaceae*	17.2	12.5	12.0	41.7
2	*(Litsea* sp.*)* Medang	*Lauraceae*	6.8	6.7	8.4	21.9
3	*(Koompassia malaccensis* Maing.*)* Kempas	*Caesalpiniaceae*	3.7	4.7	5.4	13.8
4	*(Dyera costulata* Hk.f.) Pantung	*Apocynaceae*	2.8	3.0	3.4	9.2
5	*(Quercus bennettii* Miq.*)* Pempaning	*Fagaceae*	2.3	3.0	3.2	8.5
	B. JENIS LAIN-LAIN					
1	*(Memecylon* sp.*)* Tamias	*Melastomataceae*	3.1	5.1	2.5	10.7
2	*(Dehaasia microcarpa* BI.) Penguan	*Lauraceae*	4.0	3.4	2.6	10.0
3	*(Choriophyllum malayanum* Benth) Selumbar	*Euphorbiaceae*	2.5	2.7	2.4	7.6
4	*(Melaleuca leucandendron* L.var.Minor*)* Gelam	*Myrtaceae*	0.8	1.0	0.3	2.1
5	*(Coccoceras borneense* J.J.S.) Belanti	*Euphorbiaceae*	0.6	0.7	0.2	1.5

Keterangan : KR = Kerapatan relative; DR= Dominansi relative; FR= Frekuensi relative; INP= Indek nilai penting.

Pada Tabel 1 diatas jumlah individu pada tingkat *pohon* semuanya 182 individu/ha yang terdiri dari 53 individu/ha *dipterocarpaceae*, 106 individu/ha non *dipterocarpaceae* dan 23 individu/ha untuk jenis lain-lain. Sutisna (1981) mengemukakan semakin tinggi INP suatu jenis, maka keberadaan jenis tersebut semakin stabil. Suatu jenis tingkat semai dapat dikatakan berperan jika nilai INP lebih dari 10%. Berdasarkan INP, hutan yang belum ditebang terdapat lima.

Untuk tingkat tiang, kayu perdagangan *Dipterocarpaceae* yang mempunyai indek nilai penting tertinggi adalah *Dipterocarpus* spp 12.4 %, *Vatica rassak* 12.2 % dan *S.laevifolia*7.9 % sedangkan non *dipterocarpaceaeEugenia* spp 49.8 %, *Mezzettia parvifolia* 31.9 % dan *Litsea* sp 19.0 %. Untuk jenis-jenis yang lain *Dehaasia microcarpa*13.2 %, *Coccoceras borneense* 4.2 %, *Memecylon costatum* 4 % dan pada Tabel 3. disajikan di bawah ini.

Tabel 3. Dominasi jenis berdasarkan indek nilai penting pada tingkat tiang di wilayah Seruyan, Kalimantan Tengah

No	Jenis	Famili	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
	A. KAYU PERDAGANGAN					
	I. Dipterocarpaceae.					
1	*(Dipterocarpus* spp.) Keruing	*Dipterocarpaceae*	3.8	4.3	4.3	12.4
2	*(Vatica rassak* BIume*)* Resak	*Dipterocarpaceae*	3.8	4.3	4.1	12.2
3	*(Shorea laevifolia* Endert.) Benuas	*Dipterocarpaceae*	2.5	2.1	3.3	7.9
4	*(Shorea parvifolia* Dyer.*)* Lentang	*Dipterocarpaceae*	1.9	2.1	2.7	6.7
5	*(Shorea leprosula* Miq.*)* Lempung	*Dipterocarpaceae*	1.3	1.4	1.8	4.5
	II. Non Dipt.					
1	*(Eugenia spp.)* Ubar	Myrtaceae	17.0	16.3	16.5	49.8
2	*(Mezzettia parvifolia* Becc.*)* Mahawai	Annonaceae	11.3	9.9	10.7	31.9
3	*(Litsea* spp.*)* Medang	Lauraceae	5.7	9.3	4.0	19.0
4	*(Myristica maxima* Warb.*)* Kumpang	Myristicaceae	6.9	5.0	5.8	17.7
5	*(Dracontomelon costatum* BI.*)* Bunyao	Anac	5.0	4.3	4.8	14.1
	B. JENIS LAIN-LAIN					
1	*(Dehaasia microcarpa* BI.*)* Penguan	Lauraceae	4.4	4.3	4.5	13.2
2	*(Coccoceras borneense* J.J.S.) Belanti	Euphorbiaceae	1.3	1.4	1.5	4.2
3	*(Memecylon* sp.*)* Tamias	Melast	1.3	1.4	1.3	4.0
4	*(Aporosa* sp*)* Morok	Euphorbiaceae	1.3	1.4	1.1	3.8
5	*(Choriophyllum malayanum* Benth.*)* Selumbar	Euphorbiaceae	0.6	1.4	0.7	2.7

Jumlah individu pada tingkat tiang adalah 318 individu /ha yang terdiri dari 54 individu/ha dari kelompok *dipterocarpaceae* dan 232 individu/ha untuk non *dipterocarpaceae* dan 32 individu untuk jenis lain-lain. Pada tingkat pancang, jenis-jenis *Dipterocarpaceae* yang mempunyai indek nilai penting tertinggi adalah jenis *Shorea laevifolia* 10.5 %, *S.leprosula* 6.4 % dan *S.ovalis* 5.2 % sedangkan non *Dipterocarpaceae* yaitu *Eugenia* sp 32.7 %, *Mezzettia parvifolia* 23.4 %, *Myristica* spp 12.2 % dan jenis-jenis lain yaitu*Tricalysis* 5.5 %, *Dehaasia microcarpa* 5.3 % dan *Aporosa*sp 5.0 %. Untuk melihat indek nilai penting dari pancang dapat dilihat pada Tabel 4 dibawah ini.

Tabel 4. Dominasi jenis berdasarkan indek nilai penting pada tingkat pancang di wilayah Seruyan, Kalimantan Tengah

No	Jenis	Family	KR (%)	FR (%)	INP (%)
	A. KAYU PERDAGANGAN				
	I. DipterocarpaceaeI.				
1	*(Shorea laevifolia* Endert.*)* Benuas	*Dipterocarpaceae*	5.8	4.7	10.5
2	*(Shorea leprosula* Miq.*)* Lempung	*Dipterocarpaceae*	3.2	3.2	6.4
3	*(Shorea ovalis* BI.) Damar Kawan	*Dipterocarpaceae*	3.2	2.0	5.2
4	*(Dipterocarpus* spp.) Keruing	*Dipterocarpaceae*	0.9	1.5	2.4
5	*(Shorea parvifolia* Dyer.*)* Lentang	*Dipterocarpaceae*	0.8	1.2	2.0
	II. Non Dipt.				
1	*(Eugenia* spp.*)* Ubar	*Myrtaceae*	21.8	10.9	32.7
2	*(Mezzettia parvifolia Becc.)* Mahawai	*Anon*	14.6	8.8	23.4
3	*(Myristica* spp.*)* Kumpang Darah	*Myrist*	6.0	6.2	12.2
4	*(Litsea* spp.*)* Medang	*Lauraceae*	4.1	5.9	10.0
5	*(Gluta rengas* L.) Rengas	*Anac*	4.1	4.4	8.5
	B. JENIS LAIN-LAIN				
1	*(Tricalysis)* Kopi Hutan	*Rub*	2.3	3.2	5.5
2	*(Dehaasia microcarpa BI.)* Penguan	*Laur*	2.1	3.2	5.3
3	*(Aporosa* sp) Morok	*Euph*	2.1	2.9	5.0
4	*(Nephelium* sp.*)* Rambutan Hutan	*Sapindaceae*	1.3	2.0	3.3
5	*(Dacyyodes costata* H.J.L.) Batu, k	*Burs*	0.8	1.2	2.0

Untuk tingkat pancang jumlahnya 4264 individu/ha terdiri dari 632 individu /ha *Dipterocarpaceae*, 3208 individu /ha non *Dipterocarpaceae* dan 424 individu/ha untuk jenis lain-lain.

Dari hasil pengamatan pada tingkat semai jenis *Dipterocarpaceae* INP tertinggi pada jenis *Shorea laevifolia* 33.6 %, *S.leprosula* 15.7 % dan*S.parvifolia* 11.7 % sedangkan family non *DipterocarpaeceaeEugenia* spp 23.3 %, *Mezzettia parvifolia* 17.2 % dan *Koompassia malaccensis* 9.3 %. Untuk jenis lain-lain indek nilai penting yang tertinggi yaitu *Aporosa* sp 4.7 %, *Tricalysis*sp 3.5 %, *Dehaasia microcarpa* 1.9 % dan berikut daftar 5 jenis tumbuhan tingkat semai yang mempunyai INP terbesar pada Tabel 5.

Tabel 5.Dominasi jenis berdasarkan indek nilai penting pada tingkat semai di wilayah Seruyan, Kalimantan Tengah.

No	Jenis	Family)	KR (%)	FR (%)	INP (%)
A.	KAYU PERDAGANGAN				
	I. Dipterocarp.				
1	*(Shorea laevifolia* Endert.*)* Benuas	*Dipterocapeceae*	24.6	9.0	33.6
2	*(Shorea lepros ula* Miq.*)* Lempung	*Dipterocapeceae*	10.1	5.6	15.7
3	*(Shorea parvifolia* Dyer.*)* Lentang	*Dipterocapeceae*	7.2	4.5	11.7
4	*(Shorea ovalis* BI.*)* Damar Kawan	*Dipterocapeceae*	7.8	2.8	10.6
5	*(Shorea acuminatatissima* Sym.*)* Meranti Kuning	*Dipterocapeceae*	2.9	1.7	4.6
	II. Non Dipt.				
1	*(Eugenia* spp.*)* Ubar	Myrtaceae	11.1	12.2	23.3
2	*(Mezzettia parvifolia* Becc.*)* Mahawai	*Anon*	8.2	9.0	17.2
3	*(Koompassia malaccensis* Maing.*)* Kempas	*Caes*	3.7	5.6	9.3
4	*(Litsea* spp.*)* Medang	*Laun*	2.3	5.2	7.5
5	*(Dysoxylum* sp.*)* Keramu	*Meliac*	2.2	5.2	7.4
B.	JENIS LAIN-LAIN				
1	*(Aporosa* sp*)* Morok	*Euph*	1.6	3.1	4.7
2	*(Tricalysis* sp*)* Kopi Hutan	*Rub*	1.0	2.5	3.5
3	*(Dehaasia microcarpa* BI.*)* Penguan	*Lauraceae*	0.6	1.3	1.9
4	*(Nephelium* sp.*)* Rambutan Hutan	*Sapindaceae*	0.7	1.1	1.8
5	*(Dacyyodes costata* H.J.L.) Batu, k	*Burs*	0.5	1.1	1.6

Selanjutnya untuk tingkat *semai* terdiri dari 34.750 individu / ha dan 18.450 individu/ha *Dipterocarpaceae*, 14.600 individu/ha non *Dipterocarpaceae* dan 1700 individu/ha untuk jenis lain-lain. Terjadinya perubahan struktur dan komposisi tegakan serta jumlah jenis dapat terjadi karena kerusakan yg cukup berat pada tegakan tinggal, intensitas pemanenan kayu cukup tinggi, jenis-jenis pohon komersial tertentu saja yg dipanen secara intensif dan penyebaran jenis-jenis komersial tertentu yang tidak merata.

Kondisi demikian memang umum terjadi di kawasan hutan alam dengan vegetasi yang heterogen (Richards 1996). Hal ini juga dikemukakan oleh Whitmore (1990), bahwa komunitas hutan yang dinamis yang tersusun oleh berbagai pepohonan dengan berbagai ukuran. Oleh karena itu kerusakan hutan akibat gangguan alam dan atau penebangan dapat merangsang perkembangan anakan- anakan pohon yang tadinya tertekan untuk tumbuh secara bersamaan dengan terbukanya ruang tumbuh yang cukup.

4. Kesimpulan

Hutan bekas tebangan 28 tahun berdasarkan nilai indek penting (INP) tingkat pohon didominasi oleh family non *Dipterocarpaceae* yaitu *Eugenia* spp 41.7 %, *Litsea* spp. (21.9 %), *Koompassia malaccensis* (13.8 %). Tingkat tiang *Eugenia* spp (49.8 %), mahawai (*Mezzettia parvifolia* INP 31.9 %), Medang (*Litsea* spp. 19.0%). Tingkat pancang *Eugenia* spp (32.7 %), *Mezzettia parvifolia* (23.4 %), *Myristica* spp. (12.25 %). Tingkat semai *Eugenia* spp 23.3 %, *Mezzettia parvifolia* 17.2 % dan *Koompassia malaccensis* 9.3 %. Jumlah jenis pohon dan permudaan yang ditemukan pada kawasan hutan bekas tebangan adalah 35 jenis (18 famili) untuk pohon, 37 jenis (10 famili) untuk tiang, 42 jenis (14 famili) untuk pancang dan 41 jenis (13 famili) untuk semai. Struktur tegakan pada kawasan hutan produksi bekas tebangan di wilayah Seruyan cukup normal (seperti tegakan hutan alam pada umumnya), yaitu berbentuk huruf "J" terbalik. Jumlah pohon pada kelas diameter kecil sangat banyak, kemudian menurun seirama dengan naiknya kelas diameter. Dilihat dari dominasi jenis maka dapat disimpulkan bahwa hutan bekas tebangan 28 tahun masih belum pulih mendekati hutan primer yang pada umumnya di loksi hutan primer didominasi oleh jenis-jenis *Dipterocarpaceae.*

Referensi

Abdurachman (2008). Karakteristik tegakan produksi setelah tujuh tahun penebangan di Labanan, Kalimantan Timur. *Info Hutan*, *5* (4), 365 – 375.

Daniel, T.W., J.A. Helms, & F.S. Baker, (1987). *Prinsip-prinsip Silvikultur*. Edisi Bahasa Indonesia. Gajahmada University Press. Yogyakarta.

Elias. (2008). *Pembukaan Wilayah Hutan*. Fakultas kehutanan IPB. Bogor.

Filter, A. H. & R. K. M. Hay (1998). *Fisiologi Lingkungan Tanaman*. Gajahmada University Press.Yogyakarta.

Heriyanto, N.M.& Mindawati, N.(2008). Konservasi Jenis Tengkawang (*Shorea* spp.) pada Kelompok Hutan Sungai Jelai-Sungai Delang-Sungai Seruyan Hulu di Provinsi Kalimantan Barat. *Info Hutan*, *5* (3), 281-287.

Indrawan A.(2008). Sejarah perkembangan sistem silvikultur di Indonesia. Prosiding *Lokakarya Nasional Penerapan Multisistem Silvikultur pada Pengusahaan Hutan Produksi dalam Rangka Peningkatan Produktivitas dan Pemantapan Kawasan Hutan.* Bogor 23 Agustus 2008. Fakultas Kehutanan IPB dengan Ditjen Bina Produksi Kehutanan, Departemen Kehutanan. Bogor.

Mueller-Dombois & Ellenberg. (1974). *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons, Inc. New York.

Richards, P.W. (1996). *The Tropical Rain Forest: An Ecological Study.* 2nd edition. Cambridge University Press.

Smith, R.L. (1977). *Element of Ecology*. New York: Harper & Row. Publisher.

Soerianegara, I & Indrawan, A. (1982). *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor. Laboratotium Ekologi Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.

Susanti, F.H. (2008). Komposisi floristik vegetasi setelah tebangan di areal hutan produksi terbatas. *Jurnal Penelitian Dipterocarpa*, *2* (1)

Sutisna, U. (1981). Komposisi jenis hutan bekas tebangan di Batulicin, Kalimantan Selatan. Deskripsi dan Analisis (*Laporan 328*). Bogor: Balai Penelitian Hutan.

Whitmore, T.C. 1990. *An Introduction to Tropical Rain Forests*. Clarendon Press-Oxford.

Prospek Pembangunan Hutan Tanaman Balangeran (*Shorea balangeran* (Korth.) Burck.) di Lahan Gambut

Darwo* dan Rina Bogidarmanti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor-Provinsi Jawa Barat, Tlp. (0251) 8631238

Abstract

Establishment of Industrial Plantation Forest (Hutan Tanaman Industri/HTI) in peatland areas still limited in certain species. One of local species which can gow well and has economic value to be developed in those areas is *Shorea balangeran.* This research was to evaluate the gowth rate and characteristic of *S. balangeran* in Industrial Plantation Forest concession PT Arara Abadi, Riau. Total plots trial 6 plots with size 30 x 12 m and each plot consist of 40 plants by spacing 3 x 3 m. Parameter was measured including height, diameter at breast height (Dbh) and plants survival. Gowth measurement was carried out two times i.e at 1 year old and 1.5 years old plants. Data was analyzed using descriptive analysis and mean comparison test. The research result showed that at 1 year old plants the total height average was 1.35 $\pm$ 0,12 m, with diameter at breast height average was 0,95 $\pm$ 0,17 cm and plant survival was 87.5 $\pm$ 3.5 %. The additional height and diameter in half year were 0.42 m and 0.03 cm respectively; meanwhile for their survival rate increased 2.5%. Based on statistical analysis, total height average at 1 and 1.5 years old showed significantly difference, meanwhile for diameter and survival average didint showed significant difference. The evaluation result of 1 and 1.5 years old plants indicated that *Shorea balangeran* can gow well in wetland areas with temporary flooded and in open areas (without shading) condition.

Keywords: *Shorea balangeran*, Intolerant, Peatland and growth.

* Korespondensi penulis.
E-mail: darwo_iph@yahoo.co.id; rinabogidarmanti@yahoo.com

1. Pendahuluan

Indonesia memiliki hutan dan lahan rawa gambut seluas ± 21 juta ha yang tersebar di Sumatera 7,21 juta ha, Kalimantan 5,79 juta ha dan Papua 8 juta ha (Wahyunto *et al*., 2005). Kawasan hutan alam rawa gambut telah mengalami kerusakan dan kondisi hutan alam rawa gambut di Sumatera dan Kalimantan saat ini tinggal 1.456.000 ha (11.2%) (Wibisono *et al*., 2010). Hutan alam rawa gambut yang dikonversi menjadi hutan tanaman, saat ini hanya mengembangkan jenis *Acacia crassicarpa* yang ditujukan sebagai kelas perusahaan kayu pulp. Padahal ada jenis lokal yang potensial untuk dikembangkan di lahan rawa gambut. Jenis tersebut adalah balangeran (*Shorea balangeran* (Korth.) Burck.) dari famili Dipterocarpaceae. Balangeran merupakan salah satu jenis pohon yang mampu tumbuh baik di

lahan rawa gambut dan pertumbuhannya relatif lebih cepat dibanding jenis-jenis pohon rawa gambut lainnya (Martawijaya, 2005). Lebih lanjut Suhartati *et al*. (2013) menyatakan bahwa jenis lokal secara ekologis lebih adaptif, lebih tahan terhadap serangan hama penyakit, tidak mengubah ekosistem lingkungan, tidak menyebabkan munculnya spesies invasif, dan merupakan upaya konservasi dan pelestarian plasma nutfah.

Daerah penyebaran balangeran meliputi Sumatera Selatan (Bangka dan Belitung), Kalimantan Barat, Kalimantan Selatan dan Kalimantan Tengah. Jenis ini tumbuh tersebar pada hutan primer tropis basah yang sewaktu-waktu tergenang air, di daerah rawa atau di pinggir sungai, pada tanah liat berpasir, tanah liat dengan tipe curah hujan A-B pada ketingian 0-100 m dpl. Permudaan alam terdapat bersama-sama dengan jenis lain dalam hutan yang heterogen terutama dengan jenis keruing, tembesu, bintangur, ramin. Balangeran seringkali tumbuh secara berkelompok (Hyne, 1987; Martawijaya, 2005).

Musim berbunga dan berbuah balangeran tidak selalu setiap tahun. Musim berbuah sangat dipengaruhi oleh keadaan setempat. Biasanya buah masak seringkali bersamaan dengan famili Dipterocarpaceae yaitu bulan Februari, April sampai Juni. Buah balangeran tergolong cepat berkecambah, dan hanya dapat disimpan selama 12 hari di dalam wadah yang diberi arang basah (Martawijaya, 2005). Lebih lanjut (Rusmana, 2012) menyatakan bahwa benih balangeran bersifat rekalsitran sehingga bijinya tidak bisa disimpan dalam waktu lama. Oleh karena itu, jika memperoleh buahnya harus langsung disemaikan pada bedengan atau *polybag* dan disimpan dalam bentuk bibit, bukan disimpan dalam bentuk benih (*seeds*).

Perbanyakan bibit balangeran dapat dilakukan secara generatif dan vegetatif. Penyiapan bibit secara generatif bisa berupa cabutan alam dan biji, sedangkan pembibitan secara vegetatif melalui stek pucuk dengan diberi hormon perangsang akar (*Rootone-F* atau sejenisnya) (Rusmana, 2012). Untuk meningkatkan keberhasilan pertumbuhannya, bibit balangeran dapat diaplikasikan dengan ektomikoriza dari jenis *Boletus* sp. dan *Scleroderma* sp. (Santosa *et al*., 2004; Turjaman *et al*., 2011).

Pohon balangeran di hutan alam dapat mencapai tinggi pohon 20-25 m, batang bebas cabang 15 m, diameter bisa mencapai 50 cm dan tidak terdapat banir. Pohon balangeran dewasa mempunyai kulit luar berwarna merah tua sampai hitam, dengan tebal 1-3 cm, mempunyai alur dangkal, kulit tidak mengelupas. Jika dilihat dari kayu terasnya berwarna coklat-merah atau coklat tua, sedangkan kayu gubal berwarna putih kekuningan atau merah muda, dengan kertebalan 2-5 cm. Tekstur kayunya agak kasar sampai kasar dan merata. Kayunya mempunyai serat lurus, jika diraba pada permukaan kayunya licin dan pada beberapa tempat terasa lengket karena adanya damar (Martawijaya *et al*., 2005).

Kayu balangeran dapat digunakan untuk balok dan papan pada bangunan perumahan dan jembatan, lunas perahu, bantalan dan tiang listrik dengan terlebih dahulu diawetkan. Kayunya termasuk kelas awet II – III dan daya tahan terhadap jamur pelapuk termasuk kelas I – II. Berat jenisnya antara 0,73-0,98 dengan kelas kuat I – II. Sifat pemesinan menunjukkan bahwa kayu belangeran dapat dibentuk dengan hasil baik serta dapat diserut, dibor, dibuat lubang persegi dan diampelas dengan hasil sedang, namun pembubutan memberikan hasil sangat jelek (Martawijaya *et al*., 2005).

Penguasaan teknologi penyiapan bibit balangeran telah terkuasai dengan baik, sedangkan aspek pertumbuhan dan karakteristik tanaman balangeran belum banyak diketahui. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian aspek tersebut sebagai bahan informasi yang berguna dalam pembangunan HTI jenis lokal di lahan rawa gambut.

Penelitian bertujuan untuk mengevaluasi tingkat pertumbuhan dan karateristik tanaman *Shorea balangeran* di IUPHHK-HTI PT Arara Abadi, Riau. Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi yang berguna bagi pemerintah, BUMN dan swasta dalam rangka rehabilitasi dan pembangunan HTI *Shorea balangeran* di lahan rawa gambut.

2. Bahan dan Metode

2.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di kawasan konsesi Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Tanaman Industri (IUPHHK-HTI) PT. Arara Abadi yang berada di Distrik Siak Barbari, Kabupaten Siak-Riau. Secara geografis terletak pada 101º49'04" BT dan 1º32'42" LU dan ketinggian tempat berada pada ± 5 m dari permukaan laut. Kondisi iklimnya termasuk tipe A berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson (1951) dengan curah hujan tahunan berkisar 1.937 – 3.484 mm (rata-rata 2.456 mm/tahun). Suhu udara harian rata-rata sebesar 27,7ºC, dengan rata-rata maksimum 29,3ºC dan rata-rata minimum 26,4ºC; sedangkan kelembaban udara harian rata-rata sebesar 68,7%, dengan rata-rata maksimum 75,1% dan rata-rata minimum 63,0% (Supangat *et al.*, 2013). Penelitian dilakukan pada tahun 2014.

2.2. Bahan dan alat

Bahan penelitian berupa tanaman balangeran yang ditanam pada Januari 2013 seluas 1,2 hektar dengan jarak tanam 3 x 3 m. Tanaman balangeran pada tahap awal dipupuk dasar Rock Phospat 250 g/lubang, KCA (abu boiller) 2 kg /lubang. Pada umur 1, 4 dan 12 bulan setelah tanam dipupuk NPK sebanyak 100 g/tanaman. Peralatan yang digunakan antara lain meteran, galah, kaliper, kamera, dan alat tulis.

2.3. Metode

Plot penelitian dibuat sebanyak 6 buah dengan masing-masing plot berukuran 30 x 12 m (40 tanaman per plot). Pengamatan dilakukan pada umur 1 tahun dan 1,5 tahun. Parameter yang diamati adalah tinggi total, diameter setinggi dada dan daya hidup (*survival*). Tinggi tanaman diukur mulai dari pangkal sampai ujung pucuk tanaman. Diameter setinggi dada diukur pada ketinggian 130 cm dari permukaan tanah. Selanjutnya data dianalisis secara statistik guna mengatahui rataan dan standar deviasi dari parameter yang diukur yaitu tinggi, diameter dan survival. Pada tahap awal ditentukan terlebih dahulu rataan setiap plot, selanjutnya ditentukan rataan dan standar deviasi dari semua plot. Cara menentukan besaran parameter tersebut sebagai berikut (Mattjik dan Sumertajaya, 2005):

a. Rataan per plot $= \frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} Xi$ (1)

b. Rataan dari semua plot $= \frac{1}{n} \sum_{j=1}^{n} Yj$ (2)

c. Standar deviasi $= \sqrt{\frac{1}{n-1}\sum_{j=1}^{n}(Yj - \bar{Y})^2}$ (3)

d. Uji *T-student* untuk parameter rataan tinggi total, diameter setinggi dada dan survival pada tanaman umur 1 tahun dan 1,5 tahun.

Dimana : Xi = tinggi pohon/diameter setinggi dada pohon ke-i .

m = jumlah tanaman dalam setiap plot.

Yj = rataan pada plot ke-j.

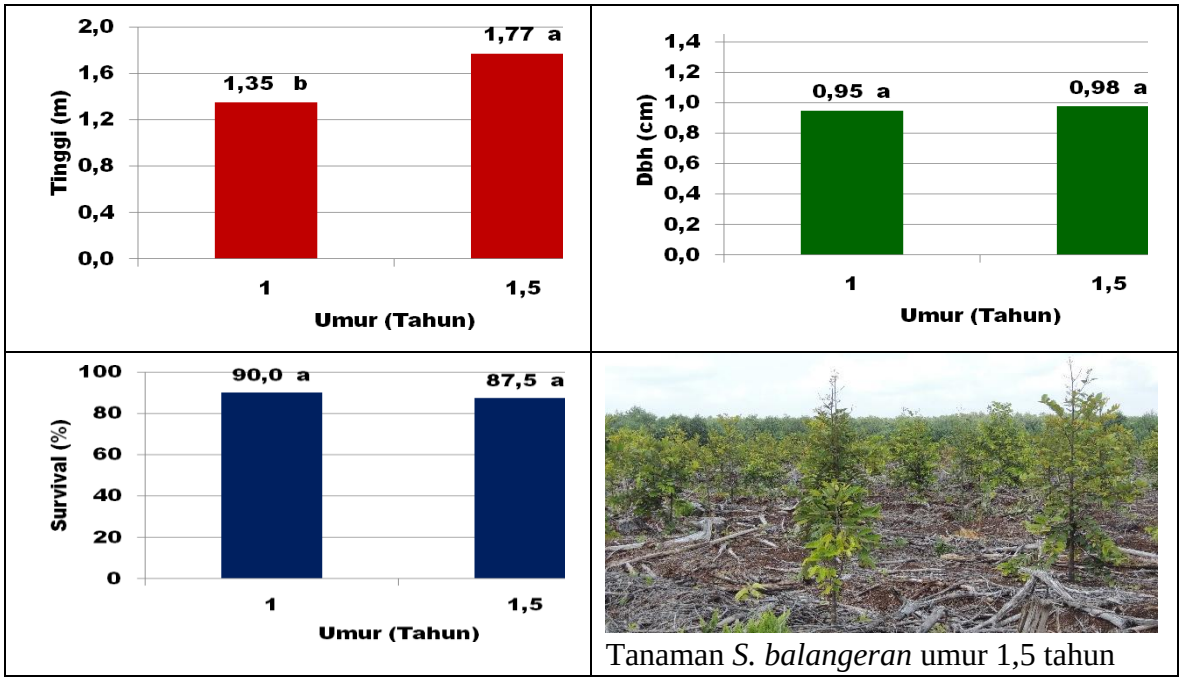
n = jumlah plot.

Untuk mengetahui karakteristik tanaman balangeran dilakukan dengan cara studi pustaka dan pengamatan secara visual di lapangan. Karakteristik pohon menjadi penting untuk diketahui guna menentukan apakah jenis pohon tersebut termasuk yang membutuhkan naungan di awal pertumbuhan (toleran) atau tidak butuh naungan di awal pertumbuhan (intoleran).

3. Hasil dan Pembahasan

Kegiatan penanaman balangeran merupakan upaya rehabilitasi hutan dan lahan gambut. Rehabilitasi hutan dan lahan adalah upaya untuk memulihkan, mempertahankan, dan meningkatkan fungsi hutan dan lahan sehingga daya dukung, produktivitas dan peranannya dalam mendukung sistem penyangga kehidupan tetap terjaga (PP Nomor 76, 2008). Kegiatan rehabilitasi dan pembangunan Hutan Tanaman bisa terjadi kegagalan. Hal ini akibat jenis yang ditanam tidak sesuai dengan kondisi lahannya. Oleh karena itu, perlu dilakukan uji coba penanaman.

Berdasarkan hasil analisis menunjukkan bahwa balangeran pada umur 1 tahun diperoleh rata-rata tinggi total (1,35 ± 0,12) m; diameter setinggi dada (0,95 ± 0,15) cm dan survival (90 ± 3,9) %. Selanjutnya setelah berumur 1,5 tahun rata-rata tinggi total (1,77 ± 0,12) m; diameter setinggi dada (0,98 ± 0,17) cm dan survival (87,5 ± 3,5) %. Penambahan tinggi dan diameter pohon selama 0,5 tahun adalah 0,42 m dan 0,03 cm, sedangkan survival mengalami penurunan sebesar 2,5%. Hasil uji-t, menunjukkan bahwa tinggi *S. balangeran* pada umur 1,5 tahun dengan 1 tahun berbeda secara signifikan (*p-value* = 0,000), namun terhadap diameter setinggi dada dan survival tidak berbeda secara signifikan (*p-value* > 0,05). Dengan demikian, pertumbuhan dimensi pohon *S. balangeran* ke arah vertikal (tinggi) lebih cepat, sedangkan pertumbuhan ke arah horizontal (diameter) lebih lambat. Rataan tinggi total, diameter setinggi dada dan survival tanaman balangeran dapat dilihat pada Gambar 1.



Tanaman *S. balangeran* umur 1,5 tahun

Keterangan : huruf yang sama pada grafik menunjukkan tidak berbeda nyata pada tingkat kepercayaan 95%.

Gambar 1. Grafik rataan diameter setinggi dada, tinggi pohon dan survival serta plot tanaman *Shorea balangeran* pada lahan Gambut di Distrik Siak Barbari, Kabupaten Bengkalis-Riau

Tingkat pertumbuhan diameter dan tinggi tanaman balangeran hampir mendekati dengan jenis geronggang (*Cratoxylon arborascens*), namun survival balangeran lebih tinggi daripada geronggang. Jika dilihat dari habitus pohon, pohon balangeran cenderung memiliki percabangan yang mudah mengalami *prunning* alami, sedangkan pohon geronggang percabangannya sulit mengalami pronning alam sehingga tinggi bebas cabang pohon balangeran akan lebih tinggi daripada pohon geronggang.

Kedua jenis tanaman ini (balangeran dan geronggang) merupakan jenis yang adaptif untuk dikembangkan di lahan gambut baik sebagai hutan tanaman industri maupun rehabilitasi hutan alam bekas tebangan di lahan gambut. Secara alami balangeran merupakan salah satu jenis penyusun hutan rawa gambut yang dikenal sebagai jenis pioner, karena memiliki daya adaptasi yang baik pada kondisi hutan rawa gambut yang terdegradasi (Giesen, 2004; Rachmanadi, 2012). Kemampuan adaptasi inilah sehingga dipilih untuk kegiatan penanaman dan rehabilitasi hutan rawa gambut. Walaupun dikenal memiliki daya adaptasi yang baik, tetapi suatu jenis tanaman tetap memiliki keterbatasan terhadap kondisi lahan yang sangat marginal.

Beberapa karakteristik *S. balangeran* yaitu:

a. Balangeran hidup di hutan rawa gambut pada tipologi *riverine forest* hingga hutan rawa campuran (*mixed-swamp forest*) (Rachmanadi, 2012).

b. Mampu tumbuh dengan baik pada kondisi genangan secara periodik yang dipengaruhi air sungai (*moderately flooded*) (Giesen, 2004).

c. Menurut Hyne (1987) dan Martawijaya *et al*. (2005) menyatakan bahwa balangeran perlu naungan ringan pada tahap awal pertumbuhan. Namun hasil penelitian ini menunjukkan bahwa balangeran mampu tumbuh dengan baik di lahan terbuka (tanpa naungan di awal pertumbuhan). Karakteristik tanaman balangeran termasuk jenis yang mampu tumbuh dengan cahaya penuh (intoleran) dengan ciri-ciri berdaun tebal dan permukaannya mengkilap seperti pada *Dryobalanops aromatica* dan *Hopea mangarawan*.

Karakteristik lahan yang sesuai dengan jenis yang dikembangkan sangat diperlukan karena penggunaan jenis tanaman untuk merehabilitasi hutan dan lahan rawa gambut tidak serta merta dapat dilakukan untuk semua kondisi hutan dan lahan rawa gambut yang terdegradasi. Kegiatan perencanaan yang baik akan menghasilkan kegiatan rehabilitasi yang efektif dan efisien serta dapat berhasil secara maksimal (Rachmanadi, 2012). Oleh karena itu, pemilihan jenis yang tepat merupakan kunci utama keberhasilan rehabilitasi, selain perlakuan silvikultur seperti penyiapan lahan, pemupukan dan pemeliharaan.

Pada saat ini, tegakan balangeran di hutan alam sudah terancam keberadaannya. Hal ini dikarenakan telah terjadi eksploitasi yang berlebihan, adanya konversi lahan hutan menjadi lahan perkebunan atau pertanian dan perluasan wilayah pemukiman. Upaya memulihkan kondisi hutan rawa gambut dengan menanam *S. balangeran* merupakan terobosan yang tepat. Dengan demikian, *S. balangeran* cocok untuk dikembangkan di Hutan Tanaman Industri pada lahan rawa gambut. Keunggulan lainnya dari balangeran adalah kayunya bernilai komersial sehingga akan mempunyai prospek yang baik sebagai kelas perusahaan kayu pertukangan. Hal ini sesuai dengan karakteristik kayu balangeran yang cocok untuk kayu perkakas yaitu dapat digunakan untuk balok dan papan pada bangunan perumahan dan jembatan, lunas perahu, bantalan dan tiang listrik dengan terlebih dahulu diawetkan. Kayu balangeran termasuk kelas awet II – III dan daya tahannya terhadap jamur pelapuk termasuk kelas I – II. Berat jenis kayunya antara 0,73-0,98 dengan kelas kuat I – II. Sifat pemesinan menunjukkan bahwa kayu belangeran dapat dibentuk dengan hasil baik serta dapat diserut, dibor, dibuat lubang persegi dan diampelas dengan hasil sedang (Martawijaya *et al*., 2005). Dengan demikian, *S. balangeran* merupakan jenis yang prospektif untuk Hutan Tanaman Industri di lahan rawa gambut.

4. Kesimpulan

Balangeran pada umur 1 tahun diperoleh rataan tinggi total (1,35 ± 0,12) m; diameter setinggi dada (0,95 ± 0,15) cm dan survival (90 ± 3,9) %. Setelah berumur 1,5 tahun rata-rata tinggi total (1,77 ± 0,12) m; diameter setinggi dada (0,98 ± 0,17) cm dan survival (87,5 ± 3,5)%. Penambahan tinggi dan diameter pohon selama setengah tahun adalah 0,42 m dan 0,03 cm, sedangkan survival mengalami penurunan sebesar 2,5%. Pertumbuhan dimensi pohon ke arah vertikal (tinggi) lebih cepat, namun pertumbuhan ke arah horizontal (diameter) lebih lambat. Karakteristik balangeran yaitu: (a) hidup di hutan rawa gambut; (b) mampu tumbuh dengan baik di kondisi genangan secara periodik yang dipengaruhi air sungai; (c) mampu tumbuh dengan baik di lahan terbuka/cahaya penuh (intoleran) dengan ciri-ciri berdaun tebal dan permukaannya mengkilap. *Balangeran* merupakan jenis unggulan lokal

yang cocok untuk dikembangkan di Hutan Tanaman Industri dan/atau merehabilitasi hutan alam rawa gambut yang telah rusak.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Ir. Isno dan Murdani, S.Hut beserta Staf *Research and Development* PT. Arara Abadi yang telah membantu dalam pengumpulan data penelitian.

Referensi

Giesen, W. (2004). Causes of peatswamp forest degradation in Berbak National Park and recommendations for restoration. Water for Food and Ecosystems Programme Project on: "Promoting the river basin and ecosystem approach for sustainable management of SE Asian lowland peat swamp forests". ARCADIS Euroconsult, Arnhem, the Netherlands, 125.

Hyne, K. (1987). Tumbuhan Berguna Indonesia. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.

Martawijaya, A., I. Kartasujana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira & K. Kadir (2005). Atlas Kayu Indonesia. Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.

Mattjik, A. & M.Sumertajaya, (2005). Perancangan Percobaan dengan Aplikasi SAS dan Minitab. Jilid I. IPB Press. Bogor.

Peraturan Pemerintah Nomor 76/2008. (2008) Tentang Rehabilitasi dan Reklamasi Hutan. Jakarta.

Rachmanadi, D. (2012). Teknik penanaman balangeran. *Dalam*: Suryanto, T.S. Hadi, & E Savitri. Budidaya *Shorea balangeran* di lahan Gambut. Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru. Banjarbaru, 41-54.

Rusmana. (2012). Perbenihan dan pembibitan balangeran (*Shorea balangeran*). *Dalam*: Suryanto, Hadi, T.S., & Savitri, E. Budidaya *Shorea balangeran* di lahan Gambut. Balai Penelitian Kehutanan Banjarbaru. Banjarbaru, 5-28.

Santosa, P.B, B. Hermanwan, & M.K. Harun (2004). Aplikasi mikorisa lokal pada jenis-jenis Rawa Gambut. Laporan Hasil Penelitian. BP2HTIBT.

Suhartati, N. Mindawati, & Y. Aprianis, (2013). Jenis Pohon Potensial Bahan Baku Pulp di Wilayah Sumatera Bagian Barat. Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan. Bogor.

Supangat, A.B., H. Supriyo, P. Sudiro, & E. Pudjirahajoe, (2013). Soil fertility under *Eucalyptus pellita* F.Muell stands: Case study in PT. Arara Abadi, Riau. *J. Manusia dan Lingkungan*, *20*(1), 22-34.

Turjaman, M., E. Santoso, A. Susanto, S. Graman, S.H. Limin, Y. Tamai, M.Osaki, & K. Tawaraya (2011). Ectomycorrhizal fungi promote growth of *Shorea balangeran* in degraded peat swamp forests. *Wetlands Ecology Management 19*, 331-339.

Wahyunto, S.Ritung, Suparto, & H. Subagyo (2005). Sebaran Gambut dan Kandungan Karbon di Sumatera dan Kalimantan. Proyek Climate Change, Forests and Peatlands in Indoesia. Wetllands International-Indonesia Programme dan Wildlife Habitat Canada. Bogor.

Wibosono, I.T.C., T.Silber, I.R.Lubis, N.Suryadiprutra, M. Silvius, S. Tol, & H. Joosten, (2011). Lahan Gambut dalam National REDD+ Strategy Indonesia. Wetlands International.

G. KEHUTANAN UMUM

Produk Biodiesel Biji Pohon Bintangur sebagai Kontribusi Sektor Kehutanan terhadap Permasalahan Energi Nasional

Ridwan Yahya*

Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu Jl. WR. Supratman, Kandang Limun Bengkulu 38371

Abstract

The forestry sector manages around 65% of the total land area of Indonesia. Therefore, people's expectations that the forestry sector can improve theirs economy is reasonable. One of the Indonesian national problems is the scarcity of energy from fossil. Serious efforts are needed to improve the contribution of the forestry sector in responding to the national problem. Targeted production of biodiesel in Indonesia in 2025 by the Ministry of Mineral Resources and Energy is 47 million kilo liters. An area of at least 254,000 ha of trees "bintangur" are required to meet these targets. Result from the satellite image is 288,000 ha of "bintangur" tree growing in the forest area. Based on these data, the targeted production of biodiesel can be supplied by the forestry sector

Keywords: Biodiesel, Bintangur, Forestry sector, Utilization

* Korespondensi penulis. Tel.: +081-0736-7310796.
E-mail: ridwanyahya@unib.ac.id

1. Pendahuluan

Peran Sektor Kehutanan untuk meningkatkan devisa negara dan atau dalam membiyai pembangunan nasional dari waktu ke waktu terasa semakin "menciut". Sekitar tahun 1970 Sektor Kehutanan menjadi salah satu penyumbang dana pembangunan yang "disegani" oleh sektor lain melalui ekspor *logs*-nya. Prestasi tersebut dilanjutkan dengan menjadi pengekspor produk kayu gergajian dan kayu lapis terbesar dunia di akhir tahun 1990-an. Food and Agriculture Organization (2006) melaporkan bahwa produk kayu gergajian Indonesia meningkat dengan drastis dari 4,8 juta m^3 di tahun 1980 menjadi 7,1 juta m^3di tahun 1985. Produk inimencapai puncaknya sebesar 10,4 juta m^3di 1989, kemudian menurun juga secara drastis menjadi 4,3 juta m^3 pada tahun 2005. Food and Agriculture Organization juga mencatat bahwa produk kayu lapis dan vinir Indonesia mengalami peningkatansecara dratis dari 1 juta m^3di tahun 1980 menjadi 8,3 juta m^3 di tahun 1990, dan mencapai puncaknya sebesar 9,7 juta m^3di tahun 1997, dan kemudian menurun menjadi 4,7 juta m^3pada tahun 2005.

Dalam periode 1980-2005 tersebut, industri perkayuan Indonesia merupakan kontributor penting dalam penerimaan devisa negara, produk domestik bruto, penerimaan negara, dan penyerapan tenaga kerja. Nilai ekspor hasil hutan kayu selama periode 1980-2005 cenderung berfluktuasi. Puncak nilai ekspor tersebut dicapai pada tahun 1997 yaitu US$6,24 milyar (atau 17,8% dari nilai ekspor barang-barang industri atau 11,7% total nilai ekspor). Nilai ekspor hasil hutan mulai menurun secara drastis pada tahun 2005 di mana nilai hanya mencapai US$ 5,41 milyar (atau 9,7% dari nilai ekspor barang-barang industri atau 6,3% dari total nilai ekspor) (Badan Pusat Statistik, 2006). Kontribusi sektor kehutanan terhadap produk domestik bruto selama periode 1993- 2005 berkisar 1,7% sampai 3,1%. Kontribusi ini lebih besar bila dibandingkan rata-rata di negara-negara Asia, yaitu 1,1% (Food and Agriculture Organization, 2005).

Setelah itu sektor ini mencoba mengandalkan produk pulp dan kertas, namun kedua produk ini belum memperlihatkan prestasi gemilang sebagaimana produk kayu gergajian dan panel-panel kayu di atas, karena baru menempatkan Indonesia menjadi pengekspor rangking sekitar 9-10 dunia. Sehingga ada kesan bahwa Sektor Kehutanan "sedang tertidur" untuk kembali menghasilkan prestasi-prestasi gemilang yang dapat diandalkan dalam meraup devisa demi pembangunan nasional.

Sejak tahun 2005 hingga saat ini ada kecenderungan peran Sektor Kehutanan "dialihkan" menjadi hanya sekedar menjaga lingkungan hidup. Ekspor *log* dibatasi bahkan dilarang hingga saat ini dan isu *ecolabelling* di "hembuskan". Ekspor produk kayu lapis dan panel-panel kayu lainnya tidak se-*massif* sebelumnya. Walaupun harus diakui bahwa semua itu terjadi karena ada peran kecerobohan kita sebagai *forester* dalam mengelola hutan untuk mengenjot produk-produk andalan ekspor tersebut. Kesan pengalihan peran sebagai penjaga lingkungan hidup "seakan" diperkuat secara institusi dengan digabungkannya Kementrian Kehutanan dan Kementerian Lingkungan Hidup menjadi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Penamaan ini semakin memperkuat dugaan bahwa Sektor Kehutanan hanyalah sebagai "pemadam kebakaran" terhadap lingkungan hidup yang rusak.

Pertanyaannya kemudian adalah apakah Sektor Kehutanan yang mengusai sekitar 65% luas daratan Indonesia (Supriatna & Wahyono, 2000) akan kita jadikan terus seperti "macam ompong". Apakah kita mau terus terdiam ketika rakyat bertanya apa kontribusi hutan yang luas itu untuk meningkatkan kesejahteraan mereka. Jawabannya terpulang kepada kita yang berdisiplin Ilmu Kehutanan.

Ada banyak hal yang dapat dilakukan untuk menjawab pertanyaan-pertanyaan tersebut. Salah satu sudut pandang untuk menjawabnya, adalah mencoba menjadi solusi dari masalah nasional saat ini. Kesulitan bahan bakar minyak (BBM) adalah salah satu permasalahan prioritas nasional. Makalah ini bertujuan mengkaji kemungkinan kontribusi Sektor Kehutanan sebagai penyedia BBM biodiesel atau biosolar nasional.

2. Permasalahan Energi Nasional

Minyak bumi merupakan sumber energi *fosil* yang dimanfaatkan sebagai bahan baku kilang di dalam negeri dan untuk diekspor. Hasil kilang adalah BBM yang terdiri dari

premium atau bensin, minyak solar, minyak bakar, minyak tanah dan lain-lain. Hasil kilang ini digunakan untuk memenuhi berbagai kebutuhan energi pada sektor pembangkit listrik, transportasi, industri dan rumah tangga.

Energi adalah motor penggerak pertumbuhan ekonomi dan memegang peranan penting dalam menjaga keberlangsungan pembangunan sosial ekonomi masyarakat. Dalam kurun waktu 1992 – 2002 telah terjadi peningkatan konsumsi BBM setiap tahunnya terutama di sektor transportasi. Di sektor ini, pangsa penggunaan BBM dalam kurun waktu tersebut meningkat dari 40% menjadi 47%. Sebagian besar dari komsumsi BBM pada sektor transportasi tersebut adalah jenis bahan bakar premium dan solar, yang masing-masing mencapai pangsa lebih 50% dan 46% pada tahun 2002 (Energi dan Sumber daya Mineral, 2006).

Indonesia yang semula adalah salah satu negara pengekspor BBM, sejak tahun 2000 beralih menjadi negara pengimpor BBM. Kondisi ini sangat memprihatinkan, terlebih lagi ketergantungan Indonesia terhadap bahan bakar fosil sangat besar (Sudaryono & Budiyanto, 2011).

Besarnya konsumsi BBM pada sektor transportasi diperkirakan akan menimbulkan beberapa permasalahan. Pertama, akan terjadi kelangkaan BBM akibat semakin terbatasnya sumber atau cadangan minyak. Kedua, akan menambah beban pemerintah, karena kedua jenis komoditi tersebut disubsidi oleh pemerintah, sehingga semakin besar komsumsi premium dan minyak solar, maka akan menyebabkan semakin besarnya subsidi yang ditanggung oleh pemerintah.

3. Potensi Bintangur sebagai Penghasil Biodiesel Versus Sumber Lain

Biofuel mendapat prioritas sebagai alternatif solusi kekurangan energi dari fossil dan mengurangi pemanasan global (Wiley *et al.,* 2011) termasuk di Indonesia. Di samping berdampak negatif terhadap lingkungan, energi dari fossil dari waktu ke waktu juga semakin mahal. Biofuel adalah bahan bakar yang berasal dari bahan nabati. Biofuel terdiri dari dua yaitu bioetanol dan biodiesel.

Bioetanol disetarakan dengan bensin dan biodiesel dapat disetarakan sebagai solar (Sinartani, 2012). Biodiesel didefinisikan sebagai *mono-alkyl esters* dari rantai panjang *fatty acids* (FAME) yang berasal dari *renewable lipids* misalnya minyak tumbuhan and *animalfats* dan alkohol (Ahmad *et al.*, 2011; Canakci & Sanli, 2008; Kafuku & Mbarawa, 2010).Sifatnya yang *renewable* dan ramah lingkungan menjadikan biodiesel sebagai bahan bakar ideal untuk masa depan.

Berdasarkan sejarah, pemanfaatan minyak tumbuhan untuk menggerakkan mesin diesel dilakukan pertama kali oleh Dr. Rudolph Diesel, dengan menggunakan *peanut oil*.Hasil ini dipresentasikan pada *World's Exhibition* di Paris pada tahun 1900 (Verkanna & Reddy, 2009). Hingga tahun 1920-an minyak tumbuhan telah digunakan sebagai sumber energi untuk mesin diesel. Sifat-sifat biodiesel seperti yang diutarakan di atas, menjadikan biodiesel menjadi memiliki nilai lebih dibandingkan diesel dari fosil (Marek *et al.*, 2009).

Seperti bioetanol, biodiesel mendapat perhatian atau prioritas di Indonesia sebagai alternatif bagi pemenuhan kebutuhan bahan bakar diesel nasional. Hingga saat ini ada dua komoditi andalan sebagai bahan baku biodiesel yaitu minyak jarak dan minyak sawit. Namun penggunaan minyak jarak bermasalah karena berproduktivitas rendah. Produksi biji jarak rata-rata pada tahun kelima hanya 5 ton/hektar/tahun atau 1590 kg minyak/ha/tahun (Francis & Becker, 2001). Produksi minyak bintangur sekitar dua kali dibandingkan minyak jarak (Gessel, 2008; Antizar *et al.,* 2008). Sementara itu minyak sawit mencapai 5000 kg/ha/tahun (Francis & Becker, 2001). Namun penggunaan minyak sawit sebagai bahan baku diesel bermasalah karena berkompetisi penggunaannya sebagai bahan pangan, dan dalam 10 tahun terakhir harganya meningkat dengan sangat drastis (Gui *et al.,* 2008; Balat 2011; Atabani *et al.,* 2012)

Biji dari pohon bintangur dilaporkan mempunyai kadar minyak yang tinggi yaitu 75% (Dweek & Meadowsi, 2002) dan berkisar 40–73% (Verkanna & Reddy, 2009). Heyne (1987) menambahkan bahwa, inti biji mengandung air 3,3% dan minyak 71,4%. Produksi biji bintangur per pohon berkisar 40 – 150 kg. Pada jarak tanam 5 m x 5 m, dapat diproduksi 11.200 sampai dengan 42.000 biji bintangur/tahun atau setara dengan 1.960 sampai dengan 7.350 minyak/tahun (Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2008). Beberapa peneliti melaporkan bahwa mereka telah berhasil memproduksi biodiesel dari biji pohon bintangur, walaupun masih dibutuhkan kajian-kajian yang lebih mendalam agar sifat fisika dan kimia, demikian juga dengan sifat pembakaran serta harganya semakin kompetetif dengan solar dari *fossil*.

4. Menjadikan Sektor Kehutanan sebagai Penghasil Utama Biodiesel Berbahan Baku Biji Bintangur

Habitat alami pohon bintangur di dunia cukup terbatas. Pohon ini hanya tumbuh secara alami di Afrika Timur, India, *South EastAsia*, Australia, dan Pacific Selatan (World agroforestry, 2011). Khusus untuk Indonesia, ditemukan secara alami mulai dari Pulau Sumatera hingga Papua. Martawijaya *et al*., (1981) lebih detail mengatakan bahwa pohon ini di temukan di Sumatra Barat, Riau, Jambi, Sumatra Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku dan Nusa Tenggara Timur. Hasil survey penulis menunjukkan bahwa jenis ini juga tumbuh secara alami hampir di Sepanjang pantai Provinsi Bengkulu termasuk di Pulau Enggano.

Kebanyakan masyarakat mengenal pohon bintangur dengan nama nyamplung. Disamping itu masyarakat di berbagai daerah memiliki beberapa nama lain misalnya mentangur, bintangur, penanga, bunut, punaga, bataoh, bentangur, butoo, jempelung, jinjit, mahadingan, maharunuk, betau, bintula, dianggale, pude, wetai dan lain-lain (Martawijaya *et al*., 1981).

Potensi bintangur di Indonesia belum diketahui secara pasti. Informasi yang ada baru didasarkan pada hasil Citra Satelit Landsat7 ETM untuk seluruh pantai pada setiap provinsi di Indonesia. Berdasarkan citra satelit tersebut diperkirakan luas tegakan bintangur adalah 480.000 ha (Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2008).

Peraturan Presiden No. 5 tahun 2006 menyatakan bahwa pada tahun 2025 ditargetkan tercapai komposisi sumber energi yang optimal dengan bahan bakar nabati lebih dari 5%. Kementerian ESDM bersama Pokja bahan bakar menargetkan produksi biodiesel Indonesia untuk tahun 2025 adalah 47 juta kilo liter (Energi dan Sumber daya Mineral, 2006).

Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan telah melakukan kajian yang cukup detail dan mengatakan bahwa untuk memenuhi produksi biodiesel sebesar tersebutkan diatas, dibutuhkan minyak nabati minimal 720 ribu kilo liter. Lebih lanjut disebutkan bahwa jika seluruh minyak nabati tersebut berasal dari biji pohon bintangur, maka akan dibutuhkan sekitar 5,1 juta ton biji bintangur (asumsi bahwa 1 liter minyak dihasilkan dari 2,5 kg biji bintangur). Artinya dibutuhkan luas panen pohon bintangur minimal 254.000 ha pada tahun 2025 (Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 2008).

Sektor kehutanan mempunyai peluang yang sangat besar untuk merealisasikan pemenuhan biodiesel nasional tersebut. Dari 480.000 ha luas tegakan alami bintangur hasil Citra satelit tersebutkan di atas, 60%-nya atau 288.000 ha berada dalam kawasan hutan (BaLitBangHut, 2008). Artinya secara alami tegakan pohon bintangur pada kawasan hutan tersebut telah mampu men-suplay bahan baku (berupa biji) untuk memproduksi biodiesel sesuai kebutuhan nasional. Atadashi *et al.*,(2010) serta Janaun & Ellis (2010) menegaskan bahwa faktor utama yang sangat signifikan dalam memproduksi biodiesel secara massal adalah ketersediaan bahan baku. Mereka menambahkan bahwa pengadaan bahan baku memberi kontribusi sekitar 75% dari keseluruhan biaya produksi.

Penelusuran lebih lanjut masih harus dilakukan untuk mengetahui status kawasan hutan yang ditumbuhi pohon bintangur tersebut. Jika sebagian berada pada kawasan hutan konservasi, maka perlu dilakukan penanaman pada hutan lindung atau hutan produksi untuk menutupi kekurangan tersebut. Hal ini perlu dilakukan karena aturan hutan konservasi yang tidak mengizinkan diadakan pemungutan hasil secara komersial.

Satu hal yang penting digarisbawahi bahwa sangat diharapkan Sektor Kehutanan atau *forester* sebagai "pemain utama" dalam pemanfaatan biji bintangur untuk memproduksi biodiesel. Artinya pada pengolahan biji bintangur tersebut hingga menjadi biodiesel dilakukan oleh para *forester* dan tercatat sebagai produk sebagai hasil hutan non kayu atau devisa dari Sektor Kehutanan. Harus dihindari kasus seperti kegiatan penambangan pada kawasan hutan, di mana hasil tambangnya tercatat sebagai hasil dari sektor lain (Pertambangan), sedangkan Sektor Kehutanan hanya digunakan lahannya serta "ditugasi" merehabilitasi dampak kerusakannya.

5. Kesimpulan

Sektor Kehutanan berpeluang "kembali" menjadi sektor andalan dalam pembangunan melalui pemenuhan kebutuhan solar nasional. Berdasarkan kalkulasi yang telah dilakukan, kebutuhan biodiesel nasional sebesar 47 juta kilo liter untuk tahun 2025 dapat dipenuhi dengan mengolah biji pohon bintangur yang tumbuh secara alami dari kawasan hutan.

Referensi

Ahmad, A.L., N.H. Mat Yasin, C.J.C. Derek,.& J.K.Lim (2011). Microalgae as a sustainable energy source for biodiesel production: a review. *Renew Sustain Energy Rev.15*(1), 584–593.

Antizar-Ladislao, B. & J.L. Turrion-Gomez (2008). Second-generation biofuels and localbioenergy systems. *Biofuels Bioprod Biorefin*. *2*, 455–469.

Atabani,A.E., A.S. Silitonga, B.I. Anjum, T.M.I.Mahlia, H.H.Masjuki,& S.Mekhilef (2012). A comprehensive review on biodiesel as an alternative energy resource and its characteristics. *Renew Sustain Energy Rev.16* (4),2070–2093.

Atadashi, I.M., M.K.Aroua, & A.A.Aziz (2010). High quality biodiesel and its diesel engine application: a review. *Renew Sustain Energy Rev.14*(7),1999–2008.

Balat, M. (2011). Potential alternatives to edible oils for biodiesel production –a review of current work. *Energy Convers Manag.52*(2),1479–1492.

Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. (2008*). Nyamplung Callophyllum inophylum L. sumber energy biofuel yang potensial*. Departemen Kehutanan, Jakarta: Author

Badan Pusat Statistik. (2006). *Indikator Ekonomi*. Jakarta. Author.

Canakci, M., & H.Sanli, (2008). Biodiesel production from various feedstocks and theireffects on the fuel properties. *J Ind Microbiol Biotechnol.35*, 431–441.

Dweek, A.C.,& T Meadows,. (2002). Tamanu (*Callophyllum inophylum* L) theAfrica, Asian Polynesian and Pasific Panacea. *Int. J. Cos. Sci*. *24*,1-8

Energi dan Sumber Daya Mineral. (2006). *Blueprint pengelolaan energi nasional 2006 - 2025: Sesuai Peraturan Presiden No 5 Tahun 2006*. Jakarta

Food and Agriculture Organization. (2005). *State of the World's Forest 2005*. Roma.Author

Food and Agiculture Organization. (2006). *FAOSTAT Database* home page (http://www.fao.org/). Rome.Author

Francis, G.,& Becker, K. (2001). Development mobility and environment. A case for production and use of biodiesel from Jatropha plantations in India. University of Hohenheim, Stugart. http//www.up-hohenheim (Di akses 27 Januari 2005).

Gessel, G. (2008). Transgenics are imperative for biofuel crops. *Plant Sci.174* (3), 246–263.

Gui, M.M., Lee, K.T., Bhatia, S. 2008. Feasibility of edible oil vs. non-edible oil vs. waste edible oil as biodiesel feedstock. *Energy,33*(11),1646–1653.

Heyne, K. 1987. *Tumbuhan berguna Indonesia*. Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan, Jakarta.

Janaun, J.,& N.Ellis, (2010). Perspectives on biodiesel as a sustainable fuel. *Renew Sustain Energy Rev. 14*(4), 1312–1320.

Kafuku, G., & Mbarawa, M. (2010). Biodiesel production from *Croton megalocarpus* oil andits process optimization. *Fuel 89* (9), 2556–2560.

Marek., Adamczakl., T Uwe, Bornscheuer2., & W. Bednarskil (2009). The application of biotechnological methods for the synthesis of biodiesel. *Eur. J. Lipid Sci. Technol*. *111*, 808–813.

Martawijaya, A., I.K. Sujana, K. Kadir, & A.P. Soewanda (1981). *Atlas kayu Indonesia*. Jilid 1. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Jakarta.

Sinartani. (2012). Tabloid Sinartani; Membangun kemandirian agibisnis. Edisi 25-31Juli 2012. No.3467

Sudaryono, A.,& Budiyanto. (2011). Pembuatan bahan bakar hidrokarbon cair melalui reaksi cracking minyak pada limbah cair pengolahan kelapa sawit. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, *20* (1),14-19.

Supriatna, J., & E.H. Wahyono (2000). *Panduan Lapangan Primata Indonesia*. Yayasan Obor Indonesia. Jakarta

Venkanna, B.K., & C.V. Reddy, (2009). Biodiesel production and optimization from *Calophyllum inophyllum* linn oil (honne oil)– a three stage method. *Bioresour*Technol.*100* (21), 5122–5125.

Wiley, P.E., J.E. Campbell, & B.McKuin (2011). Production of Biodiesel and biogas from algae: A Review of process train options. *Water Environment Researc*. *83*(4), 326-338

World agroforestry. *Calophyllum inophyllum*. 2011.http://www.world agroforestry.org/treedb2/AFTPDFS/Calophyllum_inophyllum.pdf; Diakses 28 Juni 2015. Author.

Analisis Ekonomi Pemanfaatan Komoditas Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) di Desa Batu Dulang, Kecamatan Batu Lanteh, Kabupaten Sumbawa

Rosita Dewi* dan Retno Agustarini

Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor 16119

Abstract

Sumbawa Island has been known as producer of best commodities of Non Timber Forest Products (NTFPs). Many Forest Farmers are depending their livelihood from utilization of NTFPs. Utilization of NTFPs is one of social, economic and environmental approach in sustainable forest management concept. This study purposed to identify and analyze the economic value of NTFPs commodities used by the community. The NTFPs commodities are honey and candle nut. This study used a questionnaire with 30 forest farmers as respondents. The result of study showed commodities of NTFPs have an economic value that gives contribution as much as 49% of total incomes. Honey has economic value as much as Rp. 115,500,000 per year and candle nut has economic value of Rp. 102,750,000 per year. This economic value illustrated that the NTFPs commodities contributes significantly to the forest farmers' incomes. It is necessary to develop local community knowledge for sustainability use of those commodities.

Keywords : Candle nut, Commodities, Economic value, Honey, NTFPs

* Korespondensi penulis. Tel.: 0251-8633234
E-mail: rositadee@gmail.com; retno.agustarini@gmail.com

1. Pendahuluan

Hasil Hutan Bukan Kayu atau disingkat HHBK merupakan hasil hutan hayati baik nabati maupun hewani dan turunannya yang berasal dari hutan kecuali kayu (Permenhut No. 35 tahun 2007). Beberapa komoditas HHBK yang memiliki nilai ekonomi dan dapat dikembangkan secara alami maupun budidaya di wilayah tertentu sesuai kondisi biofisiknya guna meningkatkan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat, produk tersebut dikenal sebagai produk HHBK unggulan.

Pulau Sumbawa dikenal sebagai penghasil komoditas Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK) unggulan salah satunya adalah madu hutan. Total luas hutan di Kabupaten Sumbawa mencapai 516.242 Ha yang terdiri dari hutan lindung seluas 243.765,53 Ha, hutan produksi terbatas seluas 177.669,51 Ha, hutan produksi tetap seluas 58.379,30 Ha, taman buru seluas

22.537,90 Ha, cagar alam 2.165,25 Ha, wisata alam seluas 5.725 Ha dan taman laut seluas 6.000 ha. Sebanyak 45,21 % kawasan hutan di Kabupaten Sumbawa merupakan hutan lindung yang berfungsi sebagai perlindungan ekosistem. Keberadaan hutan lindung sangat terkait erat dengan produksi madu di Sumbawa karena sebagian besar kawasan hutan lindung merupakan sumber produksi madu potensial (Julmansyah, 2010 *dalam* Maryani *et al.*, 2012).

Madu hutan Sumbawa adalah salah satu produk HHBK unggulan dari Sumbawa yang diperoleh dari pemanenan madu di hutan-hutan lindung yang berada di wilayah Pulau Sumbawa. Lebah hutan (*Apis dorsata*) merupakan lebah non domestikasi yang memiliki pakan nectar yang tersebar di kawasan hutan alam Sumbawa. Kondisi lebah madu Sumbawa yang berada di hutan dan belum dapat diternakkan menjadikan kawasan hutan sebagai bagian yang sangat penting di dalam menjaga ekosistem hutan dan meningkatkan taraf hidup masyarakat melalui peningkatan ekonomi. Pemanfaatan madu hutan merupakan salah satu pendekatan nilai sosial, ekonomi dan lingkungan di dalam konsep pengelolaan hutan berkelanjutan.

Salah satu kawasan yang sangat potensial untuk pengembangan madu hutan di Kabupaten Sumbawa adalah Kecamatan Batu Lanteh. Posisi daerah Kecamatan Batu Lanteh yang berada di tengah kawasan hutan lindung menjadi salah satu faktor yang menyebabkan sebagian besar penduduk di daerah tersebut menjadikan madu hutan sebagai bagian dari mata pencaharian mereka disamping berkebun kemiri.

Kemiri (*Alleriteus mollucana*) merupakan salah HHBK potensial dari Kabupaten Sumbawa yang menjadi penghasilan tambahan bagi rumah tangga di Desa Batu Dulang Kecamatan Batu Lanteh, Kabupaten Sumbawa. Kemiri merupakan tanaman serbaguna yang termasuk ke dalam family Euphorbiaceae. Tanaman kemiri dikenal sebagai penghasil biji yang dimanfaatkan untuk bumbu masak dan bahan baku industri seperti cat, pernis, sabun, pengawet kayu, pembuat lilin, obat-obatan dan kosmetik (Sunanto, 1994).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dan menganalisis nilai ekonomi dari pemanfaatan komoditas HHBK yang dimanfaatkan oleh masyarakat. Adapun komoditas HHBK yang dimanfaatkan oleh masyarakat adalah madu hutan dan kemiri.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di Desa Batu Dulang, Kecamatan Batu Lanteh, Kabupaten Sumbawa, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Penelitian ini dilakukan pada bulan Nopember tahun 2012. Data yang dikumpulkan terdiri dari data primer dan data sekunder. Data primer terdiri dari karakteristik responden, pendapatan responden, sumber pendapatan petani baik dari pemanfaatan komoditas HHBK dan pendapatan dari kegiatan lainnya. Data sekunder di dapatkan dari studi literatur serta data-data dari instansi terkait pengembangan HHBK di Sumbawa. Pengumpulan data primer di dalam penelitian ini menggunakan kuisioner dengan jumlah responden sebanyak 30 petani. Data-data penelitian kemudian dianalisis secara kuantitatif, meliputi :

1. Harga produk HHBK dianalisis dengan pendekatan pasar.
2. Menghitung nilai rata-rata jumlah produk HHBK yang diambil per responden per jenis

$$X_{\text{rata-rata}} = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \ldots . X_n}{n} \quad (1)$$

3. Menghitung Total Pengambilan komoditas HHBK
   TP = $X_{\text{rata-rata}}$ X Jumlah pengambilan
4. Menghitung nilai ekonomi produk HHBK
   NE = Total Produk HHBK x Harga produk HHBK
5. Persentase nilai ekonomi

$$\% \text{ NE} = \frac{\text{NE per jenis Produk HHBK}}{\text{Total Produk HHBK}} \text{ X } 100\% \quad (2)$$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Jenis komoditas HHBK

Komoditas HHBK yang dimanfaatkan di Desa Batu Dulang, Kecamatan Batu Lanteh Kabupaten Sumbawa adalah berupa madu hutan dan kemiri. Madu hutan berasal dari sarang-sarang lebah madu hutan (*Apis dorsata*) yang berada di cabang pohon dan tebing batuan yang berada 20 meter di atas permukaan tanah. Umumnya dalam satu pohon terdapat paling sedikit 10 sarang yang dapat memproduksi 15-25 kg madu hutan. Kondisi lebah madu hutan yang tidak dapat diternakkan menjadi tantangan bagi pengelolaan kawasan hutan sebagai bagian dari upaya menjaga produksi madu.

Tabel 1. Data Produksi madu di Desa Batu Dulang tahun 2008-2011

No	Tahun	Produksi Madu (kg)
1.	2008	8.094
2.	2009	11.533
3.	2010	4.848
4.	2011	5.351
	Total	29.826

(Sumber Data : Maryani *et al.*, 2012)

Pemanenan madu hutan sangat tergantung pada musim dan pakan, sehingga mempengaruhi jumlah produksi madu per tahun menjadi sangat fluktuatif. Keberadaan pohon Boan sebagai tempat lebah madu bersarang menjadi sangat penting di dalam mata pencaharian masyarakat. Panen madu terbesar umumnya terjadi pada bulan September-Nopember.

Pemanfaatan madu hutan dilakukan oleh petani hutan warga Desa Batu Dulang Kecamatan Batu lanteh secara turun temurun meneruskan tradisi dari generasi sebelumnya. Diperlukan keahlian khusus di dalam memanen madu dan dilakukan secara berkelompok. Penjualan madu dilakukan oleh warga desa kepada Koperasi Hutan Lestari.

Gambar 1. Koperasi Hutan Lestari di Desa Batu Dulang (Sumber : Dokumen Pribadi, 2012)

Pemanfaatan biji kemiri banyak dilakukan oleh masyarakat yang tinggal di Desa Batu Dulang Kecamatan Batu Lanteh Kabupaten Sumbawa. Lokasi pemanfaatannya biasanya di hutan lindung di sekitar desa, namun ada juga yang mengrambil biji kemiri dari kebun milik sendiri.. Pemanfaatan biji kemiri biasanya dilakukan pada bulan Agustus−Oktober. Kegiatan pengambilan biji kemiri dilakukan dengan cara memungut buah kemiri yang jatuh di lantai hutan, namun ada pula yang memanjat dan memotong cabang pohon kemiri untuk mendapatkan hasil yang lebih banyak. Biji kemiri yang sudah dibersihkan dan dikeringkan dijual kepada pengumpul dengan harga Rp.5.000,00/kg. Untuk satu kg biji kemiri berisi ± 300 butir biji kemiri. Pemanenan kemiri dilakukan secara berkelompok biasanya oleh petani laki-laki sedangkan dalam proses penyimpanan dan pengeringan dilakukan oleh sebagian besar perempuan.

Gambar 2. Pengolahan kemiri oleh perempuan (Sumber : Dokumen pribadi, 2012)

3.2 Nilai ekonomi komoditas HHBK

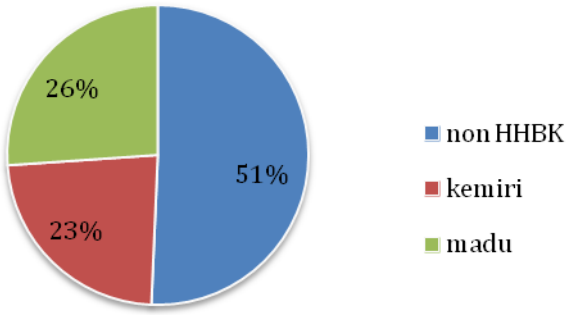
Komoditas HHBK sebagai bagian dari sumberdaya hutan memiliki nilai ekonomi yang tinggi. Nilai ekonomi dari komoditas HHBK tersebut memberikan kontribusi secara nyata terhadap pendapatan masyarakat di sekitar hutan. Selain untuk konsumsi, komoditas HHBK seperti madu dan kemiri juga dapat memberikan manfaat baik dari sisi ekonomi maupun investasi. Masyarakat Desa Batu Dulang sudah terbiasa untuk menabung kemiri yang sudah

kering dan akan menjualnya ketika ada kebutuhan mendesak. Kemiri sebagai salah satu komoditas HHBK memiliki manfaat investasi (tabungan) bagi petani. Nilai ekonomi untuk komoditas HHBK yang dimanfaatkan di Desa Batu Dulang seperti pada Tabel 2.

Tabel. 2. Nilai Ekonomi komoditas HHBK

No	Jenis Komoditas HHBK	Satuan	TP	Harga (Rupiah)	Nilai Ekonomi (Rupiah)
1	Madu	kg	770	50.000	115.500.000
2.	Kemiri	kg	6850	5.000	102.350.000
		TOTAL			224.400.000

Berdasarkan Tabel 2 tersebut diketahui bahwa kedua jenis komoditas HHBK yang memiliki nilai ekonomi yang tinggi pertama untuk madu hutan yaitu sebesar Rp. 115.500.000 per tahun dan nilai ekonomi kedua yaitu kemiri yang memiliki nilai ekonomi Rp. 102.350.000 per tahun. Total nilai ekonomi untuk komoditas HHBK di Desa Batu Dulang adalah sebesar Rp. 217.850.000,-. Adapun untuk komoditas Non HHBK yang dimanfaatkan oleh petani di Desa Batu Dulang seperti kopi, padi dan ternak memberikan nilai ekonomi sebesar Rp.224.400.000 per tahun. Persentase nilai ekonomi untuk komoditas HHBK dan Non HHBK terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Persentase Nilai Ekonomi komoditas HHBK

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemanfaatan madu hutan memiliki persentase nilai ekonomi sebesar 26% dan pemanfaatan kemiri memiliki persentase nilai ekonomi sebesar 23% dari total pendapatan masyarakat. Keberadaan sumber daya hutan telah memberikan kontribusi ekonomi yang sangat signifikan yaitu sebesar 49 % terhadap kesejahteraan masyarakat Desa Batu Dulang. Kondisi pemanfaatan komoditas HHBK di Desa Batu Dulang telah mendorong bagi masyarakat untuk menjaga hutan yang berada di sekitar kawasan desa. Pemanfaatan komoditas HHBK sangat terkait erat dengan keberadaan serta kelestarian ekosistem kawasan hutan agar tetap dapat memberikan manfaat ekonomi secara berkelanjutan. ke depan diperlukan pengelolaan serta kearifan lokal di dalam rangka menjaga keberlangsungan pemanfaatan komoditas HHBK di Desa Batu Dulang.

4. Kesimpulan

Komoditas HHBK unggulan memberikan persentase nilai ekonomi sebesar 49% terhadap pendapatan masyarakat di Desa Batu Dulang, Kecamatan Batu Lanteh Kabupaten Sumbawa. Nilai ekonomi ini memberikan gambaran bahwa komoditas HHBK memberikan kontribusi yang signifikan terhadap pendapatan masyarakat di sekitar hutan, sehingga diperlukan kearifan lokal untuk menjaga keberlanjutan pemanfaatan komoditas HHBK unggulan tersebut.

Referensi

Birgantoro & Nurrochmat. (2007). Pemanfaatan Sumberdaya Hutan oleh Masyarakat di KPH Banyuwangi Utara. *JMHT* , *8* (3),172-181.

Franky. (1995). *Mempelajari Karakteristik Pengeringan Kemiri* (*Aleurites moluccana*). Fakultas Teknologi Pertanian. Institut Pertanian Bogor.

Latifah, S. M.C., T. Tobing, I.E. Martial, & Naibaho (2015). Jenis Komoditi dan Analisis Nilai Ekonomi Produk Agoforestri Di Desa Sosor Dolok, Kecamatan Harian, Kabupaten Samosir. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XVII. Medan* ,

Maryani, R., I. Hakim, I. Alviya, M. Salminah , & V.B. Arifanti. (2012). *Pengembangan Pola Kemitraan Masyarakat Desa Hutan mendukung Strategi Pembangunan Daerah Berwawasan Lingkungan*. Laporan Akhir Insentif Peningkatan Kemampuan Peneliti dan Perekayasa. Tidak Diterbitkan.

Sunanto, H. (1994). Budidaya Kemiri Komoditas Ekspor. Kanisius.Yogyakarta.

Perancangan Pengukuran Kinerja Perusahaan Sektor Kehutanan Berbasis ISO 9004

Muh Azwar Massijaya*

Kelompok Penelitian Manajemen Mutu
Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian
Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2SMTP LIPI)
Kawasan Puspiptek, Gedung 417, Lt. 3, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia, 15314

Abstract

Implementation of Quality Management has been considered as powerful tools to improve organization's competitiveness. One practice of quality management implementation is performance measurement. With the existence of the performance measurement, the organization could gain useable information to make decisions. ISO 9004 is a guide to measure the effectiveness and efficiency of quality management practice based on ISO 9001. The ISO 9004 has generic characteristics, so this standard could be applied into various fields. However, there is only limited number of research in building a performance measurement framework of Forestry Company. This research aims to build performance measurement of Forestry Company based on ISO 9004. The method used in this research was *Analytical Hierarchy Process* (AHP). This research also involved four experts of forestry industry and ISO 9004. This research produced a new performance measurement, which meet the characteristics of Forestry Company.

Keywords : Forestry Company, ISO 9004, Performance Measurement

* Korespondensi penulis. Tel. 081285986566
E-mail : AzMassijaya@yahoo.com

1. Pendahuluan

Terdapat berbagai cara yang dapat ditempuh oleh perusahaan dalam meningkatkan kinerjanya. Salah satunya adalah melalui penerapan manajemen mutu dengan baik dan benar. Salah satu bentuk penerapan manajemen mutu yang dikenal secara luas dan telah terbukti dapat meningkatkan kinerja adalah penerapan ISO 9000 (Tari, 2012; To *et al*., 2011; Feng, *et al*., 2008).

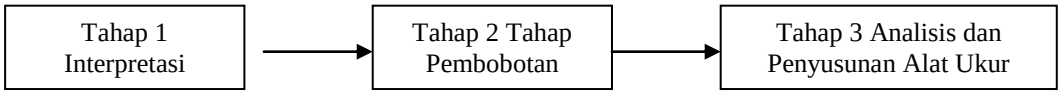
ISO 9000 memiliki beberapa seri, dan salah satunya adalah ISO 9004 : 2009, yang kemudian diadopsi penuh menjadi standar nasional oleh Badan Standardisasi Nasional (BSN) menjadi SNI ISO 9001 : 2009 (BSN, 2009). Dokumen ISO 9004 : 2009 berfungsi sebagai alat bantu untuk mengkaji tingkat kematangan organisasi, yang meliputi aspek kepemimpinan, strategi, sistem manajemen, sumberdaya dan proses, untuk mengidentifikasi area kekuatan dan kelemahan sehingga dapat digunakan sebagai masukan untuk peningkatan dan inovasi (BSN, 2009).

Jumlah penelitian yang secara khusus membahas ISO 9004 masih sangat terbatas dilakukan di Indonesia. Hasil penelusuran yang ada menunjukkan bahwa sebagian besar literatur penelitian mengenai ISO 9004 berasal dari luar Indonesia seperti Chan *et al*., (1998); Boys *et al*., 2004; Lewis *et al*., 2005; dan Wilcock, (2006). Dari ketiga penelitian yang disebutkan tersebut, tidak ada satu penelitianpun yang membahas mengenai perancangan pengukuran kinerja bagi perusahaan kehutanan. Chan *et al*., (1998) membahas mengenai integasi antara ISO 9004 dengan konsep Total Quality Management (TQM) pada konteks perusahaan jasa; Boys *et al*., (2004) membahas mengenai perbandingan antara penerapan ISO 9004 dan model bisnis yang lainnya; Wilcock (2006) melakukan integasi antara ISO 9004 dengan model bisnis yang lainnya, sedangkan Lewis *et al.*, (2005) meneliti mengenai penerapan usaha kecil menengah secara umum di Trinidad dan Tobago berdasarkan ISO 9004.

Di satu sisi, kinerja sektor kehutanan terhadap pendapatan Domestik Bruto (PDB) nasional masih perlu ditingkatkan (Masyhud, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk merancang pengukuran kinerja perusahaan kehutanan sebagai salah satu upaya untuk ikut membantu peningkatan kinerja kehutanan dari aspek manajemen mutu berbasiskan ISO.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif. Rancangan penelitian ini terdiri dari tiga tahap, yaitu tahap interpretasi, tahap pembobotan dan tahap penyusunan rancangan kinerja.



Gambar 1. Rancangan penelitian

Tahap pertama penelitian ini adalah tahap interpreasi. Tahap ini diperlukan untuk menterjemahkan maksud secara dari standar yang digunakan sebagai dasar dalam membuat alat ukur kinerja berbasis ISO 9004. Dalam penelitian ini melibatkan para pakar yang berpengalaman mengenai ISO 9000 dan Industri Kehutanan. ISO Tahap ini memberikan keluaran berupa panduan dalam mengevaluasi perusahaan dari sudut pandang kehutanan secara garis besar. Hasil interpretasi ini kemudian divalidasi oleh pakar yang mengerti mengenai sistem ISO 9004. Tahap kedua adalah tahap pembobotan. Tahap ini berisi penentuan tingkat kepentingan relatif masing – masing pilar ISO 9004 satu sama lain menurut para pakar yang sudah terpilih dengan menggunakan metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) seperti yang telah dilakukan oleh Dalalah (2010) dan Barzekar (2011). Dari tahap ini terlihat bobot pilar ISO 9004 yang dianggap paling penting hingga pilar yang paling tidak berperan dalam kinerja perusahaan kehutanan. Tahap ketiga adalah tahap penyusunan alat ukur. Tahap ini menyimpulkan hasil yang didapatkan pada tahap sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Interpretasi ISO 9004 menurut sudut pandang perusahaan sektor kehutanan

Pilar utama yang berada di dalam ISO 9004 terdiri dari 1) strategi dan kebijakan; 2) manajemen sumber daya; 3) manajemen proses; 4) monitoring, pengukuran analisis dan pemeriksaan, 5) peningkatan, inovasi dan pembelajaran. (BSN 2009). Tiap pilar dapat dijelaskan sebagai berikut.

1) Strategi dan kebijakan
   Klausul ini berisi tentang bagaimana top manajemen perusahaan kehutanan menyusun visi, misi dan nilai perusahaan. Klausul ini terdiri dari berbagai sub klausul, yaitu 1. Formulasi strategi dan kebijakan; 2) pengembangan strategi dan kebijakan; 3) komunikasi strategi dan kebijakan.
2) Manajemen sumber daya
   Kalusul ini berisi tentang perusahaan kehutanan mengidentifikasi sumberdaya internal dan eksternal yang diperlukan untuk mencapai tujuan jangka pendek dan panjang perusahaan kehutanan. Klausul ini juga berisi tentang bagaimana perusahaan kehutanan menjamin ketersediaan sumberdaya untuk masa sekarang dan masa depan, menggunakannya secara efektif dan efisien, pengendalian sumber daya, mengidentifikasi sumberdaya, dan lain sebagainya. Klausul ini terdiri dari subklausul 1) sumberdaya keuangan, 2) orang di dalam perusahaan kehutanan, 3) pemasok dan rekan, 4) infrastruktur; 5)lingkungan kerja; 6) pengetahuan, informasi dan teknologi 7) sumberdaya alam.
3) Manajemen proses
   Klausul ini membahas sejauh apa perusahaan kehutanan memeriksa kegiatan rutinnya dan mengrambil tindakan yang bertujuan untuk peningkatan kinerja. Klausul ini terdiri dari dua klausul yang spesifik menerangkan klausul manajemen proses, yaitu sub klausul 1) proses perencanaan dan pengendalian; dan sub klausul 1) proses tanggung jawab dan wewenang
4) Monitoring, pengukuran analisis dan kaji ulang
   Klausul ini menilai sejauh apa 1) usaha pimpinan perusahaan dari sektor kehutanan untuk memonitor lingkungan organisasi untuk mengumpulkan dan mengatur informasi yang penting secara berkala untuk memaksimalkan nilai bagi pihak yang berkepentingan; 2) usaha yang dilakukan oleh pimpinan perusahaan dari sektor kehutanan untuk mengukur sejauh mana kemajuan perusahaan dalam mencapai tujuannya seperti visi, misi, kebijakan umum perusahaan dan lainnya; 3) usaha yang dilakukan oleh pimpinan perusahaan sektor kehutanan dalam menganalisis informasi yang didapatkan pada proses monitoring lingkungan perusahaan, mengidentifikasikan resiko dan peluang, dan dari analisis tersebut dirancang rencana pengelolaan. 4) usaha yang dilakukan oleh pimpinan perushaan sektor kehutanan dalam membangun pendekatan sistematis dalam mengkaji informasi yang tersedia dan memastikan informasi tersebut digunakan dalam pembuatah keputusan.
5) Peningkatan, inovasi dan pembelajaran. Klausul ini meninjau bagaimana perusahaan kayu melakukan peningkatan, inovasi dan pembelajaran secara efektif dan efisien sehingga

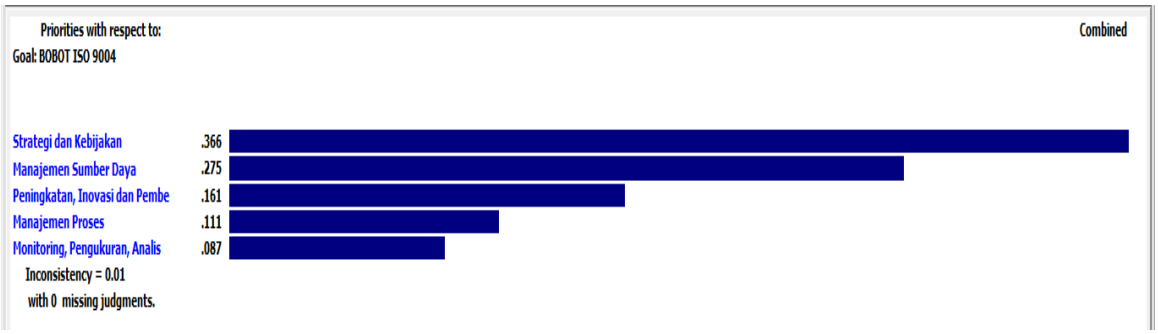
orang – orang yang terdapat di dalam intrnal perusahaan diberitahu tentang keputusan berdasarkan analisis data dan menyatu dalam pembelajaran.

3.2 Tahap pembobotan

Pada Tahap ini, dilakukan pembobotan berdasarkan tingkat kepentingan masing – masing klausul menurut sudut pandang para pakar dari perspektif perusahaan sektor kehutanan. Pembobotan dilakukan dengan metode Analytic Hierarchy Process (AHP). Tiap pakar diminta untuk memperbandingkanklausul satu sama lain dengan menggunakan rentang skala 1 – 9. Hasil penilaian para pakar kemudian direkam dan diolah menggunakan expert choice versi 11. Dalam menganalisis hasil, haruslah diperhatikan tingkat inkosistensinya terlebih dahulu. Nilai inkonsistensi yang tinggi menunjukkan bahwa pakar tidak mengisi kuesioner dengan baik. Hasil pengolahan dapat dilihat pada Gambar 2.

Gambar 2. Hasil pengolahan pendapat para pakar

Setelah dilakukan pengolah menggunakan metode AHP, maka harus dilihat nilai inkonsistensinya. Menurut Barzekar (2011), nilai inkonsistensi tidak diperkenankan melebihi angka 0,1. Nilai konsistensi yang ditampilkan pada gambar diatas adalah 0,01; sehingga hasil data pengolahan layak untuk dipertimbangkan. Langkah selanjutnya adalah mengurutkan tingkat kepentingan klausul, seperti yang tampak pada Gambar 3.



Gambar 3. Urutan tingkat kepentingan klausul ISO 9004 berdasarkan perspektif perusahaan di sektor kehutanan

Berdasarkan Gambar 3, tingkat kepentingan klausul ISO 9004 berdasarkan sudut pandang para pakar adalah Strategi dan kebijakan (0,366); Manajemen sumber daya (0,275), Peningkatan, Inovasi dan Pembelajaran (0,161), Manajemen Proses (0,111) dan Monitoring,Pengukuran dan Analisis (0,087).

3.3 Analisis dan penyusunan alat ukur

Berdasarkan hasil yang diperoleh diatas, kita dapat membuat diagram seperti yang tampak pada Tabel 1.

Tabel 1. Alat pengukuran kinerja perusahaan di sektor kehutanan berbasis ISO 9004

Klausul ISO 9004	Nilai Bobot	Skor	Total Skor
Strategi dan Kebijakan	0,366	1 2 3 4	
Manajemen Sumber Daya	0,275	1 2 3 4	
Manajemen Proses	0,111	1 2 3 4	
Monitoring, Pengukuran, Analisis dan Pemeriksaan	0,087	1 2 3 4	
Peningkatan, Inovasi dan Pembelajaran	0,161	1 2 3 4	
Total			

Untuk kolom skor, kita dapat menggunakan konsep scoring manajemen strategi diajukan oleh David (2003) untuk mengukur tingkat kekuatan/kelemahan suatu perusahaan pada aspek internal maupun eksternal. Kolom total skor berisi nilai perkalian antara koom nilai bobot dan nilai kolom skor. Penafsiran nilai pada total skor dapat mengadopsi konsep David (2003), dimana nilai total dapat berkisar antara 1 – 4 dengan pembatas nilai 2,5. Artinya, apabila ada perusahaan sektor kehutanan yang dinilai oleh pakar pengukuran kinerja perusahaan dibawah 2.5 pada kotak total skor, maka hal tersebut mengindikasikan buruk/lemahnya penerapan manajemen mutu berdasarkan prinsip ISO 9004. Sebaliknya, apabila nilai tersebut berada diatas 2.5; maka secara umum manajemen mutu perusahaan tersebut sudah baik berdasarkan prinsip ISO 9004.

4. Kesimpulan

Berdasarkan pemaparan diatas, dapat disimpulkan bahwa desain alat pengukuran kinerja perusahaan di sektor kehutanan dapat dilakukan. bobot masing – masing klausul ISO 9004 berdasarkan sudut pandang pakar dalam konteks perusahaan sektor kehutanan adalah strategi dan kebijakan (0,366); manajemen sumber daya (0,275); manajemen proses (0,111); monitoring, pengukuran, analisis dan pemeriksaan (0,087) serta peningkatan, inovasi dan pembelajaran (0,161). Untuk penelitian yang akan datang, dapat dilakukan sebuah studi kasus pengukuran kinerja berdasarkan alat pengukuran kinerja yang telah dibangun.

Referensi

Barzekar, G., A.Aziz, M. Mariapan, M.H. Ismail., S.H. Hosseni (2011). Using analytical hierarchy process (AHP) for priotizing and ranking forecological indicators for monitoring sustainability of ecotourism in Northern Forest, Iran. *Ecologia Balkanica*. *3*(4), 59 – 67.

Boys, K., S. Karapetrovic, and A.Wilcoc (2004). Is ISO 9004 a path to business excellence ? : opinion of Canadian standards experts. *International Journal of Quality & Reliability Management. 21*(4), 841 – 860.

BSN. (2009). *Pengelolaan Organisasi Untuk Sukses Berkelanjutan – Pendekatan Manajemen Mutu* (SNI ISO 9004 : 2009).

Chan., Y.K., K.Neailey and W.H. Ip (1998). ISO 9004- 2 quality management system - the way to world- class service. *Managing Service Quality: An International Journal*, *8*(6), 395 – 401.

Dalalah, D., Al – Oqla., dan M. Hayajneh., (2010). Application of the analytic hierarchy process (AHP) in multi-criteria analysis of the selection of cranes. *Jordan Journal of Mechanical and Industrial Engineering. 4*(5). 567 – 578.

David, F.(2003). *Manajemen strategis.* Edisi 9. Upper Saddle River, New Jersey : Indek.

Feng, M., M. Terziovski dan D.Samson, (2008). Relationship of ISO 9001:2000 quality system certification with operational and business performance. A survey in Australia and New Zealand – based manufacturing and service companies. *Journal of Manufacturing Technology Management*. *19*(1), 22 – 37.

Lewis, W.G., K.F. Pun, and T.R.M. Lalla, (2005). An empirical analysis of ISO 9004:2000 maturity in ISO 9001 certified SMEs. *Asian Journal on Quality, 6*(3), 190 – 203.

Masyhud. (2011, September 28). Mengukur Kembali Kontribusi Kehutanan Terhadap PDB. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. http://www.dephut.go.id/index.php/news /details /7640.

Tari, J.J, J.F.M. Azorin, dan I.Heras, (2012). Benefits of the ISO 9001 and ISO 14001 standards : a literature review. *Journal of Industrial Engineering and Management. 5* (2), 297 – 322

To, W.M., P.K.C.Lee, dan B.T.W.Yu (2011). ISO 9001 : 2000 Implementation in the public sector : a survey in Macao SAR, The People's Republic of China. *The TQM Journal*. *23* (1), 59 – 72.

Wilcock, A., S.Karapetrovic K.Boys, P. Piche (2006).Use of ISO 9004:2000 and other business excellence tools in Canada. *International Journal of Quality & Reliability Management.23*(7), 828 – 846.

Strategi Awal Pengembangan Usaha Minyak Kayu Putih sebagai Komoditas Ekonomi di Sumatera Selatan

Suryanto,[a],* Sahwalita[b] dan Nanang Herdiana[b]

[a]*Balai Penelitian Teknologi KSDA, Samboja, Kalimantan Timur*
[b]*Balai Penelitian Kehutanan Palembang, Sumatera Selatan*

Abstract

Cajuput planted at Benakat, South Sumatra in 2007 has high productivity of leaf and good content of 1.8-cineole therefore Cajuput is prospective to be cultivated by farmers in South Sumatra. This study purposed to provide a strategy for small business establishment of cajuput, with 2 acres of cajuput plant. Five key parameters were used in this study, i.e.cropping, harvesting arrangement, oil processing, capitalization incentives and marketing. Based on this study, the best pattern was the utilization of crop rotation with three innings per season harvest. Utilization of this pattern made continuous production of leaves and more effective in the use of refineries. Finance aspect considered, it was required the government intervention, especially in providing capital incentive with low interest. Incentives especially were needed in the first year to finance stand cropping and the fourth year for the procurement of refinery. Through this strategy, we could contribute to supply 1,000 tons/year gap supply-demand national market. Additionally, It would give cajuput farmers up to 38.4 million rupiah income per year, or nearly 3.2 million rupiahs per month.

Keywords : Cajuput oil, Farm, Farmer, Finance aspect, Goverment intervention

*Korespondensi penulis. Tel.: 0821 5716 2990
E-mail: suryantoflitce@gmail.com

1. Pendahuluan

Sumatera Selatan dikenal telah berhasil dalam mengembangkan komoditas-komoditas tanaman kehutanan dan perkebunan seperti dari jenis ekaliptus, karet, sawit, kopi dan lainnya. Potensi lahan yang sangat memadai menjadi faktor yang mendukung keberhasilan pengembangannya. Berdasarkan kriteria kekritisan lahan, 51% lahan di Sumatera Selatan masuk ke dalam kriteria tidak kritis. Selain itu, sebanyak 62% lahannya memiliki produktifitas lahan yang baik dan sudah dimanfaatkan (Balai Pengelolaan DAS Musi, 2014).

Keberhasilan Sumatera Selatan dalam pengembangan tanaman disebagian besar lahan menempatkan satu tantangan baru untuk sisa lahan lainnya. Walaupun dalam persentase yang kecil, jumlah lahan kritis dan sangat kritis di Sumatera Selatan masih cukup signifikan tersedia untuk dapat dimanfaatkan, yaitu sebesar 200 ribu ha. Di sisi lain, 72% lahan dalam kawasan hutan negara dalam kondisi tidak berhutan, yang meliputi luas sebesar 2,6 juta ha

(Kementerian Kehutanan, 2014). Sebagian besarnya (1,9 juta ha) berada dalam fungsi hutan produksi dalam pengelolaan Kesatuan Pemangkuan Hutan Produksi (KPHP). Lahan dalam karakter marginal ini diketahui juga sering mengalami kebakaran. Tahun 2013, jumlah luas hutan dan lahan yang terbakar adalah sebesar 484 ribu ha.

Mengoptimalkan pemanfaatan lahan-lahan marginal memerlukan strategi khusus, termasuk di antaranya dalam menentukan komoditas tanamannya. Tanaman yang dipilih perlu memiliki sifat yang spesifik, di antaranya dapat tumbuh baik di lahan yang kritis serta memiliki ketahanan hidup yang baik jika mengalami kejadian kebakaran. Pertimbangan penting lainnya adalah potensi ekonomi yang memadai dalam upaya peningkatan nilai tambah lahan dan kesejahteraan masyarakat. Salah satu alternatif komoditas tanaman yang dapat memenuhi pertimbangan-pertimbangan tersebut adalah tanaman kayu putih.

Kayu Putih adalah tanaman yang mengandung minyak Atsiri dan merupakan bahan baku untuk menghasilkan produk Minyak Kayu Putih (MKP). Brophy dan Doran (1996) *dalam* Kartikawati *et al*.,(2014) menyebutkan bahwa kayu putih dapat tumbuh pada ketinggian antara 5-400 mdpl dan curah hujan rata-rata 1.300-1.750 mm per tahun. Kayu putih juga mampu tumbuh baik di daerah rawa-rawa dan genangan air. Di Kepulauan Maluku, kayu putih tumbuh pada berbagai kondisi tapak, baik di dataran tinggi maupun rendah yang berbatasan dengan hutan pantai. Kayu putih juga dikenal mampu beradaptasi pada tanah dengan drainase jelek, tahan terhadap kebakaran dan toleran terhadap tanah dengan kadar garam rendah – tinggi (Doran *et al*., 1998 *dalam* Kartikawati *et al*., 2014)

MKP merupakan obat yang berkhasiat meredakan beberapa penyakit ringan, seperti perut kembung, mual, masuk angin, gatal-gatal dan digigit serangga. Jenis-jenis penyakit ini adalah penyakit yang sangat sering menyerang orang-orang Indonesia, sehingga MKP menjadi bagian dalam kebiasaan orang Indonesia. Sebagian besar rumah tangga di Indonesia menempatkan MKP sebagai barang persediaan dalam kotak P3K. Hal ini meng-informasikan bahwa pangsa pasar MKP adalah sangat baik. Namun demikian, terdapat fakta lain yang cukup kontradiktif. Indonesia selalu defisit dalam penyediaan MKP. Enam puluh persen bahan baku diimpor dan sebagian disubstitusikan dengan minyak ekaliptus. Sampai sejauh ini sentra produksi MKP di Indonesia masih terbatas di Maluku dan Jawa dengan total luas tegakan tanaman kayu putih sebesar 248.756 ha (Sunanto, 2003 *dalam* Kartikawati *et al*., 2014). Sebagian besar mengandalkan tegakan alam di pulau Buru dengan produktiftas daun yang rendah. Produksi MKP di Indonesia hanya sebesar 500 ton per tahun dari jumlah kebutuhan Nasional 1500 ton per tahun.

Di pulau Jawa, produksi MKP diusahakan oleh Perum Perhutani dan sebagian kecil oleh Dinas Kehutanan Yogyakarta. Daun kayu putih sebagai bahan baku dihasilkan dari tanaman yang dibudidayakan dan pengolahan minyak dilakukan di pabrik-pabrik skala industri. Hal ini menyebabkan peran keterlibatan masyarakat dominan sebagai tenaga kerja, seperti pemetik dan pengumpul daun atau bekerja dalam pabrik pengolahan. Sementara di Maluku dalam kondisi sebaliknya. Pengolahan minyak kayu putih dilakukan secara mandiri oleh masyarakat dengan bahan baku bersumber dari tegakan alam kayu putih yang tumbuh secara alami. Dua macam pola produksi ini, yaitu budidaya dan pengolahan minyak ini dapat di adopsi untuk pengembangannya di Sumatera Selatan. Peluang ini cukup terbuka karena

pada tahun 2007, Badan Litbang Kehutanan telah melakukan uji penanaman kayu putih di Sumatera Selatan. Uji penanaman dari jenis *Melaleuca cajuputi sub sp cajuputi* bersumber benih KBS F1 telah memberi hasil yang memuaskan. Tulisan ini bertujuan menyediakan informasi awal untuk kepentingan penyusunan strategi pengembangan usaha kayu putih di Sumatera Selatan. Informasi dihasilkan berdasarkan kajian pengembangan usaha dalam skala mikro, yaitu dalam skenario usaha pertanaman 2 ha yang terpadu dengan usaha pengolahan minyak kayu putih secara mandiri oleh masyarakat petani.

2. Bahan dan Metode

2.1 Tanaman kayu putih dan pengolahan MKP di KHDTK Benakat

Pada tahun 2007 telah dilakukan uji penanaman tanaman kayu putih di KHDTK Benakat dalam bentuk Demplot seluas 5 ha. KHDTK Benakat adalah Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus untuk Penelitian dan berada di Kabupaten Pali, Sumatera Selatan. KHDTK ini dalam pengelolaan Balai Penelitian Kehutanan Palembang. Tanaman yang di uji tanam merupakan bagian dari kegiatan pemuliaan tanaman kayu putih dari sumber Kebun Benih Paliyan, Gunung Kidul, Yogyakarta. Tanaman tersebut telah menghasilkan panenan daun dalam beberapa periode. Selain itu, di KHDTK Benakat juga telah dilakukan praktek pengolahan daun menjadi produk Minyak Kayu Putih. Informasinya disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Deskripsi penanaman dan hasil produksi tanaman kayu putih di KHDTK Benakat

Parameter	Uraian
Pola Tanam	
A. Jarak tanam	2m x 2m
B. Jumlah Tanaman	2.500 tanaman/ha
Produktifitas	
A. Umur Panen (Panen Daun Perdana)	4 Tahun
B. Periode Panen (Panen Daun Berikutnya)	4 bulan; 3 kali/tahun
C. Produksi Daun	3-4,5 kg daun/pohon/panen 20-30 ton daun/ha/tahun
Pengolahan	
A. Metode / Tipe Alat Suling	Metode Kukus / Ketel
B. Kapasitas	100 kg daun/kukusan.
C. Waktu dan Suhu Kukusan	3-4 jam/kukusan; 170^0-180^0 C
D. Rendemen	0,8-1,3%
E. Produksi MKP	200-300 liter/ha/tahun
Kualitas Minyak Kayu Putih (Uji laboratorium)	
A. Kadar Cineol	64,62 %
B. Kelarutan dalam etanol	1:1
C. Uji Minyak Lemak (uji endapan)	Negatif
D. Berat Jenis	0.91
E. Indek Bias	1,48
F. Putaran Optik	$0^0$6’

2.2 Skenario usaha

Saat ini pabrik penyulingan kayu putih belum tersedia di Sumatera Selatan, sehingga skenario utama usaha adalah usaha terpadu antara pembangunan tegakan tanaman dan penyulingan daun secara mandiri. Untuk pembangunan tegakan, bibit diperoleh dengan cara pembibitan dengan menggunakan benih dari kebun benih tersertifikasi, di antaranya dari Kebun Benih (KB) Paliyan dan KB Ponorogo. Dua KB ini menghasilkan pohon dengan rendemen MKP dari daun berturut-turut mencapai 2%; dan 4,4%. Produksi daun mencapai

4-6 kg/pohon per musim panen daun. Penyulingan menggunakan alat suling tunggal. Pengadaan alat suling, atau biasa disebut dengan ketel ini diperoleh dengan cara membeli. Ketel ini banyak tersedia di pasaran dalam beberapa varian dan kapasitas yang berbeda. Di antaranya kapasitas 25 kg/kukus/, 50 kg/kukus, 100 kg/kukus atau 150 kg/kukus.

Diidentifikasi terdapat 5 faktor yang mempengaruhi keberhasilan usaha terpadu MKP, yaitu pertanaman, pengaturan panen, pengolahan minyak, pemodalan dan pemasaran. Berdasarkan pertimbangan kelima faktor tersebut, skenario lanjutan adalah sebagai berikut.

2.2.1 Pembangunan tegakan.

Seperti tegakan tanaman keras lainnya, pertanaman dilakukan dalam larikan jalur tanam yang teratur dalam pola tanam 5 m x 5 m, 5 m x 4 m, 4 m x 4 m, 4 m x 3 m, 3 m x 3 m, 3 m x 2 m atau 2 m x 2 m. Menggunakan pola tanam dengan jarak antar jalur tanam yang lebar (5, 4 atau 3 meter) difungsikan untuk dapat menyediakan ruang tanam untuk pertanaman tanaman pertanian lainnya dalam bentuk tumpangsari. Dengan asumsi usaha dilakukan pada lahan marginal, maka jarak yang lebar ini tidak efisien untuk tujuan mendapatkan hasil tanaman tumpangsari yang memadai. Oleh karena itu, skenario pembangunan tegakan yang disusun dalam tulisan ini adalah dengan menggunakan pola tanam dengan jarak antar jalur dan antar tanaman yang rapat, yaitu 2 m x 2 m.

2.2.2 Pengaturan panen

MKP kualitas baik diperoleh dari pengolahan daun segar dengan waktu penyimpanan paska panen tidak lebih dari 12 jam. Sehingga demikian, aktifitas panen dilakukan secara beurutan dihari yang sama dengan aktifitas penyulingan. Hal ini menyebabkan pengaturan panen menjadi faktor yang mempengaruhi keberhasilan usaha. Pengaturan panen mempertimbangkan efisiensi dalam pengadaan ketel, termasuk dalam pengaturan waktu penggunaannya. Dengan asumsi daun kayu putih dapat dipanen setiap 4 bulan, maka aktifitas pemanenan dibangun dalam tiga skenario sebagai berikut :

2.2.2.1 Sekali rotasi panen per musim panen

Aktivitas pemanenan dilakukan setiap hari kerja selama sebulan penuh pada satu bulan awal masa panen. Skenario ini menghasilkan masa bera aktifitas selama 3 bulan. Masa bera yang panjang ini menyediakan ruang waktu lebih untuk petani melakukan aktifitas ekonomi lainnya, baik dalam bentuk usaha pertanaman atau non pertanaman. Namun demikian, waktu panen yang relatif singkat ini menyebabkan adanya penumpukan panenan daun dalam jumlah yang besar untuk segera disuling. Dengan proyeksi produksi daun per tanaman adalah 4 kg/pohon, maka potesi jumlah daun per musim panen adalah 4.750 pohon dikali 4 kg/pohon, atau sama dengan 19.000 kg. Jika jumlah ini digilir panen setiap hari selama 20 hari kerja (1 bulan) dan asumsi penyusutan 10%, maka ketersediaan daun yang perlu disuling per hari adalah sebesar 855 kg. Sehingga demikian, dalam skenario ini, jumlah ketel yang perlu disediakan adalah 855 kg dibagi 3 intesitas penyulingan per ketel per hari dibagi 100 kg kapasitas ketel per penyulingan atau sama dengan 3 buah ketel (pembulatan dari 2,85). Dalam hal ini, jumlah kebutuhan modal yang diperlukan menjadi lebih besar untuk pengadaan 3 ketel tersebut.

2.2.2.2 Tiga kali rotasi panen

Aktivitas pemanenan dilakukan selama tiga bulan penuh pada tiga bulan awal masa panen dan masa bera selama 1 bulan. Skenario ini adalah kondisi sebalik dari skenario poin b.1. Ketel-ketel dapat digunakan secara lebih berulang selama musim panen sehingga jumlah ketel yang perlu disediakan lebih sedikit, yaitu sebanyak 19.000 kg/60 hari*0,9/3/100=0,9, atau sama dengan 1 (pembulatan). Skenario ini meminimasi kebutuhan modal untuk pengadaan ketel.

2.2.2.3 Dua kali rotasi panen

Modifikasi antara dua poin diatas, dengan sasaran mendapatkan efisiensi antara waktu dan pemodalan untuk pengadaan ketel. Tiga skenario pola pengaturan panen tersebut adalah variabel yang di analisis dalam tulisan ini.

2.2.3 Pengolahan minyak kayu putih

Aktivitas dalam musim panen adalah sangat padat, meliputi aktifitas pemanenan daun di tegakan, pencacahan dan penyulingan. Pengaturan waktu atau tenaga kerja harus dapat dilakukan secara cermat dan baik. Jika pemanenan dan pencacahan daun dilakukan pada pagi hari, maka pada saat siang hingga malam dilakukan aktifitas penyulingan. Berdasarkan pertimbangan tersebut dan dengan asumsi jumlah waktu penyulingan adalah 3-4 jam per kapasitas alat suling (100 kg daun), maka intesitas pengolahan minyak kayu putih pada musim panen efektif dilakukan sebanyak tiga kali per hari. Asumsi hari kerja efektif adalah 5 hari/minggu.

2.2.4 Pemodalan

Modal terbesar dalam usaha terpadu ini terdapat pada tahun pertama dan ke empat; yaitu untuk pembangunan tegakan tanaman dan pengadaan ketel. Peran pemerintah dalam membantu pemodalan berbunga rendah adalah salah satu mekanisme yang dapat diskenariokan. Dalam tulisan ini disampaikan 2 skenario, yaitu insentif bunga ringan (6%/tahun) dan tanpa insentif. Dua skenario pemodalan ini adalah variabel yang di analisis dalam tulisan ini.

2.2.5 Pemasaran produk

Pangsa minyak kayu putih sangat baik, namun demikian, kualitas minyak perlu menjadi pertimbangan karena dapat mempengaruhi harga jual. Pengemasan hasil juga menjadi faktor yang mempengaruhi, termasuk adanya uji laboratorium untuk kebutuhan pelabelan produk. Koperasi atau instansi pembimbing dapat mengrambil peran dalam upaya ini.

2.3 Analisis finansial usaha minyak kayu putih

Berdasarkan pertimbangan dua kelompok variabel yang dianalisis, maka disusun 6 alternatif pilihan usaha, antara lain : a). Satu rotasi panen dan tanpa insentif pemodalan, b). Dua rotasi panen dan tanpa insentif pemodalan, c). Tiga rotasi panen dan tanpa insentif pemodalan, d). Satu rotasi panen dan dengan insentif pemodalan, e). Dua rotasi panen dan dengan insentif pemodalan, dan f). Tiga rotasi panen dan dengan insentif pemodalan

Untuk poin d, e dan f, insentif pembangunan tegakan dilakukan dalam skenario pinjaman ringan dengan jumlah Rp. 25 juta. Waktu peminjaman dilakukan pada tahun awal dengan jangka waktu pengembalian selama 5 tahun. Dengan asumsi tegakan berproduksi pada tahun ke-4, maka pengembalian cicilan hutang menggunakan skim *gace period* atau penundaan pembayaran cicilan hutang selama 3 tahun, sehingga pembayaran cicilan hutang.dimulai pada tahun ke-4. Insentif pemodalan untuk pengadaan ketel dilakukan dengan memberi pinjaman pembeliaan ketel sesuai kebutuhan jumlah ketel. Pinjaman dimulai pada tahun ke-4, pengembalian dimulai pada tahun ke 5 dan jangka waktu pengembalian selama 4 tahun.

Dalam tulisan ini dilakukan analisis finansial untuk masing-masing alternatif. Parameter yang digunakan adalah Benefit Cost ratio (BCR), Net Present Value (NPV) dan Internal Rate of Return (IRR). Asumsi-asumsi pokok yang digunakan antara lain :

2.3.1 Jumlah luas pertanaman adalah 2 ha, dengan luas efektif 1,9 ha.

Dalam jarak tanam 2 m x 2 m dan tingkat keberhasilan tanaman 100% maka jumlah tanaman yang berproduksi untuk 1,9 ha tanaman aktif adalah 4.750 tanaman. Nilai lahan di hitung dengan nilai sewa Rp. 500.000/ha/tahun. Biaya persiapan lahan adalah Rp. 3.500.000,-

2.3.2. Pembibitan dilakukan di persemaian mandiri dengan perhitungan biaya pembuatan bibit adalah Rp. 2.711,-/bibit.

Biaya penananam dan penyulaman adalah Rp. 2500,-/tan. Pemeliharaan tanaman meliputi pemupukan dengan menggunakan kombinasi NPK dan Kompos, termasuk juga herbisida dan insektisida. Biaya pemeliharaan di asumsikan sebesar Rp. 1.500/tan/tahun.

2.3.3 Panen daun perdana dilakukan pada tanaman umur 4 tahun dan panen berikutnya dilakukan setiap 4 bulan.

Upah pemanenan Rp. 275/kg, pengangkutan sebesar Rp. 100/kg dan pencacahan daun sebesar Rp. 300/kg. Nilai susut daun pasca pengolahan adalah 10%.

2.3.4 Pengolahan dan penyulingan daun dilakukan dengan intesitas 3 kali setiap hari kerja efektif.

Ketel yang digunakan dengan kapasitas 100 kg/kukusan. Harga ketel adalah Rp. 25 juta, dengan biaya pemeliharaan Rp 1,5 juta/tahun. Setiap penyulingan menggunakan bahan bakar dengan satuan biaya Rp. 25.000.

2.3.5 Rendemen minyak adalah 1,1%

BJ 0,91 sehingga setiap 100 kg bahan baku daun menghasilkan 1,09 liter minyak kayu putih.

2.3.6 Minyak kayu putih dipasarkan dalam kemasan dengan biaya kemasan dan pemasaran Rp. 20.000,-/liter.

Minyak Kayu Putih dipasarkan dengan harga Rp. 240.000,-/liter. Di samping itu limbah daun dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos dengan rendemen 40% dan dipasarkan seharga Rp. 400 /kg.

2.3.7 Satuan waktu analisis adalah 10 tahun, dengan tingkat suku bunga 11%.

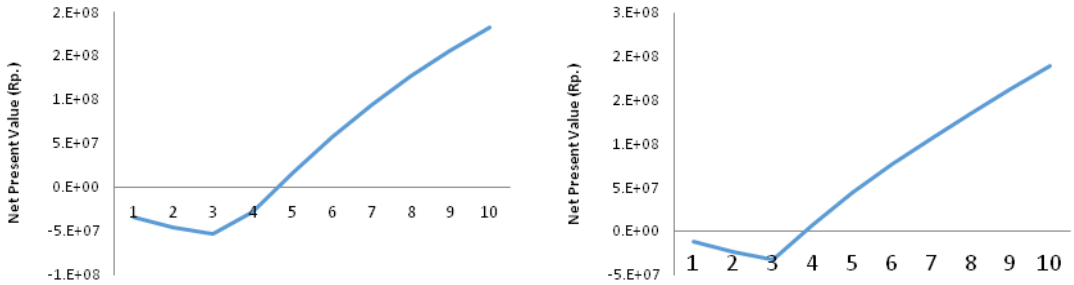
3. Hasil dan Pembahasan

Berikut pada Tabel 2 disajikan hasil pengolahan data untuk masing-masing alternatif dan pada Gambar 2 disajikan grafik pergerakan NPV untuk dua contoh skenario pembanding

Tabel 2**.** Nilai NPV, BCR dan IRR dalam 6 alternatif skenario usaha

Pemodalan / Rotasi panen	Tanpa Insentif	Dengan Insentif
Satu Rotasi Panen	NPV : Rp. 142.065.869,- BCR : 1,37 IRR : 40,99%	NPV : Rp. 136.806.491,- BCR : 1,31 IRR : 64.11%
Dua Rotasi Panen	NPV : Rp. 163.702.420,- BCR : 1,46 IRR : 46,54%	NPV : Rp. 156.763.363,- BCR : 1,39 IRR : 69,21%
Tiga Rotasi Panen	NPV : Rp. 182.718.882,- BCR : 1,54 IRR : 50,28%	NPV : Rp. 189.102.885,- BCR : 1,51 IRR : 77,13%

Berdasarkan hasil analisis dengan menggunakan rumus-rumus perhitungan finansial (NPV, BCR dan IRR), dapat diketahui bahwa indikator-indikator finansial memberi nilai yang baik pada usaha dengan pengaturan panen tiga rotasi panen. Sementara itu, pemberian insentif juga berdampak sangat baik untuk usaha. Insentif meningkatkan nilai IRR yang menjelaskan bahwa insentif memberi pengaruh positif dalam mengramankan usaha dari pergerakan suku bunga.



a. Tiga rotasi, tanpa insentif b. Tiga rotasi, dengan insentif

Gambar 2. Pergerakan NPV pada masing-masing alternatif.

Gambar 2 mendeskripsikan bahwa alternatif tiga rotasi panen dan insentif (Gambar 1f.) menghasilkan nilai NPV positif pada tahun ke 4, sesaat setelah panen pertama dilakukan. Di samping itu, *cash flow* dalam angka negatif tidak dalam jeruk yang dalam jika dibandingkan apabila tidak diberikan insentif pinjaman bunga rendah. Insentif dalam hal ini juga memberi dampak positif dalam membantu petani membangun usaha pada tahun-tahun awal. Pembayaran cicilan hutang juga tidak mengurangi pendapatan bersih didiskonto (NPV), yaitu sebesar Rp. 189 juta dan BCR yang signifikan pada ratio 1,51. IRR berada pada suku yang sangat aman, yaitu pada nilai 77,13%. Hal ini memproyeksi pengusahaan yang sangat layak dan berdasarkan parameter-parameter finansialnya, pilihan terbaik adalah usaha dengan pengaturan panen 3 rotasi panen dan dengan insentif pemodalan.

Berdasarkan analisis lanjutan, aliran cash flow menghasilkan selisih keuntungan rata-rata (sebelum didiskonto) sebesar Rp. 61,2 juta/tahun, dan mulai tahun ke-10, disaat pinjaman lunak dilunaskan, keuntungan pada nilai rata-rata sebesar Rp. 75,7 juta/tahun. Nilai keuntungan ini menambah pendapatan petani sebesar Rp.37,8 juta per ha per tahun atau setara Rp. 3,2 juta per ha per bulan. Walaupun keuntungan ini tidak signifikan dalam jumlah yang besar dibanding usaha pertanaman lainnya, usaha ini setidaknya meningkatkan nilai tambah lahan dari posisi awal yang kritis dan tidak termanfaatkan menjadi salah satu sumber pendapatan baru untuk menambah kesejahteraan petani.

Berdasarkan analisis ini, kayu putih menjadi alternatif yang direkomendasikan untuk dikembangkan juga untuk kawasan hutan produksi yang tidak berhutan atau tidak produktif. Pola-pola kemitraan dapat dibangun, baik mencontoh pola yang dilakukan oleh Perum Perhutani di Jawa atau dibangun dalam bentuk hutan kemasyarakatan. Karena ketersediaan lahan yang cukup besar, kegiatan pertanaman mustinya dapat dilakukan dengan skala besar (10.000-50.000 ha). KPHP dalam ini dapat mengrambil perannya dan menjadikan komoditas kayu putih sebagai komoditas usaha dalam bisnis KPHP yang mandiri. Berdasarkan perhitungan hasil produksinya, jika pertanaman kayu putih di Sumatera Selatan diproyeksi dapat terbangun sebesar 10.000 ha, maka potensi produksi MKP yang dihasilkan adalah 3.000 ton/tahun. Potensi ini sangat prospektif mengrambil peran menjadikan Sumatera Selatan sebagai sentra baru pemasok kebutuhan minyak kayu putih Nasional. Di samping itu, potensi ini membuka ruang penyerapan tenaga kerja yang memadai.

4. Kesimpulan

Ketersediaan lahan-lahan marginal yang dimiliki masyarakat atau lahan-lahan tidak berhutan dalam kawasan hutan produksi dapat dimanfaatkan untuk membangun usaha minyak kayu putih. Defisit penyediaan Minyak Kayu Putih (MKP) secara Nasional sebesar 1000 ton/tahun merupakan pangsa pasar yang menjanjikan. Sumatera Selatan dapat mengrambil peran ini dan menjadi sentra baru pemasok MKP Nasional.

Referensi

Balai Pengelolaan DAS Musi. (2014). *Review Lahan Kritis Wilayah Kerja BPDAS Musi*. Laporan. Kerjasama Kementerian Kehutanan dan Universitas Gadjah Mada, Palembang.

Kartikawati, N.K., A. Rimbawanto, M. Susanto, L. Baskorowati, & Prastyono. (2014). *Budidaya dan Prospek Pengembangan Kayu Putih (Melaleuca cajuputi)*. Kerjasama Balai Besar Penelitian Bioteknologi dan Pemuliaan Tanaman Hutan dengan Direktorat Jenderal Bina Usaha Kehutanan. IPB press. Jakarta.

Kementerian Kehutanan. (2014). Statistik Kementerian Kehutanan 2013. Kementerian Kehutanan, Jakarta.

Dari Kayu Borneo ke Kayu Rakyat: Dampak terhadap Perdagangan Kayu dan Kualitas Konstruksi

Achmad Supriadi*

Puslitbang Hasil Hutan
Jl Raya Gunung Batu No 5 Bogor

Abstract

Declining wood supply from natural forests has resulted in decreased supply of Borneo wood in Jakarta and West Java market. There is an increasing trend to cover the shortage of Borneo wood supply by selling local wood coming from community forests commonly referred to as village wood. This paper presents the impact of increased wood demand of the wood village to trade and construction quality. The goal is the availability of data and information on the potential and wood characteristic of community forests, the impact on trade and construction quality. The potential for community forests is estimated at 1,279,581 ha with potential stand 42.96552 million m^3, the island of Java has the largest private forest (400,000 ha) then successively followed by Sumatra (232 001 ha), Sulawesi (227 413 ha) and Nusa Tenggara (202 835 ha). Wood village in general is kind of fast-growing timber and do not obtain treatment as those in the plantations. Wooden rod is generally a juvenile wood, has small diameter and many branches. The wood generally has a low specific weight. Nonetheless, demand for community timber tends to increase. This enhancement provides a wide range of positive impacts such as increasing wood prices, number of new businesses as middlemen timber and also people's income. In addition, there are also negative impacts such as unmanageable logging in community forests, size sortimen traded timber is less than standard and the quality of construction built is possibility low.

Keywords: Borneo wood, Construction, Potential, Trade, Village wood

*Korespondensi penulis. Telp. : 0251-8633378
E-mail : susupriadi@gmail.com

1. Pendahuluan

Indonesia yang kaya dengan hutan tropisnya, pernah mampu memproduksi kayu secara melimpah, yaitu dimulai setelah terbitnya Peraturan Pemerintah Nomor 21 tahun 1970 tentang pengusahaan hutan dan pemungutan hasil hutan. Berdasarkan peraturan pemerintah ini, ijin pengusahaan hutan diberikan kepada pemegang Hak Pengusahaan Hutan (HPH), selain juga diberikan kepada pengusaha non HPH dengan ijin pemungutan hasil hutan (IPHH) dan ijin pemanfaatan kayu (IPK) pada lahan yang akan dikonversi. Sebagian besar kayu yang dihasilkan diekspor dalam bentuk kayu bulat.

Krisis ekonomi dunia pada tahun 1975 berdampak pada menurunnya ekspor kayu bulat, sementara produksi melimpah, sehingga hasil produksi banyak didistribusikan di dalam negeri. Data di lapangan menunjukkan bahwa kayu gergajian yang masuk melalui pelabuhan ke wilayah DKI Jakarta pada tahun 1970 sebesar 129.352 m^3, kemudian meningkat menjadi 927.980 m^3 pada tahun 1975, untuk kemudian diperdagangkan dan digunakan sebagai bahan bangunan perumahan dan keperluan industri perkayuan di Jakarta dan Jawa Barat (Badrudin, 1979). Pada tanggal 18 Juli 1974 pemerintah mendirikan Perum Perumnas, dimana kayu borneo atau setara meranti selalu dicantumkan dalam spesifikasi kayu bangunan rumah yang ditawarkan.

Eksploitasi hutan yang telah berjalan puluhan telah mengakibatkan kerusakan hutan. Rusaknya hutan telah menurunkan kemampuan pasokan kayu ari hutan alam, sementara kebutuhan terhadap kayu dari tahun ke tahun terus meningkat seiring dengan peningkatan kebutuhan masyarakat akan perumahan. Realisasi produksi kayu bulat tahun 2007 sebesar 31.491.584 m^3, jumlah ini di bawah dari yang dibutuhkan yaitu sekitar 50.000.000 m^3(SKI, 2008). Menurunnya pasokan kayu dari hutan alam telah mengakibatkan menurunnya pasokan kayu borneo di pasaran wilayah Jakarta dan Jawa Barat. Untuk menutupi kekurangan pasokan kayu borneo, para pedagang kayu menjual kayu-kayu lokal yang berasal dari hutan rakyat yang biasa disebut dengan kayu rakyat (kayu kampung), dengan kecenderungan yang semakin meningkat. Makin meningkatnya permintaan terhadap kayu rakyat telah mendorong para pemilik pohon untuk menjual pohon/kayunya walaupun pohon tersebut belum siap tebang.

Makalah ini menyajikan tentang dampak peningkatan permintaan terhadap kayu rakyat sebagai akibat penurunan pasokan kayu borneo terhadap perdagangan dan kualitas konstruksi. Sasarannya adalah tersedianya data dan informasi tentang potensi hutan rakyat, sifat kayu dari hutan rakyat, dampaknya terhadap perdagangan dan kualitas konstruksi.

2. Potensi dan Sifat Kayu Hutan Rakyat

2.1. Potensi hutan rakyat

Terdapat berbagai data potensi dan luas hutan rakyat. Menurut Wardana (2005) *dalam* Muslich *et.al*. (2006), potensi kayu dari hutan rakyat diperkirakan mencapai 39.416.557,5 m3 dengan luas 1.568.415,6 ha. Menurut Tampubolon *et al*., (2006) luas hutan rakyat Indonesia diperkirakan mencapai 1.279.581 ha dengan potensi tegakan 42.965.520 m^3. Sedangkan data potensi hutan rakyat menurut Badan Pusat Statistik (BPS) mencapai 39.564.003 m^3 dengan luas 1.560.229 ha. Jumlah pohon mencapai 226.080.019 batang dengan jumlah pohon siap tebang sebanyak 78.485.993 batang atau potensi produksi sekitar 19.621.480 m3 (MKI, 2005). Pulau Jawa memiliki hutan rakyat terluas yaitu 400.000 ha, kemudian berturut-turut diikuti oleh pulau Sumatera (232.001 ha), Sulawesi (227.413 ha) dan Nusa Tenggara (202.835 ha). Sedangkan berdasarkan potensi tegakan, pulau jawa memiliki potensi tegakan tertinggi yaitu 23.441.691 m3, kemudian berturut-turut diikuti oleh pulau Sulawesi (5.617.887 m^3), Sumatera (5.123.267 m^3) dan Nua Tenggara (4.205.209 m^3). Rincian sebaran areal hutan rakyat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Sebaran luas dan potensi hutan rakyat di Indonesia tahun 2005

No.	Pulau	Luas (ha)	Potensi tegakan (m^3)
1.	Jawa	400.846	23.441.691
2.	Sumatera	232.001	5.123.267
3.	Bali	13.498	362.295
4.	Nusatenggara	202.835	4.205.209
5.	Kalimantan	163.515	3.885.764
6.	Sulawesi	227.413	5.617.887
7.	Maluku	3.658	Pm
8.	Papua	36.010	pm

Sumber : Rakernis Departemen Kehutanan 2005 (*dalam* Tampubolon *et al*., 2006). Data diolah

Berbagai jenis pohon ditanam di hutan rakyat. Pada Tabel 2. berikut disajikan data potensi hutan rakyat yang terdiri dari populasi 7 (tujuh) jenis tanaman yang dikembangkan di hutan rakyat dan tersebar di pulau Jawa dan di luar pulau Jawa (Sukadaryati, 2006)

Tabel 2. Populasi tujuh jenis pohon yang ditanam di hutan rakyat (batang)

No.	Jenis pohon	Potensi di daerah		Jumlah	Siap tebang
		Jawa	Luar Jawa		
1	Akasia	22.611.068	9.409.011	32.020.079	12.069.695
2	Bambu	29.139.388	8.786.890	37.926.278	6.721.780
3	Jati	50.119.621	29.592.858	79.712.479	18.446.024
4	Mahoni	39.990.730	5.268.811	45.259.541	9.497.192
5	Pinus	3.521.107	2.302.757	5.823.864	2.715.576
6	Sengon	50.075.525	9.758.776	59.834.301	24.613.228
7	Sonokeling	2.008.272	344.379	2.352.651	742.543
	Jumlah	197.465.711	65.463.482	262.929.193	74.806.038

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa tujuh jenis pohon yang dikembangkan di hutan rakyat meliputi akasia, bambu, jati, mahoni, pinus, sengon dan sonokeling. Jati merupakan jenis pohon yang terbanyak ditanam di hutan rakyat yaitu 79.712.479 batang, kemudian berturut-turut diikuti oleh sengon (59.834.301 batang), dan mahoni (45.259.541 batang). Untuk hutan rakyat di pulau Jawa, jenis sengon dan jati yang paling banyak ditanam yaitu dengan jumlah batang di atas 50 juta batang.

2.2. Sifat kayu hutan rakyat

Jenis kayu hutan rakyat pada umumnya merupakan jenis kayu cepat tumbuh dan tidak memperoleh perlakuan seperti pada hutan tanaman. Batang kayunya umumnya merupakan kayu remaja (*juvenile wood*), berdiameter kecil dan banyak cabang, kayunya umumnya memiliki berat jenis yang rendah. Muslich *et al.*,(2006) menyatakan bahwa kayu dari hutan rakyat umumnya lebih ringan, teksturnya lebih kasar, lebih banyak mengandung mata kayu yang ukurannya lebih besar, seratnya tidak teratur serta mengandung lebih banyak kayu remaja (*juvenile wood*). Haygeen dan Bowyer (1986) menyatakan pada umumnya kayu juvenile lebih rendah kualitasnya daripada kayu dewasa, sel-sel kayu juvenile lebih pendek daripada sel-sel kayu dewasa, terdapat sedikit sel-sel kayu akhir dalam daerah juvenile dan sebagian terbesar sel mempunyai lapisan dinding yang tipis. Hasilnya adalah kerapatan dan kekuatan yang rendah. Menurut Dadswell (1958) *dalam* Haygeen dan Bowyer (1986), sel-sel dewasa kayu lunak mungkin tiga sampai empat kali panjang sel-sel kayu juvenil, sedangkan

serabut-serabut dewasa kayu keras umumnya dua kali panjang sel-sel yang terdapat dekat empulur.

Kecilnya diameter batang mengakibatkan rendemen penggergajian dolok kayu hutan rakyat menjadi rendah. Banyaknya cabang mengakibatkan timbulnya mata kayu pada kayu gergajian. Kayu rakyat yang berumur muda menjadi kurang awet secara alami, sehingga mudah diserang oleh organisme perusak kayu. Dengan berbagai kelemahan tersebut mengakibatkan kualitas kayu rakyat menjadi lebih rendah dibanding kayu dari hutan alam dan hutan tanaman.

3. Perdagangan Kayu Rakyat dan Kemungkinan Dampaknya Terhadap Kualitas Konstruksi

Menurunnya pasokan kayu dari hutan alam termasuk dari Kalimantan, mengakibatkan menurunnya pasokan kayu borneo pada perdagangan kayu di berbagai wilayah Jakarta dan Jawa Barat. Sebagaiman telah diuraikan sebelumnya, untuk mengisi kekurangan pasokan kayu borneo ini para pedagang kayu menambahnya dengan memasarkan kayu yang berasal dari wilayah sekitarnya yang biasa disebut dengan kayu rakyat. Kayu rakyat dapat terdiri dari berbagai jenis pohon rimba dan jenis pohon buah-buahan. Kayu rakyat yang berasal dari jenis pohon buah-buahan sering disebut dengan istilah kayu kampung.

Terdapat kecenderungan meningkatnya permintaan terhadap kayu rakyat. Peningkatan ini memberikan berbagai dampak baik positif maupun negative terhadap perdagangan kayu di wilayah Jakarta dan Jawa Barat. Berbagai dampak positif antara lain :

1. Harga kayu rakyat menjadi semakin baik

Sebagaimana yang berlaku dalam hukum ekonomi, bila permintaan terhadap suatu barang meningkat, maka harga barang tersebut akan bergerak naik. Demikian juga yang terjadi pada kayu rakyat, meningkatnya permintaan terhadap kayu rakyat membuat harga kayu rakyat di pasaran semakin membaik. Meningkatnya harga kayu rakyat tentunya dapat membawa dampak positif bagi pemilik lahan, karena mereka akan lebih tertarik lagi untuk menanami tanahnya dengan berbagai jenis pohon yang menghasilkan kayu bernilai ekonomi tinggi

2. Munculnya pelaku usaha baru sebagai pedagang perantara kayu rakyat

Meningkatnya permintaan terhadap kayu rakyat, juga telah memberi dampak poistif yaitu munculnya pelaku usaha baru sebagai pedagang pengumpul kayu rakyat. Pedagang pengumpul ini berlaku sebagai pihak yang menghubungkan antara pedagang kayu dengan petani pemilik kayu rakyat, sehingga keberadaan pedagang pengumpul cukup membantu untuk terjadinya transaksi bisnis antara pedagang kayu dengan petani pemilik.

3. Peningkatan pendapatan pada masyarakat

Peningkatan permintaan terhadap kayu rakyat sebagai akibat dari menurunnya pasokan kayu borneo, telah dapat meningkatkan pendapatan berbagai elemen dalam masyarakat tang terlibat dalam penyediaan pasokan kayu rakyat. Berbagai elemen masyarakat tersebut anatara

lain petani pemilik lahan, petani penggarap lahan, pedagang pengumpul dan pedagang kayu. Peningkatan pendapatan ini diharapkan dapat memicu perkembangan perekonomian di pedesaan.

Selain berbagai dampak positif yang timbul dengan terjadinya peningkatan permintaan kayu rakyat seperti tersebut di atas, muncul pula berbagai dampak negatif, antara lain yaitu :

1. Penebangan kayu di hutan rakyat dapat menjadi tidak terkendali

Permintaan terhadap kayu rakyat yang terus meningkat disertai dengan peningkatan harga kayu, telah mendorong petani pemilik hutan rakyat untuk menjual pohon yang dimilikinya setiap ada permintaan, terlebih lagi bila kebutuhan ekonomi sudah mendesak. Penebangan pohon tidak lagi mempertimbangkan umur masak tebang, kualitas kayu dan kelestarian lingkungan. Muslich dan Krisdianto (2006) menyatakan bahwa untuk memenuhi kebutuhan ekonomi, misalnya kebutuhan biaya anak sekolah atau hajatan, kayu hutan rakyat dapat ditebang dan dijadikan sumber penghasilan untuk menutupi kebutuhan tersebut. Pemilik kayu hutan rakyat kurang peduli dengan umur pohon dan kualitas batang yang dihasilkan.

2. Ukuran sortimen kayu yang diperdagangkan kurang dari standar

Selain kayu rakyat yang diperdagangkan pada umumnya bermutu rendah, fakta di lapangan menunjukkan ditemukan ukuran sortimen kayu yang diperdaganglan kurang dari ukuran standar. Pengurangan ukuran dapat terjadi baik ke arah panjang, lebar maupun tebal. Sebagai contoh sotimen kayu sengon dengan ukuran standar 1 x 15 x 300 cm, diperdagangkan dengan ukuran 1 x 15 x 280 cm atau panjang sortimen tersebut 20 cm lebih rendah dari panjang yang seharusnya, ukuran standar 1 x 16 x 300 cm, kenyataannya berukuran 1 x 16 x 285 cm. Kayu gergajian dengan ukuran standar panjang 400 cm, pada kenyataannya hanya 380 cm atau kurang 20 cm.

Sortimen memiliki ukuran yang kurang dari standar, menimbulkan kerugian pada pengguna, terutama bila dihitung dalam jumlah besar (per satuan m3). Selain ditemukannya sortimen berukuran kurang dari standar, untuk sotimen kayu ukuran tertentu seperti sortimen kayu sengon ukuran 4 x 6 x 300 cm dijual dalam bentuk ikatan. Satu ikatan terdiri atas 9 batang atau 6 batang dengan menggabungkan kayu teras dengan kayu gubal. Demikan juga pada kayu sortimen balok kayu meranti merah, tidak semua berasal dari kayu meranti merah, tetapi tercampur juga kayu mindi dan mahoni. Cara penjualan dalam bentuk ikatan meskipun harganya lebih murah dibandingkan dengan batangan, akan tetapi cara penjualan seperti ini merugikan konsumen, karena konsumen tidak dapat memilih sortimen yang baik dan tidak dapat menolak sortimen dari kayu gubal yang bermutu rendah.

3. Kualitas konstruksi menjadi rendah

Kayu hutan rakyat yang banyak mengandung kayu juvenile menghasilkan kayu dengan kualitas rendah. Ketika digunakan kayu menjadi mudah melengkung, bengkok, mudah patah dan tidak awet, sehingga apabila kayu rakyat digunakan sebagai bahan konstruksi mengakibatkan bangunan konstruksi menjadi tidak kuat dalam menahan beban, tidak tahan lama, tidak aman dan nyaman. Dalam jangka panjang, penggunaan kayu bermutu rendah dapat menimbulkan kerugian yang lebih besar lagi karena tidak panjangnya umur bangunan

tersebut. Kayu untuk bahan baku konstruksi memerlukan kelas kuat tertentu. Den Berger (1926) dalam Oey (1990) membagi kelas kuat kayu Indonesia menjadi 5 kelas kuat, seperti disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 3. Pembagian kelas kuat kayu Indonesia

Kelas Kuat	Berat Jenis	MOR (kg/cm^2)	Keteguhan Tekan (kg/cm^2)
I	> 0,90	> 1.100	> 650
II	0,90 – 0,60	1.100 – 725	650 – 425
III	0,60 – 0,40	725 – 500	425 – 300
IV	0,40 – 0,30	500 – 360	300 – 215
V	< 0,30	< 360	< 215

Sumber : Den Berger (1926) *dalam* Oey (1990)

Penggunaan kayu sebagai komponen bahan bangunan perlu mempertimbangkan kelas kuat kayu tersebut. Agar lebih efektif dan efisien, peruntukkan penggunaan kayu disesuaikan dengan kelas kuat yang dimiliki oleh kayu terebut. Sebagai contoh, untuk penggunaan komponen yang menahan beban seperti komponen untuk kuda-kuda dapat digunakan jenis kayu yang memiliki kelas kuat tinggi (kelas kuat I – II). Untuk komponen yang tidak menahan beban seperti kusen pintu dan jendela dapat menggunakan kayu dengan kelas kuat yang lebih rendah (kelas kuat III – IV). Selain kelas kuat, tindakan perlakuan yang ditujukan untuk meningkatkan kualitas kayu rakyat seperti pengawetan (Martawijaya dan Barly, 2010), pengeringan, impergnasi bahan kimia ke dalam kayu dan lain-lain perlu dilakukan agar kayu rakyat menjadi lebih awet, dan memiliki stabilitas dimensi yang tinggi, sehingga jika digunakan memiliki umur yang lebih panjang.

Ditemukannya sortimen kayu rakyat dengan ukuran kurang dari standar juga turut berpengaruh terhadap kualitas konstruksi. Sebagai contoh sortimen papan cor kayu sengon ukuran standar 1 x 15 x 300 cm, kenyataannya berukuran 1 x 15 x 280 cm atau memiliki panjang kurang 20 cm dari standar. Bila papan tersebut langsung digunakan, maka panjang ukuran konstruksi menjadi kurang 20 cm dari yang seharusnya. Secara teknik hal ini menyalahi aturan sehingga konstruksi yang dibuat menjadi tidak sesuai dengan bestek dan membahayakan keselamatan pengguna konstruksi. Untuk mengatasi penggunaan sortimen dengan ukuran kurang dari standar, pengguna terpaksa harus menyambung sortimen tersebut hingga mencapai ukuran yang seharusnya. Tindakan ini memerlukan tambahan biaya yang lebih besar dari yang seharusnya, karena bahan kayu yang digunakan sebagai penyambung harus lebih panjang dari selisih ukuran, dalam contoh ini harus lebih panjang dari 20 cm supaya sambungan dapat dibuat dengan baik.

4. Kesimpulan

Meningkatnya perdagangan kayu rakyat (kayu kampung) seiring menurunnya pasokan kayu borneo di pasaran wilayah Jakarta dan Jawa Barat, telah meningkatkan permintaan terhadap kayu rakyat di wilayah tersebut. Dampak positif dari peningkatan permintaan terhadap kayu rakyat antara lain harga kayu rakyat menjadi semakin baik, munculnya pelaku usaha baru sebagai pedagang perantara kayu rakyat dan meningkatnya pendapatan pada masyarakat. Dampak negatif dari peningkatan permintaan terhadap kayu rakyat antara lain

penebangan kayu di hutan rakyat menjadi tidak terkendali, ukuran sortimen kayu yang diperdagangkan kurang dari standar dan kualitas konstruksi diperkirakan menjadi rendah

Referensi

MKI.(2005). *Hutan rakyat Indonesia*. Majalah Kehutanan Indonesia. Edisi III :32. Jakarta.

SKI. (2008). *Statistik Kehutanan Indonesia*. Jakarta. Departemen Kehutanan.

Badrudin, A. (1979). *Konsumsi kayu di Daerah Khusus Ibukota Jakarta Raya*. Laporan nomor 132. Bogor. Lembaga Penelitian Hasil Hutan.

Djajapertjunda, S. (2002). *Hutan dan Kehutanan Indonesia dari Masa ke Masa*. Bogor. IPB Press.

Haygeen, J.G. & J.L. Bowyer. (1982). *Hasil Hutan dan Ilmu Kayu*. Terjemahan. Yogyakarta. Gadjah Nada University Press.

Martawijaya, A., & Barly. (2010). *Pedoman pengawetan kayu untuk mengatasi jamur dan rayap pada bangunan rumah dan gedung*. Bogor: IPB Press.

Muslich, M. & Krisdianto. (2006). Upaya peningkatan kualitas kayu hutan rakyat sebagai bahan baku industri. *Prosiding Seminar Hasil Hutan di Bogor tanggal 2 September 2006.* Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Oey Djoen Seng. (1990). Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. *Pengumuman Nomor 13*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Sukadaryati. (2006). Potensi hutan rakyat di Indonesia dan permasalahannya. *Prosiding Seminar Hasil Hutan di Bogor tanggal 2 September 2006.* Bogor. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.

Tampubolon, A.P., P. Parthama & E. Suryadi. (2006). *Peranan Badan Litbang Kehutanan dalam mendukung program hutan rakyat dan hutan kemasyarakatan*. Makalah pada Pelatihan dan Pengembangan Hutan Rakyat dan Hutan Kemasyarakatan. Nganjuk.

Indek Prioritas Tapak Restorasi Lanskap Hutan Tropis Terdegradasi Di Kabupaten Langkat Sumatera Utara

Samsuri,[a],*, Anita Zaitunah[a] dan Achmad Siddik Thoha[b]

[a]*Program Studi Manajemen Hutan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara*
[b]*Program Studi Budidaya Hutan Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara*

Abstract

The remaining tropical rain forest is getting degraded due to the pressure into the forest. It becomes an important global issues in the context of climate change. The degradation was triggered by the increasing of fragmentation of forest landscape and decreasing of forest landscape connectivity. Landscape restoration approach can be applied in order to improve the connectivity of forest landscape. This paper describes site priority index of forest landscape restoration which inform us where the site need to be restored before the other sites. Site index is developed by three factor indices that were connectivity index, fragmentation index, and land degradation index. Site priority index classified research site into low priority index, moderate priority index and high priority index. This research also found that forest fragmentation has been increasing during 1990-2015, meanwhile landscape connectivity tends to be decreased. In developing the restoration index, factor index of fragmentation and land degradation gave higher weight than two other factor indices. The research concluded that (1) generally, the most of remaining forest landscape in Besitang and Wampu watersheds are forest landscape having moderate site priority index (2) Serangan watershed has an area with high site priority index, and (3) Serangan watershed should be the priority site to be restored.

Keywords: Leuser ecosystem, Fragmentation, Fragstat, Connectivity, Remained forest

* Korespondensi penulis. Tel.: +08561033832.
E-mail: gsamsuri@gmail.com

1. Pendahuluan

Deforestasi diduga sebagai penyebab terjadinya fragmentasi hutan dan kerusakan hutan. Fragmentasi dan kerusakan hutan tersebut telah mengurangi luas hutan, menimbulkan *edge forest* dan meningkatkan isolasi hutan. Hal ini berdampak pada penurunan populasi dan produktivitas hutan dalam menghasilkan jasa ekosistem serta menyebabkan perubahan proses-proses dalam ekosistem hutan, yang memicu penurunan populasi dan produktivitas ekosistem itu sendiri.

Perbaikan ekosistem yang rusak akibat deforestasi dan degradasi dapat melalui rehabilitasi dan restorasi. Restorasi secara umum dianggap dapat mempercepat suksesi (Hilderbrand *et al.,* 2005). Restorasi hutan sebagai ekosistem akan lebih tepat jika menggunakan batasan daerah aliran sungai ataupun lanskap karena dianggap lebih mewakili unit penilaian kerusakan. Prinsip restorasi lanskap hutan adalah mendapatkan kembali integitas fungsi ekologi dan kesejahteraan manusia di dalam dan sekitar landskap hutan yang mengalami kerusakan. Namun perbaikan hutan yang telah dilakukan sebagian besar masih terfokus pada suatu tapak tertentu, belum mempertimbangkan fungsionalitas ekosistem. Oleh karena itu diperlukan suatu metode perencanaan restorasi berbasis landscape yang memasukkan faktor fungsionalitas dan struktural ekosistem.

Penelitian ini menggunakan pendekatan biodiversitas, kekompakan ekosistem (Cortina *et al.,* 2006), keterkaitan (*connectivity*) (Nikolakaki, 2004; Saura, 2011; Samsuri *et al.,* 2014b) dan sosial ekonomi (Nawir *et al.,* 2008) untuk merencanakan tapak restorasi. Dalam penelitian ini akan dibangun suatu nilai indek yang menyatakan prioritas tapak yang harus direstorasi terlebih dahulu melalui pembangunan model pada skala lanskap untuk mendukung proses pengambilan keputusan restorasi hutan (Xi, 2008; Samsuri, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan indek prioritas tapak restorasi lanskap hutan tropis di wilayah kabupaten Langkat Sumatera Utara. Untuk mendapatkan indek tersebut, maka sasaran penelitian ini (a) mengidentifikasi pola dan struktur spasial kondisi lanskap kawasan hutan pada beberapa periode waktu (b) menganalisis degradasi lahan (c) membangun model indek prioritas tapak restorasi lanskap hutan. Penelitian penentuan indek model indek prioritas tapak restorasi lanskap hutan tropis terdegradasi diharapkan dapat memberikan informasi yang diperlukan dalam kegiatan-kegiatan menuju pencegahan dan pengurangan deforestasi di hutan tropis. Indek yang dihasilkan dapat dijadikan salah satu kriteria dan standar dalam perencanaan kegiatan pengembalian fungsi hutan (restorasi).

2. Bahan dan Metode

2.2 Waktu dan lokasi penelitian

Penelitian ini dilakukan pada tahun 2015, dan mengrambil lokasi penelitian wilayah kabupaten Langkat Sumatera Utara. Penelitian ini menggunakan citra satelit. Landsat TM 1990, SPOT 2010 dan Landsat 8 OLI 2015; peta kontur, peta kontur, jaringan jalan dan jaringan sungai. Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas alat survey dan alat analisis data. Alat survey lapangan diantaranya adalah GPS, haga, phi band, compass, dan talley sheet. Sedangkan tool analisis data diantaranya adalah Erdas Imagine 9.1 yang digunakan untuk interpretasi citra satelit, ArcGIS 10.1 untuk analisis data spasial dan Fragstat 3.3 untuk membangkitkan metrik lanskap, Excel dan SPSS ver 16 untuk melakukan analisis statistik.

2.3 Metode pengambilan data

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah peta tutupan lahan, citra Landsat 5 tahun 1990, Landsat 8 OLI 2015, peta landsystem, peta kontur, dan data vegetasi. Adapun alat yang digunakan adalah (1) alat survey lapangan, dan (2) alat analisis data. Alat survey

lapangan terdiri atas meteran, *haga, phi band*, kompas, GPS dan kamera. Sedangkan alat analisis data yang digunakan adalah *ERDAS Imagine, EXCEL* dan *SPSS*.

Pengecekan lapangan dilakukan untuk mengetahui tipe tutupan lahan. Pada titik-titik contoh lapangan dilakukan identifikasi tutupan lahan dan pengambilan contoh tanah. Petak contoh lapangan diletakkan berdasarkan tipe tutupan lahan, tipe unit lahan, elevasi dan daerah aliran sungai. Jumlah plot contoh lapangan sebanyak 140 plot.

2.4 Metode analisis data

Citra satelit diinterpretasi menggunakan perangkat lunak ERDAS ver 9.1. Metode klasifikasi yang digunakan adalah klasifikasi terbimbing tetangga terdekat (*nearest neighbour supervsed clasification*). Peta tutupan lahan yang diperoleh dari hasil interpretasi citra satelit selanjutnya dianalisis menggunakan perangkat lunak Fragstat untuk mendapatkan nilai metrik lanskap (McGarigal, 1995). Metrik lanskap yang dibangkitkan adalah metrik lanskap yang dapat mengilustrasikan indek fragmentasi dan indek konektivity. Masing-masing matrik lanskap nilainya dikelaskan menjadi 5 kelas dan diberi skor menggunakan skala likert. Skor setiap metrik lanskap dijumlahkan (Puspaningsih, 2011; Rohyani, 2012). Total skor selanjutnya dikonversi menjadi nilai indek (Jaya *et al.*, 2007). Demikian juga dengan data hasil analisis tanah berupa bobot isi (BI), tekstur tanah, dan kandungan bahan organik juga diklasifikan menjadi lima kelas dan diberi skor (Samsuri, 2014).

Selanjutnya dibangun model regesi linear yang menyatakan hubungan antara indek fragmentasi maupun indek konektivitas sebagai peubah tak bebas, dan metrik lanskap sebagai peubah bebasnya. Demikian juga persamaan regesi dengan peubah bebas nilai sifat fisik dan kimia tanah, dan peubah tak bebas indek degradasi lahan hasil *rescale score.* (Syarifi *et al.*, 2007, Jaya *et al.*, 2007).

Ketiga faktor tersebut diatas selanjutnya dijumlahkan skor total yaitu bobot masing-masing faktor dikalikan dengan skor masing-masing faktor. Bobot masing-masing faktor diperoleh dari analisis PCA. Total skor ketiga faktor di-*rescale score* (Syarifi *et al.*, 2007; Jaya *et al.*, 2007). Indek prioritas tapak diperoleh melalui penyusunan persamaan regerasi dengan indek prioritas tapak sebagai variabel tak bebas (*rescale score*), dan indek-indek faktor sebagai variabel bebasnya. Validasi model menggunakan uji beda nilai tengah antara model dan data lapangan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Tutupan lahan

Klasifikasi citra landsat tahun 1990 dan 2015 dikoreksi menggunakan tutupan lahan hasil interpretasi SPOT 4 tahun 2010. Interpretasi landsat tahun 1990 membedakan enam tutupan lahan yaitu badan air, lahan terbuka, hutan, semakbelukar, sawah dan mangove. Kombinasi band 7, band 5 dan band 4 citra landsat 8 OLI menghasilkan 7 tujuh tipe tutupan lahan (Gambar 3-a). Tipe tutupan lahan tersebut adalah hutan, lahan terbuka, badan air, pertanian lahan kering, semak belukar, perkebunan dan sawah (Tabel 1). Data Tabel 1 menunjukkan telah terjadi penurunan luas hutan dari tahun 1990 sampai dengan tahun 2015. Luas perkebunan dan lahan terbuka bertambah pada tahun 2015, sehingga penurunan luas hutan diduga karena adanya alih fungsi hutan menjadi perkebunan, lahan terbuka dan semak

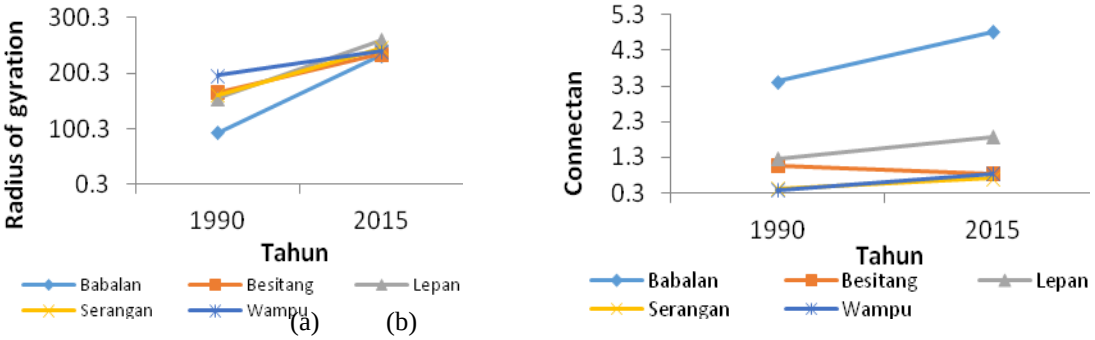
belukar. Lahan terbuka berada ke arah pesisir dan dekat dengan wilayah yang sedang berkembangan pesat.

Tabel 1 Distribusi luas tutupan lahan berdasarkan interpretasi landsat TM 1990, dan landsat 8 OLI 2015

No	Tipe tutupan lahan	1990		2015	
		Luas (Ha)	Proporsi (%)	Luas (Ha)	Proporsi (%)
1	Lahan terbuka	18,991	2.81	81,525	12.54
2	Pertanian lahan kering	-	-	6,901	1.06
3	Perkebunan	-	-	174,978	26.90
4	Hutan	312,238	46.17	231,047	35.53
5	Sawah	51,531	7.62	1,010	0.16
6	Semak	268,769	39.74	147,915	22.74
7	Badan air	4,434	0.66	6,983	1.07
8	Mangove	20,272	3.00	-	-
	Jumlah	650,359	100	650,359	100.00

3.2. Konektivitas dan fragmentasi

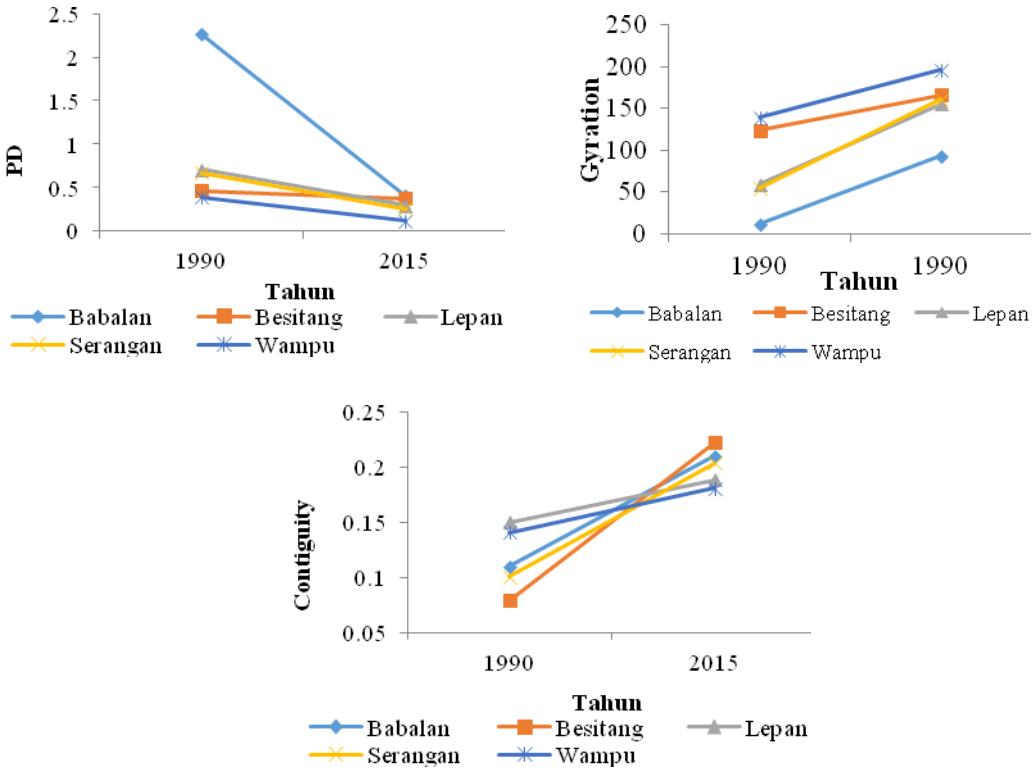
Konektivitas hutan yang tersisa meningkat pada tahun 2015, jika dibandingkan dengan kondisi pada tahun 1990. Peningkatan ini digambarkan oleh nilai matriks lanskap *connectan.* Nilai *connectan* naik dari kisaran 0.2 -3.3 pada tahun 1990 menjadi sekitar 0.7-4.3 % pada tahun 2015 pada tahun 2015 (Gambar 1-b). Nilai *radius of gyration* juga meningkat yaitu dari kisaran 90-200 di tahun 1990 menjadi kisaran 250 - 300 di tahun 2015 (Gambar 1-a). Analisis regesi hubungan antara metrik lanskap dan nilai indek konektivitas menghasilkan model indek konektivitas yaitu $y_1 = -0{,}009 + 3{,}059\ 10^{-5}\ x_1 + 0{,}286\ x_2$ dimana x_1 adalah *connectan* dan x_2 adalah *radius of gyration* (Samsuri *et al.*, 2014).



Gambar 1 Metrik lanskap berupa radius of gyration (a) dan connectan (b) tahun 1990 dan 2015

Pada periode tahun 1990 dan 2015, *patch density* cenderung mengalami kenaikan pada periode 1990 – 2015 (Gambar 2-a). Selain itu, *contiguity index* cenderung mengalami penurunan pada periode 1990 – 2015 sebagai diilustrasikan pada Gambar 2-b. Hal ini menunjukkan bahwa tingkat fragmentasi hutan meningkat selama periode 1990 - 2015. Kondisi ini disebabkan oleh peningkatan populasi dan kebutuhan lahan untuk dikonversi menjadi lahan pertanian. Seluruh wilayah DAS di Langkat, mengalami peningkatan

contiguity index selama 1990-2015 (Gambar 2-b), dan juga peningkatan *proximity index* selama 1990-2015 (Gambar 2-c). Tetapi *patch density* di keempat DAS mengalami penurunan pada tahun 2015. Konversi lahan hutan menjadi penggunaan lain menyebabkan hutan tersisa menjadi rusak dan rendah konektivitasnya. Nilai metrik lanskap *contiguity, proximity, patch density*, area digunakan untuk menyusun persamaan indek fragmentasi.



Gambar 2 *Patch density* hutan (a), *contiguity index* (b), dan *proximity index* (c) masing-masing DAS di Langkat

Adapun persamaan regesi indek fragmentasi hutan tersisa adalah $y_2 = 0{,}999 + 1{,}983\ 10^{-5}\ x_3 + 0{,}004\ x_4 - 1{,}111\ 10^{-5}\ x_5 - 0{,}675\ x_6$; dimana x_3 adalah area, x_4 adalah *path density*, x_5 adalah *proximity* dan x_6 adalah *contiguity index* (Samsuri *et al.*, 2014). Struktur lanskap hutan menentukan hubungan antara komponen ekosistem yang dicirikan oleh jumlah, ukuran dan bentuk patchnya (Forman & Godron 1986). Proporsi jumlah patch hutan berdasarkan luasnya dapat meggambarkan struktur lanskap hutan. Kondisi ini disebabkan oleh peningkatan populasi dan kebutuhan lahan untuk dikonversi menjadi lahan pertanian. Semua DAS mengalami peningkatan *contiguity index* selama 1990-2015 dan juga peningkatan *proximity index* selama 1990-2015.

3.3. Degradasi lahan

Degradasi lahan diduga dengan menggunakan indikator sifat fisik dan kimia tanah, tipe unit lahan dan tipe penutupan lahan. Penjumlahan skor kelas kepadatan isi, kelas tekstur, kelas kandungan C organik dan kelas erosi yang terjadi di lapangan menghasilkan skor total. Skor total dikonversi menjadi nilai kisaran 0 sampai dengan 1. Tumpah tindih peta tipe unit lahan dan tipe tutupan lahan menghasilkan kelas degradasi lahan di kabupaten Langkat. Indek degradasi lahan ditentukan menggunakan skor C organik (x_7), skor tekstur tanah (x_8), dan tipe

erosi (X_9). Skor total degradasi lahan dirumuskan $Y_3 = 0{,}37\ X_7 + 0{,}24\ X_8 + 0{,}39\ X_9$. Total skor degradasi lahan ditransformasikan (*rescaling*) untuk mendapatkan tingkat degradasi lahan. Nilai hasil tersebut merupakan merupakan indek degradasi lahan.

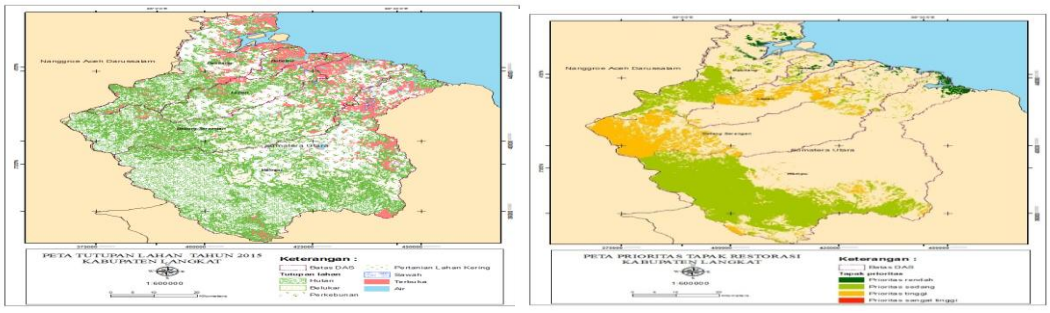
3.4. Indek prioritas tapak

Uji kenormalan data menghasilkan nilai KMO lebih dari 0.5 dan nilai anti image nya memenuhi syarat untuk menganalisis lanjut analisis PCA terhadap faktor indek konektivitas, indek fragmentasi dan indek degradasi lahan. Bobot masing-masing faktor adalah 0.3, 0.4 dan 0.3 masing-masing untuk indek konektivitas, indek fragmentasi dan indek degradasi lahan. Uji VIF (*varian inflation factor*) menunjukkan bahwa indek fragmentasi (y_2) dan indek konektivitas (y_3) tidak memiliki kolinearitas. Analisis regesi hubungan antara peubah tak bebas indek prioritas tapak dengan peubah bebas indek konektivitas, indek fragmentasi dan indek degradasi lahan menghasilkan 3 persamaan yaitu yaitu (1) model dengan menggunakan 3 faktor (2) model menggunakan 2 faktor indek, dan (3) model menggunakan 1 faktor indek. Gambar 3-b menunjukkan sebaran tingkat prioritas tapak restorasi. Wilayah DAS Serangan sebagian besar merupakan area prioritas tinggi, sedangkan prioritas rendah berada di wilayah pesisir yaitu hutan mangove (Tabel 2). Seluas 42.120 ha hutan tersisa di DAS Serangan memerlukan upaya perbaikan konektivitas dengan hutan-hutan di sekelilingnya. DAS Serangan melingkupi beberapa wilayah kecamatan di kabupaten Langkat dengan kejadian banjir dan longsor dalam beberapa tahun terakhir.

Tabel 2. Sebaran luas prioritas tapak restorasi di kabupaten Langkat

DAS	Prioritas sangat tinggi	Prioritas rendah	Prioritas sedang	Prioritas tinggi	Jumlah
Babalan	-	623	1,821	387	2,832
Batang Serangan	-	960	2,975	42,120	46,055
Besitang	-	2,619	28,813	2,840	34,272
Lepan	-	10	548	13,938	14,497
Wampu	26	3,203	116,060	10,290	129,578

DAS Wampu memiliki area paling luas termasuk ke dalam prioritas sedang yaitu seluas 116.060 ha. DAS Wampu memiliki hutan tersisa dengan konektivitas lebih baik dibandingkan dengan DAS Serangan sehingga termasuk kelas sedang. Berdasarkan survey lapangan hutan tersisa di Wampu masih memiliki kondisi tegakan dengan ukuran relatif lebih besar dan relatif lebih kompak antara hutan yang satu dengan kelompok hutan lainnya.



Gambar 3. Peta tutupan lahan kabupaten Langkat tahun 2015 (a) Peta prioritas tapak restorasi hutan tropis terdegradasi kabupaten Langkat (b)

4. Kesimpulan

Model indek prioritas yang diperoleh adalah 2 model yaitu model yang menggunakan dua variabel yaitu (1) Z_1= 0.764 + 0,422 Y_2 + 0,540 Y_1 + 0.344 Y_3, dan (2) Z_2 = 0.697 + 0,419 Y_2 + 0,469 Y_1. Uji lanjutan yaitu akurasi Kappa menunjukkan model 1 lebih baik dibanding dengan model 2, sehingga model 1 digunakan untuk membuat peta indek restorasi. Model spasial indek prioritas tapak ini digunakan untuk membuat peta prioritas tapak restorasi lanskap hutan yang terdegradasi di kabupaten Langkat. Peta indek prioritas tapak menunjukkan DAS Serangan memiliki indek prioritas tapak kelas tinggi relatif lebih luas dibandingkan dengan 4 DAS lainnya. DAS Serangan seharusnya menjadi tapak prioritas dibandingkan dengan keempat DAS lainnya. Model indek prioritas tapak ini menjadi salah satu alternatif indek yang dapat digunakan untuk merencanakan kegiatan restorasi lanskap hutan terdegradasi, karena indek ini dibangun dengan mempertimbangkan aspek fungsionalitas ekosistem. Indek fragmentasi, indek konektivitas dan indek degradasi lahan dapat digunakan sebagai kriteria untuk menentukan prioritas restorasi lanskap hutan.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Lembaga Penelitian Universitas Sumatera Utara yang telah mendanai penelitian ini melalui skema Hibah Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi Tahun 2015. Terima kasih juga kami sampaikan kepada reviewer paper ini atas saran dan koreksinya.

Referensi

Cortina J. (2006). Ecosystem structure, function, and restoration success: Are they related. *Journal for Nature Conservation 14*, 152 – 160

Forman RTT, Godron M. (1986). *Landscape Ecology*. New York (US): Wiley.

Forman, R.T.T. and M. Godron (1986) *Landscape Ecology*. New York: Wiley

Hilderbrand, RH, A.C Watts, and A.M. Randle (2005). The Myths of Restoration Rcology. *Ecology and Society 10* (1), 19

Jaya, I.N.S, R. Boer, Samsuri. (2007). Developing fire risk index in Central Kalimantan. International Research Institute and Bogor Agicultural University [research repport]. Bogor (ID): Bogor Agicultural University

McGarigal, K., B.J. Marks, (1995). FRAGSTATS: spatial pattern analysis program for quantifying landscape structure. *Gen. Tech. Rep. PNW-GTR–351*. . [Internet]. [Diunduh 11 Oktober 2011] Tersedia pada:http://www.umass.edu/landeco/research/fragstats/fragstats.html

Nawir, A, Murniat, L. Rumboko (Ed). (2008). *Rehabilitasi hutan di Indonesia, Akan kemanakah arahnya setelah lebih dari tiga dasawarsa?*. Bogor (ID): Center for International Forestry Research (CIFOR).

Nikolakaki, P. (2004). A GIS Site Selection process for habitat creation: estimating connectivity of habitat patches. *Landscape and Urban Planing* 68, 77-94

Puspaningsih, N. (2011). Pemodelan spasial dalam monitoring reforestasi Kawasan Pertambangan Nikel PT. Inco di Sorowako Sulawesi Selatan. Sekolah Pascasarjana IPB.

Rohyani, I.S. (2012). Pemodelan spasial kelimpahan collembola tanah pada area revegetasi tambang PT Newmont Nusa Tenggara. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Rouget, M., R.M. Cowling, A.T. Lombard, A.T. Knight, G.H. Kerley (2006). Designing large‐scale conservation corridors for pattern and process. *Conservation Biology 20*(2), 549‐561

Samsuri, I.N.S. Jaya, C.Kusmana, dan K.Murtilaksono (2014a) Fragmentation of tropical forest landscape on Batang Toru Watershed - North Sumatra. *Journal of Tropical Forest Management 20*(2), 77-85.

Samsuri, I.N.S.Jaya, C. Kusmana, dan K. Murtilaksono (2014b) Connectivity and ecological indicators analysis of tropical forest landscape in Batang Toru watershed – Indonesia. *Journal Agriculture Fisheries and Forestry 3*(3), 147-154.

Samsuri. (2014). Model spasial indek restorasi lanskap hutan tropis terdegradasi DAS Batang Toru Sumatera Utara. (Disertasi). Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Saura, S, L.Pascual-Hortal, (2006). Comparison and development of new gaph-based landscape connectivity indices: towards the priorization of habitat patches and corridors for conservation. *Landscape Ecology. 21*(7). 959-967.

Saura, S, J. Torné, (2009). Conefor Sensinode 2.2: A software package for quantifying the importance of habitat patches for landscape connectivity. *Environmental Modelling & Software 24*(1):135-139

Saura, S, P.Vogt, J.Velázquezc, A. Hernandoa, R. Tejeraa (2011). Key structural forest connectors can be identified by combining landscape spatial pattern and network analyses. *Forest Ecology and Management 262*, 150–160.

Syarifi, M.A, M.Herwijnen, van Toorn, W.H van deen. (2007) *Spatial decision support system*. Ensdhede (NL): International Institut for Aerospace Survey and Earth Science (ITC)

Xi, W.M. (2008). Landscape Modeling for Forest Restoration Planning and Assessment: Lessons from the Southern Appalachian Mountains. *Journal of Forestry 106* (4), 191-197.

Cadangan Karbon pada Tegakan Tingkat Tiang dan Pohon di Taman Wisata Alam Punti Kayu Palembang

Tubagus Angga A. Syabana [a],[*],Shabiliani Mareti[b] dan Adi Kunarso[a]

[a]*Balai Penelitian Kehutanan Palembang*
Jl. Kol. H. Burlian Km.6,5 Punti Kayu, Palembang, Sumatera Selatan
[b] *Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Selatan*
Jl. Kol. H. Burlian Km.6 Punti Kayu, Palembang, Sumatera Selatan

Abstract

Punti Kayu Recreation Park is located in the middle part of Palembang City and has been designated as natural recreation park since 2001. As one of urban forests in Palembang, Punti Kayu has important role in maintaining climate stability of Palembang through its ability to absorb and store carbon. This study aimed to obtain information concering structures and carbon stocks of pole and tree stand in Punti Kayu. Data was collected by using grid method with 100m x 100m in size. The square observation plots were made in each grid to measure the number and species of pole and tree stand (dbh≥10 cm). The diameter at breast height (1.3 m) of all poles and trees found in each observation plots were measured. The carbon value was obtained from stand biomass calculated based on non destructive sampling method. Stand biomass was determined using allometric equations that have been available. The carbon stock value was obtained by multiplying the value of biomass with a conversion factor (0.47). The results showed that Punti Kayu was dominated by pine *(Pinus merkusii)* at tree stand and mahogany *(Swietenia mahogany)* at pole stand. The carbon stock at pole stand was 1.27 ton/ha while at the tree stands was 281.44 ton/ha.

Keywords **:**Biomass, Carbon stock,Natural park, Punti kayu

* Korespondensi penulis. Tel.:+62-711-48668
E-mail : angga.tubagus@gmail.com

1. Pendahuluan

Taman Wisata Alam (TWA) Punti Kayu merupakan kawasan hutan yang berada di dalam kota Palembang.TWA Punti Kayu adalah kawasan hutan konservasi yang bisa dimanfaatkan untuk kegiatan pariwisata dan rekreasi, ditunjuk sebagai taman wisata alam sejak tahun 2001 berdasarkan SK Menteri Kehutanan Nomor 76/Kpts-II/2001 Tanggal 15 Maret 2001 dan ditetapkan sebagai taman wisata alam melalui SK Menteri Kehutanan Nomor 9273/Kpts-II/2002 dengan luas 50 ha (BKSDA Sumatera Selatan, 2013). Kegiatan pariwisata yang dilaksanakan di hutan wisata alam tidak boleh bertentangan dengan prinsip konservasi

dan perlindungan alam, karena pada hakikatnya taman wisata alam masuk dalam kawasan pelestarian alam.

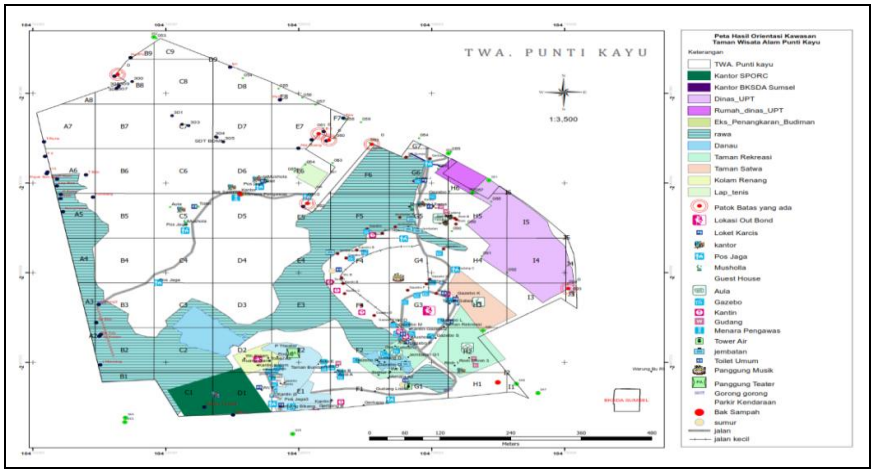
Selain sebagai tempat wisata alam, TWA Punti Kayu yang berada di tengah kota mempunyai peranan yang penting dalam menjaga keseimbangan iklim Kota Palembang melalui kemampuannya dalam menyerap dan menyimpan karbon. Karbondioksida (CO_2) yang salah satunya berasal dari emisi kendaraan bermotor diserap oleh tanaman dan melalui proses fotosintesis menghasilkan karbohidrat yang disimpan serta oksigen (O_2) yang dilepaskan kembali ke udara. Kegiatan kehutanan yang berhubungan dengan serapan karbon akan mendukung pengelolaan hutan lestari dan merupakan jasa hasil hutan bukan kayu (HHBK) yang dapat diberikan dari sektor kehutanan (Lugina *et al.*, 2011).

Sesuai dengan Peraturan Direktur Jendral Perlindungan Hutan dan Konservasi Alam (PHKA) Nomor 12 Tahun 2014, disebutkan bahwa penyerapan dan penyimpanan karbon termasuk dalam jasa lingkungan. Namun demikian potensi TWA Punti Kayu sebagai penyedia jasa lingkungan penyerapan karbon belum mendapat banyak perhatian. Mengingat pentingnya peranan TWA Punti Kayu tersebut, maka perlu dilakukan penelitian yang dapat dijadikan referensi dalam menjaga kelestarian hutan di Taman Wisata Alam (TWA) Punti Kayu. Adapun tujuan penelitian ini adalah untuk memperoleh informasi tentang: (1). Struktur tegakan tingkat tiang dan pohon di TWA Punti Kayu, (2). Cadangan karbon pada tegakan tingkat tiang dan pohon di TWA Punti Kayu.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2015 di TWA Punti Kayu kota Palembang. TWA Punti Kayu terletak di kecamatan Alang-alang Lebar, Kotamadya Palembang, Provinsi Sumatera Selatan, sedangkan secara administratif kehutanan berada di wilayah Resort Kesatuan Pengelolaan Hutan (KPH) Palembang. Secara geogafis TWA Punti Kayu terletak antara 103° 11″-103° 40″ BT dan 3° 11″-3° 12″ LS dengan luas area 50 ha dan ketinggian tempat 23-25 mdpl.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

2.2 Alat dan bahan penelitian

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini antara lain peta kerja, GPS, kompas, meteran, *phiband*, kamera, plastik herbarium, *tally sheet* dan alat tulis. Sedangkan obyek atau bahan dari penelitian ini adalah tegakan pohon berdasarkan tingkatan pertumbuhan yang ada dalam kawasan dan plot ukur di TWA Punti Kayu

2.3 Metode penelitian

Pengamatan menggunakan metode gid dengan ukuran 100 m x 100 m, sehingga untuk TWA Punti Kayu seluas 50 ha terdapat 50 gid. Pada setiap gid dibuat plot pengamatan berupa petak kuadarat 10 m x 10 m untuk pengamatan tingkat tiang dan 20m x 20m untuk pengamatan tingkat pohon. Pengumpulan data meliputi pendataan jenis dan pengukuran diameter setinggi dada (± 1,3 m). Batasan permudaan pohon yang digunakan yaitu: pohon adalah pohon dewasa dengan diameter setinggi dada ≥ 20 cm, sedangkan tiang adalah pohon muda dengan diameter setinggi dada antara 10 sampai dengan 20 cm. Struktur tegakan diketahui dengan menghitung persentase (%) penutupan jenis tumbuhan yang terdapat pada setiap petak terhadap permukaan tanah (Heriyanto, 2003).

Berdasarkan nilai dbh maka dapat dilakukan pendugaan biomassa dengan metode *non destructive sampling*, yaitu metode pendugaan biomassa pohon tanpa menyebabkan kerusakan pada pohon (Hairiah & Rahayu, 2007). Metode ini menggunakan persamaan alometrik spesifik maupun umum yang tersedia seperti yang tertera dalam Tabel 1. Dalam penelitian ini, persamaan yang memerlukan data berat jenis kayu sebagai salah satu penduga, menggunakan data berat jenis pohon-pohon hutan tropis telah dikompilasi oleh ICRAF South East Asia dan tersedia di situs *www.worldagoforestri.org*.

Tabel 1. Persamaan allometrik yang digunakan dalam perhitungan biomassa

No	Jenis pohon	Persamaan allometrik	Sumber
1.	Pohon bercabang	$B = 0{,}11\rho DBH^{2{,}62}$	Ketterings *et al.*, (2001)
2.	*Acacia mangium*	$B = 0{,}070DBH^{2{,}58}$	Wicaksono (2004)
3.	*Pinus merkusii*	$B = 0{,}0936DBH^{2{,}4323}$	Siregar (2007)

Keterangan : B = Biomassa (kg)
ρ = berat jenis kayu (g/cm^3)
DBH = Diameter pohon setinggi dada (cm)

Biomassa dapat digunakan sebagai penduga cadangan karbon yang tersimpan dengan cara mengalikan biomassa dengan faktor konversi yaitu sebesar 0,47 sehingga cadangan karbon dapat diduga menggunakan rumus :

$$Cb = B \times 0{,}47 \quad (1)$$

Keterangan :
Cb = Kandungan karbon dari biomassa (Ton/ha)
B = Total Biomassa (Ton/ha)

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan, inventarisasi dan identifikasi jenis di TWA Punti Kayu ditemukan 44 jenis tumbuhan tingkat tiang dan pohon. Indek Nilai Penting (INP) jenis-jenis dominan pada tiap-tiap tingkat pertumbuhan tersaji dalam Tabel 2.

Tabel 2. Jenis vegetasi dengan nilai INP tertinggi pada tiap tingkat pertumbuhan

No	Nama lokal	Nama ilmiah	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
Tingkat tiang						
1.	Mahoni	*Swietenia mahogany*	23,29	17,14	28,18	68,61
2.	Jejambuan	*Syzygium* sp	19,18	14,29	15,06	48,53
3.	Talok	*Mutingia calabura*	13,70	11,43	8,80	33,93
4.	Pinus	*Pinus merkusii*	10,96	5,71	13,28	29,95
5.	Akasia	*Acacia mangium*	9,59	5,71	6,41	21,71
Tingkat pohon						
1.	Pinus	*Pinus merkusii*	61,83	31,52	78,80	172,16
2.	Mahoni	*Swietenia mahogany*	17,41	14,13	7,42	38,96
3.	Pulai	*Alstonia scholaris*	4,46	16,30	4,40	25,16
4.	Akasia	*Acacia mangium*	3,34	7,60	2,49	13,43
5.	Angsana	*Pterocarpus indicus*	4,01	6,52	1,58	12,11

Struktur vegetasi adalah sebaran individu dalam lapisan tajuk yang diartikan sebagai sebaran pohon per satuan luas dalam berbagai kelas diameter (Heriyanto, 2003). Hasil analisis diketahui bahwa pada tegakan tingkat pohon didominasi oleh pinus (DR = 78,80%), sedangkan pada tingkat tiang didominasi oleh mahoni (DR = 28,18%). Berdasarkan hasil inventarisasi persentase jumlah pinus sebesar 76,56% dari jumlah tumbuhan tingkat pohon yang terinventarisir, sehingga membentuk komposisi hutan pinus di TWA Punti Kayu. Jenis suatu tanaman mempengaruhi cadangan karbon pada suatu tegakan, hal ini disebabkan terdapatnya keragraman nilai berat jenis kayu yang dimiliki oleh masing-masing jenis tanaman (Adinugoho *et al.*, 2010).

Tegakan tingkat pohon memiliki kondisi vegetasi yang lebih rapat dengan kerapatan 224 N/ha jika dibandingkan dengan tingkat tiangyang memilikikerapatan 9,125 N/ha (Tabel 3). Kerapatan tanaman berpengaruh pada kompetisi ruang untuk tumbuh yang dapat menyebabkan pertumbuhan vegetasi menjadi tidak optimal jika tidak mampu bersaing, hal ini dapat dilihat pada tingkat dibawah pohon yang jumlahnya semakin berkurang. Pebriandi *et al*. (2014) menyebutkan bahwa kompetisi dalam memperoleh unsur hara, cahaya matahari, air dan ruang tumbuh menyebabkan pertumbuhan menjadi tidak optimal, hal tersebut dapat menyebabkan kekerdilan bagi pohon yang tidak mampu bersaing yang pada akhirnya menyebabkan kematian.

Tabel 3**.** Kerapatan dan luas bidang dasar

Tingkat Pertumbuhan	Kerapatan(N/ha)	Luas Bidang Dasar (m^2/ha)
Tiang	9,125	0,165
Pohon	224	5,93

Luas bidang dasar menggambarkan besarnya diameter tanaman yang berpengaruh terhadap kerapatan dan merupakan dimensi penyusun tegakan yang mempunyai hubungan

yang sangat erat dengan pendugaan cadangan karbon (Tabel 3). Hasil penelitian Adinugoho *et al.*,(2010) menyebutkan bahwa luas bidang dasar mempunyai nilai korelasi (r) terhadap karbon sebesar 0,755 yang berarti bahwa 75,5% data cadangan karbon dapat dijelaskan secara sangat nyata oleh data luas bidang dasar tegakan.

Hasil perhitungan potensi biomassa yang terkandung dalam tanaman dikonversi menjadi satuan Ton/ha sehingga diperoleh jumlah biomassa pada tingkat tiang sebesar 0,96 Ton/ha dan pada tingkat pohon sebesar 218,64 Ton/ha (Tabel 4). Jumlah biomassa pada tingkat tiang dan pohon berbanding lurus dengan luas bidang dasar tegakan tingkat tiang dan tegakan tingkat pohon.Ukuran diameter pohon merupakan komponen utama yang menentukan besarnya biomassa dan kandungan karbon.Semakin besar diameter suatu pohon maka CO_2 yang diserapnya semakin besar, hal ini berkaitan dengan hasil proses fotosintesis yang berupa kandungan selulosa dan zat-zat penyusun kayu yang dapat meningkatkan berat bahan organik serta pertumbuhan ke arah horisontal dan vertikal (Dharmawan dan Siregar, 2008; Adinugoho *et al*., 2010; Pebriandi *et al*., 2014).

Tabel 4. Potensi kandungan biomassa dan cadangan karbon di TWA Punti Kayu

Tingkat Pertumbuhan	Biomassa (Ton/ha)	Cadangan Karbon (Ton/ha)
Tiang	0,96	0,45
Pohon	218,64	102,76
Total	219,60	103,21

Nilai cadangan karbon tersimpan berkorelasi positif dengan nilai biomassa, dimana karbon tersimpan terkonversi sebesar 47% dari jumlah biomassa sehingga semakin besar nilai biomassa maka nilai cadangan karbon akan semakin tinggi (Lugina *et al*., 2011; Solichin *et al*., 2011). Hasil perhitungan menunjukan nilai potensi cadangan karbon dari kedua tingkat pertumbuhan sebesar 103,21 Ton/ha. Pada tingkat tiang potensi cadangan karbon yang tersimpan sebesar 0,45 Ton/ha sedangkan potensi cadangan karbon pada tingkat pohon sebesar 102,76 Ton/ha. Total cadangan karbon pada tingkat tiang dan pohon sebesar 103,21 Ton/ha (Tabel 4).

Hasil penelitian sebelumnya pada kawasan dengan status yang sama (TWA Gunung Baung dan TWA Daeng Lancuk), dengan tegakan yang sama didominasi oleh pinus (HPT Batualu dan RPH Somagede) dan metode pengukuran yang sama hanya mengukur tegakan dengan dbh ≥10 cm (HL Sentajo) menunjukkan potensi cadangan karbon yang berbeda (Tabel 5). Jumlah nilai karbon yang berbeda-beda diberbagai lokasi penelitian disebabkan beberapa hal, diantaranya kerapatan tegakan, diameter tegakan, komposisi tegakan dan berat jenis kayu.

Meskipun didominasi oleh pinus, tegakan di TWA Punti Kayu cukup beragram dengan berat jenis kayu berkisar antara 0,3 - 0,99 g/cm^3. Rerata berat jenis kayu di tingkat tiang sebesar 0,59 g/cm^3 dan 0,64 g/cm^{3}pada tingkat pohon, menghasilkan cadangan karbon per hektar sebesar 103,2 Ton/haatau lebih rendah dibandingkan dengan hasil penelitian yang tersaji dalam Tabel 5. Hasil beberapa penelitian menyebutkan bahwa tingginya potensi cadangan karbon pada suatu komunitas hutan yang terdiri dari berbagai pohon lebih dipengaruhi oleh komposisi diameter dan berat jenis pohon (kerapatan kayu) yang tinggi

sehingga cadangan karbon yang dimiliki akan bernilai tinggi (Rahayu *et al*., 2004; Maulana, 2009).

Tabel 5. Potensi cadangan karbon di berbagai lokasi penelitian

Lokasi	Cadangan Karbon (Ton/ha)	Keterangan	Sumber
Taman Wisata Alam Gunung Baung, Pasuruan	60	Tutupan di dominasi oleh beraneka jenis bambu yang sangat rapat, pengukuran dbh ≥5 cm.	Chanan, 2011
Hutan Produksi Terbatas (HPT) Batualu, Tana Toraja	154,98–182,81	Dominasi tanaman *Pinus merkusii*, kerapatan 550 N/ha	Mantung *et al*., 2014
RPH Somagede, Kebumen	148,4	Tanaman *Pinus merkusii* dan *Agathis loranthifolia*, kerapatan 1200 N/ha	Basuki *et al*., 2004
Hutan Lindung Sentajo, Kuantan Singingi	223,177	Dominasi tanaman jenis *Dipterocarpaceae*, pengukuran tanaman tingkat tiang dan pohon. Kerapatan tingkat tiang 200 N/ha dan tingkat pohon 180,556 N/ha	Pebriandi *et al*., 2014

TWA Punti Kayu memiliki fungsi ekologis dalam menjaga keseimbangan ekosistem, salah satu fungsinya yaitu menjaga iklim baik didalam maupun diluar kawasan dengan menyerap CO_2 melalui proses fotosintesis. Berdasarkan nilai cadangan karbon dapat diketahui kemampuan tanaman menyerap CO_2 dengan cara mengalikan nilai cadangan karbon dengan nilai faktor CO_2 yaitu sebesar 3,67 sehingga didapatkan hasil pada tingkat tiang sebesar 1,65 ton/ha dan pada tingkat pohon sebesar 377,14 ton/ha. Semakin banyak CO_2 yang diserap oleh tanaman dan disimpan dalam dalam bentuk biomasa karbon maka semakin besar pengaruh buruk efek gas rumah kaca yang dapat dikendalikan (Samsoedin *et al*., 2009).

Potensi yang besar dalam hal menyimpan dan menyerap karbon membuktikan bahwa peran TWA Punti Kayu cukup besar dalam menjaga keseimbangan iklim di kota Palembang pada khususnya. Untuk meningkatkan dan menjaga cadangan karbon serta serapan CO_2di TWA Punti Kayu diperlukan konsistensi dalam menjaga dan melestarikan TWA Punti Kayu.

4. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan dapat disimpulkan yaitu tegakan tingkat tiang didominasi oleh mahoni dan pada tingkat pohon didominasi oleh pinus, secara umum membentuk komposisi hutan pinus di TWA Punti Kayu. Potensi biomassa dari tegakan tingkat tiang dan pohon di TWA Punti Kayu sebesar 219,60 Ton/ha. Dari nilai biomassa tersebut mengandung cadangan karbon sebesar 0,45 Ton/ha pada tingkat tiang dan 102,76 Ton/ha pada tingkat pohon setara dengan kemampuan menyerap CO_2 sebesar 378,79 Ton/ha.

Saran

Untuk menambah akurasi dan presisi potensi karbon di TWA Punti Kayu perlu dilengkapi pengukuran cadangan karbon dari *pool* lainnya seperti tumbuhan bawah, serasah, kayu mati dan tanah sesuai panduan dari Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) atau SNI 7724-2011.

Ucapan Terima Kasih

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada tim survei dari Balai Konservasi Sumberdaya Alam (BKSDA) Sumatera Selatan yang telah membantu dalam proses pengambilan data.

Referensi

Adinugoho, W.C., A. Indrawan, Supriyanto, H.S. Arifin, (2010). Kontribusi Sistem Agoforestri Terhadap Cadangan Karbon di Hulu DAS Kali Bekasi. (Seminar Hasil Penelitian Pasca Sarjana). Institut Pertanian Bogor.

Basuki, T.M., R.N. Adi, Sukresno. (2004). Informasi Teknis Stok Karbon Organik Dalam Tegakan *Pinus merkusii*, *Agathis loranthifolia* dan Tanah. Prosiding Ekspose BP2TPDAS-IBB. Surakarta.

BKSDA Sumatera Selatan. (2013). Buku Informasi Kawasan Konservasi Balai KSDA Sumatera Selatan. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Selatan. Palembang.

Chanan, M. (2011). Potensi Karbon di Atas Permukaan Tanah di Blok Perlindungan Taman Wisata Alam Gunung Baung Pasuruan – Jawa Timur. *Jurnal GRAMMA 6*(2), 101-112.

Dharmawan, I.W.S dan C.A. Siregar (2008). Karbon Tanah dan Pendugaan Karbon Tegakan *Avicennia marina* (Forsk.) Vierh. Di Ciasem, Purwakarta. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam 5*(4), 317-328.

Hairiah, K dan S. Rahayu (2007). Petunjuk Praktis Pengukuran Karbon Tersimpan di Berbagai Macam Penggunaan Lahan. Bogor: International Centre for Research in Agoforestry (ICRAF) & University of Brawijaya.

Heriyanto, N.M. (2003). Composition and Forest Stand Burns in Berau, East Kalimantan. *Bulletin Forest Research* 639,1-5.

Ketterings, Q.M., R. Coe, M.Van Noordwijk, Y. Ambagau, C.A. Palm (2001). Reducing Uncertainty in The Use of Allometric Biomass Equations for Predicting Above-Gound Tree Biomass in Mixed Secondary Forests. *Forest Ecology and Management 146*, 199-209.

Lugina, M., K.L. Ginoga, A. Wibowo, A. Bainnaura, T. Partiani (2011). Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk Pengukuran dan Perhitungan Stok Karbon di Kawasan Konservasi. Laporan Teknis No. 14. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perubahan Iklim dan Kebijakan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.

Mantung, L., M. Muin, Suhasman. (2014). Potensi Karbon Tersimpan dan Penyerapan Karbondioksida Hutan *Pinus merkusii* di HPT Batualu. (Tesis). Fakultas Kehutanan. Universitas Hasanuddin. Makasar.

Maulana, S.I. (2009). Pendugaan Densitas Karbon Tegakan Hutan Alam di Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*. *7*(4), 261-274.

Pebriandi., E. Sribudiani, Mukhmadun. (2014) Estimation of The Carbon Potential in The Above Gound at The Stand Level Poles and Trees in Sentajo Protected Forest. *Jurnal Online Mahasiswa Bidang Pertanian* 1(1).

Rahayu, S., B. Lusiana, M. Van Noordwijk (2004). Pendugaan Cadangan Karbon di Atas Permukaan Tanah pada Berbagai Sistem Penggunaan Lahan di Kabupaten Nunukan, Kalimantan Timur. World Agoforestry Center. Bogor.

Samsoedin, I., I.W.S. Dharmawan, C.A. Siregar, (2009). Potensi Biomassa Karbon Hutan Alam dan Hutan Bekas Tebangan Setelah 30 Tahun di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan daan Konservasi Alam 6*(1), 47-56.

Siregar, C.A. (2007). Pendugaan Biomassa Pada Hutan Tanaman Pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) dan Konservasi Karbon Tanah di Cianten, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. *4*(3), 251-266.

Solichin, M., Putra, C.A.S., Saputra, A.D. (2011). Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon Hutan. Merang REDD Pilot Project, German International Cooperation – GIZ. Palembang.

Wicaksono, D. (2004). Penaksiran Potensi Biomassa Pada Hutan Tanaman Mangium (*Acacia mangium* Willd.) (Kasus hutan tanaman PT. Musi Hutan Persada, Sumatera Selatan). (Skripsi). Departemen Manajemen Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Worldagoforestry.org. http://.www.worldagoforestry.org/regions/southeast_asia/resources/db/wd.

Studi Kelayakan Pengembangan Bambu Tabah (*Gigantochloa nigrociliata* Buse-kurz) sebagai Sumber Pangan

Dhany Yuniati*, Husnul Khotimah dan Irma Yeny

Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan
Jl. Gunung Batu Nomor 5 Bogor, Po Box 331

Abstract

Gigantochloa nigrosiliata or"bambu tabah" in Bahasa, is one of bamboo species that produces edible bamboo shoots. This paper discusses the feasibility study of the development of "bambu tabah" plantation and its processing unit in Pupuan Subdistrict, Tabanan District, Bali Province. The data consisted of primary and secondary data including market and marketing, technical and technological, ecological and environmental, social cultural and institutional, and financial aspects. Data analysis was performed using Marketing Analysis and Development (MA&D) method. The market opportunity is still wide open for domestic market and overseas markets, especially Japan. Bambu tabah cultivation has been done driven by farmer groups, intensive cultivation techniques have been learned and practiced by farmers. The proper harvesting techniques of bamboo shoots have been mastered by farmers to produce good product, not bitter, and qualified to market requirements. The processing has been implemented in small and micro-scale industry with simple and little mechanization. The use of natural materials is a major concern and encourages in minimizing waste production. The community participation is quite high related with a new knowledge for the community. Both the cultivation and processing units have already institutionalized in the form of farmers' group and cooperatives. Financially, bamboo shoots processing business has a Net percent value (NPV) of IDR 364.253.567; Benefit Cost Ratio (BCR) at 1.42; Internal Rate Return (IRR) at 153.33%; and Pay Back Period (PP) at 2nd year. Based on feasibility study shows that the cultivation and processing of *Gigantochloa nigrosiliata*'s bamboo shoots are feasible to be developed.

Keywords: Bamboo shoots, Feasibility study, *Gigantochloa nigrosiliata*

* Korespondensipenulis. Tel.: *(0251) 631238*
E-mail: dhanyyuniati@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Tanaman bambu disamping menghasilkan batang juga menghasilkan rebung yang dikonsumsi sebagai bahan makanan. Indonesia memiliki sekitar 160 jenis bambu (Widjaja 2011), tetapi tidak semua menghasilkan rebung yang bisa dikonsumsi. Beberapa jenis bambu yang dapat dikonsumsi dan memiliki nilai ekonomis tinggi adalah bambu petung (*Dendrocalamus asper*), bambu legi (*Gigantochloa atter*), dan bambu andong (*Gigantochloa psedoarundinaceae*) yang dijumpai di Jawa, di Sumatera dijumpai bambu mayan

(*Gigantochloa robusta*) dan di daerah Pupuan Bali dijumpai jenis bambu tabah (*Gigantochloa nigociliata*) (Kencana *et al.*, 2012).

Dari jenis-jenis tersebut yang paling sering dikonsumsi adalah rebung dari jenis bambu petung (*D.* asper). Jenis yang lain baru dikonsumsi pada tingkat lokal seperti halnya jenis bambu tabah (*G. nigociliata*) yang hanya populer di masyarakat Kecamatan Pupuan Kabupaten Tabanan Bali.

Bambu tabah (*G. nigociliata*) berasal dari Asia tropis, persebarannya meliputi Burma, Indocina, semenanjung Malaya dan Indonesia. Di Indonesia, selain di daerah Pupuan Bali, bambu tabah juga ditemukan di Jawa yang dikenal dengan nama bambu lengka (areal persebarannya di daerah Sukabumi).

Bambu tabah dalam klasifikasi botani termasuk dalam kelas *Monocotyledonae*, ordo *Graminales*, famili *Graminae*, sub famili *Bambusidae*, genus Gigantochloa, Spesies *Gigantochloa nigociliata* (Buse-Kurz). Bambu tabah (*G. nigociliata*) memiliki batang simpodial atau berumpun, panjang buluh mencapai 10 m dengan ujung melengkung, dengan garis tengah buluh sekitar 3-6 cm dan tebalnya mencapai 6 mm, warna buluh hijau sampai hijau tua, ruas batang bambu tabah mencapai 30-50 cm pelepah mencapai panjang 11-18 cm dimana pepepah ini mudah luruh dan bagian luar ditumbuhi oleh *miang* (bulu-bulu halus) yang berwarna coklat hitam (Kencana, 2012).

Masyarakat Bali khususnya masyarakat Pupuan Kabupaten Tabanan sudah lama mengenal dan mengkonsumsi rebung bambu tabah. Mereka menyebut tabah karena rasanya hambar dan tidak pahit, hal ini dikarenakan kadar HCN/sianidanya yang rendah. Berdasarkan kajian Kencana (2009), rebung bambu tabah mengandung air (92,2%), protein (2,29%), lemak (0,23%), pati (1,68%), serat (3,07%) dari 100 g bahan segar.

Masyarakat daerah Pupuan Bali mulai melakukan budidaya bambu tabah untuk menghasilkan rebung secara komersial. Olahan rebung yang dihasilkan sudah mulai dipasar baik di pasar lokal Bali maupun ke daerah di luar Bali. Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan studi kelayakan pengembangan bambu tabah (*G. nigociliata*) di Kecamatan Pupuan Kabupaten Tabanan Bali. Studi ini diharapkan dapat menjadi informasi awal untuk menarik masyarakat dalam menghidupkan industri kecil menengah pengolahan rebung dan juga melestarikan bambu tabah.

2. Bahan dan Metode

2.1 Lokasi dan waktu penelitian

Penelitian dilakukan di Kecamatan Pupuan Kabupaten Tabanan Propinsi Bali mulai bulan Nopember 2014 dengan jangka waktu enam bulan.

2.2 Jenis dan sumber data

Data yang digunakan adalah data primer dan sekunder, baik yang bersifat kualitatif maupun kuantitatif. Data primer meliputi aspek pasar dan pemasaran, aspek teknis dan teknologi, aspek ekologi dan lingkungan, aspek sosial budaya dan kelembagaan/*institusional setting* dan aspek finansial. Data primer diperoleh melalui wawancara langsung dan observasi lapang. Responden dipilih secara *purposive sampling* berdasarkan kriteria keterlibatan pada kegiatan budidaya dan pengolahan rebung bambu tabah. Responden tersebut meliputi ketua

kelompok tani, anggota kelompok tani, anggota koperasi. Data sekunder diperoleh melalui studi literatur dari beberapa laporan kegiatan sebelumnya, buku-buku terkait, Kabupaten Bangli dalam Angka, dan literatur terkait yang relevan

2.3 Analisis data

Analisis data menggunakan metode *Marketing Analysis and Development (MA&D)* yang dikembangkan oleh Lecup *et al*.,(1999), merupakan pengembangan dari metode analisis kelayakan proyek yang disesuaikan untuk mengenalisis kelayakan unit usaha yang mengelola hasil hutan bukan kayu. Analisis data dilakukan secara deskrptif kualitatif maupun kuantitatif terhadap aspek Pasar dan Pemasaran, Teknis dan Teknologi, Ekologi dan Lingkungan, Sosial Budaya/Institusional Setting dan Finansial.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Aspek pasar dan pemasaran

3.1.1. Suplai bahan baku

Rumpun bambu tabah siap menghasilkan rebung pada umur 3 tahun, dipanen hanya selama musim hujan yakni dari akhir bulan Nopember sampai dengan awal bulan Maret (± 3 bulan) (Kencana, 2012). Berdasarkan wawancara dengan petani rebung tabah, produktivitas per rumpun bambu tabah dalam satu musim sebanyak 25-30 rebung. Diluar bulan-bulan tersebut rumpun bambu tabah tidak menghasilkan rebung dan kalaupun ada jumlahnya sangat sedikit, berukuran kecil dan rasanya pahit karena kadar HCNnya tinggi.

Saat ini bambu tabah hanya ditanam di antara tanaman kopi, sebagai batas kepemilikan lahan dan di lereng-lereng. Jumlah rumpun bambu tabah di Kecamatan Pupuan khususnya dan Bali pada umumnya belum diketahui karena belum pernah dilakukan inventarisasi.

Upaya budidaya bambu tabah secara intensif dilakukan pada tahun 2006 oleh ibu Pande Dyah Kencana yang merupakan seorang dosen dari Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana Bali bersama Kelompok tani yang tergabung dalam Tani Organik Pupuan (TOP). TOP tersebar di 14 Desa di Kecamatan Pupuan dengan jumlah petani yang memiliki rumpun bambu tabah berkisar 700 orang.

Sejak tahun 2009 pemerintah Kabupaten Gianyar telah melakukan penanaman bambu tabah seluas 20 ha yang berlokasi di Desa Kerta Kecamatan Payangan. Tahun 2015 di daerah Kintamani Kabupaten Bangli, kelompok tani Wira Usaha bekerja sama dengan ITTO juga melakukan penanaman bambu tabah.

3.1.2 Permintaaan produk

Permintaan rebung olahan dari pasar domenstik dan manca negara sangat besar. Permintaan domestik meliputi supermarket baik lokal maupun nasional sepeti Supermaket Hardys, Tiara Dewata, Lotte (Makro), Careefour, ACS (Aero Catering Service), Garuda Indonesia Airline. Berdasarkan data BPEN, permintaan rebung dari Indonesia mencapai 4.500 ton/tahun dengan tujuan Korea Selatan, Jepang, Taiwan, Amerika, Kanada, Australia dan Singapura. Jepang membutuhkan rebung segar dan kaleng sebanyak 30.000 ton/tahun, Taiwan 80.000 ton/tahun dan Australia 12.000 ton/tahun. Kini sayuran rebung bambu telah

berkembang menjadi salah satu sayuran favorit yang digemari masyarakat internasional (Kencana, 2012).

3.1.2. Persyaratan permintaan pasar (kualitas dan kuantitas)

Kriteria permintaan yang dipersyaratkan terdiri dari kriteria kualitas dan kuantitas. Dari aspek kualitas rebung yang diinginkan oleh pasar adalah lembut, renyah, segar, tidak berbau serta tidak mengandung zat kimia. Kriteria kualitas dapat dipenuhi oleh produsen (dalam hal ini koperasi Tunas Bambu) dengan pembinaan dan pelatihan teknologi pangan dari Fakultas Teknologi Pangan Universitas Udayana.

Dibandingkan rebung bambu petung, rebung bambu tabah memiliki keunggulan diantaranya kandungan HCN yang lebih rendah yakni sebesar 7,79 ppm/100 g bahan segar dibandingkan bambu petung sebesar 256 ppm/100 g bahan segar (Kencana, 2009).

Kuantitas yang diinginkan oleh pasar adalah pasokan yang kontinyu. Hal ini masih menjadi kendala karena rebung hanya bisa dipanen selama 3 bulan dalam setahun. Sehingga selayaknya kelompok tani memiliki *cold storage* yang dapat menyimpan bahan baku dengan kapasitas 3-4 ton untuk mengantisipasi panen raya pada musim penghujan dimana stok rebung melimpah. Dalam kondisi seperti ini rebung sangat murah dan dibiarkan rusak begitu saja. Pada musim panas rumpun bambu tabah tidak menghasilkan rebung. Hal ini mengakibatkan produk olahan rebung bambu tabah tidak dapat secara kontinyu disuplai ke pasar. Permasalahan ini memerlukan solusi teknologi budidaya dan teknologi penyimpanan.

3.1.3 Biaya produksi

Biaya produksi pengolahan rebung menjadi yang siap dipasarkan terdiri dari biaya baku dan biaya proses pengolahan. Bahan baku rebung yakni Rp.1000 untuk ukuran kecil (diolah rendemennya 100 g) dan Rp.2000 untuk ukuran besar (diolah rendemennya 150 g).

Dasar pengolahan rebung bambu tabah adalah untuk memperlama masa simpan dan menyeragramkan ukuran dan kualitas. Hal tersebut tidak diperlukan alat yang berteknologi tinggi dan berharga mahal. Alat yang dibutuhkan adalah panci perebus, alat vakum, alat pengemas dan almari pendingin (*cold storage*). Investasi alat yang dibutuhkan tersaji dalam Tabel 1 berikut:

Tabel 1. Investasi Alat untuk Produksi Rebung Bambu Tabah

No.	Jenis Alat	Jumlah	Nilai
1.	Pisau stainless	4 buah	Rp. 200.000
2.	Telenan	4 buah	Rp. 100.000
3.	Ember plastik untuk perendaman	4 buah	Rp. 200.000
4.	Panci Perebus dari stainlestel	2 buah	Rp. 1.000.000
5.	Kompor + tabung gas	2 set	Rp. 4.000.000
6.	Alat vakum (portable)	1 buah	Rp. 1.500.000
7.	Alat pengemas (sealer)	1 buah	Rp. 1.000.000
	Jumlah		Rp. 8.000.000

Sumber : Analisis data primer

Biaya investasi peralatan pengolahan rebung bambu tabah skala rumah tangga berkisar Rp. 8.000.000. Nilai investasi sebesar itu dapat dijangkau oleh masyarakat, sehingga industri pengolahan rebung bambu tabah ini dapat diduplikasi di tempat yang lain sepanjang sumber bahan baku memungkinkan.

3.1.3. Akses terhadap kredit

Akses kredit perbangkan nasional usaha budidaya dan pengolahan rebung bambu masih sulit. Pertimbangan resiko produksi dan pemasaran rebung olahan bambu tabah yang masih tinggi. Unit usaha pengolahan rebung yang bernaung di bawah koperasi "Tunas Bambu" memperoleh binaan dari Kementerian Koperasi dan UMKM sehingga mampu mengakses bantuan permodalan dan alat-alat serta mesin-mesin

3.1.4 Akses terhadap informasi pasar

Olahan rebung bambu tabah merupakan produk yang relatif baru. Dibandingkan dengan produk sejenis, popularitas rebung bambu tabah masih kalah dari rebung bambu petung. Perlu strategi pemasaran untuk memperkenalkan produk olahan rebung bambu tabah. Akses terhadap informasi pasar olahan rebung tabah masih terbatas, masih perlu upaya promosi dan edukasi pasar untuk meningkatkan popularitas rebung bambu tabah.

3.2 Aspek Teknis dan Teknologi

3.2.1 Sumber daya manusia/keahlian

Kelompok tani Tani Organik Pupuan (TOP) dengan didampingi oleh Fakultas Teknologi Pangan Universitas Udayana telah melakukan pengembangan bambu tabah melalui kegiatan budidaya bambu tabah secara intensif. Berikut langkah-langkah budidaya bambu tabah :

- Persiapan lahan berupa pembersihan dan pembuatan lubang tanam
- Penanaman dilakukan pada awal musim penghujan, menggunakan bonggol, jarak tanam 4 x 5 m atau 500 rumpun. Sekeliling rumpun diberikan pupuk kandang
- Tahun ke-2 setelah penanaman (umur 3 tahun), sudah bisa dipanen rebungnya dengan produktivitas 25-30 rebung/rumpun permusim
- Setelah umur panen, perawatan dilakukan sekali dalam setahun berupa pembersihan rumpun sebelum musim penghujan dan penjarangan pada musim kemarau dengan intensitas 6-8 batang per rumpun
- Diameter rumpun berukuran 1 meter dengan jumlah batang bambu tabah dipertahankan 25 sd 30 batang

Teknik pengolahan rebung yang dilakukan oleh koperasi Tunas Bambu sebagai berikut :

- Rebung dipotong menggunakan golok/parang
- Rebung dikupas dengan pisau yang berbahan stainless agar rebung tidak berubah warna
- Selama menunggu proses, rebung yang telah dikupas direndam dengan air yang telah diberi garam untuk menghambat reaksi pencoklatan enzimatik
- Rebung dipotong untuk memisahkan bagian atas dan bagian bawah, bagian bawah selanjutnya diiris-iris diambil bagian lunak dan yang keras dibuang.
- Rebung yang telah dipotong dan diiris, direbus selama 45 menit menggunakan panci stainless
- Ditunggu sampai dingin untuk selanjutnya dikemas dengan berat kira-kira 200 gram
- Disimpan dalam lemari pendingin untuk menunggu proses pemasaran

Tahapan budidaya dan pengolahan rebung tersebut meupakan teknik sederhana yang selama ini telah dilakukan oleh masyarakat Pupuan Tabanan Bali. Selanjutnya diharapkan

dapat disebarluaskan melalui pembinaan dan pelatihan agar dapat dikuasai oleh masyarakat selain desa Pupuan.

3.2.2. Jaringan komunikasi

Saat ini jaringan komunikasi berupa telpon selulair dan akses internet sudah dapat diakses oleh seluruh masyarakat Pupuan. Sehingga boleh dikatakan tidak ada hambatan dari aspek jaringan komunikasi.

3.2.2 Infrastruktur sarana dan prasarana

Infrastruktur fisik berupa jalan dan alat transportasi untuk proses pemanenan dengan memanfaatkan jalan-jalan kampung. Sedangkan untuk pemasaran dari lokasi budidaya ke konsumen sudah terhubung dengan infrastruktur jalan yang baik dan alat transportasi yang memadai.

3.3. Aspek Ekologi dan Lingkungan

3.3.1. Distribusi dan kelimpahan

Bambu tabah tumbuh dengan baik dan tersebar luas tepi sungai dan lereng gunung di wilayah Kecamatan Pupuan. Berdasarkan hasil survei Kencana (2004) dalam Kencana (2012), bambu tabah dibudidayakan oleh 700 petani yang tersebar di 14 desa dan menghasilkan 10-15 ton setiap musim panen. Kelimpahan di alam masih tinggi dan belum dimanfaatkan secara optimal khususnya pada bagian rebung.

3.3.2 Ketahanan spesies

Pemanenan rebung tidak akan menimbulkan kerusakan jika dilakukan dengan manajemen yang benar, bahkan akan meningkatkan kualitas rumpun bambu. Dalam manajemen pemanenan, rebung bambu tabah tidak semua rebung dipanen, namum beberapa diantaranya dibiarkan tumbuh menjadi batang.

3.3.3 Keterbatasan melakukan domestikasi

Domestikasi adalah membuat tanaman yang sifatnya liar menjadi tanaman yang bisa ditanam sebagaimana komoditas tanaman perkebunan. Bambu merupakan jenis tanaman yang dapat tumbuh dengan baik pada berbagai tipe tanah termasuk pada jenis tanah marginal yang kurang subur pada ketinggian 0-2000 mdpl. Dengan *range* kesesuain tumbuh yang relatif lebar maka tidak ada keterbatasan bagi bambu tabah untuk dilakukan domestifikasi.

3.3.4 Potensi Regenerasi

Bambu tabah memilki potensi regenerasi yang baik. Rebung dapat tumbuh sepanjang tahun baik musim kemarau ataupun musim penghujan. Sehingga regenerasi bambu tabah dapat berlangsung sepanjang tahun. Tetapi kaitannya untuk konsumsi maka rebung dipilih yang tumbuh dimusim penghujan

3.4. Aspek Sosial Budaya/Institusional Setting

3.4.1 Kebijakan

Untuk mendorong usaha pengolahan rebung bambu tabah dibutuhkan kepedulian pemerintah daerah yang dituangkan dalam program kerja dan kebijakan yang mengatur pengembangan bambu tabah di luar sebaran alaminya. Pada saat penelitian berlangsung belum ada dukungan dari pemerintah daerah Kabupaten Gianyar ataupun Propinsi Bali dalam pengembangan bambu tabah. Pengembangan bambu tabah di Tabanan yang dilakukan oleh ibu Dyah Kencana dan kelompok tani Tani Organik Pupuan, tetapi baru pada tahap pembangunan demplot dan mengenalkan teknologi pengolahan rebung pasca panen kepada

masyarakat sekitar. Oleh karena itu sebagai jenis endemik desa Pupuan, kebijakan pengembangan rebung tabah untuk industri perlu segera dilakukan

3.4.2 Dukungan kearifan lokal

Sejak dahulu masyarakat Desa Pupuan telah memanfaatkan rebung bambu tabah sebagai sumber pangan. Pada musim hujan biasa memanen tunas bambu yang kemudian diolah sebagai makanan (sayuran). Sebagai tanaman penghasil sumber pangan, masyarakat Pupuan secara arif telah mempertahankan tanaman bambu tabah di wilayah kebun dan pekarangannya. Hal ini secara tidak langsung menunjukkan adanya kearifan lokal masyarakat dalam mendukung ketersediaan bambu tabah untuk produksi rebung tabah.

3.4.3 Keinginan untuk berpartisipasi

Untuk mempertahankan kondisi rebung tetap segar perlu teknologi pengolahanpasca panen yang merupakan hal baru dikalangan masyarakat Pupuan. Masyarakat belum terbiasa melakukan pengolahan rebung dimana prosesnya dilakukan dengan menggunakan peralatan dan mesin-mesin. Walaupun pada umumnya masyarakat mendukung usaha ini, namun tidak dapat secara langsung aktif dalam mengembangkan karena belum terbiasa. Diperlukan sosialisasi dan pembinaan yang kontinyu untuk mendukung usaha ini untuk terus berkembang.

3.4.4 Aspek finansial

Aspek finansial dilakukan membandingkan antara biaya dan manfaat untuk mementukan apakah kegiatan usaha yang dilakukan memberikan keuntungan atau tidak.

Tabel 2. Hasil Penilaian Kriteria Investasi

Kriteria Investasi	Nilai
Net present value (NPV)	Rp 364.253.567
Benefit cost ratio (BCR)	1,42
Internal rate of return (IRR)	153,33%
Break even point	Tahun ke-2

Sumber : Analisis data primer

Hasil analisis finansial usaha bambu pengolahan rebung bambu menunjukan bahwa NPV sebesar Rp 364.253.567. Nilai BCR yang diperoleh sebesar 1,42, hal ini menunjukan bahwa satu satuan biaya yang dikeluarkan dalam usaha budidaya bambu intensif memperoleh manfaat bersih masing-masing 1,42. Nilai IRR menunjukan 152,33%, nilai ini lebih besar dari tingkat suku bunga 12% artinya usaha tersebut memberikan tingkat pengembalian modal yang lebih besar dari tingkat suku bunga pinjaman. Pada tahun kedua modal sudah dapat tertutupi dan tahun seterusnya pengusaha hanya menikmati keuntungan bersih dari usaha budidaya.

4 Kesimpulan

Dari aspek pasar dan pemasaran, rebung bambu tabah layak untuk dikembangkan karena peluang pasar masih besar karena penawaran yang terbatas sementara permintaan dari pasar domestik dan ekspor tinggi. Dari aspek teknis dan teknologi, pengembangan rebung tabah telah didukung oleh sumberdaya manusia yang telah menguasai teknis dan teknologi

pengolahan rebung secara sederhana. Dari aspek ekologi dan lingkungan, pengembangan bambu tabah layak untuk dilaksanakan kelimpahan di alam masih tinggi dan belum dimanfaatkan secara optimal, pemanenan rebung pada rumpun bambu tidak akan menimbulkan kerusakan, mudah di domestikasikan dan memiliki potensi regenerasi yang baik. Dari aspek sosial budaya, pengembangan bambu tabah layak untuk dilakukan karena secara sosial budaya masyarakat sudah terbiasa memanfaatkan rebung sebagai sumber pangan dan keterlibatan masyarakat untuk berpartisipasi secara aktif dalam pengembangan bambu tabah dan pengolahan rebung bambu tabah. Dari aspek finansial usaha pengolahan rebung bambu tabah menunjukan layak untuk diusahakan. Hal ini terlihat dari kriteria investasi yang menunjukan bahwa NPV lebih besar dari nol, BCR lebih besar dari satu, IRR lebih besar dari suku bunga analisis, dan *payback period* yang lebih pendek dari umur proyek.

Ucapan Terima Kasih

Desy Ekawati (Project Coordinator ITTO Project PD 600/11 Rev. 1 (I) yang telah memberi supporting dana dan kesempatan untuk melaksanakan study kelayakan proyek pengembangan bambu di Bangli, Bali kerjasama Pusat Penelitian dan Pengembangan peningkatan Produktivitas Hutan dengan ITTO Project PD/11 Rev. 1 (I). Ibu Dyah Kencana dan Bapak. Masyarakat Pupuan, Tabanan Bali yang telah berbagi cerita, pengalaman hidup dan pengetahuan budidaya dan pengolahan rebung bambu tabah. Bapak Bambang Tri Hartono (Kepala Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Huan. Dan semua pihak yang tidak dapat kami sebutkan satu persatu yang telah membantu selama penelitian berlangsung.

Referensi

Arinasa, I.B.K. dan I.N. Peneng (2013). Jenis-jenis bambu di Bali dan potensinya. LIPI Press. Jakarta.

Gittinger, J.P. (1986). Analisa ekonomi proyek-proyek pertanian. Sutomo, Slamet dan Komet Mangiri, penerjemah. Terjemahan dari: *Economic Analysis of Agiculture.* UI Press. Jakarta.

Kencana, P.K.D. (2009). Fisiologi dan teknologi pascapanen rebung bambu tabah (*Gigantochloa nigociliata* Kurz). (Disertasi). Program Pascasarjana Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya. Malang

Kencana, P.K.D, W.Wayan, dan S.A. Nyoman (2012). Praktek baik budidaya rebung bambu tabah (*Gigantochloa nigociliata* (Buze-Kurz). Laporan Proyek Kerjasama UNUD-USAID-TPC Project. Denpasar.

Lecup, I, Nicholson, K, H.Purwandono, dan S. Karki, (1999). Methods for assessing the feasibility of sustainable non-timber forest product-based eenterprises. In incomes from the forest: methods for development and conservation of forest products for local communities. Editor: Wollenberg E & Ingles A. Center for International Forestry Research. Bogor.

Lecup, I dan K.Nicholson (2000). *Community-based tree and forest product enterprises: market analysis and development*. The FAO Publication and Multimedia Service. Rome.

Widjaya, E. A. (2011). The Utilization of Bamboo The Present and for The Futeure. Prosiding "International Seminar Strategi and Challenges on Bamboo and Potential Non Timber Forest Product (NTFPS) Management and Utilization". Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan.

PRESENTASI POSTER

Kajian Sadapan Pinus dengan Mesin Sadap *Chaintech*

Diana Puspitasari*, Novinci Muharyani, Benyamin Hari Santoso,
Taat Firmansyah dan Elysabeth Titi Nur Cahyanti

Puslitbang Perhutani
Jln. Wonosari-Batokan, Tromol Pos 6
Telp/Fax : (0296)421233, 422439 CEPU 58302

Abstract

Pine is the second mainstay commodity Perhutani after teak. In addition to wood, the result of pine commodities is resin that is processed into gondorukem and turpentine product. Currently, Perhutani is still in shortage of raw materials to supply gondorukem and turpentine industry. To improve performance and productivity, pine resin tapping needs mechanical innovation tool as well as to reduce the tree damage caused by scar tapping. One of the tools of mechanical pine resin tapping was found in KPH Cianjur is chaintech tapping machine. Chaintech tapping machine is a tapping tools withquare method with a small scar (± 1 cm) and can be recover quickly, less dirt, and able to minimize the loss of the tree due to wind disaster. Tapping method with chaintech is known as quaris method (quare line width of 1 cm). This study was conducted to determine the productivity of pine sap, work performance and tapper revenue analysis with chaintech tapping machine. The research has been done at KPH Cianjuron 15 years old pine trees. The results showed that the sap production yield amounted to 6,8 g/tree/quaris/day.Work performance with the chaintech tapping machine are 770 trees/day (the amount quaris 2 per tree), 560 trees/day (the amount quaris 3 per tree) and 310 trees/day (the amount quaris 6 per tree). Tapper revenue analysis per month with a production of 6,8 g/quaris/tree/day is Rp 786.498,- still lower than regional minimum wage (Rp 1.500.000,-/month). Tapperrevenue can reach the regional minimum wage when pine sap productivity is 11,3 g/quaris/ tree/day.

Keywords: Chaintech tapping machine, Pine, Resin

*Korespondensi penulis. Tel.: +08122724349
E-mail: diana_phtcepu@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Perum Perhutani merupakan salah satu institusi BUMN yang mengelola hutan di Pulau Jawa dan Madura berdasarkan PP nomor 72 tahun 2010. Sebagian kawasan hutan yang dikelola oleh Perum Perhutani adalah kawasan hutan dengan penggolongan sebagai kelas perusahaan pinus. Saat ini pengelolaan hutan kelas perusahaan pinus diarahkan/diprioritaskan untuk menghasilkan produk hasil hutan bukan kayu (HHBK) yaitu getah pinus untuk diolah menjadi gondorukem dan terpentin.

Produk gondorukem dan terpentin menjadi produk andalan kedua Perum Perhutani setelah kayu jati.Kontribusi pendapatan perusahaan dari hasil gondorukem dan terpentin 23,5 % (Anonim, 2013). Selain itu gondorukem dan tepentin menjadi primadona karena banyak dicari di pasar baik dalam maupun luar negeri. Di pasar internasional, produk gondorukem Indonesia menduduki peringkat ke-3 setelah Cina dan Brasil (Sukadaryati, 2012).

Saat ini, Perum Perhutani masih kekurangan bahan baku untuk pengolahan gondorukem dan terpentin. Selain karena faktor manajemen dan faktor genetik, diduga potensi pohon pinus yang ada belum memberikan kontribusi secara optimal dalam pencapaian target produksi getah. Misalnya karena lokasi yang aksesibilitasnya rendah, terisolir, hutan lindung yang tidak dapat diperbolehkan disadap dengan metode quare dan sulit mendapatkan tenaga penyadap.

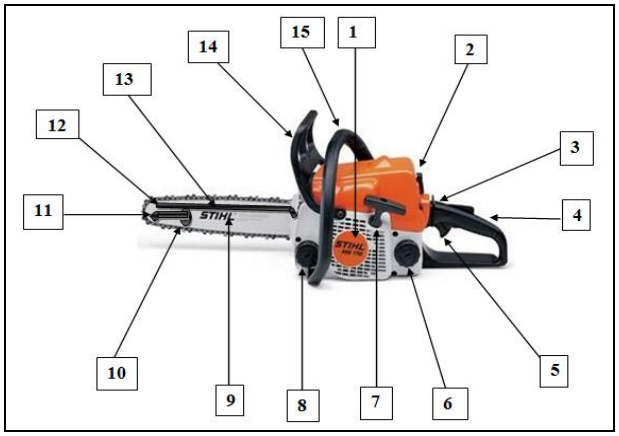
Dalam upaya meningkatkan prestasi dan produktivitas sadapan getah pinus, perlu ada inovasi alat sadap mekanik sekaligus untuk menekan seminimal mungkin kerusakan yang terjadi akibat bekas luka sadapan. Salah satu alat sadap mekanik yang ditemukan di KPH Cianjur Divisi Regional Jawa Barat dan Banten adalah mesin sadap *chaintech*. Mesin sadap *chaintech* merupakan alat sadap metode quare dengan luka sadap yang kecil (± 1 cm) sehingga bekas luka sadap mudah menutup, kotoran akibat pelukaan sedikit sehingga kadar kotoran dapat ditekan, serta mampu meminimalisir tumbangnya pohon akibat bencana angin. Metode sadapan dengan mesin sadap *chaintech* ini dikenal dengan metode quaris (quare garis lebar 1 cm).

Metode sadapan yang selama ini dikenal di Perhutani adalah metode quare/kowakan, metode riil dan metode bor. Dari ketiga metode sadapan tersebut, metode yang saat ini banyak digunakan penyadap adalah metode sadapan quare. Kelebihan metode quare adalah mudah dan murah. Kelemahannya, getah yang dihasilkan kotor karena tercampur dengan berbagai macam bahan seperti daun, serpihan kayu, bunga pinus, tanah dan air. Luka bekas penyadapan menurunkan kualitas kayu dan ketika terjadi angin kencang pohon mudah roboh (Sukarno *et al*., 2013). Untuk itu perlu adanya kajian penggunaan metode quaris dengan mesin sadap *chaintech* sebagai alternatif metode sadapan getah pinus di Perum Perhutani. Tujuan kajian ini adalah mengetahui produktivitas getah pinus, prestasi kerja dan analisis pendapatan penyadap dengan mesin sadap *chaintech.*

2. Bahan dan Metode

Lokasi penelitian yaitu di petak 39 b, RPH Cijedil, BKPH Cianjur, KPH Cianjur. Bahan tanaman yang digunakan adalah tegakan pinus dengan umur 15 tahun. Alat yang digunakan adalah mesin sadap *chaintech*, kantong plastik, timbangan digital, talang sadap, *stopwatch*, cat penanda, alat tulis, dan lain-lain.

Chaintech adalah alat sadap hasil modifikasi dari mesin potong kayu yang dilengkapi dengan alat penyalur gas buang dan plat pembatas kedalaman.Bahan bakar mesin *chaintech* adalah bensin 2 tak dengan perbandingan bensin : oli = 10 : 1.



1. Type mesin yang digunakan STIHL MS 170
2. Chooke
3. Tombol on off
4. Pegangan mesin bawah
5. Tombol gas
6. Tabung BBM 2 Tak
7. Tuas penarik menghidupkan mesin
8. Tabung olie rantai
9. Bar mesin
10. Rantai mesin
11. Pembatas kedalaman
12. Cerobong gas buang
13. Pipa penyalur gas buang
14. Pengunci rantai otomatis
15. Pegangan mesinatas

Gambar 1. Mesin sadap *chaintech*

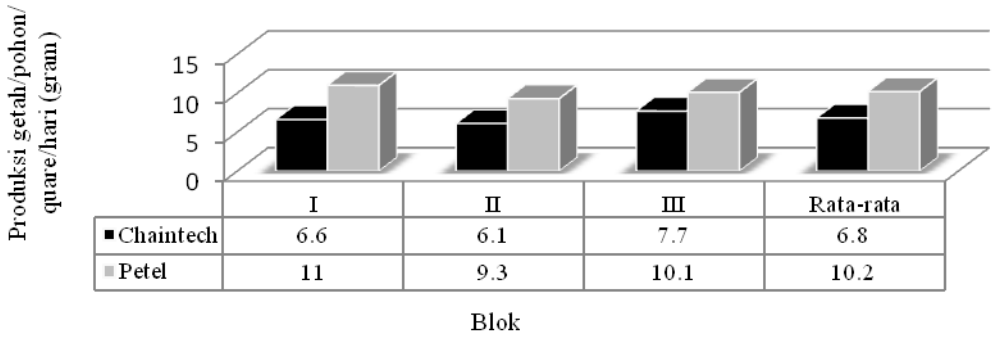
Prosedur kerja yang dilakukan untuk pengamatan produtivitas getah yaitu memilih pohon sampel sebanyak 90 pohon yang terbagi dalam 3 blok. Waktu pembaharuan luka sebanyak 3 (tiga) hari sekali selama 10 kali pengamatan. Getah ditampung di dalam plastik sehingga tidak ada getah yang menetes keluar atau kemasukan kotoran. Penimbangan berat masing-masing kantong plastik dengan timbangan digital. Sebagai pembanding, dilakukan juga pengamatan produktivitas getah dengan metode quare/kowakan dengan alat sadap petel. Jumlah pohon sampel dan blok sama dengan metode *chaintech.* Metode *goss time study* digunakan untuk mengetahui prestasi kerja kegiatan penyadapan yang dilaksanakan dengan mengukur hasil penyadapan dan waktu yang diperlukan untuk menyelesaikan penyadapan dalam satuan tertentu. Elemen pekerjaan yang diamati adalah kegiatan penyadapan dan berjalan dari sadapan pohon pertama ke sadapan pohon berikutnya.

Analisis pendapatan penyadap dilakukan dengan menghimpun masukan (*input*) biaya yang digunakan untuk kegiatan penyadapan dan menghitung keluaran (*output*) produksi getah yang dihasilkan.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Produktivitas getah pinus

Dari hasil pengamatan produktivitas getah diperoleh hasil sebagai berikut. Gambar 2 menunjukkan bahwa penggunaan alat sadap *chaintech* menghasilkan produksi getah sebesar 6,8 g/pohon/quaris/hari. Sementara itu penyadapan dengan alat sadap petel masih memberikan hasil produksi yang lebih tinggi yaitu sebesar 10,2 g/pohon/quare/hari. Dari angka tersebut menunjukkan kisaran hasil produksi dengan *chaintech* masih lebih rendah dibandingkan petel (66,7 % dibandingkan alat sadap petel).



Gambar 2. Rata-rata produksi getah pinus per pohon per hari (g) dengan alat sadap *chaintech* dan petel

Lebih rendahnya produksi getah dengan alat sadap *chaintech* dibandingkan petel adalah wajar karena pelukaan kayu pada sadapan quare/kowakan lebih besar daripada sadapan quaris. Pelukaan yang lebih besar menimbulkan peningkatan tekanan osmosis, akibatnya getah yang dikeluarkan oleh pohon untuk menutup luka juga lebih banyak daripada lubang penyadapan yang ukurannya lebih kecil. Menurut Panshin dan Zeeuw (1980) apabila terdapat luka akan terjadi perbedaan osmosis sehingga getah akan mengalir untuk menutup luka, setelah luka tertutup tekanan akan kembali normal. Menurut Bowyer *et al*. (2003) *dalam* Sukarno (2014) produksi saluran getah traumatik dalam merespon adanya luka mekanis tidak terbatas dan jauh lebih banyak daripada saluran getah normal. Jumlah saluran getah traumatis yang terbentuk mengikuti besar kecilnya luka, hal ini sebagai upaya pohon untuk segera menutup kembali luka dengan cairan getah.

3.2. Prestasi kerja penyadapan

Dalam panduan sadapan dengan alat mekanis *chaintech* (Suparta, 2014) disebutkan bahwa pada tegakan pinus KU III dan IV dapat dibuat quaris sebanyak 2 buah masing-masing 3 strip. Pada KU V ke atas dapat dibuat quaris sebanyak 3 – 4 buah masing-masing 3 strip. Sementara itu pada sadap mati dapat dibuat quaris sebanyak 6 buah atau lebih masing-masing 3 strip. Gambar satu quaris dengan 3 strip sebagaimana Gambar 3 berikut.

Gambar 3. Sadapan quaris dengan 3 strip (kiri). Penyadapan quaris dengan mesin sadap *chaintech* (kanan)

Pengukuran prestasi kerja dihitung pada setiap strip dalam satu quaris dengan jumlah strip 3 dan berjalan dari pohon pertama ke pohon berikutnya. Lokasi pengamatan pada

tegakan KU III umur 15 tahun. Rata-rata waktu yang diperlukan untuk kegiatan dengan metode quaris dengan alat sadap *chaintech* dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata prestasi kerja metode quaris dengan alat sadap *chaintech*

Waktu (detik)					
Penyadapan quaris dengan *chaintech*				Jalan ke pohon	Total
Strip 1	Strip 2	Strip 3	Jumlah	berikutnya	waktu
4	3	3	10	8	18

Bila dikaitkan dengan prestasi kerja dengan asumsi satu hari kerja 6 jam dapat diperoleh hasil sadapan sebagaimana Tabel 2.

Tabel 2. Prestasi kerja sadapan dengan alat sadap *chaintech*

Kelas Umur	Jumlah quaris	Waktu sadap (detik/phn)	Prestasi kerja (pohon/hari) (1 hari = 6 jam)	Jumlah quaris/hari
KU III dan IV	2 quaris @ 3 strip	28	770	1.540
KU V up	3 quaris @ 3 strip	38	560	1.680
Sadap mati	6 quaris @ 3 strip	68	310	1.900

Jumlah quaris setiap pohon menentukan prestasi kerja yang diperoleh. Semakin banyak jumlah quaris dalam satu pohon, semakin sedikit jumlah pohon yang disadap dalam satu hari. Hal ini disebabkan efisiensi waktu yang diperoleh saat berjalan dari pohon yang satu ke pohon berikutnya. Prestasi kerja untuk berjalan dari satu pohon ke pohon berikutnya tidak dapat disamakan antara daerah satu dengan daerah lainnya. Perjalanan dari satu pohon ke pohon lainnya sangat ditentukan oleh jarak tanam dan kondisi topogafi.

Dalam SOP Sadapan dengan Alat Mekanis *Chaintech* (Suparta, 2014) disebutkan bahwa satu tim sadap *chaintech* mampu mempunyai wilayah pangkuan sebanyak 1.800 – 2.000 pohon. Dalam satu hari kerja, satu tim mampu mengerjakan antara 600 – 750 pohon. Sementara dalam kajian ini, pada tanaman umur 15 tahun KU III, satu tim sadap *chaintech* mampu menangani sadapan sebanyak 770 pohon per hari. Untuk suatu SOP yang nantinya akan diterapkan pada berbagai kondisi lapangan, kemampuan sadapan *chaintech* sebanyak 700 pohon per hari dapat dipertimbangkan. Sebagai perbandingan, menurut informasi dari petugas lapangan, bahwa prestasi kerja dengan menggunakan petel sebanyak 300 – 500 buah per hari. Jadi masih lebih cepat menggunakan alat *chaintech* dibandingkan dengan petel.

3.3. Analisis pendapatan penyadap

Untuk menghitung analisis biaya penyadapan didekati dengan perhitungan hasil produksi getah per bulan dan biaya yang dikeluarkan per bulan. Beberapa asumsi terkait perhitungan biaya penyadapan *chaintech* adalah sebagai berikut :

- Satu tim penyadap terdiri dari 2 (dua) orang
- Prestasi kerja satu tim adalah menyadap 700 pohon dengan jumlah quaris 2 buah per pohon.

- Satu tim memiliki blok sadapan sebanyak 3 blok @ 700 pohon = 2.100 pohon
- Pembaharuan dilakukan setiap 3 hari sekali atau satu blok per hari.
- Satu bulan 24 hari efektif penyadapan
- Mesin sadap masih menjadi beban Perhutani, sedangkan bahan bakar mesin menjadi beban penyadap.

Dengan asumsi sebagaimana tersebut di atas, pendapatan penyadap bila menggunakan alat sadap *chaintech* seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisis pendapatan penyadap per bulan

No	Uraian	Satuan	Nilai	Keterangan
1.	Prestasi kerja/hari	pohon	700	Asumsi satu pohon 2 quaris
2.	Produksi getah/quaris/ phn/hari	gram	6,8	
3.	Produksi getah/phn/hari	gram	13,6	Satu pohon 2 quaris @ 6,8 g (b x 2)
4.	Produksi getah/hari (dalam 1 blok)	gram	9.506	Satu blok terdiri dari 700 pohon (a x c)
5.	Produksi getah/hari (dalam 3 blok sadapan)	gram	28.517	Walaupun tim hanya menyadap 700 pohon/hari, namun 2 blok sadapan yang lain tetap diperhitungkan produksinya, karena produksi getah dalam satuan per hari (d x 3)
6.	Produksi getah/bulan (dalam 3 blok)	gram	684.408	Satu bulan asumsi 24 hari kerja penyadapan (e x 24)
7.	Biaya ename getah/ kg	Rp	3.175	Penerimaan getah Rp 2.800/kg; pikul Rp 300/kg dan penimbangan Rp 75/kg
8.	Pendapatan kotor/bulan	Rp	2.172.995	(f x g) :1000
9.	Biaya bahan bakar/hari	Rp	25.000	*Chaintech* membutuhkan 2,5 liter bahan bakar/hari untuk ± 1500 quaris. Satu liter = Rp 10.000,-
10.	Biaya bahan bakar/ bulan	Rp	600.000	Satu bulan asumsi 24 hari kerja penyadapan (i x 24)
11.	Pendapatan bersih/ bulan	Rp	1.572.995	(h - j)
12.	Jumlah tenaga kerja	orang	2	Satu tim penyadapan dengan *chaintech* 2 orang
13.	Pendapatan/org/bulan	Rp	786.498	(k : 2)

Dari Tabel 3 tampak bahwa pendapatan penyadapan per orang dengan metode *chaintech* dengan beberapa asumsi sebagaimana tersebut di atas diperoleh hasil sebesar Rp 786.498,- per bulan. Sementara itu menurut Surat Keputusan Gubernur Nomor 561/Kep.1636-Bangsos/2014, Upah Minimum Regional (UMR) untuk wilayah Cianjur adalah sebesar Rp 1.500.000,-. Bila dibandingkan dengan UMR, pendapatan penyadap dengan *chaintech* masih di bawah UMR. Kondisi ini dapat membuat kegiatan sadapan dengan *chaintech* menjadi kurang menarik bagi penyadap. Apalagi bila pada lokasi sadapan terdapat pilihan pekerjaan yang memberikan upah lebih banyak.

Perhitungan produktivitas sebanyak 6,8 g/quaris/pohon/hari merupakan hasil uji coba yang dilakukan pada satu petak yaitu di petak 39 b, RPH Cijedil, BKPH Cianjur, KPH Cianjur pada tanaman umur 15 tahun (tahun tanam 1999). Sebagaimana diketahui bahwa produktivitas getah pinus sangat dipengaruhi oleh banyak faktor seperti umur, genetik, kerapatan tegakan, bonita, cuaca dan sebagainya. Bila pendapatan penyadap didekati dengan

nilai UMR, produksi getah pinus yang harus diperoleh penyadap minimal sebanyak 11,3 g/quaris/pohon/hari.

3.4. Peluang penggunaan mesin sadap Chaintech

Dari uraian di atas kelebihan alat sadap *chaintech* adalah prestasi kerja yang lebih cepat dibandingkan petel. Walaupun produksi per pohon masih lebih rendah (66,7 %) dibandingkan petel, namun perolehan getah per hari dengan alat sadap *chaintech* dapat lebih besar dibandingkan petel. Keuntungan yang diperoleh dari hal ini adalah pencapaian target produksi getah dapat lebih cepat.

Selain itu luka sadap quaris tidak separah luka bekas quare/kowakan sehingga kerusakan pohon dan risiko pohon tumbang dapat diminimalisir. Keuntungan lainnya adalah pemulihan luka relatif lebih cepat. Luka bekas sadap *chaintech* sudah mulai pulih dalam tempo ± 1 tahun. Pohon yang dahulu digunakan sampel uji coba sadap *chaintech* di KPH Cianjur pada bulan Oktober 2013, pada saat pengamatan setahun kemudian pada bulan Oktober 2014, tampak bahwa bekas luka sudah mulai menutup (Gambar 5).

Gambar 4. Bekas luka sadap *chaintech* selama ± 1 tahun

Menurut hasil wawancara dengan penyadap, alat sadap *chaintech* ini cukup nyaman untuk digunakan dan mudah pengoperasiannya. Hanya dengan diberi contoh satu kali sampai dua kali, penyadap sudah mampu menggunakan alat tersebut. Berat alat *chaintech* juga tidak terlalu berat yaitu sebesar 4,6 kg.

Dari uraian ini dapat disimpulkan bahwa secara teknis metode quaris dengan alat sadap *chaintech* ini dapat menjadi salah satu altenatif metode sadapan yang dapat digunakan di Perhutani dengan beberapa pertimbangan pada lokasi-lokasi sebagai berikut :

1. Sulit mendapatkan penyadap
2. Lokasi yang tidak diijinkan untuk menyadap dengan quare
3. Lokasi dengan potensi produksi getah yang cukup baik (minimal 11,3 gram/quaris/pohon/hari).

4. Kesimpulan

Dari hasil kajian ini dapat disimpulkan bahwa hasil produksi getah dengan alat sadap *chaintech* pada tanaman umur 15 tahun adalah sebesar 6,8 g/pohon/quaris/hari. Prestasi kerja penyadapan dengan alat sadap *chaintech* adalah sebesar 10 detik per quaris. Prestasi kerja penyadapan dengan *chaintech* adalah 770 pohon/hari (jumlah quaris 2 per pohon), 560 pohon/hari (jumlah quaris 3 per pohon) dan 310 pohon/hari (jumlah quaris 6 per pohon). Analisis pendapatan penyadap per bulan dengan produksi 6,8 g/quaris/pohon/hari adalah sebesar Rp 786.498,- masih lebih rendah dibandingkan UMR (Rp 1.500.000,-/bulan). Pendapatan penyadap dapat mencapai UMR bila produktivitas getah 11,3 g/quaris/pohon/hari.

Referensi

Anonim. (2013). *Buku Statistik Perum Perhutani Tahun 2008 – 2012*. Direksi Perum Perhutani. Jakarta.

Panshin, A. J. & Carl de Zeeuw. (1980). *Textbook of Wood Technology. Structure, Identification, Properties and Uses of the Commercial Woods of the United States and Canada*.Fourth Edition.McGaw – Hill Book Company.

Sukadaryati. (2012). Pemanenan Getah Pinus Menggunakan Tiga Cara Penyadapan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan, 32* (1), 62-70.

Sukarno, A., E. B.Hardiyanto, S. N. Marsoem, & M.Na'iem (2013). Hubungan Perbedaan Ukuran Mata Bor Terhadap Produksi Getah Pinus merkusii Jungh et De Vriese. *J-PAL*., *4* (1).

Sukarno, A. (2014). *Kajian Produktivitas Getah, Rendemen dan Kandungan Gondorukem – Terpentin Pinus merkusii Jungh. et de Vriese Provenans Aceh dan Ras Lahan Jawa Melalui Penyadapan Metode Bor*. (Disertasi) Program Pasca Sarjana. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Suparta, E. (2014). *SOP Sadapan dengan Alat Mekanis Chaintech*. KPH Cianjur. Divreg Jawa Barat dan Banten. Perum Perhutani.

Eksplorasi Senyawa Daun Senna (*Cassia angustifolia*) dengan Cara Pyrolisis GC-MS sebagai Sumber Biofarmaka

Gusmailina* dan Sri Komarayati

Pusat Litbang Hasil Hutan (P3HH),Bogor.

Abstract

Senna (*Cassia angustifolia*) is a native plant of Africa, included to the family *Fabaceae*, subfamily *Caesalpinioideae*. First introduced in the 9th century as the medical effects by Arab medical experts, Senna is the name of Arab, whereas in India known as Sanay. In Indonesia, especially Java, senna leaves, better known by the name Godong Seno or china leaf teak. These plants include trees such as shrub grows in tropical and nontropical wild with tree reaches a height of 2-3 meters. The leaves have long been used by ancestors and daughters of the palace to help the process of secretion / sewage, so the body will feel fresh for smooth bowel movements. It also believed that senna leaf is also efficacious as a starter metabolism. This paper presents information about the exploration of senna leaves organic compounds. Analyses were performed using Pyrolisis-GCMS. The results are 40 component compound. Among all, the 10 compounds dominant were: Methyl-4,6-Di-O-Methyl-.Alpha; Beta.-D-glucopyranoside; 5,10-Diethoxy-2,3,7,8-Tetrahydro-1h, 6h-Dipyrrolo; 1,6-anhydro-beta-D-Glucopyranose; 8,11,14-Eicosatrienoic Acid; Valeric Acid, Thio-, S-Sec-Butyl 2-Butyl Ester Thiol; Benzene, 1,2-Dimethoxy-4- (2-propenyl) -Methyleugenol; Oxacycloheptadec; Ambrettolide; l-Limonene; and Dodecanamide. Results of the analysis are expected to be used as baseline information for further research.

Keywords: Analysis, Benefits, Compound, Exploration, leaf, Senna

* Korespondensi penulis. Tel.: +6287872023848
*Ema*il : gsmlina@gmail.com

1. Pendahuluan

Senna atau *Cassia angustifolia* adalah tanaman asli Afrika, Timur Tengah, khususnya Mesir dan Sudan. Pertama kali diperkenalkan pada abad ke-9 karena efek medisnya oleh seorang ahli medis dari Arab. Senna adalah nama dari Arab, sedangkan di India dikenal dengan nama Sanay. Tumbuhan ini banyak tumbuh di daerah tropis Arab dan Afrika Utara. Di Indonesia, khususnya Jawa, daun senna lebih dikenal dengan nama godong seno atau daun jati cina. Ada lebih dari 400 spesies Sennae. Namun hanya tiga spesies yang telah digunakan dalam obat tradisional, diantaranya *Cassia acutifolia*, *Cassia lanceolata* dan *Cassia angustifolia*, diantara ke tiga spesies tersebut, yang lebih terkenal adalah *Cassia acutifoli*Tulisan ini menyajikan hasil eksplorasi potensi senyawa yang terdapat pada daun

Cassia angustifolia sebagai bahan baku obat dengan menggunakan pyrolisis GCMS, sehingga hasil analisis yang diperoleh dapat digunakan sebagai dasar bagi pengembangan dan inovasi selanjutnya.

Tumbuhan sena atau ati cina termasuk tumbuhan semak yang tumbuh di alam tropis maupun nontropis yang tumbuh liar dengan ketinggian pohon mencapai 2-3 meter. Tumbuhan ini tumbuh seperti pohon semak pada umumnya. Daun majemuknya menyirip genap (tanpa anak daun ujung), memupunyai tiga sampai tujuh pasang helai, mnyempit atau membulat. Setiap tumbuhan terdapat 4-5 tangkai daun. Daun bagian atas berwarna hijau keabu-abuan, sedangkan daun bagian bawah berwarna hijau kekuningan. Tumbuhan ini berbunga lengkap dan sempurna, punya lima daun kelopak, daun mahkotanya berwarna kuning dengan urat cokelat, dan benang sarinya memiliki bagian steril. Bunganya berwarna kuning terang, berbentuk kumpulan, berbeda dengan daunnya yang sendiri-sendiri. Pola berkembang biaknya dengan biji. Setiap satu tangkai (kumpulan) bunga memiliki kurang lebih 4 kumpulan benangsari, namun jumlah tersebut masih tergolong sangat sedikit. Biasanya dalam satu tangkai (kumpulan) bunga ada 10 kumpulan benangsari. Benangsari yang terdapat dalam bungai akan menyerbuki biji dengan metode penyerbukannya yang dibantu dengan angin, saat terjadi pembuahan, biji yang sudah masak akan pecah dan jatuh terbawa angin, bila jatuhnya di lahan yang bagus, bisa dipastikan pertumbuhan bibit baru. Adapun sistematikanya dan profil tumbuhan senna ini pada Tabel 1 dan Gambar 1.

Tabel 1. Sistematika tumbuhan senna

Phylum	Spermatophyta (Magnoliophyta)
Subphylum	Magnoliophytina
Classis	Magnoliatae (Dicotyledonae)
Subclassis	Rosidae
Superordo	Fabanae
Ordo	Fabales
Familia	Caesalpinaceae
Genus	Cassia
Spesies	*Cassia angustifolia* Vahl in Cassia senna L

2. Bahan dan Metode

Bahan yang dipakai adalah daun senna yang sudah kering (Gambar 2). Sedang analisis yang dilakukan adalah dengan menggunakan alat Pyrolisis GC-MS (Pyrolisis Spektrometri Massa Kromatogafi Gas), yang dilakukan di Laboratorium Terpadu, Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor.

Gambar 1. Profil tumbuhan senna (*Cassia angustifolia*)

Gambar 2. Daun senna kering bahan untuk analisa.

3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis menggunakan Py-GC-MS menunjukkan bahwa ditemukan 40 derivat komponen utama yang terdapat pada daun senna (Gambar 3), 15 komponen senyawa yang dominan antara lain dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil analisis 15 senyawa dominan daun senna (*Cassia angustifolia*)

No	Senyawa	Konsentrasi (%)
1	Methyl-4,6-Di-O-Methyl-.Alpha.,.Beta.-D-Glucopyranoside (C14H18O6)	14.91
2	5,10-Diethoxy-2,3,7,8-Tetrahydro-1h,6h-Dipyrrolo[1,2-A;1',2'-D]Pyrazine	6.62
3	1,6-Anhydro-Beta-D-Glucopyranose (Levoglucosan)	5.65
4	9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid	4.82
5	8,11,14-Eicosatrienoic Acid, (Z,Z,Z)- (Cas) Cis,Cis,Cis-8,11,14-Eicosatrienoic	4.48
6	Valeric acid, thio-, S-sec-butyl ester (CAS) 2-BUTYL THIOL NOR-PENTANOATE	4.31
7	Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)- (CAS) Methyleugenol	3.96
8	Oxacycloheptadec-8-en-2-one (CAS) Ambrettolide	3.71
9	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squalene	2.98
10	l-Limonene	2.94
11	Dodecanamide (CAS) 41	2.91
12	5-Heptenoic acid, 2,6-dimethyl-2-vinyl- (CAS)	2.68
13	4-ACETYL-2,2,5,5-TETRAMETHYL-3-IMIDAZOLINE-1-	2.46
14	Benzene (CAS) Phene	2.21
15	Dotriacontane (CAS) n-Dotriacontane	2.20

3.1 Prospek pemanfaatan beberapa senyawa yang terkandung

Senyawa Metil 4,6-O-benziliden-α-D-glucopyranoside merupakan turunan metil α-D-glucopyranoside, berbentuk Kristal putih padat, diuji in vitro berfungsi sebagai aktivitas antibakteri. Karbohidrat & Derivatif ; Aromatics. Senyawa 5,10-Diethoxy-2,3,7,8-Tetrahydro-1h,6h-Dipyrrolo[1,2-A;1',2'-D]Pyrazine, Tiga potensi zat antijamur yang peredaran, 2,6-difenil-piperidin, dan 5,10-diethoxy-2,3,7,8-tetrahidro-1H, 6H-dipyrrolo [1,2-a ; 1 ', 2'-d] pyrazine. Aktivitas anti jamur dari *L. casei* AST18 adalah efek sinergis dari asam

laktat dan cyclopeptides (Li , 2012). Senyawa 1,6-Anhydro-Beta-D-Glucopyranose (Levoglucosan) dengan rumus molekul $C_6H_{10}O_5$, White Crystalline Odourless Padat, berguna sebagai karbohidrat synthon farmasi menengah.. Senyawa ini termasuk kelas senyawa organik yang dikenal sebagai oxepanes. Ini adalah senyawa yang mengandung sebuah cincin oxepane, yang merupakan tujuh anggota jenuh heterosiklik alifatik dengan satu oksigen dan enam atom karbon (Migliaccio *et al.,* 2009; dan Bergauff *et al.,* 2010).

Senyawa 9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid dengan rumus molekul $C_{19} H_{36} O_{2,} C_{18} H_{34} O_{2}$. Asam oleat (dalam bentuk trigliserida) termasuk dalam diet manusia normal sebagai bagian dari lemak hewan dan minyak nabati. Asam oleat sebagai garam natrium yang merupakan komponen utama dari sabun sebagai agen pengemulsi. Hal ini juga digunakan sebagai emolien. Sejumlah kecil asam oleat digunakan sebagai eksipien dalam obat-obatan, dan digunakan sebagai pengemulsi atau pelarut agen dalam produk aerosol. Asam oleat ini juga digunakan untuk menginduksi kerusakan paru-paru pada beberapa jenis hewan, untuk tujuan pengujian obat baru dan cara lain untuk mengobati penyakit paru-paru.

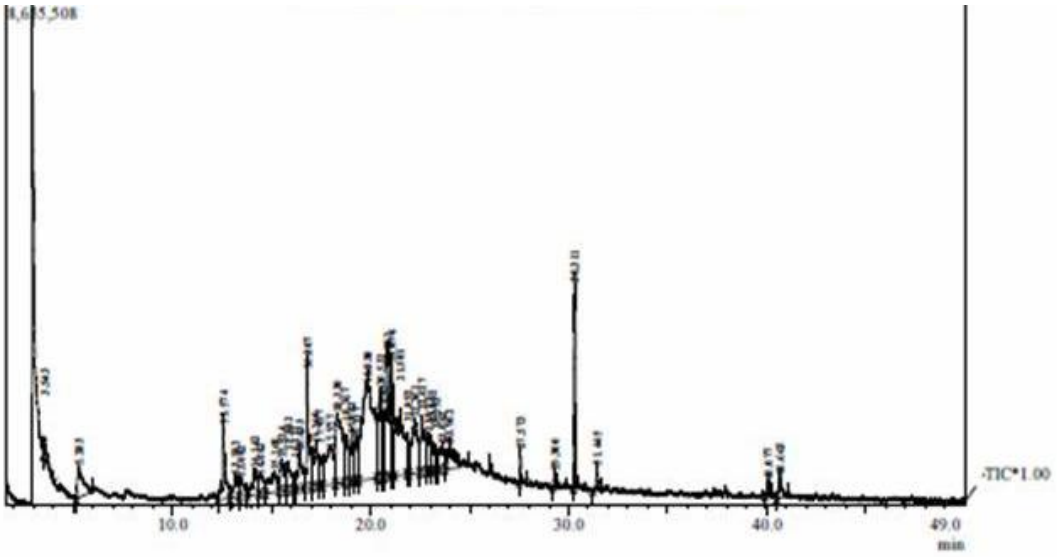
Asam oleat digunakan sebagai fluks solder dalam pekerjaan kaca patri. Merupakan lemak tak jenuh tunggal dalam diet manusia. Konsumsi lemak tak jenuh tunggal telah dikaitkan dengan penurunan low-density lipoprotein (LDL) kolesterol, dan mungkin meningkat high-density lipoprotein (HDL) kolesterol. Namun, kemampuannya untuk meningkatkan HDL masih diperdebatkan. Asam oleat mungkin bertanggung jawab untuk hipotensi (menurunkan tekanan darah efek minyak zaitun. Efek samping juga telah didokumentasikan, namun, karena kedua oleat dan lemak tak jenuh tunggal kadar asam dalam membran sel darah merah telah dikaitkan dengan peningkatan risiko kanker payudara, meskipun konsumsi oleat dalam minyak zaitun telah dikaitkan dengan *penurunan* risiko kanker payudara. Senyawa 8,11,14-Eicosatrienoic Acid, (Z,Z,Z)- (Cas) Cis,Cis,Cis-8,11,14-Eicosatrienoic dengan rumus molekul C20H34O2 sinonim asam homo-γ-linolenat. Eicosatrienoic adalah asam lemak yang memiliki tindakan tumoricidal selektif. aliphatic, gliserol, Asam Lemak Derivatif & Lipid, Isotop Bertanda Senyawa.

Aplikasi: cis-8,11,14-Eicosatrienoic Acid Methyl Ester-d3 adalah isotop berlabel analog cis-8,11,14-Eicosatrienoic Acid Methyl Ester (E477925); turunan metil ester dari cis-8,11,14-Eicosatrienoic Acid (E477930) yang merupakan asam lemak dengan aktivitas tumoricidal selektif (anti tumor). Senyawa Asam Valerat, atau asam pentanoic, adalah rantai lurus alkil asam karboksilat dengan rumus kimia $C_5 H_{10} O_{2.}$ Seperti asam karboksilat rendah berat molekul lain, memiliki bau yang tidak menyenangkan. Hal ini ditemukan secara alami dalam tanaman berbunga abadi valerian *(Valeriana officinalis)*. Penggunaan utamanya adalah dalam sintesis ester. Ester volatile asam valerat cenderung memiliki bau yang menyenangkan dan digunakan dalam parfum dan kosmetik. Ethyl valerat dan pentil valerat digunakan sebagai aditif makanan karena rasa buah mereka. Asam valerat muncul mirip dengan struktur GHB dan neurotransmitter GABA di bahwa itu adalah asam karboksilat rantai pendek, meskipun tidak memiliki gugus fungsional alkohol dan amina yang berkontribusi terhadap aktivitas biologis dari GHB dan GABA, masing-masing. Ini berbeda dari asam valproik hanya dengan kurang sisi-rantai 3-karbon. asam mevalonat berasal dari asam valerat oleh metilasi. Valeric asam dapat menyebabkan iritasi jika datang ke dalam kontak dengan kulit,

mata, atau membran mukosa. Asam Valerat, berguna untuk berbagai industri termasuk: Plasticizers dan L ubricants; Pelarut Biodegadable dan pelumas; Rekayasa plastic; Agen epoxy curing; Perekat dan bubuk pelapis; Inhibitor korosi; Wewangian dan obat-obatan; Elektrolit; dan Stabilisator vinyl. Senyawa $C_{11}H_{14}O_2$ sinonim Metil eugenol. Benzene, 1,2-dimetoksi-4- (2-propenil) -, juga dikenal sebagai metil eugenol, adalah bahan kimia yang terjadi secara alami dalam berbagai tanaman, termasuk berbagai herbal.

Minyak esensial dan tumbuh-tumbuhan yang mengandung metil eugenol juga digunakan dalam produk-produk kesehatan alami. Metil eugenol hadir dalam minyak esensial dari beberapa spesies tanaman. Minyak ini diekstrak untuk digunakan sebagai bahan aroma dan pelembut dalam produk perawatan pribadi dan kosmetik dan sebagai bahan bumbu dalam makanan dan minuman. Senyawa $C_{16}H_{28}O_2$ sinonim Ambrettolide Sinonim Isoambrettolide; omega-6-exadecenlactone; 10-Hexadecenolide; 16-Hydroxy-10-hexadecenoic asam omega-lakton; Lakton Moschus; Oxacycloheptadec-10-en-2-satu; Omega-10-hexadecenlactone. Sinonim : Ambrettolid; Ambrettolide; Cyclohexadecen-7-olide; Omega-6-Hexadecenlactone ; 16-Hydroxy-7-hexadecenoic lakton asam ; Musk ambrette ; Musk ambrette (alami); Musk alami ; Ambrette musk Alam ; Kategori: Makanan dan pakan aditif, kosmetik dalam jumlah penggunaan rata-rata 0,5% serta 0,1% untuk penggunaan dalam makanan. Senyawa 2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squalene.

Squalene adalah triterpen alami yang berperan penting dalam sintesis kolesterol, hormon steroid, dan vitamin D dalam tubuh manusia. Squalene umumnya digunakan sebagai prekursor biokimia dalam penyusunan steroid. Squalene juga merupakan pelembab alami dengan toksisitas akut rendah dan tidak iritasi kulit manusia yang signifikan atau sensitizer. Kegunaan untuk eksipien kosmetik dan farmasi (Scheer *et al.* 2011). Sedangkan senyawa l-Limonene. **Limonene** adalah alkena Rumus Molekul adalah **$C_{10}H_{16}$, Limonene** adalah dari keluarga hidrokarbon yang dihasilkan oleh tanaman-yang dikenal sebagai 'terpen' memiliki bau yang kuat dari jeruk. **Limonene** adalah terpene oranye. Terpene yang hadir dalam minyak esensial, terutama minyak jeruk, yang pada gilirannya dapat digunakan untuk banyak hal seperti perasa makanan alami, wewangian dan aromaterapi. **Limonene** adalah hidrokarbon cair berwarna. Hal ini digunakan dalam sintesis kimia sebagai prekursor untuk carvone (anggota keluarga bahan kimia yang disebut 'terpenoid') dan sebagai pelarut dalam produk pembersih berbasis renewably. **Limonene** mengrambil namanya dari lemon, sebagai kulit dari lemon, seperti buah jeruk lainnya, mengandung sejumlah besar senyawa ini, yang memberikan kontribusi untuk bau mereka (Yao Xue Xue Bao, 2006). Gambar 3 menunjukkan histogram analisis daun senna dengan PY GCMS.



Peak Report TIC

Peak#	R.Time	Area	Conc%	Name
1	3.543	4251854	0.94	
2	5.283	9940692	2.21	Benzene (CAS) Phene
3	12.574	13245167	2.94	l-Limonene
4	13.182	6752164	1.50	Phenol (CAS) Izal
5	13.442	5006543	1.11	2-Cyclopenten-1-one, 2-hydroxy-3-methyl- (CAS) Corylon
6	14.142	7852123	1.74	Phenol, 2-methyl- (CAS) o-Cresol
7	14.442	5138514	1.14	TRICYCLO[4.2.2.0 1,5]DECAN-7-ONE
8	15.160	9153546	2.03	1,5-Pentanediol, 3-methyl- (CAS) 1,5-PENTANDIOL, 3-METHYL-
9	15.524	7768514	1.72	trans-5,6-Epoxydecane
10	15.842	7040495	1.56	2,3-DIHYDRO-BENZOFURAN
11	16.217	2279843	0.51	
12	16.433	8548612	1.90	Benzene, 1-isocyano-2-methyl- (CAS) 2-METHYL-PHENYLISOCYANIDE
13	16.807	17855103	3.96	Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)- (CAS) Methyleugenol
14	17.240	11092742	2.46	4-ACETYL-2,2,5,5-TETRAMETHYL-3-IMIDAZOLINE-1-OXILE
15	17.417	5318398	1.18	
16	17.977	19668935	4.37	
17	18.330	25444536	5.65	1,6-ANHYDRO-BETA-D-GLUCOPYRANOSE (LEVOGLUCOSAN)
18	18.767	12079601	2.68	5-Heptenoic acid, 2,6-dimethyl-2-vinyl- (CAS)
19	19.042	8597550	1.91	Vanillymandelic Acid
20	19.317	7663538	1.70	Pyrrolidine, 1-(1-oxo-10-octadecenyl)- (CAS) N-OCTADEC-10-ENOYL PYRI
21	19.638	67175438	14.91	METHYL-4,6-DI-O-METHYL-.ALPHA.,.BETA.-D-GLUCOPYRANOSIDE
22	20.532	19394039	4.31	Valeric acid, thio-, S-sec-butyl ester (CAS) 2-BUTYL THIOL NOR-PENTANO
23	20.642	5883947	1.31	
24	20.882	21696267	4.82	9-Octadecenoic acid (Z)- (CAS) Oleic acid
25	21.074	16730022	3.71	Oxacycloheptadec-8-en-2-one (CAS) Ambrettolide
26	21.501	29800524	6.62	5,10-DIETHOXY-2,3,7,8-TETRAHYDRO-1H,6H-DIPYRROLO[1,2-A;1',2'-D]P
27	21.892	3644756	0.81	
28	22.261	20183137	4.48	8,11,14-Eicosatrienoic acid, (Z,Z,Z)- (CAS) CIS,CIS,CIS-8,11,14-EICOSATR
29	22.617	13087674	2.91	Dodecanamide (CAS) 41
30	22.917	6739702	1.50	(+)-Dihydrorecifeloilde
31	23.092	5582505	1.24	Eicosane, 7-hexyl- (CAS) 7-n-Hexyleicosane
32	23.292	4123074	0.92	8,11-Octadecadiynoic acid, methyl ester (CAS) METHYL-8,11-OCTADECAD
33	23.642	6047857	1.34	1-Hexadecyne (CAS)

Peak#	R.Time	Area	Conc%	Name
34	23.962	9924111	2.20	Dotriacontane (CAS) n-Dotriacontane
35	27.573	2139928	0.48	Heptacosane (CAS) n-Heptacosane
36	29.300	1300746	0.29	Tetratetracontane (CAS) n-Tetratetracontane
37	30.311	13444489	2.98	2,6,10,14,18,22-Tetracosahexaene, 2,6,10,15,19,23-hexamethyl- (CAS) Squ
38	31.445	2442195	0.54	Pentatriacontane (CAS) n-Pentatriacontane
39	40.077	1955624	0.43	Cholesta-3,5-diene (CAS) Cholesterilene
40	40.665	4478046	0.99	ALPHA-TOCOPHERYL-BETA-D-MANNOSID
		450472551	100.00	

Gambar 3. Histogram analisis daun senna dengan pyrolisis GCMS

4. Kesimpulan

Hasil eksplorasi senyawa daun senna (*Cassia angustifolia)* menunjukkan bahwa terdapat 40 komponen senyawa. Diantara 10 senyawa yang dominan adalah: Methyl-4,6-Di-O-Methyl-Alpha; Beta.-D-Glucopyranoside; 5,10-Diethoxy-2,3,7,8-Tetrahydro-1h,6h-Dipyrrolo;1,6-Anhydro-Beta-D-Glucopyranose; 8,11,14-Eicosatrienoic Acid; Valeric Acid,Thio-,S-Sec-Butyl Ester 2-Butyl Thiol; Benzene, 1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl)-Methyleugenol; Oxacycloheptadec; Ambrettolide; l-Limonene; dan Dodecanamide. Diantara manfaat dan prospek kegunaan daun senna adalah sebagai anti bakteri, anti jamur, anti tumor/kanker, serta beberapa diantaranya dapat digunakan sebagai bahan industri kosmetika. Hasil analisis yang diperoleh diharapkan dapat digunakan sebagai informasi dasar bagi penelitian pengembangan selanjutnya.

Referensi

Mascolo, N, F. Capasso. (2005). Senna and the formation of aberrant crypt foci and tumors in rats treated with azoxymethane. 1: *Phytomedicine. 12* (6-7), 501-5

Vanderperren, B, M Rizzo, L. Angenot, V. Haufroid, M. Jadoul, P. Hantson. (2005). Acute liver failure with renal impairment related to the abuse of senna anthraquinone glycosides. *Ann Pharmacother*. *39* (7-8),1353-7

Doljak, B, J Kac, S Kreft, D. Jane , A. Mlinarič, P. Slanc, B Trukelj, A. Umek. Vaje. (2005). Iz farmakognozije in farmacevtske biotehnologije. Fakulteta za farmacijo, Ljubljana 2005; 21

Listiarsasih, S. (2012). Evaluasi Efek Teh Jati Cina *(Cassia Angustifolia Vahl.)* Terhadap Kadar Albumin Plasma Pada Tikus Putih *(Rattus Norvegicus)* Obes. Program Studi Pendidikan Dokter. Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan. Universitas Muhammadiyah Yogyakarta

Hoirul, M. (2008). Glikosida Antrakinon. Departemen Pendidikan Nasional Universitas Jenderal Soedirman. Fakultas Kedokteran Dan Ilmu-Ilmu Kesehatan. Jurusan Farmasi. Purwokerto.

Li H, L. Liu , S. Zhang , W. Cui , J. Lv . (2012). Identification of antifungal compounds produced by *Lactobacillus casei* AST18. *Jurn Microbiol*. *65*(2),156-61

Migliaccio, C.T, M.A Bergauff, C.P Palmer, F Jessop, C.W Noonan, T.J Ward.(2009). Urinary levoglucosan as a biomarker of wood smoke exposure: observations in a mouse model and in children. *Environ Health Perspect*. 117(1),74-9.

Bergauff, MA, T.J. Ward, C.W. Noonan, C.T Migliaccio, C.D. Simpson, A.R. Evanoski, C.P. Palmer. (2010). Urinary levoglucosan as a biomarker of wood smoke: results of human exposure studies. *J Expo Sci Environ Epidemiol. 20*(4),385-92.

Yao X. X. Bao. (2006). Effects of D-limonene dan L-limonene pada penyerapan transdermal dari hidroklorida ligustrazine. School of Traditional Chinese Medicine, China Pharmaceutical University, Nanjing, China

Scheer, M., A.Gote , A.Chang, , I. Schomburg,C. Munaretto, M.Rother, C. Sohngen, M. Stelzer, J. Thiele, D. Schomburg. (2011). Brenda, the enzyme information system in 2011." *Nucleic Acids Res 39,*D670-D676

Loubbardi, A., C.Marcireau, , F. Karst, M. Guilloton, (1995). Sterol uptake induced by an impairment of pyridoxal phosphate synthesis in *Saccharomyces cerevisiae*: cloning and sequencing of the PDX3 gene encoding pyridoxine (pyridoxamine) phosphate oxidase. *J Bacteriol 177,*1817-1823

Pengaruh Tinggi Gulu dan Rumpun terhadap Produksi Rebung Bambu Duri (*Bambusa blumeana* Blume ex Schult.f.)

Marfuah Wardani,[a],*, dan Sutiyono[b]

[a]*Bagian Botani Hutan Pusat Litbang Hutan*
[b]*Bagian Silvikultur Pusat Litbang Hutan*
Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor 16610

Abstract

Bambu duri (*Bambusa blumeana* Blume ex Schult.f.) is branches bamboo as a part of culms. In each node grows many thorns. It grows well in marginal, dry-very dry area with precipitaion less than 2000 mm/year and is tolerant to temporary water logged. Up to now, this bamboo is utilized traditionally. The bamboo shoot is edible and has been sold in traditional market. The research was conducted to obtain the information of techniques of wild bamboo clumps revitalitation for bamboo shoot production. The research was conducted in Pati, Central Java. This study was designed in randomized complete block consisted of 3 soil covering treatments and 15 replications. Data observed were number and weight of shoots per clumps. Both data were analyzed with analysis of varian and continued with Tukey test. The results were soil accumulation on bamboo clumps affected the number and weight of shoots. The most productive clumps was obtained from clumps covered with 100 cm soil accumulation which produced 14,87 shoots/clumps and 5.458 g/clumps.

Keywords: Bamboo shoot, Revitalization, Wild thorned bamboo (Bambusa blumeana *Blume ex Schult.f.)*

* Korespondensi penulis.
E-mail: irsutiyono@yahoo.com ; marfuah58@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Bambu duri liar (*Bambusa blumeana* Bl. ex Schult.f) adalah jenis bambu kelompok Bambusa dengan karakteristik bercabang mulai dari buku batang bagian bawah sampai atas, di tiap cabangnya antara buku cabang dengan ranting mengeluarkan duri. Dijumpai tumbuh dimana jenis bambu lain tidak dapat tumbuh, di lahan-lahan marjinal beriklim kering sampai sangat kering bertipe hujan C, D dan E dengan curah hujan < 2000 mm / tahun dan tanah tergenang karena banjir. Secara pasti, belum diketahui asal usulnya tetapi banyak ditanam masyarakat terutama di Jawa Tengah bagian timur sampai Jawa Timur sebagai batas kampung. Beberapa nama lokal bambu duri antara lain haur cucuk (Sunda), bambu gesing, pring geng, jajang ori, pring ori, ori (Jawa), dore, pereng doori, pereng nore (Madura) (Heyne, 1951; Ochse, 1977; Satrapradja *et al.*, 1977; Sutiyono, 1987; Roxas, 1995).

Sampai saat ini, pemanfaatan bambu duri masih sebatas diambil batangnya untuk kehidupan sehari-hari. Batang bambu duri banyak digunakan sebagai bahan konstruksi bangunan rumah sederhana mulai dari tiang, kaso, reng sampai anyaman bilik (gedek) dan "kepang". Selain itu, batang bambu duri sering digunakan sebagai bahan konstruksi "bagan" di laut tempat mencari ikan para nelayan. Untuk keperluan rumah tangga, batang bambu duri digunakan sebagai membuat gagang sapu, peralatan dapur, bale-bale, dan tempat tidur. Selain itu, sering dijumpai masyarakat memanfaatkan rebungnya digunakan sebagai bahan sayuran (Malab *et al.*,1995). Meskipun demikian, pemanfaatan batang-batang bambu duri memiliki kendala karena cabang-cabangnya mengeluarkan duri yang sering mengganggu.

Melihat tempat tumbuh, manfaat dan kendala pemanfaatannya karena banyak duri yang tajam maka bambu duri akan dicoba dijadikan penghasil rebung. Rebung atau calon batang yang masih muda (umur 1-2 minggu) merupakan bahan pangan sering dikonsumsi dan diperdagangkan di pasar-pasar tradisional sebagai sayuran setelah diproses dihilangkan rasa pahitnya. Setiap 100 gram rebung segar umur 7 – 15 hari mengandung air 89 gram, protein 4 gram, lemak 0,5 g, karbohidrat 4 g, serat 1 g, abu 1 g, Ca 37 mg, P 40 mg, Fe 1,5 mg, vitamin B1 0,1 mg dan vitamin C 10 mg. Tujuan penelitian mendapatkan informasi teknik revitalisasi bambu duri sebagai penghasil rebung.

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi

Penelitian dilakukan di desa Pantirejo, Kecamatan Gabus, Kabupaten Pati, Propinsi Jawa Tengah yang terletak pada ketinggian 19-24 m dpl. Lokasi berjarak ± 3 km dari Sungai Juawana secara periodik dilanda banjir. Berdasar Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Tengah skala 1:250.000 (LPT, 1966), tanah di desa Pantirejo, berjenis aluvial coklat tua kekelabuan berasal dari bahan induk endapan liat dan pasir yang berasal dari luapan Sungai Juwana.

Tabel 1. Curah hujan dan hari hujan di daerh Pantirejo, Pati, Jawa Tengah

Bulan	Curah hujan (mm)	Hari hujan (hari)
Januari	520.0	15.2
Pebruari	239.0	13.6
Maret	158.0	11.3
April	165.0	9.7
Mei	67.7	4.9
Juni	52.4	4.8
Juli	29.0	2.8
Agustus	28.0	1.6
September	28.0	2.0
Oktober	67.0	6.2
Nopember	168.0	8.4
Desember	214.0	12.7
Tahunan	1728.0	92.0

Menurut Soepraptohardjo (1979), tanah aluvial di lokasi tergolong aluvial dataran sungai yaitu secara periodik menerima endapan baru dari air sungai atau banjir. Dari data iklim pada Tabel 1, daerah Pantirejo, memiliki curah hujan tahunan rata-rata 1728 mm dan

hari hujan sebanyak 92 hari, curah hujan tertinggi pada Januari (438,7 mm) dan terendah Juli, Agustus dan September (28-29 mm) dan menurut Schmidt dan Ferguson (1951), termasuk type hujan D.

2.2 Bahan penelitian

Bahan yang digunakan adalah areal tegakan rumpun bambu duri, tanah-tanah guludan cat, papan nama.

2.3 Rancangan penelitian

Penelitian disusun menurut rancangan acak kelompok yang terdiri dari 3 perlakuan tinggi guludan dasar rumpun yaitu : T1. = 0 cm, T2. = 50 cm, T3. = 100 cm. Masing-masing perlakuan diulang 15 kali dengan rumpun sebagai unit ulangan.

2.4 Pengumpulan dan analisa data

Pengumpulan data dilakukan seminggu sekali selama musim perebungan 17 minggu. Data yang dikumpulkan adalah jumlah rebung/rumpun dan berat rebung/rumpun. Seluruh data diolah dengan sidik ragram dan pada perlakuan yang nyata dilanjutkan uji-Tukey's.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Produksi rebung

Hasil analisa sidik ragam pengaruh tinggi guludan terhadap jumlah rebung/rumpun disajikan pada Lampiran 1. Tinggi guludan berpengeruh nyata terhadap produksi jumlah rebung/rumpun. Selanjutnya dari uji Tukey's dapat dilihat bahwa perlakuan antara T1 berbeda nyata dengan T2 dan T3. Demikian juga perlakuan T2 berbeda nyata dengan perlakuan T3 seperti ditunjukan Tabel 2.

Tabel 2. Rata-rata jumlah rebung/rumpun bambu duri (*B. blumeana*)

Perlakuan	Jumlah rebung/rumpun (batang)
T1	6.53a
T2	10.73b
T3	14.87c

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Tukey's.

Pengguludan merupakan upaya meningkatkan perbaikan sifat fisik melalui terjadinya pertukaran udara di dalam tanah (aerasi). Akar-akar tanaman akan mendapatkan udara yang cukup sehingga unsur-unsur hara mudah diserap oleh tanaman. Rebung tumbuh dimulai dari pertumbuhan mata tunas pada buku-buku rhizome dan akan tumbuh pesat kalau system perakaran serabut yang terdapat pada buku rhizome mudah mendapatkan makanan berupa unsure-unsur hara yang dibutuhkan. Diduga makin tinggi pengguludan, sifat fisik tanah makin baik tanah menjadi gembur, sistem aerasi makin baik, unsur-unsur hara yang tersedia makin mudah diserap tanaman sehingga mata-mata tunas yang terdapat pada buku-buku rhizome makin banyak yang bermunculan sebagai bakal rebung.

Selain berpengeruh pada jumlah rebung yang muncul, pengguludan pada dasar rumpun berpengaruh nyata terhadap berat rebung berat rebung/batang. Analisa sidik ragam menunjukkan bahwa tinggi guludan berpengaruh nyata pada berat rebung/rumpun. Dari uji

Tukey's dapat diketahui bahwa rata-rata berat rebung/rumpun perlakuan T1 berbeda nyata dengan perlakuan T2 dan T3. Sedangkan berat rebung/rumpun pada perlakuan T2 berbeda nyata dengan T3 seperti ditunjukan Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata berat rebung/rumpun bambu duri liar (*B. blumeana*)

Perlakuan	Berat rebung/rumpun (g)
T1	2693a
T2	4360b
T3	5467c

Angka-angka yang diikuti huruf yang sama tidak berbeda nyata pada taraf 5% uji Tukey's

Selama penelitian, rebung yang diambil adalah rebung yang masih ada di dalam tanah. Sutiyono *et al.,* (2011) melaporkan pengalaman petani di desa Banyumeneng, Demak, yang mengatakan bahwa rebung yang baik/tidak pahit adalah rebung yang masih ada di dalam tanah. Sedangkan rebung-rebung yang bermunculan di atas permukaan tanah rasanya pahit. Oleh karena itu, untuk mendapatkannya dilakukan dengan cara menggali tanah. Diduga kegiatan menggali tanah ini akan menyebabkan tanah menjadi gembur dan sangat menguntungkan untuk pertumbuhan rebung terutama kemunculannya.

3.2. Produktivitas

Produktivitas rebung dinyatakan dalam satuan gram/ha/tahun dan dari hasil penelitian di atas maka dapat diketahui produktivitas rebung. Dengan menggunakan asumsi jarak tanam 5x5 meter maka dalam 1 ha terdapat 400 rumpun bambu sehingga produktivitas rebung menjadi 400 x 254 g atau 101.600 g/ha/minggu atau 5.486.400 g/ha/tahun atau 5.486,4 kg/ha/tahun atau 5,5 ton/ha/tahun. Di daerah Banyumeneng, rebung segar dijual dengan harga paling murah Rp 3.000,-.

4. Kesimpulan

Bambu duri (*Bambusa blumeana* Bl.) yang terdapat di lahan-lahan marjinal dapat direvitalisasi menjadi penghasil rebung. Revitalisasi dilakukan dengan cara membersihkan seluruh cabang yang berduri setingggi 170 cm atau setinggi orang, membongkar tunggak-tunggak sisa atau bekas tebangan. Untuk mendapatkan produktivitas yang tinggi dapat melakukan pengguludan dasar rumpun dan makin tinggi guludan makin banyak rebung yang akan muncul, Produktivitas rebung bambu duri hasil revitalisasi dapat mencapai 5,5 ton/ha/tahun.

Saran

Tegakan bambu duri yang terdapat dilahan-lahan kering marjinal yang gersang perlu direvitalisasi.

Referensi

Heyne, D. (1951). *Gramineae*. *Tumbuhan berguna Indonesia I*. Tejemahan oleh Departemen Kehutanan.

LPT. (1966). *Peta Tanah Tinjau Propinsi Jawa Tengah skala 1:250.000*. LPT Bogor.

Malab, S. C., Agustin, J. T., Foronda, S. U., Pablico, S. M., Agustin, B. A., Castillo, L. R.,. Ramoran, J. A., & Alupay, A. A. (1995). *Kawayan Technology*. The Philippines Lumberman, Jan-Feb. pp. 25-28.

Ochse, J, J. (1977). *Gramineae – Gigantochloa*. In Vegetables of the Dutch East Indies. pp. 323-327.

Roxas, C, A. (1995). Bambusa blumeana. J.A. dan J.H. Schultes. In Bambus. *Prosea*, 7, 60-64.

Soepraptohardjo. (1979). *Klasifikasi Tanah*. Penataran Asisten Soil Surveyor I. IPLPP-LP Tanah Bogor.

Sutiyono. (1987). Studi potensi dan aspek sosial ekonomi tanaman bambu di daerah kering Kabupaten Dati II Pati. *Bul. Pen. Hutan,* 512, 33-45.

Sutiyono, Asmanah Widiarti & Mawazin. 2011. Traditional cultivation of bambu ampel kuning (B*ambusa vulgaris* v. *Striata* schard) producing bamboo shoot in banyumeneng village, subdistrict meranggen, District demak, central java province. Paper on Int'l Seminar "Strategy and challenges on bamboo and potential non timber forest Products (NTFPs) Management and Utilization" held by Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan, Bogor.

Sutiyono & Asmanah. (2011). Cultivation and Silviculture aspects of bambu ampel hijo (*Bambusa vulgaris* var *vitata* schard.) as bamboo shoot producing in highland, district Wonosobo. Paper on Int'l Seminar "Strategy and challenges on bamboo and potential non timber forest Products (NTFPs) Management and Utilization" held by Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan, Bogor.

Sutiyono, Asmanah dan Mawazin. (2011). Aspek-aspek silvikultur dan budidaya bambu penghasil rebung. *Prosiding Seminar Nasional Biologi*, Fakultas Biologi UGM, Yogyakarta. hal 424-433.

Potensi Pemanfaatan Kayu Cep-cepan (*Castanopsis costata*)

Gunawan Pasaribu

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor

Abstract

Cep-cepan tree (*Castanopsis costata*) is known as medicinal trees for Tana Karo's people in North Sumatra. The wood bark is commonly used by local villagers for treating various diseases such as ulcer disease. On the other hand, the wood has not been widely used by the villagers for making board and other carpentry products. This paper presents the characteristics of cep-cepan wood and the recommendation for its utilization. The results showed that the general characteristics are reddish brown in colour and no difference in colour between heartwood and sapwood. Based on anatomy character it was found that the prismatic crystals in fiber and chambered axial parenchyma. The wood is categorized as first grade in quality for pulp raw material based on fiber character. The wood density is classified as moderate weight, on the other hand the shrinkage is high. In mechanical properties, Cep cepan wood can be classified in fifth class then also potential for crafting. Wood durability test showed the wood is categorized to first class for dry wood termites and fourth class for subterranean termites. Therefore, Cep-cepan needs to be preserved before used. In the case of preservation treatment, the wood is easy to preserve.

Keywords: Cep-cepan, Karo,Wood, Properties, Utilization

* Korespondensi penulis. Tel.: +062-8126424237.
E-mail: gun_pa1000@yahoo.com

1. Pendahuluan

Dalam pemanfaatan suatu kayu sangat perlu diketahui karakter dasarnya, agar pemakaiannya sesuai dan efisien. Data sifat dasar perlu diketahui untuk dapat memperluas pemanfaatan jenis kayu kurang dikenal untuk bahan industri dan keperluan lain. Salah satu jenis pohon yang belum banyak dimanfaatkan di Kabupaten Tana Karo adalah cep-cepan (*Captanopsis costata*).

Cep-cepan (*Captanopsis costata*) sinonimnya *Castanea javanica* BL Heine, 1987), sedangkan menurut Lemmens *et al*.(1995), sinonimnya *Castanopsis brevicuspis* Miq A.DC. *C. spectabilis* (Miq) A.DC dan *C. trisperma* R. SchefferC, termasuk keluarga Fagaceae. Tanaman ini tumbuh di bagian barat pulau-pulau pada ketinggian 90 – 1650 mdpl. Tersebar di Semenanjung Malaysia, Sumatra, Kalimantan. Kayunya memiliki berat sedang dan bernilai ekonomis tinggi untuk bangunan rumah, namun menurut Ridley (Heine, 1987), kayu bermutu rendah dan mudah pecah. Informasi akan sifat dasar kayu ini masih sangat terbatas,

padahal untuk tujuan pemanfaatan kayu secara optimal diperlukan informasi sifat dasar kayunya. Pada tulisan ini akan dipaparkan informasi ilmiah tentang sifat dasar kayu Cep-cepan (*Captanopsis costata*).

2. Bahan dan Metode

4.1 Bahan dan alat

Contoh uji kayu diambil dari Desa Ergaji, Kecamatan Merek, Kabupaten Karo, Sumatera Utara. Untuk penelitian anatomi, sampel yang digunakan berupa lempengan dari bagian pangkal, tengah dan ujung. Diameter bagian pangkal 18,3 cm; tengah 13,9 cm dan ujung 14,4 cm. Empulur berbentuk tidak beraturan hingga bulat dengan diameter rata-rata 6,8 mm.

Pengujian dilakukan di Laboratorium Pengolahan Hasil Hutan BPK Aek Nauli dan Laboratorium Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

Peralatan yang digunakan antara lain gergaji potong dan belah, timbangan, oven, kaliper, pisau mikrotom, cutter, alat foto, vakum tekan, alat pengering, alat kupas kayu lapis, salinometer dan mesin UTM.

4.2 Metode

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder. Pengumpulan data primer dilakukan melalui pengamatan, pengukuran dan pengujian langsung di lapangan dan di laboratorium. Data sekunder diperoleh dari kberbagai kajian literatur dan publikasi lainnya.

2.2.1 Struktur anatomi dan dimensi serat

Untuk penelitian anatomi, sampel yang digunakan berupa lempengan dari bagian pangkal, tengah dan ujung. Diameter bagian pangkal 27,5 cm; tengah 17,9 cm dan ujung 16,3 cm. Empulur berbentuk bulat dengan diameter rata-rata 2,5 mm. Berdasarkan informasi yang diterima, pohon sudah pernah disadap. Prosedur dalam determinasi struktur anatomi kayu mengikuti IAWA List (Wheeler *et al*., 1989), meliputi pembuatan sediaan maserasi dengan metode Tesoro (1989). Pembuatan sediaan mikrotom menggunakan metode Sass (1961). Penetapan dimensi serat dan perhitungan nilai turunnya dilakukan berdasarkan laporan Silitonga *et al.*, (1973) dan Priasukmana dan Silitonga (1972), sedangkan kualitas seratnya ditetapkan dengan mengikuti laporan Nurachman dan Siagian (1976).

2.2.2 Pengujian sifat fisis dan mekanis

Pengujian sifat fisis mengikuti Standar DIN-2135 (Anonim, 1975), meliputi kadar air kayu, berat jenis kayu kering udara serta penyusutan arah radial dan tangensial. Pengujian sifat mekanis meliputi keteguhan lentur statis, keteguhan pukul, keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan tarik, geser, lentur dan belah, keteguhan tegak lurus serat dan kekerasan. Pengujian tersebut dilakukan pada contoh uji dalam keadaan basah dan kering udara dengan menggunakan mesin penguji merk Shimadzu. Untuk pengujian sifat mekanis, menggunakan metode ASTM D 143-95 (ASTM, 1995). Pengambilan pohon, dolok dan contoh uji dilakukan mengikuti standar tersebut di atas. Adapun contoh uji disiapkan masing-masing sebanyak 3 kali ulangan.

2.2.3 Pengujian sifat keawetan dan keterawetan kayu

Pengujian keawetan terhadap serangga dilakukan secara laboratoris menggunakan organisme perusak kayu sebagai berikut:

a. Rayap kayu kering : *Cryptotermes cynocephalus*Light.

b. Rayap tanah : *Coptotermes curvignathus* Holmgen

Sementara Pengujian sifat keterawetan dilakukan dengan metode IUFRO (Smith dan Tamblyn, 1970).

2.2.4 Pengujian sifat kimia

Analisis komponen kimia kayu dilakukan menurut metode standar sebagai berikut:

- Kadar selulosa menurut metode Norman dan Jenkins
- Kadar lignin menurut standar ASTMD 1106-56
- Pentosan menurut standar TAPPI T 223-0S-71
- Kadar abu menurut standar ASTM D 1102-56
- Kadar silika menurut standar TAPPI T 245-OS-70
- Kelarutan dalam alkohol benzena menurut standar ASTM D 1107-56
- Kelarutan dalam air dingin dan panas menurut standar ASTM D 1110-56
- Kelarutan dalan NaOH 1% menurut standar ASTM D 1109-56

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Struktur anatomi dan dimensi serat

3.1.1 Ciri umum

Warna: coklat muda kemerahan; belum/tidak ada perbedaan warna antara kayu teras dan kayu gubal.

Corak: polos, namun pada bagian melintang nampak lingkar tumbuh samar-samar terlihat serta jari-jari tebal berwarna muda yang bersambung.

Tekstur: halus dan tidak rata akibat perbedaan lebar jari-jari.

Arah serat: lurus hingga agak berpadu.

Kilap: mengkilap.

Kesan raba: kesat.

Kekerasan: agak keras.

Bau: tidak ada bau khusus.

3.1.2 Ciri anatomi

Lingkar tumbuh: batas lingkar tumbuh samar atau tidak jelas (ciri 2).

Pori: porositas baur (ciri 5), pengelompokan pembuluh bergabung radial dan diagonal 2; outline pembuluh soliter bersudut (12). Bidang perforasi bentuk sederhana dan bentuk tangga 20-40 palang (ciri 13, 14 dan 17); ceruk antar pembuluh selang-seling hingga berhadapan (ciri 21-22), percerukan antara pembuluh dengan jari-jari adalah berhalaman yang tegas, serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh (ciri 30); diameter

lumen pembuluh 114-229 µm, rata-rata 173,67±23,31 µm (ciri 42); panjang pembuluh 916-2.519 µm, rata-rata 1.665,10±324,75 µm; terdapat trakeida vaskuler dan vaskisentrik(ciri 60); tidak ada tilosis maupun endapan.

Parenkim: parenkim aksial apotrakea tersebar (ciri 76); panjang untai 3-4 hingga 5-8 sel per-untai (ciri 92-93).

Jari-jari: jari-jari dua ukuran yang jelas, yang sempit bertipe uniseriat dan yang lebar 4-10 seri (ciri 96,98 dan 103); tinggi jari-jari > 1 mm (ciri 102); komposisi sel jari-jari seluruhnya sel bujursangkar atau sel tegak, serta sel baring, sel bujur sangkar dan sel tegak bercampur (ciri 105 dan 109).

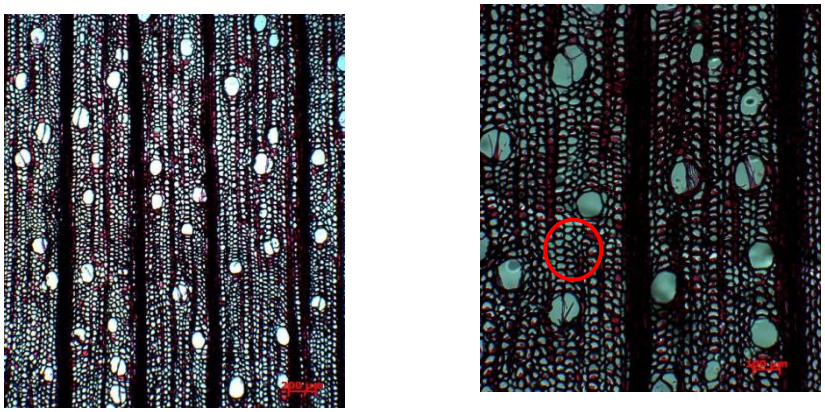
Serabut: serabut bersekat dan serabut tanpa sekat dijumpai (ciri 65-66), serabut memiliki ceruk halaman yang jelas (ciri 62); dinding serabut tipis sampai tebal (ciri 69); tebal dinding serabut 1-5 µm, rata-rata3,16 ± 0,71 µm; diameter sel serabut 40-69 µm, rata-rata 53,58±6,17 µm; diameter lumen serabut 35-62 µm, rata-rata 47,26±5,97 µm; dan panjang serabut1.145-2.347 µm, rata-rata 1.747,80±206,92 µm (ciri 73).

Saluran interseluler: tidak dijumpai.

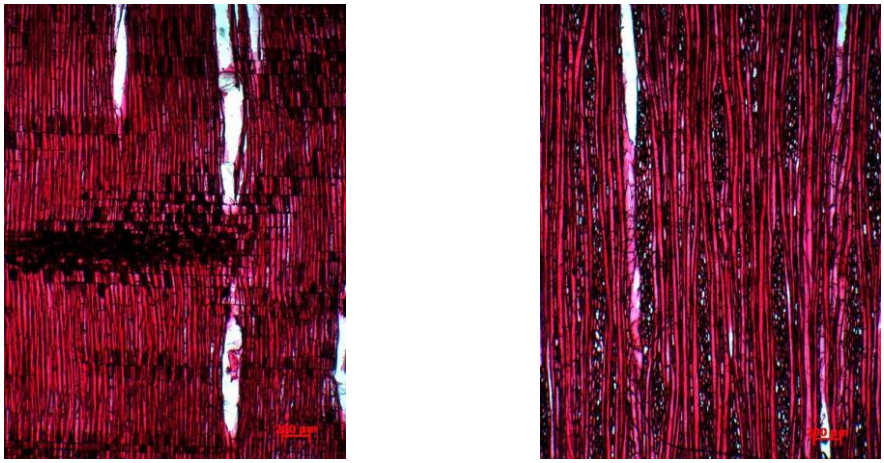
Inklusi mineral: kristal prismatik dijumpai dalam serabut dan parenkim aksial berbilik.

Ciri lain: sel ubin ditemui.

Gambar 1. Penampang longitudinal kayu



Gambar 2. Penampang melintang kayu dengan bidang perforasi bentuk tangga (dalam lingkaran)



Gambar 3. Penampang radial (kiri) dan penampang tangensial (kanan)

Gambar 4. Bidang perforasi bentuk tangga(penampang radial)

Gambar 5. Bidang perforasi bentuk tangga serta percerukan pembuluh selang-seling (penampang radial)

Kayu cep-cepan memiliki dimensi serat dengan panjang 2903.13µ, diameter 53.56µ, diameter lumen 47.26µ, tebal dinding 3.16µ. Sementara itu panjang pembuluh 1665.11µ dan diameter pembuluh 173.67µ.

Untuk nilai turunan serat adalah sebagai berikut: bilangan runkel 0.13, daya tenun 54.16, perbandingan fleksibilitas 0.88, koefisien kekakuan 0.06 dan perbandingan muhlstep 22.20. Dari nilai-nilai ini, kayu kemenyan durame termasuk dalam kelas kualitas I untuk penggunaan sebagai pulp dan kertas.

3.2 Sifat fisik dan mekanik

Hasil penelitian sifat fisis kayu yang meliputi kadar air, berat jenis dan penyusutan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar air, berat jenis dan penyusutan kayu cep-cepan

Bagian pohon	Kadar air,%	Berat jenis	Penyusutan,%	
			Radial	Tangensial
Pangkal	138.38	0.49	11.79	11.33
Tengah	154.75	0.47	10.04	8.58
Ujung	135.96	0.47	13.69	11.08
Rata-rata	143.03	0.48	11.84	10.33

Kadar air basah kayu cep-cepan yang diuji berkisar antara 135.96% - 154.75%. Berat jenis berada pada kisaran 0.47 – 0.49. Adapun penyusutannyayang cukup tinggi mengindikasikan adanya tegangan dalam yang lebih tinggi. Kondisi penyusutan yang lebih besar berpengaruh pada kemungkinan cacat kayu yang lebih besar dalam pengolahannya.

Hasil penelitian sifat mekanis kayu diantaranya keteguhan lentur statik berupa MPL (tegangan pada batas proporsi, MOE (modulus elastisitas) dan MOR (modulus patah) berturut-turut adalah 172.84 kg/cm^2, 33850.68 kg/cm^{2}dan 252.94 kg/cm^2. Sementara itu, keteguhan tekan sejajar serat sebesar 72.18 kg/cm^{2}dan tegak lurus serat sebesar 36.60 kg/cm^2. Nilai keteguhan geser pada bidang radial sebesar 54.98 kg/cm^2 dan tangensial sebesar 57.88 kg/cm^2. Besaran kekerasan kayu pada bagian ujung, sisi radial dan sisi tangensial, berturut turut adalah 186.08 kg/cm^2, 121.99 kg/cm^2, dan 148.53 kg/cm^2. Berdasarkan informasi sifat mekanis tersebut, terlihat bahwa kayu cep-cepan tergolong kelas kuat V. Kayu kelompok ini dapat digunakan dapat digunakan untuk barang kerajinan yang lebih ringan.

3.3 Sifat keawetan dan keterawetan kayu

3.3.1 Sifat keawetan

Hasil pengujian terhadap rayap tanah (*Coptotermes curvignathus*) menunjukkan bahwa persentase pengurangan berat sebesar 13,71%, jumlah rayap yang hidup (natalitas) 85,6%, derajat serangan sebesar 52 sehingga termasuk pada kelas ketahanan IV. Sementara pengujian pada rayap kayu kering (*Cryptotermes cynocephalus*) menunjukkan persentase pengurangan berat sebesar 2,28%, jumlah rayap kayu kering (natalitas) yang hidup sebesar 56,4%, derajat serangan sebesar 70, sehingga tergolong dalam kelas ketahanan I.

3.3.2 Sifat keterawetan

Retensi dan penetrasi bahan pengawet CCB pada kayu cep-cepan berturut-turut adalah 21,91 kg/m^3 dan 100%. Nilai ini menunjukkan bahwa kayu kemenyan durame mempunyai sifat keterawetan mudah (I).

3.4 Pengujian sifat kimia

Hasil analisis komponen kimia kayu kayu disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Komponen kimia kayu cep-cepan

Komponen Kimia	lignin (%)	Pentosan (%)	Selulosa (%)	Kelarutan ekstraksi (%)				Air (%)	Abu (%)	Silika (%)
				Air Dingin	Air Panas	Alkohol benzen	NaOH 1 %			
Nilai	34,10	15,30	52,09	6,33	7,57	1.60	15,01	12,97	1,051	0,143

Kadar selulosa kayu cep-cepan cukup tinggi (52,09%), sehingga jenis kayu ini sangat baik untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan pulp (Anonim, 1980). Kadar ligninnya cukup tinggi cep-cepan (34,10 %). Tingginya kadar lignin akan berpengaruh pada banyaknya pemakaian bahan kimia. Apabila dihubungkan dengan klasifikasi komponen kimia kayu Indonesia untuk kayu daun lebar (Anonim, 1976), maka jenis kayu cep-cepan, jenis kayu termasuk ke dalam kelas tinggi karena kandungan ligninnya ada diantara 18 – 33 %.

Kadar pentosan yang rendah sangat diharapkan dalam pembuatan pulp untuk rayon dan turunan selulosa. Kadar pentosan pada Cep-cepan adalah sebesar 15,30 %. Kandungan pentosan yang tinggi dapat menyebabkan kerapuhan benang rayon yang dihasilkan. Apabila dihubungkan dengan klasifikasi komponen kimia daun lebar Indonesia (Anonim, 1976), maka kayu ini termasuk ke dalam kelas dengan kandungan pentosan rendah. Kadarnya kurang dari 21 % sehingga jenis kayu cukup baik untuk dijadikan sebagai bahan baku untuk pembuatan pulp.

Kelarutan dalam air dingin, air panas, alhohol benzena dan NaOH 1 menunjukkan kelarutan dalam air dingin kayu cep-cepan (6,33%). Komponen yang terlarut dalam air dingin adalah tanin, gum, karbohidrat dan pigmen. Kelarutan dalam air panas pada kayu cep-cepan adalah sebesar 7,57 %. Kayu yang dilarutkan dalam air panas sama dengan pada air dingin tetapi dengan kadar yang terlarut lebih besar. Kelarutan dalam alhokol benzen pada kayu cep-cepan (1,60%). Komponen kimia jenis kayu ini termasuk kelas sedang (Anonim, 1976). Kelarutan dalam NaOH 1 %, pada kayu cep-cepan adalah sebesar 15,01. Kelarutan dalam NaOH 1 % memberikan gambaran adanya kerusakan kayu yang diakibatkan oleh jamur pelapuk atau terdegradasi oleh cahaya, panas dan oksidasi. Kadar abu dan kadar silika tertinggi pada cep-cepan cukup tinggi.

4. Kesimpulan

Kayu cep-cepan mempunyai kualitas serat sebagai bahan baku pulp termasuk kualitas I. Berat jenis kayu ini tergolong kayu berat sedang, sedangkan penyusutannya tinggi. Secara mekanis, kayu cep-cepan tergolong kelas kuat V. Jenis kayu ini hanya sesuai untuk konstruksi ringan, mebel dan barang kerajinan.Jenis kayu ini termasuk kelas awet I untuk

rayap kayu kering, kelas IV untuk rayap tanah, maka dalam penggunaannya perlu diawetkan agar umur pakai kayu dapat lebih panjang. Kayu cep-cepan mempunyai sifat keterawetan mudah (I).

Referensi

Abdurachman, A.J. & S. Karnasudirdja. (1982). *Sifat pemesinan kayu-kayu Indonesia*. Laporan No. 160. Balai Penelitian Hasil Hutan, Bogor.

Anonim.(1974). *Standard method of conducting machining tests of wood and wood-base materials*. Annual Book of ASTM. Philadelpia.

Haygeen, J.G. &J.L. Bowyer. (1985). *Forest products and wood science*. Fourth ed. Ames. The Iowa State University Press. Iowa.

Karnasudirdja, S., K. Sofyan, & R. Kusumodiwiryo. (1974). *Pedoman pengujian sifat fisik dan mekanik kayu.* Publikasi Khusus No. 20. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.

Mandang, Y.I. 1997. *Seri manual : Pedoman identifikasi jenis kayu di lapangan. Prosea Network Office*. Yayasan Prosea. Bogor.

Matawijaya, I. Kartasujana, K.Kadir & S.A. Prawira. (1989). *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Bogor.

Jasni, Damayanti, R., G. Pasaribu,. &S. Wibowo. (2011). *Sifat Dasar Kayu Andalan Sumatera*. Laporan Hasil Penelitian (Tidak diterbitkan). Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

Sass, J. E. (1958). *Botanichal mikroteknique*. 3rd ed. The Iowa State University Press, Ames IOWA. Iowa.

Sanudin, S. Wibowo, G. Pasaribu, C. Ali, Pratiara, A.D. Sunandar, S. Zuhri,& Firman. (2010). *Identifikasi dan Inventarisasi dalam Rangka Penetapan HHBK Unggulan di Wilayah DAS Asahan Barumun*. Laporan Kegiatan. Kerjasama Balai Penelitian Kehutanan Aek Nauli dan BPDAS Asahan Barumun.

Kuat Lentur dan Optimalisasi Harga Komponen Balok Komposit Kayu Sengon dengan Bambu Laminasi

I Wayan Avend Mahawan Sumawa* dan Ida Bagus Gede Putra Budiana

Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar
Puslitbang Permukiman

Abstract

Laminated Bamboo is one of the technological innovations of building materials as an alternative to wood. Petung (*Dendrocalamus asper*) bamboo as the raw materials of laminated bamboo is a plant that can live in all seasons and can grow anywhere with a relatively short period for harvesting. From the research that has been done, laminated bamboo still has obstacles and problems that the selling price of laminated bamboo beams still relatively high when compared with any wood for construction. This research has analyzed the refinement technology of laminated bamboo using composite materials systems with bamboo laminate and sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen) which is timber with low strength class with expectations derived a formulation strength and optimal market price. This research used experimental method to perform flexural strength testing of composite wood, in the laboratory of Structure and Construction Center for Settlement of Bandung. Results showed that the composite in terms of strength and price compared with Sengon and laminatedbamboo is between 40.59 N/mm^2 - 54.51 N/mm^2 at a price per cubic ranges between Rp. 3,400,000 -Rp. 7,800,000. Wood composite of sengon can suppress the price per cubic meter of laminated bamboo in the market up to 71% with no significant reduction in strength. Wood composite optimum with price comparisons and the power is sengon wood with laminated bamboo slats vertical arrangement of 4 layers (2 cm) with a flexural strength of 48.91 N / mm^2, at a price per cubic ranges between Rp. 5,600,000, -.

Keywords: Composites, Innovation,Laminated bamboo, Price optimization.

[a] Korespondensi penulis.Tel.: +081-236-250002.
E-mail: avend_mahaone@yahoo.com

1. Pendahuluan

Kayu sebagai bahan utama konstruksi ketersediaannya sudah semakin sedikit di alam, selain jumlahnya yang terbatas kayu merupakan salah satu material yang sulit diperbaharui secara cepat. Pemanfaatan kayu dengan cara eksploitasi besar-besaran sering tidak diimbangi dengan usaha reboisasi atau peremajaan (Balai PTPT Denpasar, 2013). Sulitnya mendapatkan kayu dengan kualitas baik dan dimensi yang dibutuhkan di pasaran merupakan suatu bukti bahwa bahan alami ini sudah sangat sulit didapatkan.

Bahan alternatif pengganti kayu yang potensinya sangat besar antara lain adalah bambu petung (*Dendrocalamus asper*). Bambu tidak termasuk jenis kayu tetapi memiliki sifat mekanik yang dapat disejajarkan dengan kayu terutama kekuatan lenturnya (elastisitas) dan masuk dalam klasifikasi tanaman cepat tumbuh (*fast gowing species*). Tetapi penampang bambu yang bulat menyerupai pipa dan ditengahnya berongga merupakan salah satu kelemahan pada dimensi jika digunakan pada konstruksi langsung dan penggunaan bambu selama ini masih bersifat sekunder, yaitu sebagai perancah, reng dan furniture (Widjaja, & Dransfield, 1995). Salah satu varian kayu yang masuk dalam klasifikasi *fast gowing species* lainnya adalah kayu Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). Karakteristiknya pada umumya ringan, lunak sampai agak lunak. Kayu terasnya berwarna putih sampai coklat muda pucat atau kuning muda sampai coklat kemerahan. Kerapatan berkisar antara 230 dan 500 kg/m^3 pada kadar air 12-15%, sifat mekanik dan keawetan masuk pada kelas IV-V. Karena kekuatan dan keawetannya yang rendah maka kayu sengon belum dapat dimanfaatkan sebagai bahan konstruksi (Arsina & Kadir, 2009).

Kayu sengon dapat digunakan untuk berbagai keperluan seperti bahan konstruksi ringan (misalnya langit-langit, panel, interior, perabotan dan kabinet),bahan kemasan ringan (misalnya paket, kotak, kotak cerutu dan rokok, peti kayu, peti teh dan pallet), korek api, sepatu kayu, alat musik, mainan dan sebagainya. Kayu sengon juga dapat digunakan untuk bahan baku triplex dan kayu lapis,serta sangat cocok untuk bahan papan partikel danpapan blok. Kayu sengon juga banyak digunakan untuk bahan rayon dan pulp untuk membuat kertas dan mebel (Soerianegara & Lemmens, 1994).

Guna mengatasi keterbatasan yang dimiliki dari masing-masing bahan tersebut digunakan metode Glulam (*Glue Laminated*) adalah susunan beberapa lapis kayu atau bahan sejenis kayu direkatkan satu sama lain secara sempurna tanpa terjadi diskontinuitas. Kelebihan laminasi adalah pengaturan material dapat disesuaikan dengan tegangan yang terjadi, posisi cacat kayu dapat diatur atau dihilangkan, dimensi penampang laminasi tidak tergantung pada diameter kayu. Rekayasa laminasi pemanfaatan bambu petung dan kayu sengon bisa dioptimalkan sebagai material konstruksi. Laminasi bambu petung dan kayu sengon tidak langsung dapat dipakai sebagai bahan bangunan karena perlu dilakukan analisa untuk mengetahui kelayakan laminasi bambu petung dan kayu sengon sebagai konstruksi. Salah satu kajian dalam menganalisis kekuatan laminasi adalah untuk mengetahui kapasitas lenturnya. Kapasitas lentur bahan diharapkan nantinya bermanfaat sebagai salah satu acuan untuk mendesain struktur bangunan.

Kajian lainnya adalah harga jual balok bambu laminasi per meter kubik relatif masih sangat tinggi, jika dibandingkan dengan kayu konstruksi dipasaran,penelitian ini bertujuan untukmenyempurnakan teknologi laminasi antara bambu petung (*Dendrocalamus asper*) dan bahan kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*) yang nantinya diharapkan dapat menekan harga bambu laminasi di pasaran, tanpa mengurangi kekuatannya secara signifikan.

2. Bahan dan Metode

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental untuk mengetahui kuat lentur bahan dengan melakukan pengujian di laboratorium Balai Struktur dan Konstruksi Puslitbang Permukiman Bandung, kemudian dilanjutkan dengan analisa harga bahn per m^3 dengan perbandingan estimasi harga perkubiknya diambil dari harga pada saat pembelian bahan uji.

2.1.Bahan penelitian

Bambu yang digunakan berupa bambu petung(*Dendrocalamusasper*) yang diambil dari hutan rakyat di Kabupaten Bangli-Bali, bambu ini dipilih karenamemiliki dinding batang yang cukup tebal (>10 mm). Dinding batang yang tebal berfungsi untuk menghemat penggunaan bahan perekat di dalam komponen bambu laminasi. Panjang batang bambu yang dapat digunakandalam pembuatan bambu laminasi adalah panjang bambu 8 meter dari pangkal, dalam kondisi yang masih segar. Kayu Sengon yang digunakan diambil dari kebun rakyat di Kabupaten Bangli-Bali, kayu yang dipergunakan berumur ± 4-5 tahun dengan diameter pohon berkisar antara 50-60 cm.

2.2 Variabel penelitian

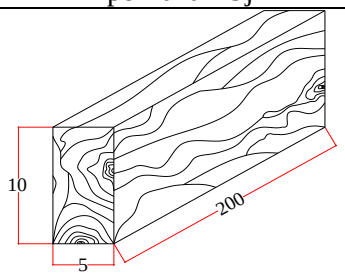
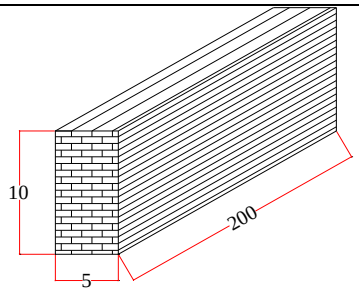
Variabel dalam penelitian ini adalah :

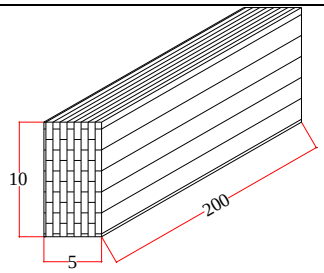
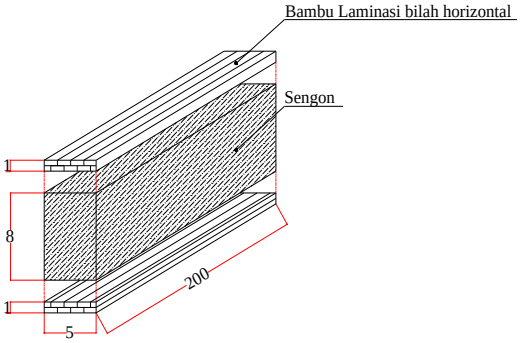
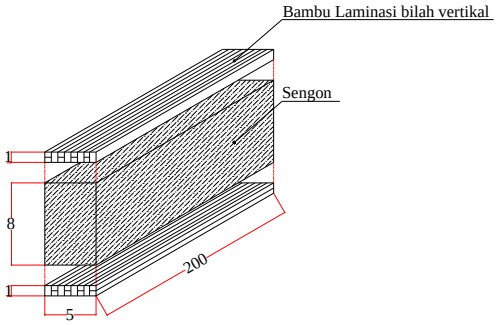
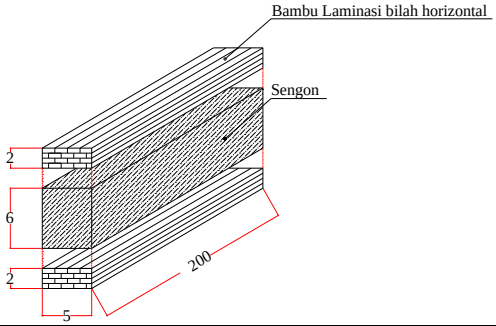
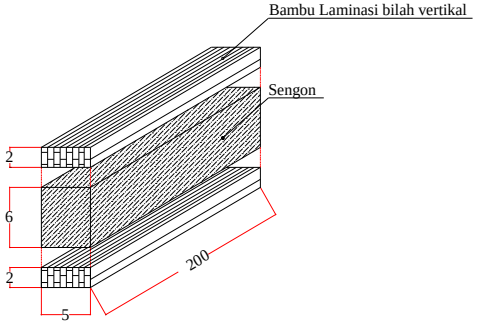
1. Kuat Lentur Kayu dengan beberapa variasi bahan uji
2. Analisis harga dari masing-masing tipe variasi bahan uji

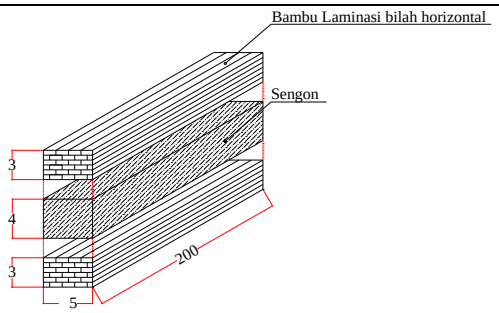
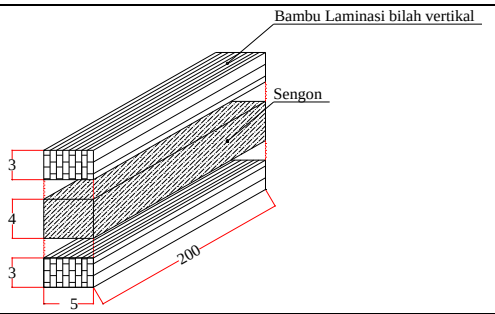
2.3 Benda uji

Benda uji terdiri dari 6 (enam) tipe, diantaranya; satu buah balok bambu laminasi dengan susunan bilah vertikal, satu buah balok bambu laminasi dengan susunan bilah horisontal, satu balok dengan bahan kayu sengon, dan 6 (enam) buah balok dengan bahan kayu sengon yang diperkuat bambu laminasi dengan variasi ketebalan dan susunan bilah yang berbeda dengan masing masing benda uji berjumlah 3 buah dengan lebar 5 cm, tinggi 10 cm dan panjang total 200 cm seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Tipe dan jenis bahan uji

No	Tipe Bahan Uji	Keterangan
1		Kayu Sengon (BENDA UJI A)
2		Bambu Laminasi Susunan Bilah Horizontal (batu bata) - (BENDA UJI B)

3		Bambu Laminasi Susunan Bilah Vertikal (BENDA UJI C)
4		Komposit Sengon Dengan Bambu Laminasi Susunan Bilah Horizontal (BENDA UJI D)
5		Komposit Sengon Dengan Bambu Laminasi Susunan Bilah Vertikal (BENDA UJI E)
6		Komposit Sengon Dengan Bambu Laminasi Susunan Bilah Horizontal (BENDA UJI F)
7		Komposit Sengon Dengan Bambu Laminasi Susunan Bilah Vertikal (BENDA UJI G)

8		Komposit Sengon Dengan Bambu Laminasi Susunan Bilah Horizontal (BENDA UJI H)
9		Komposit Sengon Dengan Bambu Laminasi Susunan Bilah Vertikal (BENDA UJI I)

3. Hasil dan Pembahasan

2.4 Uji lentur

Proses pengujian dilakukan dengan memberikan pembebanan secara konstan pada benda uji sampai dengan benda uji tidak mampu lagi menerima beban sehingga mengakibatkan terjadi retak/patah, proses pembebanan ini selanjutnya diukur oleh tranduser yang kemudian dicatat.Beban terbesar yang mampu dipikul oleh benda uji disebut dengan beban maksimum.Hasil pengujian lentur rata-rata bahan uji ditampilkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai kuat lentur rata-rata benda uji

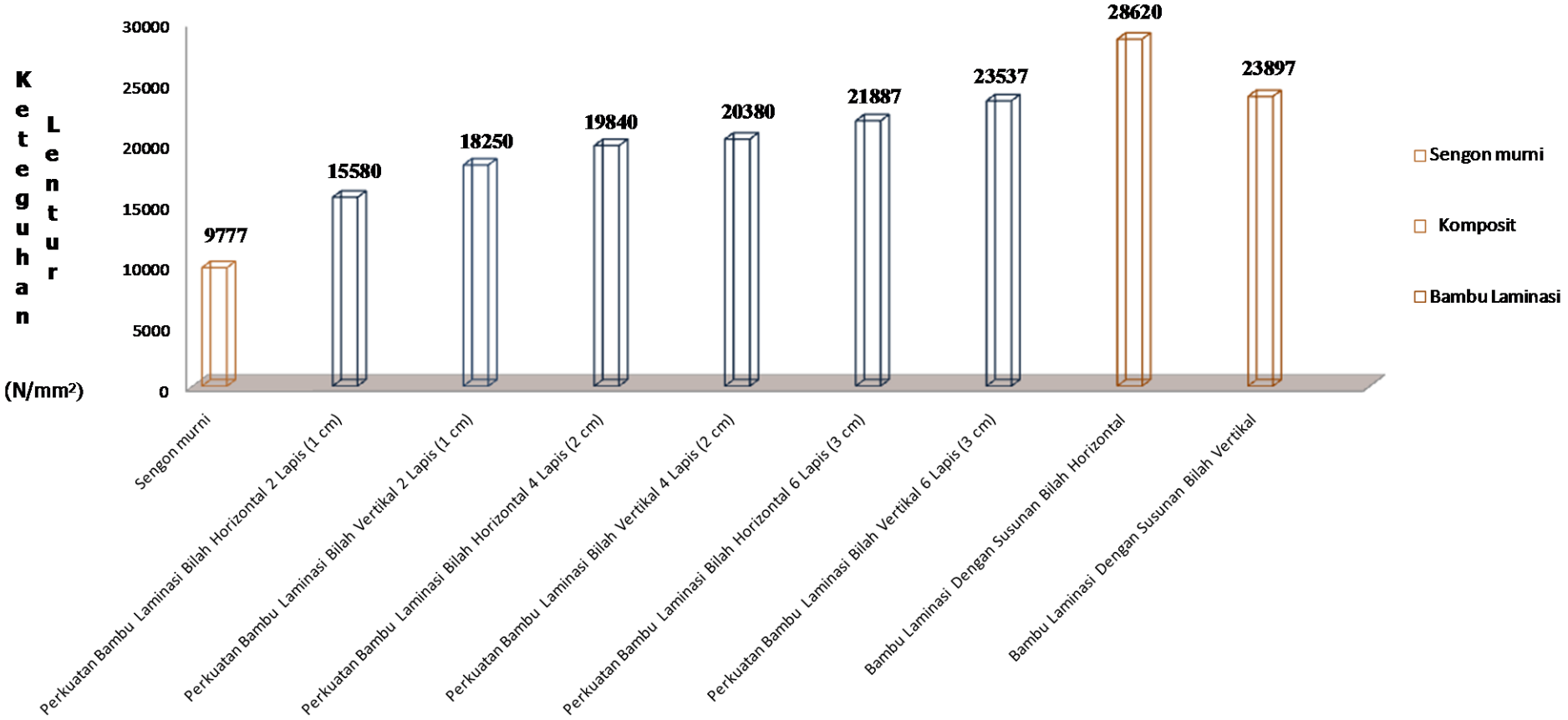
No	Jenis Bahan	Beban Aksial Maksimum Rata – Rata (N)	Kuat Lentur Rata-rata (N/mm^2)
1	Sengon murni	9977	23.94
2	Perkuatan Bambu Laminasi Bilah Horizontal 2 Lapis (1 cm)	15573	37.38
3	Perkuatan Bambu Laminasi Bilah Vertikal 2 Lapis (1 cm)	18250	43.80
4	Perkuatan Bambu Laminasi Bilah Horizontal 4 Lapis (2 cm)	19840	47.62
5	Perkuatan Bambu Laminasi Bilah Vertikal 4 Lapis (2 cm)	20380	48.91
6	Perkuatan Bambu Laminasi Bilah Horizontal 6 Lapis (3 cm)	21887	52.53
7	Perkuatan Bambu Laminasi Bilah Vertikal 6	23537	56.49

8	Bambu Laminasi Dengan Susunan Bilah Horizontal	28620	68.69
9	Bambu Laminasi Dengan Susunan Bilah Vertikal	23897	57.35

Hasil menyatakan bahwa pembeban maksimum yang dapat diterima serta kuat lentur masing-masing beda uji menampilkan tren yang semakin meningkat apabila di urutkan mulai dari kayu sengon, kayu komposit dan bambu laminasi.

2.5 Analisis harga terhadap kekuatan lentur

Analisis ini membandingkan antara kekuatan dan harga di pasaran dari masing masing benda uji sehingga didapatkan harga optimal. Kebutuhan bahan dan harga diambil berdasarkan patokan harga per meter kubik (m^3) di Propinsi Bali dimana harga kayu sengon per meter kubik Rp. 1.200.000,- sedangkan harga bambu laminasi per meter kubiknya adalah Rp. 11.900.000,-. Selengkapnya analisis perbandingan harga dan katan pada masing-masing benda uji akan ditampilkan pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram perbandingan harga dengan kuat lentur komposit kayu sengon dengan bambu laminasi

4. Kesimpulan

Kayu sengon dengan perkuatan bambu laminasi dari segi kekuatan dan harga terletak diantara kayu sengon dan bambu laminasi yaitu antara 40,59 N/mm^2 sampai dengan 54,51 N/mm2 dengan harga per kubik berkisar antara Rp. 3.400.000,- sampai dengan Rp. 7.800.000. Kayu Komposit sengon dengan perkuatan bambu laminasi mampu menekan harga bambu laminasi per meter kubik di pasaran sampai dengan 71% dengan penurunan kekuatan yang tidak signifikan.Kayu Komposit optimum dilihat dari perbandingan harga dan kekuatan adalah kayu komposit sengon dengan bambu laminasi bilah vertikal 4 lapis (2 cm) dengan kuat lentur sebesar 48,91 N/mm^2, dengan harga per kubik berkisar antara Rp. 5.600.000.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Bapak Prof(R).Dr.Ir. Arief Sabaruddin, CES, selaku Kepala Puslitbang Perumahan dan Permukiman, Bapak Kuswara, ST, MA selaku Kepala Balai PTPT Denpasar yang telah memberikan ijin publikasi data kegiatan. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Ibu Prof. Dr. Ir. Anita Firmanti, MT, selaku pembimbing penelitian.

Referensi

Arsina L, & Kadir, K. (2009). Pengaruh Rasio Bambu Petung Dan Kayu Sengon Terhadap Kapasitas Tekan Kolom Laminasi.*Jurnal Teknologi dan Kejuruan, 32*(1), 71-78.

Balai PTPT Denpasar. (2013). *Kegiatan Penelitian Inovasi Bambu Laminasi (Pengembangan Teknologi Komposit Kayu Mutu Rendah Dengan Perkuatan Bambu Laminasi)*. Laporan Akhir. Denpasar, Bali.

E. A. Widjaja, & S.Dransfield (1995). *Plant Resources of South-East Asia No.7 : Bamboos*. PROSEA. Bogor, Indonesia.

Hanum, I.F, & L.J.G.V.D. Maesen (1997). *Plant Resources of South-East Asia No.11 : Auxiliary plants*. PROSEA. Bogor Indonesia.

Martawijaya, A., I.Kartasujana, & Y.I. Mandang, (1989). *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Departemen Kehutanan Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor Indonesia

Soerianegara, I. & R.H.M.J.Lemmens (1994). Plant Resources of South-East Asia 5 no. 227. (1) Timber trees: major commercial timbers. *PROSEA*

Daya Proteksi Kayu Karet dan Tusam yang Diperlakukan dengan Resin dan Insektisida Kimia terhadap Serangan Rayap *Coptotermes curvignathus* (Holm.)

Agus Ismanto,[a],*, dan Ujang W. Darmawan[b]

[a]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan,Bogor, Indonesia*
[b]*Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor, Indonesia*

Abstract

Termite attack still remains as unsolvable problem regards to forest product utilization. Wood and other forest products attacked by termite decreases either quality or durability. The wood of certain tree species naturally exposes durable and resistant performances against termite attack. The woods commonly contain secondary metabolites in high quantity and quality to encounter destroying agent including termite. In other hand, some others are very susceptible to termite attack. They are i.e. pine and rubber wood. This study both woods were treated with pines resin and chemical pesticide. The research aim was to evaluate the durability response of treated wood against termite attack. One thousand termites consisting of 90% worker and 10% soldier caste were used for experiment in laboratory. Experimental design was complete random and data was analyzed with non parametric test (Kruskall-Wallis; α: 0.05). The result showed that protection degree of pines wood against control was not significantly different whereas protection degree of rubber wood was significant different compared to control.

Keywords: Protection degee, Resin, Sipermetrin, Termite

* Korespondensi penulis. Tel.: +628561003636.
E-mail: ismanto_agus@yahoo.com

1. Pendahuluan

Kayu adalah salah satu potensi hutan yang sangat besar. Kayu digunakan untuk bahan baku industri seperti plywood, pertukangan, pulp dan kertas bahkan sebagai sumber energi, eksploitasi secara berlebihan terhadap sumberdaya kayu telah menyebabkan terjadinya kerusakan hutan. Selain disebabkan oleh tuntutan kebutuhan pasar yang tinggi, laju eksploitasi hutan (kayu) juga dipengaruhi oleh daya tahan atau umur pakai kayu yang relatif singkat. Salah satu faktor yang mempengaruhi kualitas dan umur pakai adalah adanya serangan organisme perusak kayu.

Secara umum dan alamiah kayu cukup rentan terhadap serangan organisme perusak kayu. Seperti jamur pelapuk, rayap dan kumbang bubuka kayu. Akibat serangan hama-hama tersebut, umur pakai kayu menjadi lebih rendah. Hal ini kemudian menyebabkan laju eksploitasi hutan untuk mendapatkan kayu juga semakin cepat.

Beberapa jenis kayu yang berasal dari spesies pohon tertentu secara alamiah menunjukkan tingkat keawetan dan ketahanan terhadap serangan rayap. Jenis kayu yang seperti ini biasanya memiliki kandungan senyawa metabolit sekunder di dalam jaringan tanaman untuk menghalau serangan organisme perusak kayu termasuk rayap. Kelompok kayu seperti ini diantaranya adalah bangkirai (*Shorea laevis*) dan merbau (*Intsia palembanica*) (Gace dan Tome, 2005). Selain jenisnya ketahanan kayu terhadap serangan rayap juga dipengaruhi oleh umur kayu (Lukmandaru dan Takahashi, 2008) umur pohon, zat ekstraktif dan kerapatan kayu (Martawijaya, 1996).

Di sisi yang lain kayu karet dan pinus merupakan dua jenis kayu yang cukup rentan serangan hama rayap *C. curvignathus* Holmgen (Lenz *et al.,* 2000). Upaya pengawetan kayu menjadi sangat penting karena selain meningkatkan umur pakai, di sisi yang lain akan menurunkan laju deforestasi akibat eksploitasi hutan sehingga kelestarian hutan semakin terjaga. Penelitian ini bertujuan untuk menjawab pertanyaan apakah kayu karet dan pinus yang telah diperlakukan akan meningkatkan derajat perlindungannya terhadap serangan rayap *C. curvignathus.*

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan alat penelitian

Percobaan dilakukan pada bulan Juli sampai Agustus 2014. Alat dan bahan yang digunakan adalah kolonirayap *C. curvignathus,* contoh uji kayu berukuran 1 cm x 1 cm x2 cm,resin, akuades, pestisida kimia berbahan aktif sipermetrin 50 g/l, terpentin teknis dan ember plastik. Resin diperoleh dari tegakan *Pinus merkusii* di BKPH Cikawung, KPH Sukabumi, Perum Perhutani Divisi Regional 3 Jawa Barat dan Banten.

2.2 Metode

Rancangan percobaan adalah rancangan acak lengkap. Adapun perlakuan yang digunakan adalah jenis kayu karet dan pinus yang direndam dalam larutan perlakuan selama 24 jam. perlakuan yang digunakan adalah resin 5%, 10%, 15%, 20%, perlakuan resin dan sipermetrin 5%, 10%, 15%, 20%, sipermetrin 5% dan kontrol (tanpa perlakuan).Unit pengamatan adalah contoh uji kayu dengan 5 replikasi. Resin diencerkan dengan pelarut terpentin teknis sesuai dengan konsentrasi. Sedangkan perlakuan sipermetrin diencerkan dengan pelarut akuades.

Sejumlah seribu ekor rayap *Coptotermes curvignathus* yang terdiri dari 90% rayap pekerja dan 10% rayap prajurit digunakan dalam penelitian laboratorium. Kayu contoh uji kemudian disusun secara acak di atas hamparan kotak kaca ukuran 30 cm x 40 cm, kemudian koloni rayap dimasukkan ke dalamnya. Pengamatan kemudian dilakukan pada hari ke 30 setelah perlakuan. Data yang diambil adalah derajat perlindungan kayu yang diamati secara visual sesuai dengan Tabel 1. Data tersebut kemudian dianalisa menggunakan uji statistik non parametrik (Kruskall-Wallis; α: 0,05).

Tabel 1. Derajat perlindungan kayu

Kondisi kayu	Derajat perlindungan
Utuh, tidak ada serangan	10
Ada bekas gigitan rayap	9
Serangan ringan berupa saluran yang tidak dalam dan lebar	7
Serangan berat, berupa saluran yang dalam dan lebar	4
Kayu hancur	0

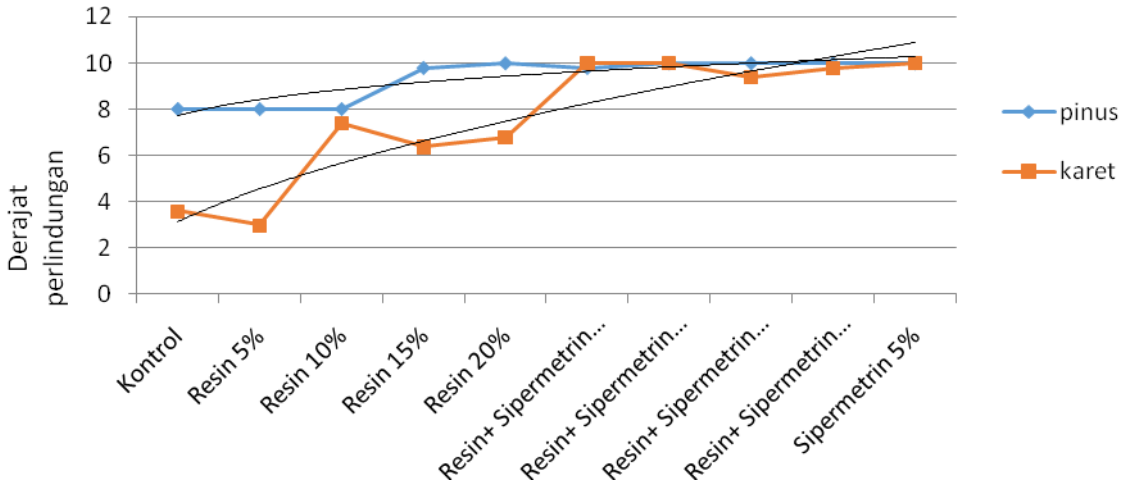
3. Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis (Tabel 2) menunjukkan bahwa perlakuan terhadap kayu pinus tidak mempengaruhi derajat perlindungan kayu tersebut terhadap serangan rayap. Besarnya derajat perlindungan kayu pinus terhadap rayap secara alami (kontrol/tanpa perlakuan) memang lebih rendah jika dibandingkan dengan perlakuan lain. Namun demikian angka ini secara statistik tidak berbeda secara nyata

Kondisi yang sebaliknya terjadi pada perlakuan pada kayu karet. Perlakuan pada kayu karet telah menyebabkan berubahnya derajat perlindungan kayu tersebut terhadap serangan rayap. Perlakuan telah meningkatkan derajat perlindungan kayu dibandingkan kontrol. Namun pada perlakuan kayu karet menggunakan resin 5%, nilai ini justru semakin menurun dibandingkan dengan kontrol. Hal ini dimungkinkan karena beberapa hal. Pengamatan derajat serangan bersifat subjektif (kualitatif) oleh pengramat dan tidak terukur dengan pasti. Pada konsentrasi tertentu dan selama perlakuan tersebut, mungkin senyawa resin dapat berperan sebaliknya; sebagai atraktan dan memicu aktivitas makan atau merubah struktur contoh uji sehingga lebih disukai rayap (Rowell *et al.*, 1987)

Tabel 2. Hasil uji rata-rata peringkat berdasar uji Kruskal-Wallis (α:0,05)

Perlakuan	Mean Rank	
	Pinus	Karet
Resin 5%	23.5	8.5
Resin 10%	23.5	22.1
Resin 15%	24.4	17.7
Resin 20%	29	23.9
Kontrol	14.2	12.3
Resin + Sipermetrin 5%	24.4	35.5
Resin + Sipermetrin 10%	29	35.5
Resin + Sipermetrin 15%	29	31.7
Resin + Sipermetrin 20%	29	32.3
Sipermetrin 5%	29	35.5
derajat bebas	9	9
Asymp. Sig.	.167	.001



Gambar 1.Derajat Perlindungan kayu terhadap serangan rayap *C.curvignathus*

Peningkatan konsentrasi yang digunakan dalam perlakuan pada kayu pinus maupun kayu karet berkorelasi secara positif terhadap derajat perlindungan kayu. Semakin tinggi konsentrasi perlakuan maka derajat perlindungan juga semakin meningkat (Gambar 1).Pengaruh resin sebagai material untuk meningkatkan kualitas material kayu telah banyak dilakukan khusunya melalui teknik impregnasi. Tidak hanya pada kayu, resin juga dapat digunakan sebagai bahan untuk meningkatkan kualitas material seperti batang kelapa sawit sehingga dapat digunakan untuk tujuan yang lebih luas seperti furniture dan material bangunan (Dungani *et al.,* 2013).

Resin pinus dihasilkan oleh tanaman pinus yang berupa eksudat. Komponen utamanya adalah *α-pinene,* Δ*-3 carene dan β-pinene* (Wiyono *et al.*,2006). Senyawa *α-pinene* adalah salah satu senyawa yang dapat berperan sebagai penolak serangga (Nerio *et al.,* 2010). Dalam beberapa penelitian, resin tidak efektif mengendalikan serangan rayap. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nunes dan Nobre (2004), kemampuna resin dan turunannya sangat beragram. Beberapa turunann resin seperti resin, resinate, resinol, asam dehidroabietik dan trans-deisopropildehidroabietanol sangat lemah dalam mengendalikan serangan rayap. Sedangkan turunan lainnya seperti dehidroabietanol dan cis-deisopropildehidroabietanol hanya efektif pada rayap pada konsentrasi tinggi dan campuran cis-/trans-deisopropildehidroabietanol menunjukkan kemampuan sebagai anti rayap yang cukup potensial. Jenis resin lain yang berasal dari tanaman *Parthenium argentatum* juga tidak efektif menolak perilaku makan rayap *Coptotermes* sp.dan *Heterotermes* sp. Penelitian tersebut juga menyampaikan bahwa mortalitas yang terjadi pada rayap *Reticulitermes flavipes* bukan disebabkan oleh pengaruh resin saja tetapi lebih disebabkan karena kombinasi kelaparan dan stress akibat konsentrasi volatile dari resin tersebut (Bultman *et al.,* 1989).

Sipermetrin merupakan bahan kimia yang tergolong dalam kelompok piretroid. Jenis pestisida ini bekerja dengan cara mengganggu sistem saraf periferal yang kemudian menyebabkan kematian pada serangga target (Palmquist *et al.,* 2012).

4. Kesimpulan

Penggunaan perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini tidak efektif meningkatkan derajat perlindungan kayu pinus alami terhadap serangan rayap *C. curvignathus.* Adapun pada kayu karet derajat perlindungan kayu dapat ditingkatkan melalui perlakuan.

Referensi

Bultman, J. D., R. L.Gilbertson, T. L. Amburgey, & C.A. Bailey. (1989). Guayule Resin as a Protectant for Wood Against Attack by Various Marine and Terrestrial Wood-Destroying Organisms dalam O'Rear, C. E & G.C. Llewellyn (eds.).*Biodeterioration Research 2*, 527-532.

Dungani, R., M.J awaid, , Khalil, H. P. S. A., Jasni, Aprilia, S., Hakeem, K. R., Hartati, & S.,Islam, M. N. (2013). A Review on Quality Enhancement of Oil Palm Trunk Waste by Resin Impregnation: Future Materials. *BioResources, 8*(2), 3136-3156.

Gace, J. K. & Tome, C. H. M. (2005). Resistance of the Indonesian woods bangkirai (*Shorea laevis*) and merbau (*Intsia palembanica*) to Formosan subterranean termite attack. *Sociobiology*, 45(2), 503-509.

Lenz, M., A. S.Bylehn, V. R. Lewis, M. Haverty, & B. L. Thorne. (eds). (2000). *Finding alternatives to persistent organic pollutants (POPS) for termite management*. United Nations Environment Programme.

Lukmandaru, G. & K.Takahashi, (2008). Variation in the natural termite resistance of teak (*Tectona gandis* Linn. fil.) wood as a function of tree age. *Annals of Forest Science,*65(7), 708, 1-8.

Martawijaya, A. (1996). Keawetan kayu dan faktor yang mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor

Nerio, L. S., J.Olivero-Verbel, & E.Stashenko (2010). Repellent activity of essential oils: a review. *Bioresource Technology 101*(1), 372–378.

Nunes, L. & T.Nobre, (2004). Toxicity of pine resin derivativesto subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Management of Environmental Quality 15*(5), 521-528.

Palmquist, K., K.Salatas, & A.Fairbrother, (2012). *Pyrethroid Insecticides: Use, Environmental Fate, and Ecotoxicology* dalam Perveen, F (Ed.), Insecticides - Advances in Integated Pest Management. InTech. Rijeka.

Ranjini, G., E. Selvakumari, & V.Gopal (2013). Perception of natural antiflirial drug. *International Research Journal of Pharmacy* 4(1), 27-30.

Rowell, R. M., G. R.Esenther, D.D.Nicholas, , & T.Nilsson, (1987). Biological resistance of southern pine and aspen flakeboards made from acetylated flakes. *Journal of Wood Chemistry and Technology, 7*(3), 427-440.

Wiyono, B., Tachibana, S., & Tinambunan, D. (2006). Chemical composition of Indonesian *Pinus merkusii* Turpentine oils, gum oleoresin and rosins from Sumatera and Java. *Pakistan Journal of Biological Sciences 1*, 7-14.

Modul Konstruksi Dinding Bambu Plester sebagai Panel Akustik

James Rilatupa*

Jurusan Arsitektur, Universitas Kristen Indonesia
Kampus UKI, Mayjen Sutoyo, Cawang, Jakarta

Abstract

In this research, bamboo construction has been made into module of plaster-bamboo panel (bamboo are given plastering cement). The testing was done in the material of plaster-bamboo panel and its size of 69 x 69 cm^2 with thick 5 cm. The frequency was set 125 Hz up to 4000 Hz, with 4 replications (on the different point for each replication). The result showed that the noise reduction (NR) value between 0.22 dB until 0.29 dB. Meanwhile, transmission loss (TL) ranged between 14 dB until 23 dB. This research proved that module of plaster-bamboo panel can be considered as one of acoustic panel to the interior and exterior building at regions with noise up to 65 dB. `

Keywords: Acoustic panel, Noise, Wall construction.

* Korespondensi penulis. Tel.: +081-586-658664
E-mail: jrilatupa@gmail.com

1. Pendahuluan

Pemanfaatan bambu di Indonesia saat ini pada umumnya untuk mebel, barang kerajinan, sumpit, dan konstruksi ringan. Untuk bahan konstruksi, bambu digunakan secara utuh dalam bentuk bulat dengan sistem sambungan konvensional (pasak dan ijuk) tetapi sekarang bambu diolah terlebih dahulu menjadi bahan jadi seperti, panel bambu, balok bambu, bambu lapis, dan sebagainya (Fitrianita, 2012). Karakteristik bambu yang memiliki kelenturan dan gaya tarik yang bagus menjadikan daya dukung potensial jika digabung dengan beton atau plester yng memiliki kekakuan yang baik. Kebutuhan dinding untuk jangka waktu yang lama juga sangat dibutuhkan. Gabungan bambu sebagai bahan yang mudah dibarukan dengan plester mampu mengisi kebutuhan dinding pada setiap pembangunan gedung, sehingga penelitian tentang bambu plester harus terus dikembangkan secara fungsional.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan adalah bambu bebas dengan panjang bambu 8 – 9 m yang tersedia di alam. Bambu tersebut harus memiliki ketebalan dinding minimal 1cm (ukuran bersih) dan diperdagangkan secara bebas. Sementara itu, semen yang dipilih adalah semen yang paling

sering digunakan dalam pembangunan (plester); serta mudah didapat oleh masyarakat. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah, alat uji mekanis (*Universal Testing Machine)*, sarung tangan, ember, masker, *rotary blender*, *spray gun*, paku, palu, *jigsaw*, *handgider (slave)*, *table circular saw*, kawat pengikat tulangan beton,tang (kakak tuak), sendok sekop, meteran, kayu lapis, dan alat tulis.

2.2. Metode penelitian

2.2.1. Proses pembuatan bambu plester (material uji)

Bambu-bambu dipotong menjadi ukuran 69 cm, dan kemudian dibelah empat untuk mendapatkan lebar 2 cm. Selanjutnya belahan bambu disusun dan dirangkai sepanjang 69 cm. Belahan bambu harus diikat dengan menggunakan kawat, dilakukan dengan seperti menjahit sepatu yang dimasukan pada setiap sela antara dua bambu. Pekerjaan plesteran dilakukan dengan ketebalan 1,5cm. Pada pekerjaan pengecoran dan plester belum kering, diletakkan bambu belah yang telah diikat. Secara terus menerus ditimpakan plesteran diatas bambu belah (tebal 1,5 cm), sehingga total ketebalan 5 cm. Pembuatan material uji dalam penelitian ini berukuran 69 x 69 cm^2.

2.2.2. Proses pengujian

Material uji (bambu plester) diletakkan diantara dua ruang yang telah didesain sesuai kebutuhan pengujian material, yaitu dipasang pada lobang dinding di antara ruang sumber bunyi dan ruang penerima bunyi yang mana sifat akustik kedua ruang tersebut sama. Dalam program penelitian ini waktu yang digunakan untuk pendeteksian selama 30 detik dengan frekwensi pencatatan 1x per detik, sehingga menghasilkan data sebanyak 30 kali. Sementara frekwensi yang direkam atau dilacak terdapat 16 range, dari frekwensi 125 Hz sampai dengan frekwensi 4000 Hz.

2.2.3. Analisis data

Analisis data untuk sifat akustik material uji berupa *noise reduction* (reduksi bunyi), koefisien absorbsi suara, *transmission loss* (rugi transmisi) dan *sound transmission class* (STC). STC menggunakan analisis deskriptif, yaitu membandingkan *transmission loss* dan *sound transmission class* (STC) untuk setiap faktor berdasarkan skala frekuensi yang digunakan, yaitu 125 – 4000 Hz.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Reduksi bunyi dan rugi transmisi

Hasil penelitian menunjukkan reduksi bunyi (NR) panel akustik bambu plester adalah 20,47 – 28,28 dB; dengan NR terendah pada frekwensi 160 Hz dan NR tertinggi pada frekwensi 4000 Hz. Hasil tersebut menjelaskan bahwa panel akustik bambu plester dapat mereduksi kebisingan bunyi antara 20 – 29 dB, Sementara itu, frekwensi 500 Hz digunakan sebagai rata-rata acuan untuk menentukan indek reduksi suara (NRI) suatu obyek yang akan digunakan untuk menahan kebisingan bunyi (Long, 2014). Bila dilihat dari data NR yang diperoleh dari penelitian ini, maka NRI dari panel akustik bambu plester adalah 26 dB.

Rugi transmisi atau *transmission loss* (TL) adalah daya media untuk menghambat bunyi dan berbeda pada setiap frekuensinya, yang diukur dengan dB (Satwiko, 2004). Rugi transmisi berbeda untuk setiap frekwensi. Material yang memiliki pori-pori dapat mengurangi TL hingga 15 dB. Sementara itu, hasil penelitian menunjukkan TL panel akustik bambu plester antara 14,85 – 22,65 dB; dengan TL terendah pada frekwensi 160 Hz dan tertinggi pada frekwensi 4000 Hz. Rugi transmisi ini menunjukkan kemampuan material untuk mengurangi terjadinya transmisi atau merambatnya gelombang suara ke balik material karena diserap oleh material tersebut. Hal ini juga menjelaskan bahwa kemampuan panel akustik bambu plester unuk mengurangi terjadinya perambatan suara balik berkisar antara 14 – 23 dB.

3.2. Koefisien absorbsi dan waktu dengung

Koefisien absorbsi adalah kemampuan suatu bahan untuk meredam bunyi yang datang, dihitung dalam persen, atau pecahan. Koefisien absorbsi adalah suatu ukuran penyerapan daya per satuan luas dari suatu permukaan. Perhitungan koefisien absorbsi ditentukan oleh waktu dengung (*reverbration time*) dari material diuji. Hasil penelitian menunjukkan koefisien absorbsi panel akustik bambu semen adalah 0,21 – 0,28; dengan koefisien absorbsi terendah pada frekwensi 1600 Hz dan yang tertinggi pada frekwensi 4000 Hz. Adanya perbedan frekwensi kurang berpengaruh terhadap koefisien absorbsi panel akustik bambu plester ini. Sementara itu, NRC (*noise reduction coefficient*) adalah koefisien serapan suatu material yang diambil rata-rata dari frekwensi 250 – 2000 Hz (Long, 2014). Dengan demikian, NRC panel akustik bambu plester adalah 0,23.

Koefisien absorbsi menentukan tingkat penyerapan suatu material. Meskipun karakteristik material tidak berubah, koefisien absorbsi suatu material dapat berubah, menyesuaikan dengan frekuensi bunyi yang datang (Bpanelcom, 2009). Sementara itu, absorbsi atau penyerapan oleh pembatas ruangan sangat bermanfaat untuk mengurangi tingkat kekuatan bunyi yang terjadi, dan sekaligus bermanfaat untuk mengontrol waktu dengung (*reverberation time*). Waktu dengung yang diperoleh dari hasil penelitian ini adalah antara 6,6 – 8,8 detik. Sama halnya dengan koefisien absorbsi, waktu dengung terendah pada frekwensi 1600 Hz dan tertinggi pada frekwensi 4000 Hz.

3.3. Sound Transmission Class (STC)

Untuk memudahkan dalam menentukan besamya penyekatan suara maka didefinisikan suatu besaran angka tunggal *Sound Transmission Class* (STC) yang dilakukan dari pengukuran TL dengan filter 1/3 oktaf pada rentang frekuensi 125 ~ 4000 Hz (Long, 2014). Nilai STC ditetapkan berdasarkan baku mutu yang dikeluarkan oleh *American Society for Testing and Materials* (ASTM, 2004). Dalam menentukan harga STC dari suatu bahan, grafik hasil pengukuran TL dibandingkan dengan kurva-kurva STC standar, kemudian dicari kurva STC yang terdekat.

STC suatu material adalah kemampuan material dalam meredam bunyi (*sound proof*) ketika digunakan sebagai konstruksi. Nilai STC ini diukur tanpa satuan dari 0 sampai 100. Semakin tinggi nilai STC, semakin baik kemampuannya untuk meredam bunyi (Everest dan Pohlmann, 2015). Dari hasil penelitian pengujian, diperoleh STC panel akustik bambu plester l ini adalah STC-19, dengan total selisih TL terhadap STC-19 adalah -31,2.

4. Kesimpulan

Panel akustik bambu plester dapat mereduksi bunyi dari 20 dB hingga 29 dB. Sementara itu indek reduksi suara (NRI) dari panel akustik bambu plester adalah 26 dB yang menunjukkan kemampuannya dalam menahan kebisingan bunyi hingga 26 dB. Kemampuan panel bambu akustik untuk mengurangi terjadinya transmisi atau merambatnya gelombang suara ke balik material karena diserap oleh panel akustik ini adalah 14 dB hingga 23 dB. Koefisien absorbsi panel akustik bambu plester adalah 0,21 hingga 0,28; dengan *noise reduction criteria* (NRC) adalah 0,23. STC panel akustik bambu semen adalah STC-19, dimana nilai STC ini menunjukkan kemampuan panel akustik ini dalam meredam bunyi (*sound proof*) ketika digunakan sebagai konstruksi.

Referensi

[ASTM] American Society for Testing and Materials. (2004). ASTM E 413. *Classification for Rating Sound Insulation*. USA: American Society for Testing and Materials.

Bpanelcom. (2009). *Dasar – dasar Perhitungan Insulasi Thermal dan Akustik pada Bangunan.* Diunduh dari http://www.b-panel.com/report-200901-dasar_perhitungan_insulasi_thermal_dan_akustik_pada_bangunan.php? lang=id [20 Juli 2015].

Everest, A. & K. C. Pohlmann (2015) *Master Handbook of Acoustics*. McGaw-Hill Education. New York. USA

Fitrianita A. (2012). *Morfologi Tanaman Bambu* (*Bambusa, sp*). Diunduh dari http://aboealkhair.blogspot.com/2012/ 05/bambu.html [17 Juli 2015].

Long, M. (2014). *Architectural Acoustics.* Academic Press Publication. Oxford, UK.

Karakteristik Kayu Jabon Terpadatkan dengan Praperlakuan Pengukusan

Yusup Amin,[a],*, Teguh Darmawan[a] dan Imam Wahyudi[b]

[a] *Pusat Penelitian Biomaterial – LIPI, Jl. Raya Bogor Km 46, Cibinong 16911*
[b] *Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Kampus Dramaga Bogor*

Abstract

The basic principle of compression wood manufacturing can be divided into three stages, i.e: (1) softening; (2) deformation; and (3) fixation. Wood must be in soft conditions, and then will go through deformation stage during compression. Pretreatment by steaming (steam method) is expected to help the process of softening and deformation of wood, as well as to improve the characteristics product of compression wood. The size of Jabon wood (*Anthocephalus cadamba)* of 10 (L) x 5 (T) x 2(R) were felted by hot press with 170°C temperature in the radial direction (R) with a target compression 50% of the initial thickness. The results showed that the density of the compression wood increased from 59.5% to 86.5% of the initial density. However, the compression woods has yet been reach a permanent fixation, because the value of Recovery of Set (RS) was still fairly high i.e 57.44% (60 min), 66.16% (120 min); and 74.56% (control).

Keywords: Compression wood, Jabon wood, Steaming, Fixation, Recovery of set

* Korespondensi penulis. Tel.: 0813 1940 2320
E-mail: yusup_amin@yahoo.com; yusup.amin@lipi.go.id

1. Pendahuluan

Beragramnya jenis kayu berpengaruh terhadap perbedaan pada kualitas yang diperoleh dari kayu tersebut. Namun demikian, pada dasarnya sifat dan kualitas kayu tidak hanya tergantung pada jenisnya saja, melainkan juga pada perlakuan yang diberikan (Amin, 2003). Berbagai upaya untuk meningkatkan kualitas kayu dan efisiensi pemanfaatannya telah banyak dilakukan, antara lain dengan cara peningkatan sifat fisik-mekanik kayu. Menurut Sulistyono (2001), salah satu cara yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas kayu adalah melalui teknik pengepresan (*wood densifying by compression*). Teknik densifikasi kayu merupakan teknik pengempaan/pengepresan kayu utuh (solid) yang bertujuan untuk meningkatkan kualitas kayu (kerapatan, kekerasan dan kekuatan). Pemadatan kayu dengan cara pengempaan (*compression*) dapat memodifikasi sifat-sifat kayu dibawah kondisi tanpa merusak struktur sel kayu (Stamm, 1964). Teknik ini dapat diterapkan pada jenis-jenis kayu cepat tumbuh yang pada umumnya berkualitas rendah (BJ rendah) melalui peningkatan kerapatannya.

Prinsip dasar proses pembuatan kayu kompresi dapat dibagi menjadi 3 tahap, yaitu: (1) pelunakan (*softening*); (2) deformasi (*deformation*); dan (3) fiksasi (*fixation*). Pemadatan kayu dipengaruhi oleh plastisitas kayu, sehingga proses plastisisasi dan pemadatan yang sesuai akan menghasilkan produk kayu kompresi yang berkualitas baik. Plastisisasi merupakan perubahan karakteristik kayu sehingga menjadi lebih lunak dan lebih mudah dibentuk (dipadatkan atau dilengkungkan) dengan energi yang lebih rendah serta tingkat kerusakan yang relatif kecil (Bodig dan Jayne, 1982 *dalam* Sulistyono, 2001). Proses plastisisasi kayu dapat dilakukan dengan teknik pelunakan sebelum kayu dikempa melalui perlakuan pendahuluan (*pretreatment*), ataupun pada saat proses pengempaan. Kayu harus mengalami pelunakan terlebih dahulu, dan selanjutnya akan mengalami tahap deformasi pada saat pengepresan. Proses pelunakan dapat dilakukan secara fisik maupun kimia. Secara fisik, pelunakan kayu dapat dilakukan dengan cara perendaman dalam air dingin atau panas, perebusan, pengukusan, ataupun melalui pemanasan dalam oven/radiasi gelombang mikro (*microwave*). Secara kimia, proses pelunakan dapat dilakukan dengan cara perendaman menggunakan bahan kimia tertentu seperti NaOH

Pengukusan merupakan proses pemberian uap panas pada susu tertentu. Standard American Wood Preserver Associaton *dalam* Barnes (1985) menyarankan agar pemberian suhu pada proses pengukusan tidak lebih dari 6 jam. Lamanya pengukusan yang cocok untuk berbagai ukuran dan jenis kayu sampai saat ini belum pernah ditetapkan, tetapi proses pengukusan yang berlebihan harus dihindari karena dapat marusak struktur kayu. Sulistyono (2001), proses plastisisasi dengan cara pemberian panas pada kayu agathis dapat dicapai pada suhu diatas 120ºC. Pada kayu jabon, karena merupakan kayu berkerapatan rendah maka praperlakuan pengukusan diatas air mendidih (suhu ± 90~100 ºC) diduga cukup untuk menyebabkan kayu menjadi lunak (plastis), sehingga mempermudah proses pengempaan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh praperlakuan pengukusan pada proses pemadatan kayu jabon terhadap karakteristik produk kayu kompresi yang dihasilkan.

2. Bahan dan Metode

Bahan baku yang digunakan pada penelitian ini adalah kayu jabon (*Anthocephalus cadamba*) yang berasal dari hutan rakyat di kawasan Cianjur, Jawa Barat. Persiapan contoh uji dilakukan dengan membuat potongan kayu (papan tangensial) berukuran 10 cm (L) x 5 cm (T) x 2 cm (R). Sampel kecil ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm dipersiapkan masing-masing untuk pengujian *stress-strain*, pengukuran kadar air dan kerapatan kayu sebelum dipadatkan. Pengukuran kadar air (KA) dan kerapatan kayu dilakukan dengan metode gavimetri.

Sebelum dilakukan pengepresan, contoh uji dikeringkan di dalam oven selama 24 jam pada suhu 103±2°C dan diukur dimensi tebal-nya (To). Kemudian contoh uji tersebut dibagi menjadi kelompok perlakuan, yaitu kelompok kontrol tanpa pengkusan (C), pengukusan 60 menit (S60), dan kelompok pengukusan 120 menit (S120). Pengukusan dilakukan menggunakan panci berisi air mendidih (T: ± 90~100°C) selama 60 menit dan 120 menit. Masing-masing kelompok perlakuan dilakukan sebanyak 3 ulangan. Pengepresan dilakukan pada arah radial (R) menggunakan alat *hot press* (T: 170 ºC; t: 3 menit) dengan target pemadatan 50% dari ketebalan awal.

Kayu yang telah dipres/dikempa selanjutnya dikeringkan dalam oven selama 24 jam pada suhu 103±2°C dan diukur dimensi tebalnya (Tc). Kemudian dilakukan pengujian pemulihan tebal dengan cara merendam di dalam air pada suhu ruang selama 24 jam, dan dilanjutkan dengan perebusan dalam air mendidih selama 30 menit. Kayu yang telah direbus dikeringkan lagi dalam oven (103±2°C; 24 jam) kemudian diukur kembali tebal setelah recovery (Tr). Besarnya pemulihan tebal *'recovery of set'* (RS) diukur dengan persamaan:

$$RS = [(Tr - Tc) / (To - Tc)] \times 100\% \quad (1)$$

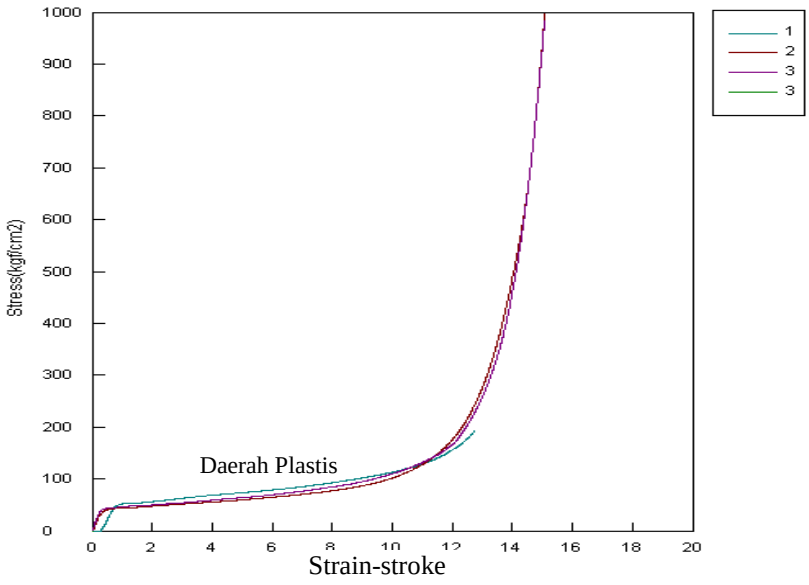
Untuk mengetahui perubahan struktur anatomi kayu jabon setelah proses pemadatan, maka dilakukan pengamatan terhadap hasil foto mikroskop dengan perbesaran 10 kali.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kerapatan dan Recovery of Set (RS) kayu jabon terpadatkan

Salah satu tujuan pemadatan kayu adalah meningkatkan kerapatan kayu tersebut. Karakteristik dan sifat awal kayu sebelum dipadatkan sangat berpengaruh terhadap pertimbangan pemilihan perlakuan yang akan diterapkan dalam proses pemadatan kayu, misalnya pertimbangan mengenai target pemadatan dan perlakuan pendahuluan. Kayu dengan BJ/kerapatan rendah (<0,4) umumnya lebih mudah dipadatkan daripada kayu dengan BJ lebih tinggi.

Selain berdasarkan pertimbangan Bj kayu awal, target pemadatan yang akan diterapkan pada suatu jenis kayu didasarkan pula pada karakteristik kurva *strees-strain* dari kayu tersebut. Kurva *stress-strain* merupakan diagram atau kurva yang menunjukkan seberapa besar deformasi/regangan (*strain/stroke*) yang terjadi pada suatu material (benda) akibat beban gaya (*stress*) yang bekerja pada benda tersebut.



Gambar 1. Kurva *stress-strain* kayu jabon

Berdasarkan hasil pengujian *stress-strain* terhadap sampel kayu jabon pada kondisi kering udara (Gambar 1), dapat diketahui bahwa daerah plastis kayu jabon berkisar pada *strain/stroke* 0,8-11 mm, yang artinya pembebanan sampai terjadi deformasi/*stroke* 11 mm dari ketebalan 20 mm (tebal awal kayu) belum menyebabkan kayu tersebut mengalami kerusakan (masih dalam daerah plastis), sehingga target pemadatan 50% dari ketebalan awal (2 cm menjadi 1 cm) masih memungkinkan. Dengan target pamadatan tersebut diharapkan dapat meningkatkan kerapatan kayu jabon minimalnya 50% dari kerapatan awal.

Jabon merupakan salah satu jenis kayu berkerapatan rendah yang saat ini mulai banyak dikenal oleh sebagian masyarakat karena pertumbuhanya yang cepat (*fast gowing species*). Kayu dengan kerapatan rendah relatif lebih mudah untuk dipadatkan karena berdinding tipis sehingga kurang mampu menahan beban. Hasil pengujian kerapatan kayu jabon sebelum dan sesudah dipadatkan, serta besarnya nilai pemulihan tebal (RS) ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Kerapatan dan RS kayu jabon setelah dipadatkan

No. sampel	Perlakuan	Do (g/cm^3)	Dc (g/cm^3)	To (mm)	Tc (mm)	Tr (mm)	RS (%)
1				19.68	9.73	17.50	78.08
2	kontrol	0.37	0.59	19.55	9.88	16.96	73.24
3				19.23	9.93	16.66	72.35
rata-rata				*19.49*	*9.85*	*17.04*	*74.56*
19				19.80	9.78	15.53	57.41
20	60 menit	0.37	0.69	19.79	9.23	16.15	65.51
21				19.70	10.30	14.94	49.39
rata-rata				*19.76*	*9.77*	*15.54*	*57.44*
25				19.77	10.05	16.91	70.56
26	120 menit	0.37	0.62	19.57	11.79	16.53	60.89
27				19.81	11.41	17.04	67.02
rata-rata				*19.72*	*11.08*	*16.82*	*66.16*

Keterangan: Do : Kerapatan kering oven sebelum dipadatkan
Dc : Kerapatan kering oven setelah dipadatkan
To : Tebal kayu sebelum dipadatkan
Tc : Tebal kayu setelah dipadatkan
Tr : Tebal kayu uji *recovery*

Berdasarkan Tabel 1 tersebut dapat ketahui bahwa kerapatan kayu jabon yang digunakan dalam penelitian ini memiliki kerapatan 0,37 g/cm^3 (kering oven). Setelah dilakukan pemadatan 50% dari ketebalan 2 cm menjadi 1 cm, maka kerapatan kayu jabon tersebut mengalami peningkatan kerapatan rata-rata sebesar 70,3% (59,5 % ~ 86,5%). Peningkatan kerapatan berbanding lurus dengan besarnya target pemadatan yang diterapkan (Amin *et al.*, 2004), sehingga dapat dikatakan bahwa target atau tingkat pemadatan merupakan fungsi dari kerapatan/BJ kayu (Darwis, 2008). Kerapatan tertinggi dicapai pada praperlakuan pengukusan selama 60 menit. Kerapatan kayu jabon cenderung meningkat lebih tinggi pada kayu yang diberi praperlakuan pengukusan dibanding kayu yang tidak dikukus (kontrol). Hal ini terjadi karena dengan praperlakuan pengukusan maka kayu cenderung lebih lunak sehingga lebih mudah terdeformasi, dan mencapai target ketebalan yang diharapkan.

Penambahan waktu pengukusan tidak berpengaruh pada peningkatan kerapatan kayu jabon terpadatkan, bahkan sebaliknya cenderung menurunkan kerapatannya. Penurunan kerapatan pada pengkusan 120 menit diduga karena terdapat beberapa komponen kimia kayu

(terutama zat ekstraktif) yang terdegradasi dan keluar dari dalam kayu akibat faktor panas selama proses pengukusan, sehingga mengurangi berat kayu. Selain itu, pada pengukusan 120 menit telah menyebabkan kondisi kayu jadi lebih *porous*, sehingga uap air yang diserap makin banyak dan kadar air kayu jadi makin tinggi. Pada konidisi kadar air yang cukup tinggi, maka akan berpengaruh terhadap proses pemadatan dengan kempa panas. Perlakuan suhu kempa 170°C selama 3 menit tidak berhasil mengeluarkan seluruh kandungan uap air dalam kayu yang dikukus 120 menit. Sehingga pada saat kayu dikeluarkan dari *hot press*, maka masih terdapat sejumlah uap air yang terjebak di dalam kayu tersebut. Hal ini menyebabkan terdapat bagian kayu yang menggelembung (bentuk cembung) terutama pada bagian tengah, dan tidak dapat mencapai target ketebalan (tebal>1cm). Dengan ketebalan lebih besar dari target yang diharapkan, maka volume kayu akan meningkat juga, sementara berat kayunya berkurang akibat terdegradasinya beberapa kompoen kimia kayu sehingga secara teoritis kerapatan kayunya pun berkurang. Lamanya pemanasan yang diberikan akan mempengaruhi besarnya pengurangan berat sampel. Semakin lama kayu dipanaskan, semakin tinggi pula penurunan beratnya (Dwianto *et al.*, 1998).

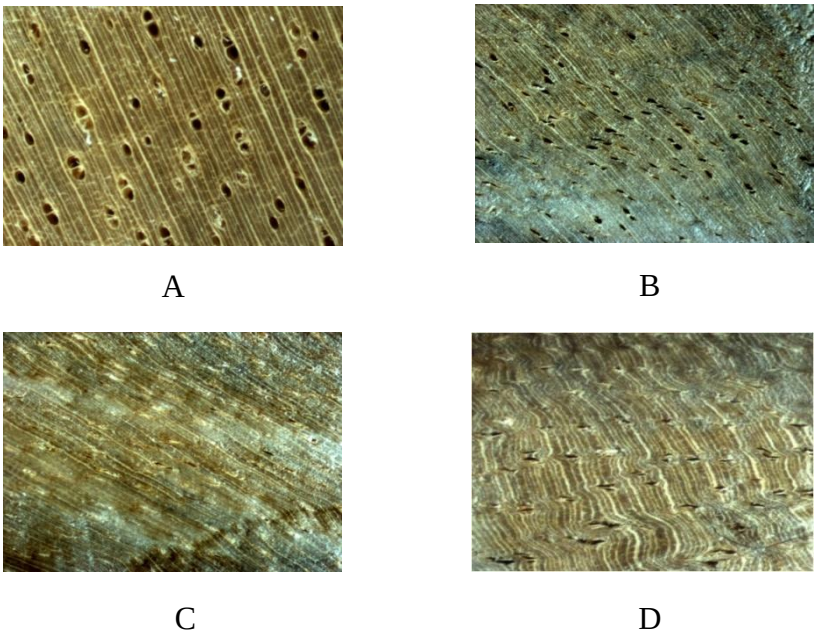
Selama proses pengempaan, dinding sel kayu mengalami perubahan bentuk (*deformasi*) sampai mencapai target ketebalan yang ditentukan akibat adanya tekanan dari alat kempa. Perlakuan uap panas (*steam treatment*) pada kayu dapat mengurangi tegangan dalam yang tersimpan di dinding sel (Hsu *et al, 1988*). Selama proses pengepresan dengan perlakuan panas, lignin yang merupakan polimer dengan ikatan silang (*cross-link*) akan melunak/mengalir dan mengisi ruang matriks di dalam kayu. Perlakuan panas ataupun uap panas pada kayu dapat menyebabkan terjadinya kerusakan pada ikatan hidrogen (-H) antar molekul-molekul di dalam matriks hemiselulosa-lignin. Sedangkan terdegradasinya hemiselulosa sebagai komponen utama yang berperan dalam pengikatan molekul air dapat mengurangi sifat higoskopis dinding sel pada kayu kompresi, sehingga memungkinkan terjadinya fiksasi yang permanen. Stabilitas dimensi yang optimum dapat dicapai dengan mengkombinasikan kadar air kayu, suhu, waktu pemanasan, serta besarnya tekanan kempa (Stamm, 1964). Tetapi kombinasi perlakuan tersebut tidak dapat mencapai fikasi permanen dalam waktu yang singkat.

Tabel 1 menunjukkan bahwa kayu yang dipadatkan dengan praperlakuan pengkusan maupun kontrol, semuanya belum berhasil mencapai tingkat fiksasi yang permanen, yang ditunjukkan dengan masih tingginya nilai RS (> 50%). Hal ini diduga terjadi karena kombinasi suhu dan waktu pengempaan yang masih belum optimal. RS adalah nilai yang menyatakan besarnya pemulihan tebal kayu kompresi terhadap ketebalan awal yang dinyatakan dalam persen. Dwianto *et al.*, (1997), fiksasi yang permanen pada pemadatan kayu dengan metode *heat treatment* (*hot press)*, dapat dicapai dengan kombinasi perlakuan suhu 180ºC dan waktu pengempaan sekitar 20 jam. Pengempaan kayu pada suhu di atas 180ºC dapat menyebabkan terdegradasi-nya komponen hemiselulosa dan lignin di dalam dinding sel, sebagai akibatnya maka tegangan yang tersimpan dalam mikrofibril akan mengalami relaksasi (Dwianto *et al.*, 1998). Pada kondisi seperti ini deformasi yang terjadi tidak kembali ke dalam bentuk semula atau mengalami fiksasi yang permanen.

Pada penelitian ini, praperlakuan pengukusan terbukti mampu memperbaiki terjadinya pemulihan tebal (mengurangi RS), walaupun belum mencapai fiksasi yang permanen. Nilai RS terbaik dicapai pada pengukusan 60 menit (RS= 57,44%). Penelitian sebelumnya (Dwianto *et al.*,2005) menyatakan bahwa perlakuan awal berupa perebusan dalam larutan NaOH 25% selama 1-3 jam dalam proses pembuatan kayu kompresi dapat mencapai fiksasi yang permanen (RS=0%), namun hal tersebut diikuti oleh terdegradasinya komponen kimia kayu yang cukup tinggi (kehilangan berat ≈20%). Menguapnya sebagian dari komponen penyusun kayu ini menyebabkan kehilangan berat pada kayu kompresi. Amin & Dwianto (2006) menambahkan bahwa pemadatan kayu randu dengan metode CSC, dalam kondisi kayu jenuh air dan dikempa dengan suhu 180^{o}C selama 30 menit dapat dicapai nilai RS 9,6%.

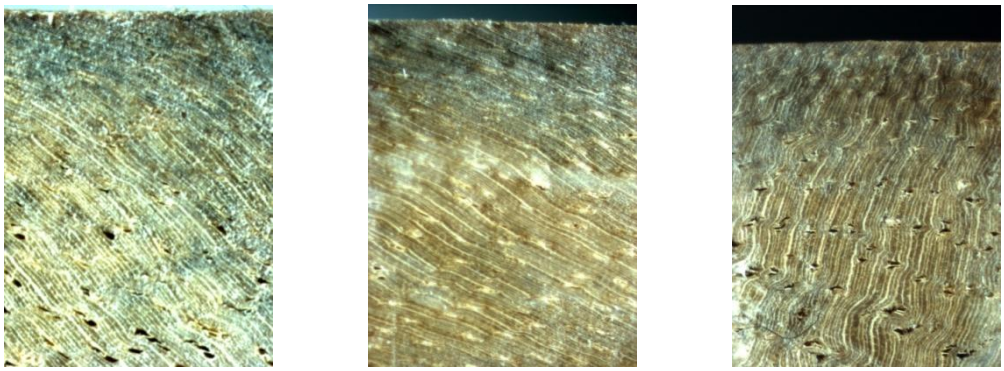
3.2. Perubahan struktur anatomi kayu jabon akibat pemadatan

Berdasarkan pengamatan mikroskopis, kayu jabon memilki ciri pori tata baur yang sebagian besar tersusun ganda radial, terdiri dari 2-3 pori. Martawijaya *et al.*, (1989), ukuran diameter pori kayu jabon berkisar antara 130-220 μ, dengan frekuensi 2-5 pori per mm^2. Jari jari uniseriet, tinggi (580 μ) dan lebar (44 μ), dengan frekuensi 2-3 per mm. Fenomena peningkatan kerapatan kayu akibat proses pemadatan dengan cara pengempaan secara langsung berhubungan dengan perubahan bentuk sel-sel penyusun kayu tersebut. Sel-sel kayu terpadatkan cenderung memipih sehingga mengurangi volume rongga, yang sekaligus mengurangi volume kayunya, sementara berat kayu tersebut cenderung tetap. Hal ini berdampak pada meningkatnya kerapatan kayu. Semakin tinggi tingkat pemadatan yang diterapkan, maka volume sel yang terpadatkan akan semakin besar sehingga volume kayu semakin berkurang. Kayu jabon yang dipadatkan mengalami perubahan karekteristik anatominya, baik secara makroskpis maupun mikroskopis.



Gambar 2. Penampang melintang kayu jabon (10x): (A) sebelum dipadatkan; (B) pemadatan tanpa pengkusan; (C) pengukusan 60 menit;(D) pengukusan 120 menit

Secara makroskopis, kayu jabon yang dipadatkan dengan pengempaan suhu 170°C mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap, teksturnya jadi lebih halus dengan permukaan yang mengkilap dan licin. Sedangkan secara mikroskopis, terjadi perubahan struktur anatomi terutama pada sel pembuluh (pori) dan jari-jari. Dengan dilakukannya pengempaan maka bentuk pori kayu jabon jadi memipih serta terjadi penekukan pada bagian jari-jari kayu-nya (Gambar 2). Sel pembuluh cenderung lebih mudah memipih daripada sel serabut di sekitarnya (Darwis, 2008). Hal ini dikarenakan sel pembuluh memiliki ukuran rongga sel yang lebih besar dan dinding sel yang lebih tipis dibanding sel serabut. Memipihnya sel pembuluh kayu jabon yang dipadatkan mengakibatkan jari-jari kayu mengalami penekukan mengikuti arah deformasi yang terjadi (Gambar 2 B,C dan D)



A B C

Gambar 3. Gradasi tingkat pemipihan dan warna kayu jabon terpadatkan (10x): (A) pemadatan tanpa pengkusan; (B) pengukusan 60 menit; (C) pengukusan 120 menit

Pengempaan pada suhu 170°C selama 3 menit menunjukkan adanya gadasi tingkat pemipihan antara bagian permukaan kayu dengan bagian tengahnya (Gambar 3). Pada bagian permukaan, intensitas pemipihan sel pembuluh lebih tinggi daripada bagian tengah, sehingga secara mikroskpois bagian permukaan kayu tampak lebih padat daripada bagian tengahnya. Pada bagian permukaan kayu yang dipadatkan tidak tampak adanya sel pembuluh (pori) yang terbuka, sementara makin ke tengah maka makin tampak adanya pori yang masih terbuka, walaupun bentuknya tidak bundar lagi (mengalami pemipihan). Intensitas pemipihan yang paling tinggi terjadi pada kayu yang dipadatkan dengan pra-perlakuan pengukusan 60 menit (Gambar 3B), hampir kelihatan rapat tanpa adanya rongga sel pembuluh. Sementara pada sampel tanpa pengkusan dan pengukusan 120 menit (Gambar 3A dan 3C) tampak masih banyak rongga sel yang berbentuk pipih. Hal ini berhubungan dengan tingkat kerapatan yang terjadi pada kayu tersebut. Selain menunjukkan adanya degradasi tingkat pemipihan, tampak pula adanya gadasi warna antar bagian permukaan dengan bagian tengah. Bagian permukaan kayu yang padatkan dengan pengempaan tampak lebih gelap (coklat tua) daripada bagian tengahnya. Hal ini diduga terjadi karena pengaruh faktor kadar air dalam kayu dan faktor panas suhu kempa. Deformasi (pemipihan) bentuk rongga sel pada kayu terpadatkan belum mencapai fiksasi yang permanen, sehingga memungkinkan untuk kembali ke bentuk semula bila terkena pengaruh kelembaban atau air (direndam).

4. Kesimpulan

Praperlakuan pengukusan pada pemdatan kayu jabon berhasil meningkatkan kerapatan kayu tersebut. Peningkatan kerapatan tertinggi (86,5%) terjadi pada pengukusan 60 menit (yaitu dari 0,37 g/cm^3 menjadi kerapatan 0,69 g/cm^3). Pengukusan juga berpengaruh positif terhadap nilai pemulihan tebal kayu jabon yang dipadatkan (menurunkan RS). RS terbaik dicapai pada pengkusan 60 menit. Namun demikian, praperlakuan pengukusan yang diterapkan pada kayu jabon belum berpengaruh signifikan terhadap tercapainya fiksasi yang permanen. Pemadatan terhadap kayu jabon menyebabkan terjadinya deformasi struktur anatomi (gadasi pemipihan rongga sel pembuluh/pori) dan gadasi perubahan warna kayu.

Referensi

Amin, Y. (2003). *Pengaruh pengukusan (steaming) dan pemadatan terhadap sifat fisis mekanis kayu sawit (Elaeis guineensis Jacq)*. (Skripsi). Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan Universitas Winaya Mukti. Jatinangor.

Amin, Y., W.Dwianto, A.H. Prianto (2004). Sifat mekanik kayu kompresi. *Prosiding Seminar Nasional VII MAPEKI*. Makasar : MAPEKI.

Amin, Y. & W.Dwianto, (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.

Barnes, H.M. (1985). Effect of steaming temperature and CCA retention on mechanical properties of sothern pine. *Forest Product Journal*, *35*(6), 31-32.

Darwis, A. (2008). *Fiksasi kayu agathis dan gmelina terpadatkan pada arah radial serta observasi struktur anatominya***.** (Tesis). Sekolah Pascasarjana IPB. Bogor

Dwianto, W., M.Inoue, & M.Norimoto, (1997). Fixation of Compressive Deformation of Wood by Heat Treatment. *Mokuzai Gakkaishi, 43*(4), 303-309.

Dwianto, W., T.Morooka, & M.Norimoto (1998). The Compressive Stress Relaxation of Wood during Heat Treatment. *Mokuzai Gakkaishi, 44*(6), 403-409.

Dwianto, W., I.Wahyuni, Y. Amin, & T. Darmawan, (2005). Influence of NaOH Pretreatment on Fixation of Compressed Wood. *Preceedings of the 6th International Wood Science Symposium, LIPI-JSPS Core University Program in the Field of Science*. Bali : JSPS.

Hsu, W.E., Schwald, W., J. Schwald, & J.A. Shield (1988). *Wood Sci. Tech., 22*, 281-289

Martawijaya, A., I.Kartasujana, I.Y.Mandang, S.A.Prawira, & K.Kadir, (1989). *Atlas Kayu Indpnsesia Jilid II*. Badan Litbang Kehutanan Departemen Kehutanan: Bogor.

Sulistyono. (2001). *Studi rekayasa teknis, sifat fisis, sifat mekanis dan keterandalan konstruksi kayu kayu agatis (Agathis lorantifolia Salisb.) terpadatkan*. (Tesis). Sekolah Pasacasarjana IPB. Bogor.

Stamm, A.J. (1964). *Wood and Cellulose Science*. New York : The Ronald Press Company.

Pengaruh Jumlah Perekat Asam Sitrat terhadap Sifat Fisika Mekanika Papan Komposit dari Serat Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.)

Erlina Nurul Aini dan Ragil Widyorini*

Fakultas Kehutanan Bagian Teknologi Hasil Hutan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta

Abstract

Due to its high lignocellulose content, kenaf fiber is starting to be developed as raw material for composite board. In addition, the use of citric acid as a natural adhesive for composite board is also starting to be developed. The use of citric acic as an adhesive for kenaf fiber composite board has never been done before. This research was aimed to analyze the effect of citric acid content on physical and mechanical properties of kenaf fiber composite board. This research used 0wt%, 15wt% and 30wt% of citric acid content, based on air-dried materials. The composite board were manufactured at press temperature of 180°C for 10 minutes with density target 0.8 g/cm^3. Kenaf fibers were cut into 2.5 cm long. The physical and mechanical properties of composite boards were evaluated based on Japanese Industrial Standard (JIS) A 5908. The result of this research showed that addition of citric acid could improve all of physical and mechanical properties of kenaf fiber composite board. The properties of kenaf fiber composite board with 30% of citric acid content in this research met the requirement of the Jappanase Industrial Standard for particleboard (A 5908).

Keywords : Citric acid, Composite board, Kenaf fiber, Physical and mechanical properties , Natural adhesive

*Korespondensi penulis Tel.: +62-812-2709-4937
E-mail : rwidyorini@gmail.com

1. Pendahuluan

Serat alam dari tumbuhan non kayu saat ini mulai dikembangkan sebagai bahan baku papan komposit yang umumnya menggunakan bahan baku dari kayu. Serat alam dari tumbuhan non kayu dipilih sebagai alternatif bahan baku komposit antara lain karena selain juga merupakan bahan yang ramah lingkungan seperti kayu, potensinya cukup besar dan jangka waktu panennya yang tergolong cepat. Beberapa contoh penelitian mengenai komposit dari serat alam non kayu yang telah dilakukan adalah penelitian komposit dari serat kenaf oleh Aziz (2011), komposit dari serat Sansevieria oleh Rwawiire *et al.* (2014) dan komposit dari serat Jute oleh Al-Bahadly (2013).

Kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) merupakan tanaman semusim penghasil serat yang memiliki waktu panen yang singkat, antara 90-140 hari. Potensi produksi kenaf varietas unggul di Indonesia sebesar 2,75-4,20 ton/ha per masa panen, dimana dalam satu tahun bisa 2-3 kali masa panen. Serat dari tanaman kenaf dapat berasal dari bagian kulit dan inti batangnya. Komposisi kimia serat kenaf dari bagian kulitterdiri atas selulosa 63,5±0,5%, hemiselulosa 17,6±1,4%, lignin 12,7±1,5%, ekstraktif 4,0±1,0%, dan kadar abu sebesar 2,2±0,8% (Jonoobi *et al*, 2009). Serat kenaf antara lain digunakan sebagai bahan baku berbagai industri seperti: *fibreboard, geo-textile, soil remediation*, pulp dan kertas, tekstil, karpet, kerajinan tangan, dll.

Asam sitrat ($C_6H_8O_7$) bertindak sebagai bahan perekat melalui ikatan kimia dan mempunyai potensi sebagai perekat kayu alami yang ramah lingkungan (Umemura *et al.,* 2011). Asam sitrat tergolong alternatif perekat alami yang baik untuk komposit. Hal ini dibuktikan dalam penelitian pembuatan papan partikel bambu petung dengan perekat asam sitrat oleh Widyorini *et al.* (2012), papan yang dibuat mampu menghasilkan nilai mekanika memenuhi standar JIS Tipe 8. Ada tiga faktor yang mempengaruhi perekatan, yaitu faktor bahan direkat, faktor bahan perekat dan faktor proses perekatan. Faktor yang perlu diperhatikan dalam pembuatan komposit terkait dengan bahan perekatnya adalah jumlah perekat yang digunakan dalam pembuatan komposit. Semakin banyak jumlah perekat yang ditambahkan, cenderung semakin meningkat pula sifat dari papan partikel (Prayitno, 2012). Hal ini dibuktikan pada penelitian Widyorini *et al.,* (2014) dimana jumlah perekat optimum untuk papan partikel bambu petung adalah sebesar 30%.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh jumlah perekat asam sitrat terhadap sifat fisika mekanika papan komposit dari serat kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.). Adapun jumlah perekat yang digunakan dalam penelitian sebesar 0%, 15% dan 30%. Selain itu penelitian ini juga bertujuan mengetahui jumlah perekat yang dapat menghasilkan sifat fisika mekanika papan komposit dari serat kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) yang optimal.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan alat penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) dari kulit batang kenaf varietas KR 11 umur 105 hari yang dipotong sepanjang 2,5 cm. Bahan baku serat ini didapatkan dari PT. Globak Agotek Nusantara, Malang, Jawa Timur. Selain itu digunakan juga asam sitrat dan aquades untuk pembuatan perekat. Sedangkan alat yang digunakan dalam penelitian adalah timbangan elektrik, oven, cetakan sampel ukuran 25 cm x 25 cm, *thickness bar* 0,7 cm, plat besi, mesin kempa panas, dan *Universal Testing Machine (*UTM) sebagai alat pengujian sifat mekanika dari papan komposit serat kenaf.

2.2 Metode penelitian

Pada penelitian ini, serat kenaf terlebih dahulu dipotong sepanjang 2,5 cm. Setelah itu dilakukan penimbangan bahan baku serat kenaf yang diperlukan. Berat bahan baku yang diperlukan dihitung berdasarkan ukuran sampel yang ingin dibuat dikalikan dengan target kerapatan. Ukuran sampel papan komposit dalam penelitian ini adalah 25 cm x 25 cm x 0,7 cm dengan target kerapatan 0,8 g/cm^3. Kemudian dilakukan penimbangan asam sitrat dan

aquades untuk pembutan larutan perekat yang dihitung berdasarkan jumlah perekat yang digunakan dalam penelitian, yaitu 0%, 15% dan 30% dari berat kering udara bahan.

Gambar 1. Serat Kenaf

Bahan baku serat kenaf dan larutan perekat kemudian dicampurkan hingga rata, kemudiancampuran serat kenaf dan perekat disusun kedalam cetakan berukuran 25 cm x 25 cm untuk dijadikan mat. Setelah itu mat dikempa dengan mesin kempa panas dengan suhu 180^0C, tekanan spesifik 3,57 kg/cm^2 dengan lama waktu kempa 10 menit. Dari masing-masing jumlah perekat dibuat sampel sebanyak 3 ulangan.

Setelah dilakukan pengkondisian selama satu minggu, sampel dipotong dan diuji sifat fisika dan mekanikanya. Uji sifat fisika yang dilakukan meliputi kadar air, kerapatan, pengembangan tebal dan penyerapan air. Sedangkan uji sifat mekanika yang dilakukan meliputi keteguhan patah atau *modulus of rupture* (MoR) dan modulus elastisitas atau *modulus of elasticity* (MoE). Standar uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah JIS A 5908-2003.

3. Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil pembuatan papan komposit, papan yang berhasil dibuat hanya papan komposit dengan jumlah perekat 15% dan 30%. Sedangkan papan komposit dengan jumlah perekat 0% mengalami kegagalan. Papan komposit dengan jumlah perekat 0% meskipun telah dikempa dengan suhu dan waktu kempa yang sama dengan jumlah perekat 15% dan 30%, serat-serat kenaf yang membentuk papan masih terlepas-lepas atau tidak membentuk ikatan yang cukup kuat.

Pengujian yang dilakukan terhadap papan komposit dari serat kenaf yang berhasil dibuat berupa pengujian sifat fisika dan mekanika. Sifat fisika papan partikel yang telah diuji dalam penelitian ini yaitu kadar air, kerapatan papan, pengembangan tebal, dan penyerapan air. Sedangkan sifat mekanika yang diuji meliputi keteguhan patah atau *modulus of rupture* (MoR), modulus elastisitas atau *modulus of elasticity* (MoE), serta keteguhan rekat atau *internal bond.* Hasil pengujian sifat fisika dan mekanika papan komposit dari serat kenaf ditunjukkan pada uraian berikut di bawah ini.

3.1 Kerapatan

Kerapatan papan merupakan perbandingan berat dengan volume dari suatu papan. Pada penelitian ini menggunakan target kerapatan 0,8 g/cm^3. Hasil perhitungan kerapatan papan dalam penelitian memiliki rata-rata kerapatan berkisar dari 0,84-0,98 g/cm^3 seperti yang

terlihat pada Tabel 1. Nilai kerapatan yang dihasilkan tersebut berada diatas target kerapatan yang telah ditentukan.

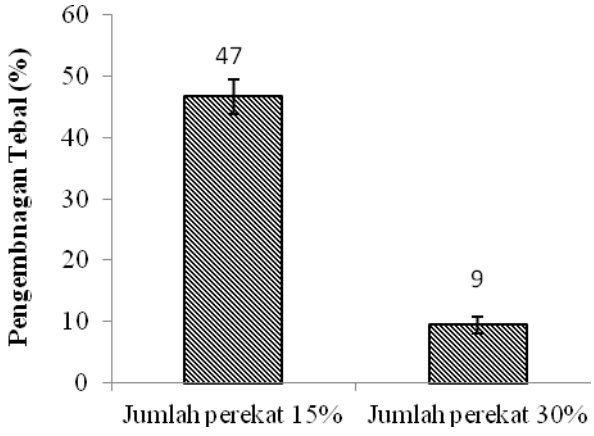
Tabel 1. Tabel Kerapatan Papan

Jumlah Perekat	Ulangan	Kerapatan (g/cm^3)
15%	1	0,83
	2	0,85
	3	0,83
Rata-rata		0,84
30%	1	0,97
	2	0,98
	3	0,98
Rata-rata		0,98

Kerapatan papan tertinggi dimiliki oleh papan komposit serat kenaf dengan jumlah perekat 30% yaitu dengan kerapatan papan rata-rata 0,98 g/cm^3, sementara kerapatan papan terendah dimiliki oleh papan komposit serat kenaf dengan jumlah perekat 15% yang memiliki kerapatan rata-rata 0,84 g/cm^3. Terjadinya peningkatan kerapatan seiring dengan peningkatan jumlah perekat diduga terjadi karena penambahan asam sitrat sebagai perekat akan menambah berat dari papan komposit itu sendiri. Maloney (1977) menyatakan bahwa penambahan perekat akan meningkatkan berat papan sehingga berat papan sehingga kerapatan papan juga akan meningkat.

3.2 Pengembangan tebal

Pengembangan tebal menunjukkan kestabilan dimensi papan setelah perendaman dalam air selama ± 24 jam. Standar JIS A 5908-2003 tipe 8 mensyaratkan nilai pengembangan tebal kurang dari 12%. Pada penelitian ini dihasilkan nilai rata-rata pengembangan tebal papan berkisar dari 9% sampai 47%,seperti yang terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Pengembangan Tebal

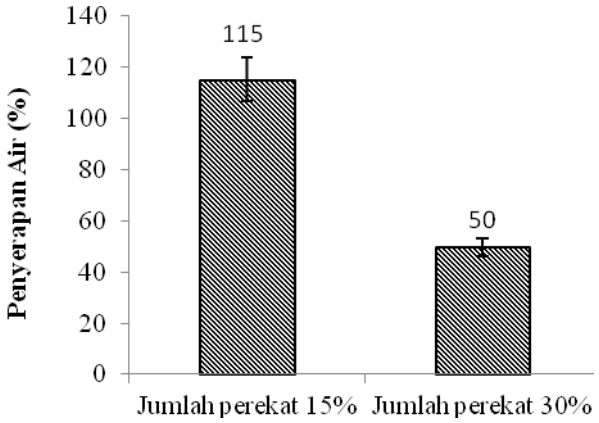
Pengembangan tebal tertinggi dihasilkan oleh papan komposit dengan jumlah perekat 15% yang memiliki rata-rata pengembangan tebal 42%. Sedangkan pengembangan tebal terendah dihasilkan oleh papan komposit dengan jumlah perekat 30% yang memiliki rata-rata

pengembangan tebal 10%. Dari hasil pengujian papan komposit serat kenaf yang dapat memenuhi syarat standar JIS A 5908-2003 tipe 8 hanya papan dengan jumlah perekat 30%.

Berdasarkan hasil pengujian dapat disimpulkan bahwa semakin banyak jumlah perekat asam sitrat yang ditambahkan, maka akan semakin kecil nilai pengembangan tebalnya. Penurunan nilai pengembangan tebal ini disebabkan oleh adanya ikatan ester antara gugus karboksil asam sitrat dengan gugus hidroksil pada selulosa pada serat kenaf. Intensitas ikatan ester semakin meningkat seiring dengan penambahan suhu jumlah asam sitrat yang diberikan (Widyorini *et al.*, 2014). Pembentukan ikatan ester tersebut mengakibatkan berkurangnya kesempatan air untuk masuk dalam rongga pada serat yang mengakibatkan perubahan dimensi yang terjadi juga menurun sehingga persentase pengembangan tebal yang terjadi semakin kecil.

3.3 Penyerapan air

Penyerapan air (*water absorption*) menunjukkan kemampuan papan komposit dalam menyerap air. Standar yang diacu pada penyerapan air papan adalah FAO yaitu sebesar 20-75%, karena pada JIS A 5908-2003 tidak mensyaratkan nilai penyerapan air. Rerata daya serap air papan setelah perendaman 24 jam dalam penelitian berkisar dari 50-115%, terlihat di Gambar 3.



Gambar 3. Grafik penyerapan air

Nilai tertinggi penyerapan air terdapat pada papan komposit serat kenaf dengan jumlah perekat 15% yang memiliki rata-rata penyerapan air 115%. Sedangkan nilai terendah dihasilkan papan komposit dengan jumlah perekat 30% yang memiliki rata-rata penyerapan air 50%. Dari hasil tersebut hanya papan komposit dengan jumlah perekat 30% saja yang dapat memenuhi standar FAO. Berdasarkan hasil pengujian diindikasikan bahwa penambahan perekat asam sitrat dapat meningkatkan ketahanan papan komposit terhadap air, dengan kecenderungan yang sama dengan nilai pengembangan tebal yaitu semakin banyak jumlah perekat asam sitrat yang ditambahkan, maka akan semakin kecil nilai penyerapan airnya.

3.5 Kadar air

Kadar air menunjukkan persentase kandungan air dalam papan komposit. Rata-rata kadar air papan komposit serat kenaf pada penelitian berada pada kisaran 2,86-6,54%. Nilai kadar air yang dihasilkan papan komposit serat kenaf pada penelitian ini sudah memenuhi

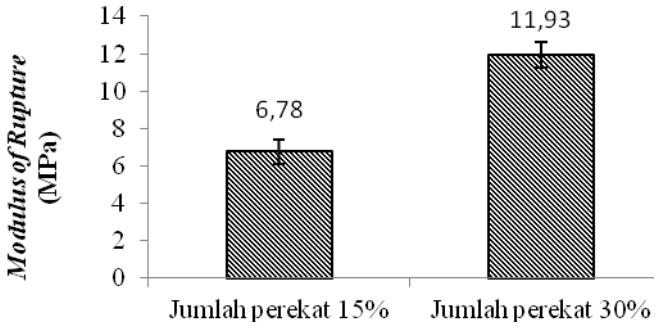
standar JIS A 5908-2003 tipe 8 yang mensyaratkan kadar air papan komposit sebesar 5-13%. Kadar air tertinggi dimiliki papan komposit serat kenaf dengan jumlah perekat 30% yaitu dengan rata-rata kadar air 6,54%. Sedangkan kadar air terendah dimiliki oleh papan komposit serat kenaf dengan jumlah perekat 15% yaitu dengan rata-rata kadar air sebesar 2,86%.

3.6 Modulus of rupture (MoR) dan modulus of elasticity (MoE)

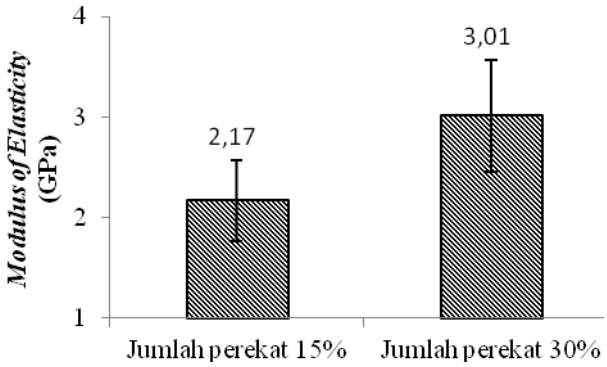
Modulus of rupture (MoR) merupakan sifat mekanis yang berhubungan dengan kekuatan papan yaitu ukuran kemampuan papan untuk menahan beban. Sementara *Modulus of elasticity* (MoE) merupakan kemampuan papan untuk menahan perubahan bentuk atau lentur yang terjadi sampai dengan batas proporsi. Nilai rerata MoR papan yang dihasilkan pada penelitian berkisar dari 6,78-11,93 MPa seperti yang terlihat pada Gambar 4. Nilai MoR terendah dihasilkan oleh papan komposit dengan jumlah perekat 15% dengan nilai rata-rata MoR sebesar 6,78 MPa, sedangkan nilai MoR tertinggi dihasilkan papan komposit dengan jumlah perekat 30% yaitu dengan rata-rata MoR sebesar 11,93 MPa. Berdasarkan hasil uji, hanya papan komposit dengan jumlah perekat 30% yang dapat memenuhi standar JIS 5908-2003 tipe 8 yang mensyaratkan nilai keteguhan patah minimal 9 MPa.

Nilai rerata MoE papan komposit serat kenaf pada penelitian berkisar antara 2,17-3,01 GPa seperti yang terlihat pada Gambar 5. Nilai MoE terendah dihasilkan oleh papan komposit dengan jumlah perekat 15% dengan nilai rata-rata MoE sebesar 2,17 GPa, sedangkan nilai MoE tertinggi dihasilkan papan komposit dengan jumlah perekat 30% yaitu dengan rata-rata MoR sebesar 3,01 GPa. Nilai MOE pada penelitian ini memenuhi standar JIS A 5908-2003 tipe 8 yang mensyaratkan nilai MoE minimal 2 Gpa.

Peningkatan nilai MoR dan MoE seiring dengan penambahan jumlah perekat asam sitrat dikarenakan adanya mekanisme perekatan yang terbentuknya ikatan ester antara gugus karboksil asam sitrat dengan gugus hidroksil dari selulosa. Intensitas ikatan ester semakin meningkat seiring dengan penambahan jumlah asam sitrat (Widyorini *et al.*, 2014). Umemura *et al.* (2014) pembentukan ikatan ester dapat menambah daya rekat danberkontribusi terhadap sifat yang baik dari papan.



Gambar 4. Grafik *Modulus of Rupture* (MoR)



Gambar 5. Grafik *Modulus of Elasticity* (MoE)

4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah perekat asam sitrat berpengaruh terhadap sifat fisika dan mekanika papan komposit dari serat kenaf. Semakin banyak jumlah perekat asam sitrat yang ditambahkan cenderung semakin meningkatkan sifat fisika dan mekanika yang dimiliki papan komposit. Pada pembuatan papan komposit dari serat serat kenaf, jumlah perekat asam sitrat sebesar 30% menghasilkan nilai sifat fisika dan mekanika yang paling optimal, dengan nilai kerapatan sebesar 0,98 g/cm^3, pengembangan tebal sebesar 10%, penyerapan air sebesar 50%, MoR sebesar 11, 93 MPa dan MoE sebesar 3,01 Gpa.

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi UGM Tahun 2015 [No.43/LPPM/2015].

Referensi

Al-Bahadly, E.A.O. (2013). *The Mechanical Properties of Natural Fiber Composites.* Swinburne University of Technology

Aziz, N. A. (2011). *Mechanical Performance of Kenaf Fibre Reinforced Thermoplastic Composite*. Faculty of Chemical Engineering and Natural Resources University Malaysia Pahang

Joonobi, M, J Harun, A.Shakeri, M.Misra, & K.Oksman (2009). *Chemical Composition, Crystallinity, And Thermal Degadation of Bleached and Unbleached Kenaf Bast (Hibiscus cannabinus) Pulp and Nanofibers*. *4*(2), 626-639

Maloney, T.M. (1977). *Modern Particleboard and Dry-Process Fiberboard Manufacturing*. United States of America (USA): Miller Freeman Publications Inc.

Prayitno, T.A. (2012). *Buku Ajar Perekatan Kayu*. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta

Rwawiire, S., J.Okelio, & G. Habbi. (2014). *Comparative Evaluation of Dynamic Mechanical Properties of epoxy Composites Reinforced with Woven Fabrics from Sansevieria trifasciataI Fibres. Tekstilec, letn. 57* (4), 315–320

Umemura, K., U.Tomohide, S.M. Sasa, & K.Shuichi (2011). Application of Citric Acid as Natural Adhesive for Wood. *Journal of Applied Polymer Science*. *123*: 1991-1996.

Umemura, K., O.Sugihara, & S.Kawai. (2014). Investigation of A New Natural Adhesive Composed of Citric Acid and Sucrose for Particleboard II: Effects of Board Density and Pressing Temperature. *Journal Wood Science. 61*(1), 40-44

Widyorini, R., A. P. Yudha, A.Ngadianto, K.Umemura, & S.Kawai (2012b). *Development of Bio-based Composite Made From Bamboo And Oil Palm Frond.* Proceedings of Biocomp. *Proceedings Int. Pacific Rim Biocomposite*. Shizuoka. Jepang

Widyorini, R., A. P. Yudha, R. Isnan, A.Awaluddin, T. A. Prayitno, A.Ngadianto, & K. Umemura (2014). Improving the Phsycho-Mechanical Properties of Eco-friendly Composite Made from Bamboo. *Advanced Materials Research*. *896*, 562-565.

Percobaan Perbanyakan Sengon secara Vegetatif

Hani Sitti Nuroniah* dan Rina Bogidarmanti

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Kampus Balitbang Kehutanan, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16610

Abstract

Multiplication of sengon using vegetative propagation are using in order to propagate mature superior plants, as the superiority of mother plant can be maintained in the offspring. Four different techniques of vegetative propagation namely: grafting, budding, layering, and cuttings were conducted to propagate mature sengon. The results showed that among four vegetative propagation methods, the enabled method was layering.

Keywords: Budding, Cutting, Grafting Layering, Sengon.

* Korespondensi penulis. Tel.: 0251-8631238, Fax 0251- 75200052
E-mail: nuroniah@yahoo.com

1. Pendahuluan

Pembibitan tanaman sengon secara generatif (dari biji) sudah diketahui luas dan dapat dilakukan dengan mudah. Biji yang dihasilkan banyak, dalam 1 kg sengon berisi sekitar 25.000-28.000 biji, maka menghasilkan bibit dalam jumlah besar bukan suatu kendala dalam perbanyakan sengon. Tingkat perkecambahan biji sengon bahkan dapat mencapai diatas 90% jika biji sengon yang disemaikan baru saja diunduh. Biji sengon yang diunduh pun tidak harus langsung disemai tetapi dapat disimpan hingga satu tahun (Nurhasybi, 2002) namun mengalami penurunan persen jadi kecambah. Selanjutnya karena dapat disimpan, maka pembibitan sengon dapat dilakukan sepanjang tahun tanpa halangan.

Meskipun teknik pembibitan dari biji sengon sudah dikuasai dan mudah dilakukan namun teknik pembibitan secara vegetatif terkadang dibutuhkan, karena salah satu tujuan utama perbanyakan vegetatif adalah untuk memperbanyak pohon dewasa yang sudah menunjukkan karakteristik superiornya, misalnya untuk memperbanyak pohon induk yang sudah terbukti memiliki kelebihan di lapangan seperti misalnya: pertumbuhan bagus, tahan terhadap hama atau penyakit tertentu. Bila sumber eksplan berasal dari dari pohon unggul maka plantlet akan memiliki sifat yang sama dengan induknya yang sudah menunjukkan karakteristik superiornya.

Berdasarkan data dari Balai Perbenihan Tanaman Hutan (BPTH) Jawa Madura sampai dengan tahun 2014, kebun benih sengon yang tersertifikasi tercatat baru tersedia sampai tingkat Tegakan Benih terindentifikasi (TBT) yang merupakan kelas terendah sumber benih. Sumber benih tingkat TBT adalah sumber benih dengan kualitas tegakan rata-rata (Peraturan Menteri Kehutanan No P.01/Menhut-II/2009 tentang Penyelenggaraan Perbenihan Tanaman Hutan). Hal ini menunjukkan bahwa sampai saat ini belum tersedia kebun benih sengon

tersertifikasi yang merupakan hasil pemuliaan. Karenanya pencarian pohon induk untuk mendapatkan jenis tanaman unggul dapat dilakukan sebagai jalan pintas untuk mendapatkan bibit unggul sambil menunggu tersedianya sengon hasil pemuliaan. Pencarian pohon induk dilakukan dengan cara (Prastowo *et al*. 2006) antara lain (1) eksplorasi/ pencarian pohon induk ke daerah sentra budidaya atau ke hutan alam (2) promosi, pencarian pohon induk dengan mengadakan kejuaraan. Dinas Kehutanan secara insidental melakukan kejuaraan mulai dari tingkat kabupaten, provinsi hingga nasional untuk mencari tegakan/pohon unggul di hutan rakyat, (3) introduksi dengan cara mendatangkan jenis yang terbukti unggul dari daerah atau negara lain.

Ada beberapa alasan mengapa perbanyakan secara vegetatif tetap diperlukan, seperti yang diuraikan oleh Hartman *et al*. (1990); Purnomosidhi *et al*. (2007) sebagai berikut:

1. Metode sederhana dan mudah dilakukan
2. Dipakai untuk melakukan seleksi dan mempertahankan klon yang terpilih karena sifat turunan sama dengan induk sehingga keunggulan induk dapat dipertahankan
3. Dapat dipakai untuk mengkombinasikan beberapa genotipe dalam satu pohon sehingga dapat menggabungkan sifat-sifat yang diinginkan.
4. Mempercepat waktu perbuahan
5. Mengontrol morfologi dan fase pertumbuhan tanaman.

Teknik perbanyakan vegetatif konvensional yang telah dikenal adalah: stek, cangkok, okulasi, dan sambung. Dua cara pertama menghasilkan tanaman baru dari potongan tanaman unggul itu sendiri. Dua cara terakhir merupakan menggunakan batang atas dan batang bawah. Batang bawah adalah tanaman yang berasal dari biji yang umumnya memiliki keunggulan dari segi perakaran, batang atas adalah ranting atau mata tunas yang berasal dari pohon induk yang memiliki sifat unggul.

2. Bahan dan Metode

2.1 Sambung (grafting)

Metode sambung dilakukan mengikuti teknik yang diuraikan oleh Puranto dan Irawan (2012). Batang bawah diambil dari bibit asal biji (generatif) sedangkan batang atas diambil dari tunas-tunas autotrof yang diperoleh dari tegakan sengon umur 3 tahun. Tiga jenis potongan diujicobakan yaitu: potongan miring, potongan V dan potongan samping.

2.2 Okulasi(budding)

Metode okulasi dilakukan mengikuti teknik yang diuraikan oleh Puranto dan Irawan (2012). Mata tunas diambil dari mata tunas pohon sengon umur 2 tahun dan mata tunas bibit seumur. Bibit umur 3 bulan digunakan sebagai tempat penempelan mata tunas.

2.3 Cangkok (layering)

Metode cangkok dilakukan mengikuti teknik yang diuraikan oleh Puranto dan Irawan (2012). Percobaan cangkok dilakukan terhadap dua jenis tanaman yaitu trubusan sengon dengan diamteter mencapai 3 cm dan bibit sengon dengan diameter 0,3 cm.

2.4 Stek (cutting)

Metode stek dilakukan mengikuti metode stek pucuk dengan pengembunan (Sakai et al 2002). Bahan stek diambil dari trubusan pohon sengon. Selanjutnya stek dibedakan berdasarkan bahan stek yang dipakai yaitu: batang + daun, batang berkayu (warna coklat) , dan batang muda (warna hijau).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil ujicoba perbanyakan secara sambung (grafting)

Grafting merupakan metoda menggabungkan dua bagian tanaman yang berbeda menjadi tanaman baru. Scion yang digunakan berasal dari hasil girdling sedangkan rootstock berasal dari bibit yang disemaikan dari biji. Bagian atas merupakan tunas hasil girdling yang dilakukan pada pohon induk sedangkan bagian bawah adalah bibit yang dihasilkan dari biji yang disemaikan. Tiga jenis sambungan yang dicoba adalah potongan model V, miring dan potongan samping (induk tidak dipotong total). Selanjutnya tanaman dimasukkan ke dalam sungkup dan disiram setiap hari. Setelah 1 bulan dilakukan pengamatan terhadap bibit yang berhasil disambung (bagian atas masih segar). Hasilnya disajikan dalam Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil uji coba sambung tanaman sengon

Percobaan	Jumlah	Bahan	Metode	Tingkat keberhasilan
1	5	Tunas girdling	Potongan miring	20% (1/5)
2	15		Potongan V	27% (4/15)
3	11		Potongan samping	0

Pohon sengon merupakan pohon penghasil kayu sehingga kelurusan batang merupakan target yang diinginkan. Karenanya dalam memilih bahan yang hendak diperbanyak, seperti misalnya tunas yang akan disambung, hanya tunas autotrof yang dapat dipilih (Moko, 2004). Hal ini mengakibatkan ketersediaan bahan menjadi terbatas karena tunas autotrof hanya ada di ujung pohon atau dari tunas-tunas trubusan. Tunas yang tersediapun memiliki diameter yang kecil (kurang dari 0,5 cm) dan menyulitkan proses pengerjaan sambung dan cangkok. Diameter yang kecil menyulitkan terjadinya kontak kambium yang optimal (Hartmann *et al.* 1990).

Gambar 1. Proses penyambungan dengan potongan miring (kiri) dan potongan V (tengah), Hasil penyambangan yang sukses setelah 1 bulan (kanan)

3.2 Hasil ujicoba perbanyakan secara okulasi (budding)

Seperti grafting, budding adalah teknik perbanyakan dengan menempelkan mata tunas dari pohon yang ingin diperbanyak pada pohon induk. Bahan tempel diambil dari mata tunas pohon dewasa, dan ditempelkan pada bibit. Okulasi yang dilakukan tidak memberikan hasil (tunas tempel tidak bertunas). Kegagalan disebabkan akibat adanya perbedaan ketebalan kulit batang. Karena tunas diambil dari pohon dewasa, maka tunas yang ditempelkan lebih tebal dari kulit batang batang bibit yang akan ditempeli mata tunas dari pohon dewasa.

Tabel 2. Hasil uji coba okulasi tanaman sengon

No	Jumlah	Bahan	Hasil
1	2	Tukar kulit bibit	0
2	5	Tunas dewasa	0

Gambar 2. Proses okulasi

3.3 Hasil ujicoba perbanyakan secara cangkok

Umumnya disebutkan bahwa perbanyakan vegetatif pada sengon dapat dilakukan dengan cangkok. Berdasarkan hasil pengamatan, cangkok pada sengon dapat berhasil jika diameter batang mencukupi (3 cm). Saat diameter berukuran relatif kecil (kurang dari 0,5 cm) maka cangkok tidak berhasil berakar. Hal ini mungkin disebabkan karena diameter yang kecil

menyulitkan proses pengerjaan cangkok yang harus membuang bagian kulit dan kambium batang. Akibatnya bagian cangkok yang tersisa menjadi lebih kecil. Pada tanaman buah-buahan batang yang baik untuk dicangkok memiliki ukuran minimal ibu jari (lebih dari 1 cm) hingga pergelangan tangan (Purnomosidhi *et al*. 2007)

Tabel 3. Hasil ujicoba cangkok tanaman sengon

No	Jumlah	Material	Metode	Hasil
1	10 tanaman	Bibit (diameter 0,3 cm)	Kulit disayat, dibiarkan semalam spy kambium kering Luka ditutup tanah, dibungkus plastik	Gagal, krn diamater kayu masih terlalu kecil (sekitar 0,5 cm)
2	4	Trubusan (diameter 3 cm)	Kulit disayat, Luka ditutup tanah dan pupuk organik, dibungkus plastik	sukses

Gambar 3. Proses cangkok pada trubusan sengon diameter 3 cm menghasilkan perakaran tapi cangkok pada bibit diameter 0,3 cm tidak berhasil berakar.

3.4 Hasil ujicoba perbanyakan secara stek pucuk

Teknik stek dengan pendinginan kabut telah berhasil dilakukan untuk perbanyakan dipterocarpaceae. Dengan metode yang sama, teknik ini diuji coba untuk melihat keberhasilan stek pucuk untuk sengon. Sampai saat ini telah diuji coba 3 jenis media yaitu cocopeat dan sekam, cocopeat dan sekam bakar serta zeolit. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa stek sengon sulit dilakukan. Jika perakaran pada Dipterocarpaceae dapat diperoleh dalam 12 minggu (Sakai *et al.* 2001), maka pada stek sengon umur 5 minggu sudah tidak ada bahan stek yang masih hidup.

Tabel 4. Hasil ujicoba stek pucuk pada tanaman

No	Jumlah	Material	Metode	Hasil
1	4 pottray @45 tunas	Tunas pohon dewasa Batang muda+daun Batang tua+daun Batang saja campuran	Tunas pohon dewasa Media stek: cocopeat dan sekam	Diserang jamur sejak 1 minggu Dalam 5 minggu semua tunas mati
2	2 pottray @ 45 stek	Tunas pohon dewasa Batang saja Batang dan daun	Stek direndam dithane 3 g/l selama 10 menit Mediastek: sekam bakar+ cocopeat	Tidak terserang jamur 5 minggu semua tunas mati
3	5 pottray	Tunas trubusan Batang coklat+ daun Batang hijau+ daun	Tanpa perendaman dithane Media stek: sekam bakar+ cocopeat Media zeolit (1 pottray)	Setelah 5 minggu tunas mati semua

Gambar 4. Bahan stek yang digunapa beruapa pucuk dengan daun dan batang saja (a) Proses stek pucuk dalam tray (b) Umumnya waktu yang diperlukan untuk perakaran stek pucuk 12 minggu, namun dalam 5 minggu seluruh bahan stek mati (c).

4. Kesimpulan

Dari empat metode perbanyakan vegetatif yaitu sambung, okulasi, sambung, dan stek; metode cangkok merupakan metode perbanyakan sengon yang berhasil dilakukan.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kami ucapkan kepada Ir. Atok Subiakto, M.Sc yang telah memperkenankan kami menggunakan fasilittas KOFFCO (Komatsu Forda Fog Cooling).

Referensi

Hartmann, H.T., D.E. Kester, & F.T. Davies, (1990). *Plant Propagation Principles and Practices*. Fifth Edition. Prentice-Hall International, Inc. New Jersey.

Irawan, U.S. & E. Purwanto (2012). *Teknik Pembibitan Vegetatif*. Operation Wallacea Trust. Bogor.

Moko, H. (2004). Teknik perbanyakan tanaman hutan secara vegetatif. *Informasi Teknis*, 2 (1), 1-20.

Nurhasybi (2002). Sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen). Dalam: Atlas Benih Tanaman Hutan Indonesia Jilid IV (Edisi khusus benih tanaman hutan rakyat). Publikasi khusus *2* (9): 67-68. Balai Litbang Teknologi Perbenihan. Bogor

Prastowo, N. H., J. M.Roshetko, G. E. S. Manurung, E. Nugraha, C. J. M. Tukan, & F.Harum (2006). *Teknik Pembibitan dan Perbanyakan Vegetatif Tanaman Buah*. World Agroforestry Centre (ICRAF) & Winrock International. Bogor.

Purnomosidhi, P, Suparman, J. M. Roshetko, & Mulawarman. (2007). *Perbanyakan dan Budidaya Tanaman Buah-buahan: durian, mangga, jeruk, melinjo dan sawo*. Pedoman Lapang, edisi kedua. World Agroforestry Centre (ICRAF) dan Winrock International. Bogor.

Sakai, C., A. Subiakto, H. S. Nuroniah, N. Kamata, & K.Nakamura, (2002). Mass propagation method from the cutting of three dipterocarps species. *J. For. Res.7*, 73-80.

Angka Bentuk Dolok, Mutu dan Rendemen Papan Sambung Kayu Mangium

Achmad Supriadi*

Puslitbang Hasil Hutan, Jalan Gunung Batu No. 5 Bogor

Abstract

Decreasing timber production from natural forests encourages the government to develop timber production from the cultivation (plantations). The types of wood from plantations mostly is fast-growing wood such as mangium. This paper presents data and information on the number of logs mangium thinning, quality and recovery of jointed board. The results showed an average of length was 1.89 m, diameter is 12.60 cm, roundness 86.2%, taper 0.37 cm/m and curvature of 13%. The quality appearance jointed board included quality C, the moisture content of 14.33 %, and firmness press to break 220 kg / cm^2 does not meet ISO standards, only delamination (0.77%) was meet ISO standards. The recovery of the manufacturing process continued of raw materials in the form of sawn timber, blanks, jointed board and jointed board finishing was 37%, 62.2%, 56.84% and 80.14% respectively, so that the final recovery is 10.50%.

Keywords: Jointed board, Logs shape numbers, Mangium, Recovery, Quality.

* Korespondensi penulis. Telp. : 0251-8633378
Email : susupriadi@gmail.com

1. Pendahuluan

Sampai saat ini kebanyakan industri perkayuan terutama industri penggergajian dan kayu lapis masih mengandalkan pada bahan baku dolok dari hutan alam, padahal kemampuan produksi kayu dari hutan alam terus menurun, sehingga terjadi kesenjangan antara kebutuhan industri pengolahan kayu dengan pasokan kayu. Untuk mengurangi kesenjangan ini, pemerintah terus mengembangkan produksi kayu dari hasil budidaya (hutan tanaman).

Jenis-jenis kayu dari hutan tanaman pada umumnya termasuk kayu cepat tumbuh seperti mangium. Pada periode-periode tertentu dilakukan penjarangan pada tanaman mangium. Kayu hasil penjarangan pada umumnya masih dimanfaatkan untuk kayu bakar, bahan baku pulp dan sedikit sebagai bahan pengisi dalam pembuatan furnitur, sehingga nilai tambahnya tidak optimal.

Dalam upaya peningkatan pemanfaatan kayu hasil penjarangan, maka kayu hasil penjarangan tersebut diolah untuk dibuat menjadi suatu produk. Setelah digergaji, kayu hasil penjarangan menghasilkan papan berdimensi sempit dan pendek. Agar dapat dimanfaatkan sesuai dengan tujuan penggunaannya, papan tersebut perlu disambung dengan menggunakan

perekat. Makalah ini menyajikan data dan informasi tentang angka bentuk dolok, mutu dan rendemen papan sambung dari kayu mangium hasil penjarangan.

2. Bahan dan Metode

2.1.Bahan dan alat

Dolok kayu yang digunakan adalah kayu mangium (*Acacia mangium* Wild.) berasal dari hasil penjarangan kedua (umur 6 tahun) sebanyak 36 dolok, dengan ukuran panjang sekitar 2 m dan diameter sekitar 15 cm. Semua dolok dalam kondisi segar diangkut ke Laboratorium Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor. Perekat yang digunakan adalah Polivinil Acetat (PVAc). Alat yang digunakan adalah mesin *bandsaw* 36", mesin *circle saw*, mesin serut, mesin bubut dan ampelas, mesin *finger joint*, meteran, kaliper, *stop watch* dan lain-lain.

2.2.Metode

2.2.1. Angka bentuk dolok

Pengukuran dan perhitungan angka bentuk dolok meliputi panjang, diameter, kebundaran, dan keruncingan (taper) dolok, dengan rumus sebagai berikut :

a. Diameter (cm) = $\frac{(d1 + d2)/2 + (d3 + d4)/2}{2}$ (1)

b. Kebundaran (%) = $\frac{(d2/d1) + (d3/d4)}{2} \times 100\%$ (2)

c. Taper (cm/m) = (dp – du)/100 cm (3)

d. Kelengkungan (%) = kl/p x 100% (4)

Dimana : dp = diameter pangkal dolok
du = diameter ujung dolok
d1 = diameter pangkal dolok pada arah vertikal
d2 = diameter pangkal dolok pada arah horizontal
d3 = diameter pangkal dolok pada arah vertikal
d4 = diameter pangkal dolok pada arah horizontal
kl = tinggi tali pada bagian yang paling lengkung
p = panjang dolok
π = 3,14

2.2.2. Pembuatan papan sambung

Dolok kayu mangium digergaji dengan pola satu sisi terus menerus (*live sawing*). Kayu gergajian tersebut kemudian dikeringkan. Setelah kering, sebagian dari kayu tersebut dipisahkan, selanjutnya dibuat bilah-bilah dengan ukuran lebih pendek (*blanks*), diserut dan dibuat bentuk menjari (*finger*) pada kedua ujungnya. Direkat menggunakan perekat PVAc dengan berat labur 200 g/m^2 dan selanjutnya dikempa dingin dengan tekanan 7 kg/cm^2 selama 6 jam dan akhirnya dikering anginkan.

2.2.3. Pengujian papan sambung

Pengujian papan sambung mengacu SNI (2000). Pengujian meliputi mutu permukaan sambung, kadar air, keteguhan tekan sampai patah (*breaking test*) dan delaminasi. Nilai rata-rata hasil pengujian dibandingkan dengan standar SNI tersebut.

2.2.4. Rendemen papan sambung

Rendemen dihitung dengan membagi output dengan input, dinyatakan dalam persen. Pengukuran rendemen dilakukan pada setiap proses pengolahan dolok hingga menjadi papan sambung.

2.3. Analisa data

Seluruh data hasil pengamatan dikumpulkan, dihitung rata-ratanya untuk setiap parameter yang diuji yaitu panjang, diameter, kebundaran, taper, kelengkungan, volume rendemen, mutu permukaan, kadar air, keteguhan tekan dan delaminasi. Nilai rata-rata tersebut kemudian dibandingkan dengan standar. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan bantuan software program Minitab (Hendradi, 2006).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Angka bentuk dolok

Data hasil pengukuran angka bentuk dan volume dolok rata-rata disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Angka bentuk dolok kayu mangium hasil penjarangan

Nilai	Panjang (cm)	Diameter (cm)	Kebundaran (%)	Taper (cm/m)	Kelengkungan (%)
Minimum	1,5	10,8	55,6	0,0	0,0
Maksimum	2,1	19,0	100,0	1,8	41,7
Rata-rata	1,9	12,6	86,2	0,4	13,0
Simpangan baku	39,0	3,9	18,8	0,4	10,3

Pada Tabel 1 tampak bahwa panjang dolok mangium berkisar antara 15 – 21 cm dengan rata-rata 19 cm. Dolok kayu umumnya berukuran kecil dengan diameter berkisar antara 10,8 – 19 cm dengan rata-rata 12,6 cm. Bentuk dolok termasuk bundar dengan kebundaran berkisar antara 56 – 100% dengan rata-rata 86%. Kebundaran dolok cukup baik, meskipun tidak sebaik angka kebundaran kayu mangium hasil penelitian Ginoga (1997). Taper rata-rata 0,4 cm/m, sehingga bentuk dolok termasuk silindris. Kelengkungan dolok termasuk rendah yaitu rata-rata 13,0%. Walaupun kelengkungan maksimum 41,7%, akan tetapi sebagian besar dolok yang diamati mempunyai kelengkungan 0 %, artinya dolok tersebut sangat lurus.

3.2. Mutu papan sambung

Hasil pengamatan visual pada permukaan papan sambung ditemukan cacat retak, lubang serangga dan mata kayu (dominan), sehingga mutu papan sambung yang dihasilkan termasuk

ke dalam mutu C (SNI, 2000), karena untuk papan sambung mutu A dan B tidak diperkenankan adanya cacat-cacat seperti tersebut di atas. Mutu papan sambung mangium dalam penelitian ini serupa dengan mutu papan sambung kayu meranti dan kempas dari limbah pemanenan hutan alam (Supriadi dan Rachman, 2005). Rata-rata kadar air 14,3%, keteguhan tekan sampai patah 220 kg/cm^2 dan delaminasi 0,7%. Nilai rata-rata kadar air dan keteguhan tekan sampai patah papan sambung tidak memenuhi standar SNI karena nilai kadar airnya lebih dari 14% dan keteguhan tekan kurang dari 500 kg/cm^2. Sedangkan nilai delaminasi memenuhi standar SNI, karena tidak lebih dari ¼ panjang garis rekat.

3.3. Rendemen papan sambung

Bilah sambung dibuat dari bahan baku kayu gergajian (bilah utuh) kayu mangium yang telah dikeringkan sebanyak 0,315 m3 dari tiga tingkat ketebalan yaitu 2 cm, 3 cm dan 4 cm. Hasil pengukuran dimensi dan jumlah bahan baku bilah sambung yang dibuat disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Dimensi dan kayu gergajian bahan baku bilah sambung kayu mangium hasil penjarangan

Ukuran	Tebal			Total
	2	3	4	
Panjang rata-rata (cm)	121,5	128	115	
Lebar rata-rata (cm)	6,25	6,0	5,0	
Jumlah bilah (bilah)	131	151	47	329
Volume (m^3)	0,103	0,108	0,104	0,315

Dari kayu gergajian tersebut kemudian dibuat papan sambung. Data hasil pengukuran rendemen pada setiap proses disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rendemen proses pembuatan papan sambung

No.	Tahapan proses	Volume input (m^3)	Volume output (m^3)	Rendemen proses (%)	Rendemen akhir (%)
1	Dolok–Kayu gergajian Kayu	0,315	0,116	37	37
2	gergajian-Blanks	0,116	0,0719	62,22	23,02
3	Blanks-Papan sambung	0,0719	0,0409	56,84	13,08
4	Papan sambung-Finishing	0,0409	0,0328	80,14	10.50

Pada Tabel 3 tampak bahwa rendemen kayu gergajian dari dolok kayu mangium hasil penjarangan sebesar 37%. Nilai rendemen ini lebih rendah dibandingkan dengan kayu gergajian damar yaitu 53,9% dan leda yaitu 50,59% (Supriadi, 2011). Hal ini disebabkan dolok kayu mangium pada penelitian ini memiliki rata-rata diameter lebih kecil (12,6 cm) disbanding kayu damar (22,8 cm) dan leda (20,2 cm). Clark (1970) *dalam* Steele (1984) menyatakan bahwa diameter (juga taper) berpengaruh terhadap rendemen penggergajian yang dihasilkan. Makin besar diameter, makin tinggi rendemen yang dihasilkan.

Pembuatan blanks dari kayu gergajian melalui proses pemotongan, perataan sisi dan penyerutan mengurangi volume kayu hingga menjadi 0,0719 m^3, sehingga rendemennya mencapai 62,22%. Pembuatan papan sambung dari blanks yang melalui proses penyeragraman dan pembuatan bilah rendemennya mencapai 56,82%. Rendemen papan sambung finishing sebesar 80,14% atau 10,50% dari bahan baku dolok. Nilai rendemen ini lebih kecil dibandingkan dengan nilai rendemen papan sambung menurut Bina Produksi Kehutanan yaitu sebesar 19-33% (BUK, 2013).

4. Kesimpulan

Angka bentuk dolok mangium berupa rata-rata panjang 1.89 m, diameter 12.60 cm, kebundaran 86.2%, taper 0.37 cm/m dan kelengkungan 13%. Mutu penampilan papan sambung termasuk kedalam mutu C, rata-rata kadar air 14.33 %, keteguhan tekan 220 kg/cm^2 dan delaminasi 0,77%. Kadar air dan keteguhan papan sambung tidak memenuhi standar SNI, sedangkan delaminasi memenuhi standar SNI. Rendemen proses pembuatan papan sambung meliputi rendemen penggergajian 37%, blanks 62.2%, papan sambung 56.84% and papan sambung finishing is 80.14%, sehingga rendemen akhir papan sambung dari dolok kayu menjadi sebesar 10.50%.

Referensi

BPK. (2013). *Rendemen kayu olahan industri primer hasil hutan kayu*. Peraturan Dirjen Bina Produksi Kehutanan nomor P.9/VI-BPPHH/2013. Jakarta. Direktorat Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hutan.

Ginoga, B. 1997. Beberapa sifat kayu mangium (*Acacia mangium* Wild.) pada beberapa tingkat umur. *Buletin Penelitian Hasil Hutan*, 132-149.

Hendradi, T.C. (2006). *Statististik Six Sigma dengan Minitab. Panduan Cerdas Inisiatif Kualitas.* Yogyakarta. ANDI OFFSET.

SNI. (2000). SNI 01-6243.2-2000. *Papan sambung dan bilah sambung untuk meja*. Jakarta. Badan Standardisasi Nasional.

Steele, P.H. (1984). *Factors Determining Lumber Recovery Sawmilling*. Gen, Tech. Rep. FPL-39. Madison. U.S. Departement of Agriculture.

Supriadi, A. & O. Racman (2005). Pemanfataan kayu dari limbah pemanenan hutan alam menjadi produk lumber core. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI VIII*, 13-17.

Supriadi, A. (2011). Rendemen dan mutu papan sambung dari kayu hasil penjarangan HTI. *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI XIV*, 549-554

Kuat Lentur dan Kekakuan Balok Laminasi Perekat Penampang I Menurut Percobaan Eksperimental dan Cara Analitis

Lilies Widojoko,[a],[*], Johannes Adhijoso Tjondro[b] dan Buen Sian[b]

[a]*Program studi Teknik Sipil,Universitas Bandar Lampung,*
Jl ZA Pagar Alam 26, Bandar Lampung, 35145, Indonesia
[b]*Program studi Teknik Sipil, Universitas Katolik Parahyangan,*
Jl Ciumbuleuit 94, Bandung, 40142, Indonesia

Abstract

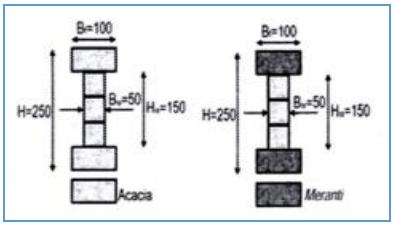
Wood from fast-growing vegetation generally has a low density, the diameter of which is not too big, rough texture, many spiral grain direction and has a large wooden eye, thus it needs the application of wood processing technology to obtain large timber with good performance. One such technology is the manufacture of Glue Laminate Timber or Glulam. This paper has investigated the flexural strength of the Glulam beam which is efficient withstand moment that is I cross section by combining Acacia wood with Meranti wood analytically and validated with experimental research. This combination can raise the beam flexural strength of 60-70%, compared to glulam beams are only using acacia wood only.

Keywords: Connection efficiency factor, Flexural strength, Glulam, Slip modulus, Rigidity

* Korespondensi penulis. Tel.: +086-029-88201284.
E-mail: labtekniksipil_lw@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Untuk menjawab kebutuhan kayu yang berukuran besar, maka dikembangkan kayu laminasi. Laminasi kayu dapat dilakukan dengan sambungan mekanik tipe pasak (baut, sekrup kunci, sekrup kayu, paku/pantek, baut dorong, dan pin dorong) dan tipe perekat (*Glue Laminated Timber* atau glulam). Salah satu keuntungan glulam adalah dapat mengkombinasikan kayu yang bermutu rendah dengan kayu yang bermutu lebih tinggi sesuai tegangan yang terjadi. Tulisan ini meneliti balok *glulam* yang efisien menahan momen yaitu berpenampang I dengan mengkombinasikan kayu Akasia dengan kayu Meranti.



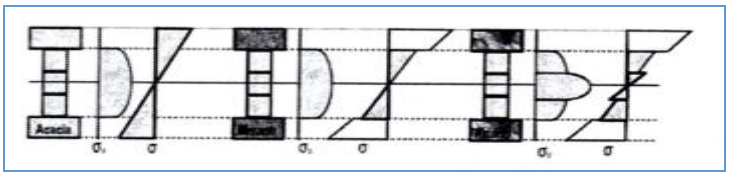
Gambar 1. Dimensi penampang dengan variasi sayap balok

Balok yang berpenampang I, efisien menahan momen karena bentuk penampang sesuai dengan bentuk tegangan yang terjadi, yaitu besar di serat atas dan serat bawah, dan kecil di tengah penampang. Selain mengatur bentuknya, jenis kayu diatur posisinya. Mutu yang lebih baik (Meranti) diletakkan pada daerah yang menerima tegangan tinggi, yaitu dibagian sayap (*flange*) kayu mutu lebih rendah (Akasia) diletakkan di bagian badan (*web*) penampang**.** Lihat Gambar 1.

2. Bahan dan Metode

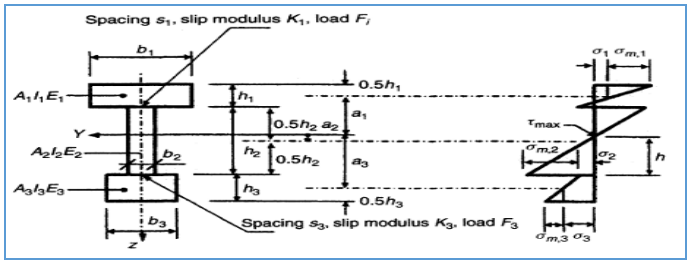
2.1 Perhitungan analitis

Akibat adanya beban luar, maka pada balok timbul gaya dalam berupa momen, gaya lintang dan gaya normal pada penampang. Untuk menghitung tegangan pada penampang secara analitis, pada balok digunakan metode Ceccoti (2003). Kemungkinan tegangan lentur dan tegangan geser yang terjadi pada balok I dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Kemungkinan diagram geser dan lentur balok I (Tjondro dan Buen Sian, 2011)

Teori Bernouli-Euler menyatakan bahwa penampang yang rata sebelum balok melengkung akan tetap rata setelah balok melengkung. Dalam hal ini sambungan dengan menggunakan perekat dianggap sebagai sambungan kaku penuh (*rigid joint*).



Gambar 3. Penampang dan distribusi tegangan pada balok komposit I (Ceccotti, 2003)

Ceccotti (2003), menyatakan bahwa teori Bernoulli-Euler tersebut tidak sepenuhnya dapat berlaku pada kayu laminasi. Pada sambungan mekanik masih terjadi slip. Diagram tegangan lentur yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 3. Bila penampang terdiri dari i jenis kayu maka kekakuan lentur efektif menjadi :

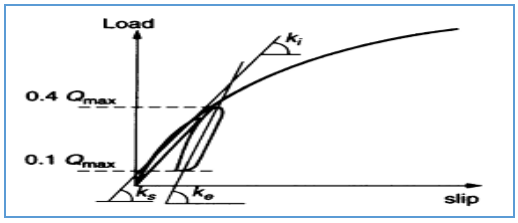
$$EI_{eff} = \sum_{i=1}^{n}(E_i . I_i + \gamma_i . A_i . a^2) \qquad (1)$$

Untuk laminasi dengan menggunakan perekat, Ceccotti, 2003 memasukkan "*connection efficiency factor*" γ, nilai γ =1 untuk sambungan kaku sempurna, sehingga terjadi aksi komposit sempurna dan γ = 0 untuk balok laminasi tanpa aksi komposit. Bila γ =1, maka persamaan 2.5 akan menjadi persamaan pada rumus Bernoulli-Euler.

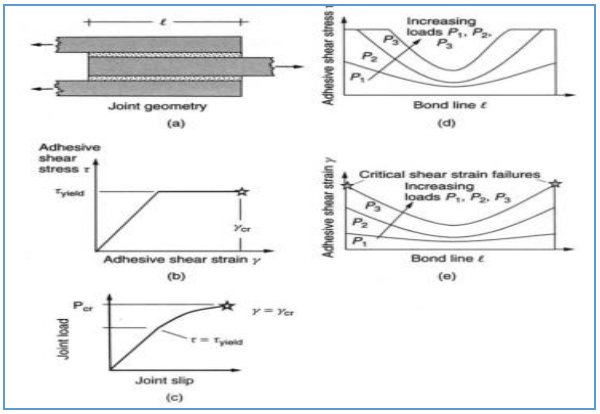
Connection efficiency factor :

$$\gamma_i = \frac{1}{1+\frac{\pi^2 . E_i . A_i}{k_i . l^2}} \qquad (2)$$

Dimana E, I, A adalah modulus elastisitas, momen inersia dan luas penampang masing masing lamina, dan a adalah jarak dari as lamina ke pusat momen inersia penampang. Banyak nya lamina adalah i = 1 sampai n, dan l adalah panjang balok I. Sedangkan k adalah koefisien slip antar lamina. Nilai k didapat berdasarkan percobaan dapat diliihat pada Gambar 4.

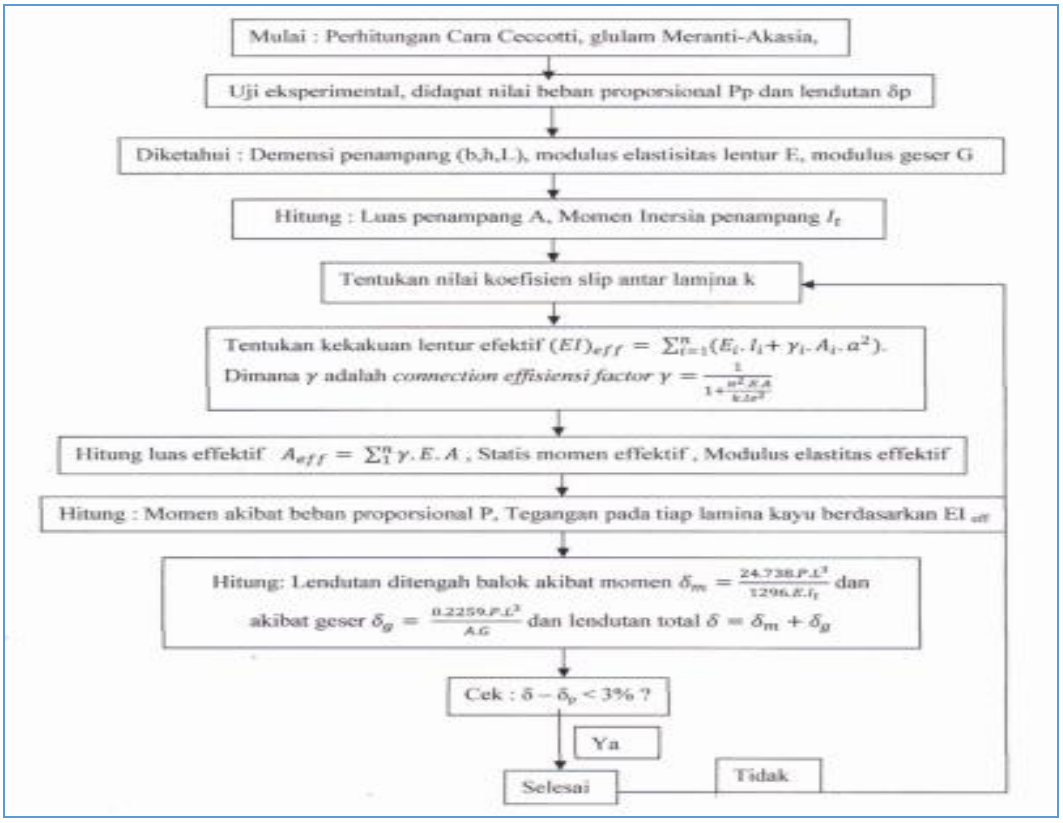


Gambar 4. Perilaku Beban-Slip menurut EN 26891.k_i *initial,* k_s *short-term,* k_s elastis



Gambar 5. Percobaan Hart-Smith,1981, (a) Geometri sambungan dobel perekat (b) diagram regangan – tegangan perekat (c) diagram tegangan geser pada garis perekat (d) diagram regangan geser pada garis perekat (e) hubungan antara beban dan slip pada perekat.

Suatu pertanyaan mendasar adalah : " Apakah sambungan perekat benar benar sambungan yang kaku sempurna?". Hart-Smith (1981) mendapati adanya slip pada sambungan perekat yang besarnya tergantung pada jenis perekat. Lihat Gambar 5. Diagram alir perhitungan analitis yaitu untuk glulam Meranti-Akasia, Meranti sebagai sayap, Akasia sebagai badan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Diagram alir perhitungan tegangan lentur dan lendutan balok *glulam* yaitu untuk *glulam* Meranti-Akasia, Meranti sebagai sayap, Akasia sebagai badan dengan cara Ceccotti

(a) (b)

Gambar 7 : (a) Pembuatan benda uji, (b) Pengujian benda uji

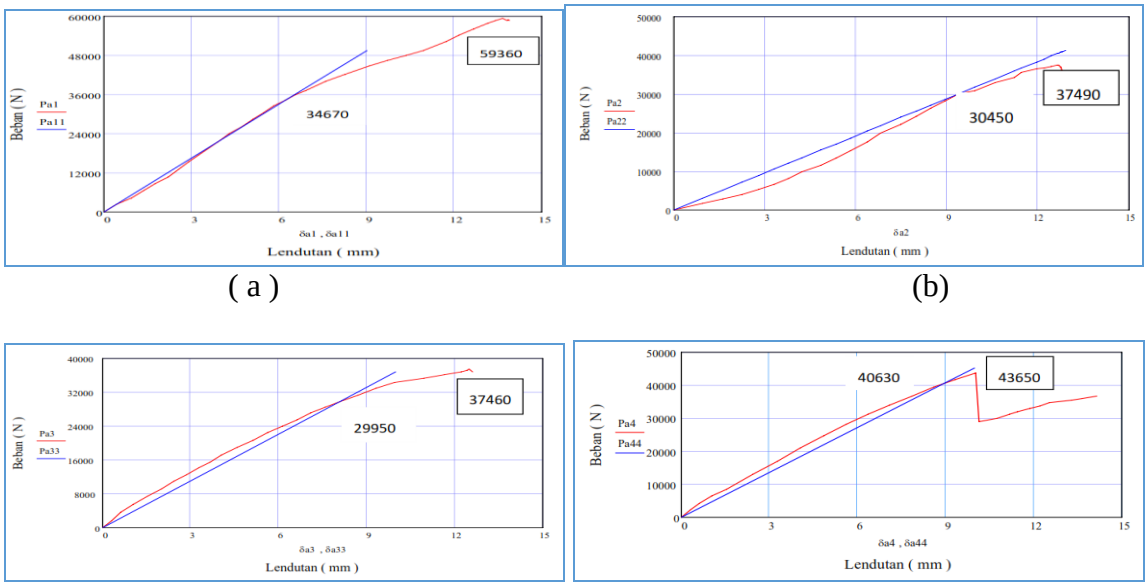
2.2 Percobaan eksperimental

Percobaan eksperimental dilakukan di UNPAR, menggunakan UTM merk Hung Ta, beban ditambahkan dengan kecepatan 10 mm/menit, deformasi diukur dengan LVDT (Linier Variable Differential Transformers) dipasang tepat di tengah bentang balok. Data Logger akan mencatat peralihan yang terjadi di tengah bentang dari LVDT, computer akan mencatat besarnya beban vs peralihan. Pengujian akan berhenti sesaat setelah benda uji mengalami kegagalan atau runtuh dan tidak dapat lagi menahan beban dapat dilihat pada Gambar 7.

3. Hasil dan Pembahasan.

Hubungan antara beban dan lendutan dari percobaan eksperimental dapat dilihat pada Gambar 8, Gambar 9 dan Tabel 1. Kekakuan (*stiffness*) adalah kemampuan menahan suatu

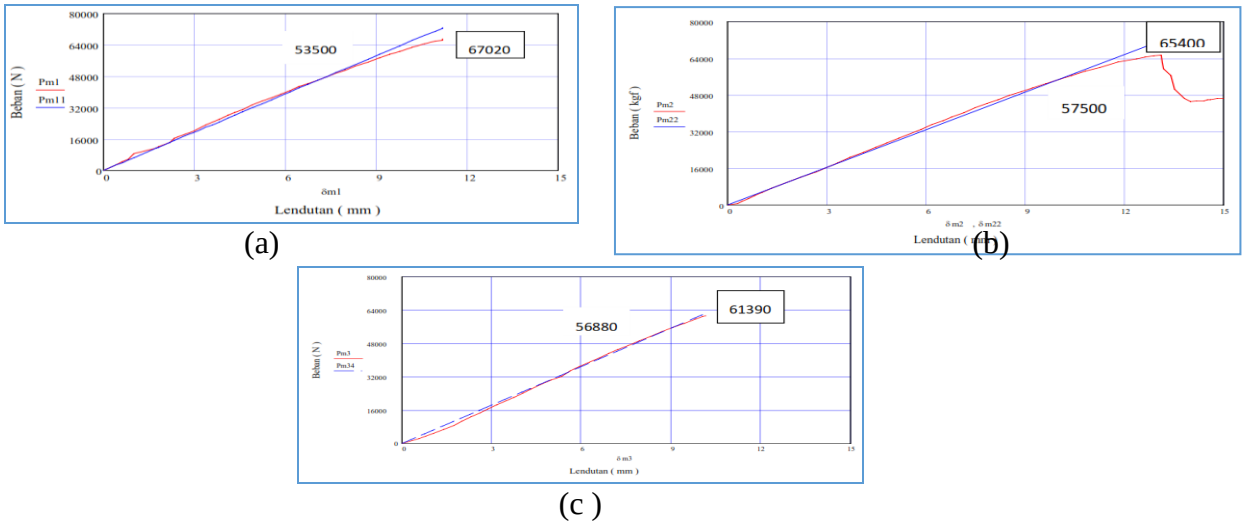
perubahan bentuk atau kelengkungan dengan indikasi yaitu parameter modulus elastisitas.



(a) (b)

(c) (d)

Gambar 8. Hubungan beban dan lendutan balok Akasia-Akasia (a) Balok A-A1 (b) Balok A-A2(c) Balok A-A3 (d) Balok A-A4 (Sian, 2009)



(a) (b)

(c)

Gambar 9. Hubungan beban dan lendutan balok Meranti-Akasia (a) Balok M-A1 (b) Balok M-A2 (c) Balok M-A3 (Sian, 2009)

Rigiditas lentur merupakan ukuran tahanan suatu balok terhadap lentur, artinya semakin besar rigiditas lentur, akan semakin kecil kelengkungan yang terjadi akibat momen lentur. Nilai rata-rata beban proporsional balok A-A adalah 33924 N dan balok M-A adalah 55960 N sedangkan lendutan balok A-A adalah 8.69 mm dan balok M-A adalah 9.38 mm. Sedangkan rigiditas lentur adalah 7828.105 kNmm2 dan 11244.105 kNmm2. Dengan demikian maka penggunaan kayu meranti pada web balok akan menaikkan kekuatan balok glulam sebesar 1.64 kali. Rigiditas lentur meningkat sebesar 1.4 kalinya.

Besarnya lendutan elastik berdasarkan percobaan eksperimental dan perhitungan analitis Cecotti (2003) dapat dilihat pada Tabel 2. Dengan menggunakan nilai k, maka

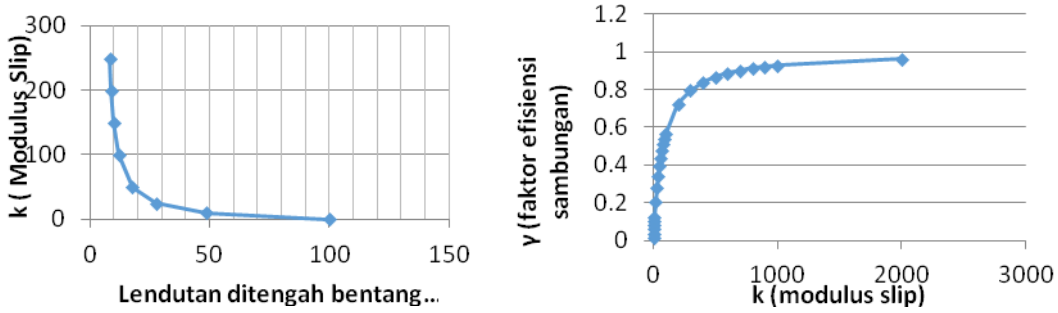
lendutan yang dihitung dengan cara Ceccotti (2003) menghasilkan lendutan yang kurang lebih sesuai dengan penelitian eksperimental. Nilai rata-rata k balok A-A adalah 174 dan balok M-A adalah 191. Lihat Tabel 2. Hubungan antara nilai k (modulus slip) glulam M-A dengan lendutan dapat dilihat pada Gambar 11a Dari grafik tersebut, dapat dilihat bahwa semakin besar nilai k, maka lendutan yang terjadi semakin kecil. Sedangkan hubungan antara faktor efisiensi sambungan (γ) dapat dilihat pada Gambar11b.Semakin besar nilai k, semakin besar nilai faktor efisiensi sambungan.

Tabel 1. Nilai beban proporsional (P_{bp}), beban ultimit (P_{bu}), lendutan (δ) dan rigiditas lentur (EI) glulam Akasia-Akasia dan Meranti -Akasia

Nama	P_{bp} (N)	P_{bu} (N)	δ (mm)	$EI(kNmm^2)$	Rata-rata $EI(kNmm^2)$
A-A1	34667	59360	6,30	$1019{,}383.10^6$	
A-A2	30450	37490	9,51	$5931{,}555.10^5$	
A-A3	29950	37460	8,13	$6824{,}457.10^5$	$7827{,}973.\ 10^5$
A-A4	40625	43650	9	$8362{,}050\ 10^5$	
M-A1	53500	67020	8,40	$1193{,}500.10^6$	
M-A2	57500	65400	10,5	$1026{,}187.10^6$	
M-A3	56875	61390	9,24	$1153{,}562.10^6$	$11243{,}778.10^5$

Tabel 2. Beban proporsional, lendutan dan koefisien slip balok glulam Akasia-Akasia (A-A) dan Merant-Akasia (M-A)

Kode Benda uji	Eksperimental		Analitis		
	P proporsional (N)	Lendutan (mm)	P elastis (N)	Lendutan (mm)	Koefisien slip k (-)
A-A 3	29950	8.13	29950	8.90	171
A-A 2	30450	9.51	30450	9.23	180
A-A 1	34667	8.13	34667	8.30	170
A-A 4	40630	9	40630	9.08	175
M-A 1	53500	8.4	53500	8.50	225
M-A 3	56880	9.24	56880	9.09	200
M-A 2	57500	10.5	57500	10.21	150



Gambar 11.(a) Hubungan antara modulus slip k dan lendutan , (b) Hubungan antara modulus slip k dan faktor efisiensi sambungan balok glulam Meranti-Akasia

Tipe keruntuhan pada benda uji karena pengujian lentur bisa berupa: a. Simple tension b. Cross-gain tension c. Splintering tension d. Brash tension e. Compression f. Horizontal shear. Pada penelitian ini benda uji sebagian besar mengalami

keruntuhan tipe horizontal shear dan cross-gain tension serta kegagalan perekat yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Pola keruntuhan balok Glulam

Glulam	Keruntuhan / letak	Kegagalan perekat	Sli
AA1	*Cross-gain tension* Pada web, dekat titik beban		2 mm
AA2	*Horizontal shear* Dekat flens, tepi balok	Pada web	
AA3	*Cross-gain tension* *Horizontal shear* Pada web, tengah bentang		
AA4	*Simple tension* Pada flens daerah tarik		2mm
MA1	*Horizontal shear* Pada web, tepi balok		
MA2	*Horizontal shear* Pada flens daerah tarik, tengah bentang		
MA3		Pada web	

4. Kesimpulan

Nilai rata-rata beban proporsional balok A-A adalah 33924 N dan balok M-A adalah 55960N sedangkan lendutan balok A-A adalah 8.69 mm dan balok M-A adalah 9.38 mm. Sedangkan rigiditas lentur adalah 7828.105 kNmm2 dan 11244.105 kNmm2. Dengan demikian maka penggunaan kayu meranti pada web balok akan menaikkan kekuatan balok glulam sebesar 1.64 kali. Rigiditas lentur meningkat sebesar 1.4 kalinya. Semakin besar nilai modulus slip k, maka lendutan yang terjadi semakin kecil dan nilai faktor efisiensi sambungan γ sambungan makin besar. Pada penelitian ini benda uji sebagian besar mengalami keruntuhan tipe horizontal shear dan cross-gain tension serta kegagalan perekat

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada Laboratorium Struktur Universitas Katolik Parahyangan dan para staf atas bantuannya selama melakukan pengujian di laboratorium.

Referensi

Ceccotti, A. (2003). *Composite Structure,* didalam : Timber Engineering, John Wiley & Sons Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester, West Sussex PO19 8SQ, England.

Morrow,H.W. & Kokernak, R.P. (2004).*Static and Strength of Material*, Pearson Prentice Hall, Upper Saddle River, New Jersey.

Sian, B.(2009). Studi Analisis dan Eksperimental Kuat Lentur Balok Glulam Berpenampang I, (Tesis), Program Pascasarjana, Universitas Katolik Parahyangan.

Smith, H.L.J. (1981). *Developments in Adhesives -2*. Kinloch A.J., (ed.). Applied Science,London

Tjondro, J.A.& Sian, B.(2011). Optimum Lamina Configuration of I Glulam Beam. *Jurnal llmu dan Teknologi Kayu Tropis 9*.(l), 65-72

Pengaruh Ekstrak Suren (*Toona sinensis* Merr) terhadap Pertumbuhan Bibit *Diospyros celebica* Bakh dan *Hopea odorata* Roxb

Diana Prameswari* dan Wida Darwiati

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jln Gunung Batu No. 5, Bogor

Abstract

The problem faced by plantation forest establishment is, among others, the availability of good quality seedlings in appropriate amount and right time. Potential tree species with high economic value to be developed in plantation forest establishment are *Diospyros celebica* Bakh and *Hopea odorata* which are the native tree species of Indonesia. The aim of this research was to obtain the right or exact dosage of suren extract plant on the seedling gowth of *D. celebica* dan *H. odorata*. The research was carried out at nursery of Forest Research and Development Centre in Bogor. The research design applied was Completely Randomized Block Design in factorial pattern. The first factor was the extract of suren plant namely leaves, seeds and branchlets and the second factor are applied dosages: 0 ml, 20 ml, 40 ml and 60 ml. Research results showed that the influence of leaves, seeds and branchlets plant extract of suren were not highly significant to the height and diameter gowth of *D.celebica* but for *H.odorata* gave highly significant influence to the height and diameter gowth. The treatment of suren extract plant originated from leaves with 60 ml dosage was better than seeds and branchlets for the gowth of *D. celebica* and *H. odorata* seedlings.

Keywords: extract of suren plant, gowth, dosage, *Diospyros celebica*, *Hopea odorata*

*Korespondensi penulis. Tel.: 08164838660.
E-mail: diana_eko@yahoo.com

1. Pendahuluan

Hutan merupakan salah satu sumber daya alam yang diperlukan sebagai penunjang kehidupan manusia. Hutan memiliki fungsi sebagai penyeimbang dalam segi ekologis, fungsi hidroorologis dan sumber plasma nutfah, selain itu mempunyai nilai ekonomis yang tinggi. Saat ini luas hutan di Indonesia semakin berkurang akibat adanya kebakaran hutan, perambahan hutan dan *illegal logging*. Oleh sebab itu untuk memenuhi kebutuhan kayu maka diperlukan pembangunan hutan tanaman.

Salah satu jenis pohon yang berpotensi dan bernilai ekonomis untuk dikembangkan sebagai hutan tanaman adalah *Diospyros celebica* dan *Hopea odorata*. Jenis tersebut memiliki karakteristik yang sesuai dengan tanaman hutan, teknik budidayanya sudah dikuasai dan benih mudah didapat (Alrasjid, 2002).

Salah satu kendala dalam pembangunan hutan tanaman adalah tersedianya benih dan bibit yang baik dalam jumlah cukup dan pada waktu yang tepat. Pada umumnya musim

berbuah jenis-jenis tersebut tidak terjadi setiap tahun. Buahnya tidak dapat disimpan lama karena bersifat rekalsitran.

Diospyros celebica Bakh merupakan salah satu jenis eboni di dunia yang tumbuh alami yang banyak terdapat di Sulawesi Selatan, Sulawesi Tengah dan Sulawesi Utara yang sudah mulai langka dan termasuk famili *Ebenaceae* (Riswan, 2002). Jenis pohon *Hopea odorata* adalah pohon dari jenis famili *Dipterocarpaceae* yang banyak dijumpai di hutan alam dan hutan rakyat dan mempunyai karakteristik yang khas yaitu pertumbuhan batangnya yang lurus dengan tinggi pohon dapat mencapai 35 m, diameter batang dapat mencapai 210 cm dan tinggi banir mencapai 1,70 m dan umumnya hanya berbuah lebat sekali dalam 3 – 4 tahun dan mengalami musim buah yang lebat setelah mengalami musim kemarau yang cukup panjang (Heyne, 1987).

Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas bibit adalah dengan menginokulasi ekstraks dari daun, biji dan ranting tanaman suren. Di China tanaman tingkat tinggi telah banyak digunakan sebagai bahan insektisida sejak 2000 tahun yang lalu (Shang, 1996). Bahan tanaman diketahui kaya akan senyawa kimia, kandungan senyawa sekunder tanaman seperti flavanoid, terpenoid dan alkaloid diketahui sebagai senyawa yang melindungi tanaman dari serangan hama dan penyakit. Tanaman suren juga digolongkan ke dalam tanaman obat, petani menggunakan suren untuk menghalau hama tanaman. Berdasarkan penelitian suren memiliki kandungan bahan surenon, surenin dan surenolakton yang berperan sebagai insektisida, sebagai penghambat pertumbuhan, antifeedant trhadap larva serangga uji ulat sutera, juga dapat mengusik nyamuk (Yanuar *et al.*, 2007) dan ditingkat petani daerah Jawa Barat, suren telah digunakan untuk pengendalian walang sangit pada pertanaman padi dan hasilnya cukup baik (Prijono, 1999). Bagian kulitnya digunakan untuk menyembuhkan berbagai penyakit misalnya oleh suku Rejang Lebong (Bengkulu) untuk obat mules, suku Jawa untuk demam, suku Bali untuk kencing manis dan suku Sumbawa (NTB) untuk menyembuhkan penyakit gondok (Heyne, 1987). Beberapa ekstrak tumbuhan selain memiliki pengaruh terhadap mortalitas juga dapat berpengaruh terhadap penekanan kemampuan reproduksi serangga dan perkembangan generasi keturunannya juga dapat membantu pertumbuhan bibit tanaman. Kandungan senyawa bioaktif merupakan senyawa yang mempunyai aktivitas biologis terhadap organisme lain atau pada organisme yang menghasilkan senyawa tersebut. Adapun tujuan penelitian adalah untuk mendapatkan dosis yang tepat dari ekstrak tanaman suren tersebut terhadap pertumbuhan bibit *D. celebica* dan *H. odorata.*

2. Bahan dan Metode

2.1. Lokasi penelitian

Penelitian dilaksanakan di rumah kaca Laboratorium Silvikultur Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam Bogor selama 11 bulan. Bahan dan alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih *Diospyros celebica*, *Hopea odorata*, ekstrak suren dari daun, biji dan ranting, tanah, aquades dan polibag ukuran 12 x 15 cm, timbangan analitik, alat tulis dan camera.

2.2. Metode penelitian

Biji *Diospyros celebica dan Hopea odorata* dikecambahkan di media pasir yang sudah disterilkan setelah berumur satu bulan disapih ke dalam media tanah. Bibit *D. celebica* dan *H. odorata* umur satu bulan diinokulasi dengan ekstrak suren dari daun, biji dan ranting. Parameter yang diukur meliputi tinggi, diameter, berat kering total dan nisbah pucuk akar dan analisa tanah.

Rancangan penelitian adalah rancangan acak lengkap dalam pola faktorial yang terdiri dari dua faktor yaitu faktor pertama adalah ekstrak tanaman suren yaitu daun, biji dan ranting dan faktor kedua adalah dosis yang digunakan 0,20 mL, 40 mL dan 60 mL. Masing-masing perlakuan diulang 10 kali (bibit).

3. Hasil dan Pembahasan

Pengaruh ekstrak suren dengan beberapa dosis menunjukkan hasil yang beragram pada beberapa parameter yang diamati. Rekapitulasi hasil sidik ragram uji pengaruh ekstrak suren dengan beberapa dosis terhadap pertumbuhan bibit *D. celebica.* dan *H. odorata* umur 11 bulan disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rekapitulasi Hasil Sidik Ragram terhadap pertumbuhan tinggi, diameter, berat kering total dan nisbah pucuk akar pada bibit *D. celebica* dan *H.odorata* umur 11 bulan.

Perlakuan	*Diospyros celebica*				*Hopea odorata*			
	T	D	BKT	NPA	T	D	BKT	NPA
Ekstrak suren	**	**	*	*	tn	tn	tn	tn
Dosis	tn	tn	tn	tn	**	**	*	*
Ekstrak suren dan dosis	tn	tn	tn	tn	**	**	**	**

Keterangan : *= berbeda nyata pada taraf 5 % tn = tidak berbeda nyata ** = berbeda nyata pada taraf 1 %

T= Tinggi, D = Diameter, , BKT = Berat Kering Total, NPA = Nisbah Pucuk Akar

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa faktor ekstrak suren dan dosis tidak memberikan pengaruh yang nyata pada semua parameter yang diujikan untuk jenis *D. celebica* akan tetapi pada jenis *H.odorata* memberikan pengaruh yang sangat nyata pada dosis dan interaksinya terhadap semua parameter. Pada faktor tunggal ekstrak suren pada *D.celebica* memberikan pengaruh yang sangat nyata terhadap semua parameter sedangkan untuk jenis *H.odorata* ekstrak suren tidak memberikan pengaruh yang nyata.

Gambar 1. Bibit *Diospyros celebica* dan *Hopea odorata*

3.1. Pertumbuhan bibit D. celebica

Hasil uji perbandingan berganda Duncan yaitu pengaruh ekstrak suren terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter *D. celebica* disajikan pada Tabel 2. Pada Tabel 2 pertumbuhan tinggi bibit *D. celebica* yang tertinggi 17.493 cm diperoleh pada esktrak suren dari daun sedangkan yang terendah ekstrak suren yang berasal dari ranting 12.68 cm. Untuk pertumbuhan diameter semai *D.celebica* yang terbaik 0,143 cm dan 0.137 cm berasal dari ekstrak suren daun dan biji sedangkan ekstrak suren yang berasal dari ranting lebih rendah 0.111 cm.

Tabel 2. Pengaruh ekstrak suren terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter bibit *D.celebica* umur 11 bulan.

No	Perlakuan*(Treatment)*	Tinggi (cm)	Diameter (cm)
1	Daun	17.493 a	0.143 a
2	Biji	14.210 ab	0.137 a
3	Ranting	12.678 b	0.111 b

Keterangan : * angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf (*Not significant at*) $\alpha > 5\%$

3.2. Pertumbuhan bibit Hopea odorata

Hasil uji lanjut Duncan pengaruh ekstrak suren terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter disajikan pada Tabel 3. Hasil yang diperoleh menunjukkan pengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan tinggi bibit *H.odorata* dan tertinggi 35.73 cm diperoleh pada esktrak suren dari biji dengan dosis 60 mL dan 35.66 cm esktrak dari daun dengan dosis 60 ml sedangkan yang terendah pada 16.35 cm ekstrak biji tanpa dosis (kontrol) dan 16.49 cm ekstrak suren dari ranting tanpa dosis.

Untuk pertumbuhan diameter bibit *H.odorata* yang tertinggi 4.14 cm ekstrak suren dari daun dengan dosis 60 ml dan 3.86 cm diperoleh pada ekstrak suren berasal dari biji dengan dosis 60 mL sedangkan diameter terendah pada 2.43 cm ekstrak suren berasal dari ranting tanpa dosis (kontrol) dan 2.56 cm ekstrak suren yang berasal dari biji tanpa dosis lebih rendah.

Tabel 3. Uji perbandingan berganda Duncan interaksi ekstrak suren dan dosis terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter *Hopea odorata* umur 11 bulan

No	Perlakuan	Tinggi (cm)			Diameter (cm)		
		daun	biji	ranting	daun	biji	ranting
1	0	16.49	16.35	24.17	2.43	2.56	2.89
2	20	30.57	31.29	31.24	3.15	3.36	3.42
3	40	19.64	22.92	26.41	2.69	2.94	3.62
4	60	32.25	35.73	35.66	3.33	3.86	4.14

Keterangan : ns : Angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf $\alpha > 5\%$ *(Values followed by different letters means significantly diffeerence at Duncan test a > 5 %)* .

3.3. Biomassa bibit D.celebica dan H. odorata

Untuk mengetahui keberhasilan adaptasi tanaman maka diukur biomassa tanaman karena merupakan hasil interaksi antara lingkungan dan proses fisiologi dalam tanaman. Biomassa tegakan merupakan jumlah total bahan hidup jaringan tanaman pada suatu waktu (Rusdiana 2007). Bobot kering total (BKT) merupakan salah satu parameter pengamatan yang penting karena memberikan gambaran hasil interaksi lingkungan, genetik dan proses fisiologis tanaman sedangkan nisbah pucuk akar (NPA) memberikan gambaran perbandingan antara bagian pucuk semai dengan akar. Hasil Uji perbandingan berganda Duncan ekstrak suren terhadap berat kering total dan nisbah pucuk akar *D.celebica* disajikan pada Tabel 4 bawah ini :

Tabel 4. Uji perbandingan berganda Duncan ekstrak suren terhadap pertumbuhan berat kering total dan nisbah pucuk akar bibit *D.celebica* umur 11 bulan.

No	Perlakuan*(Treatment)*	Berat kering total (g)	Nisbah Pucuk Akar (NPA)
1	Daun	6.23 a	3.25 a
2	Biji	4.56 ab	2.90 ab
3	Ranting	4.38 ab	2.70 b

Keterangan : *angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata taraf (*Not significant at*) $\alpha > 5\%$.

Dari hasil yang diperoleh berat kering total dan nisbah pucuk akar (NPA) pada bibit *D.celebica* pada faktor tunggal ekstrak suren berpengaruh sangat nyata. Berat kering total yang tertinggi berasal dari daun ekstrak suren (3.25) sedangkan yang terendah ekstrak suren dari ranting. Untuk nisbah pucuk akar berkisar antara 2.80 sd 3.25 dan hal ini sesuai dengan pendapat Alrasyid (1991).

Untuk jenis *H.odorata* pada Tabel 4 dapat dilihat uji perbandingan berganda Duncan ekstrak suren terhadap pertumbuhan berat kering total dan nisbah pucuk akar bibit *H.odorata*. Bila dilihat dari hasil berat kering total dan nisbah pucuk akar bibit *H.odorata* dipengaruhi secara nyata oleh adanya interaksi antara ekstrak suren dengan dosisnya. Berat kering total terbaik pada perlakuan ekstrak suren yang berasal dari biji (12.44 gram) dan ranting (12.32 gram).

Untuk nisbah pucuk akar yang terbaik pada ekstrak suren berasal dari biji dengan dosis 60 ml (3.45). Kisaran nilai NPA yang baik untuk tumbuhan darat 2-5 (Alrasjid 1972) sedangkan NPA terkecil diperoleh pada kombinasi perlakuan kontrol dengan ekstrak suren yang berasal dari daun (1.44), biji (1.43) dan ranting (1.56).

Aplikasi ekstrak suren terhadap pertumbuhan bibit *D.celebica* dan *H.odorata* menunjukkan hasil yang beragram, pada pertumbuhan bibit perlakuan ekstrak dari daun dan biji memberikan angka yang tertinggi dibandingkan ekstrak ranting, begitu pula dengan berat kering total dan nisbah pucuk akar memberikan nilai tertinggi pada ekstrak suren yang berasal dari daun dan biji. Hal ini disebabkan pengaruh ekstrak dari daun dan biji sangat berperan terhadap pertumbuhan bibit tersebut dan mempunyai kemampuan berakar dan daya hidup sangat tinggi sesuai dengan hasil penelitian Hidayat *et al* (2007).

Tabel 5. Uji perbandingan berganda Duncan ekstrak suren terhadap pertumbuhan berat kering total dan nisbah pucuk akar bibit *H.odorata* umur 11 bulan.

No	Perlakuan	BKT (g)			NPA		
		daun	biji	ranting	daun	biji	ranting
1	0	5.50	5.47	6.06	1.44	1.43	1.56
2	20	10.52	10.64	10.53	3.25	3.33	3.34
3	40	8.63	7.85	6.54	2.46	2.54	2.05
4	60	11.43	12.44	12.32	3.35	3.45	3.43

Keterangan : Nilai yang diikuti huruf yang sama pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 95 %.

Pemanfaatan ekstrak tanaman suren yang biasa digunakan untuk pestisida nabati dalam pengendalian hama, ternyata dapat juga dimanfaatkan dalam mengoptimalkan pertumbuhan bibit di persemaian sehingga dapat diperolehnya nilai tambah tanaman tersebut. Beberapa famili tumbuhan telah diketahui memiliki metabolit sekunder dan aktivitas insektisida terhadap serangga diantaranya famili *Meliaceae.* Insektisida botani yang termakan serangga dalam jumlah yang cukup secara langsung dapat menyebabkan mortalitas, sedangkan pada konsentrasi yang tidak mematikan (subletal), insektisida dapat mempengaruhi perilaku dan fisiologi serangga. Miller dan Strickler (1984) menjelaskan bahwa sifat toksik senyawa tanaman terhadap serangga dapat berupa gangguan terhadap perkembangan serangga secara langsung maupun tidak langsung, sedangkan efek antifeedant yang dikandung tanaman dapat didekteksi serangga melalui sistem indera (efek antifeedant primer), atau mempengaruhi syaraf pusat serangga yang mengatur proses makan. Penggunaan ekstrak dari bagian daun, ranting dan biji ternyata kandungan yang lebih toksik banyak terkumpul di bagian biji, sehingga pemanfaatan bagian biji dapat menjadikan nilai tambah bagi petani dalam memanfaatkan tanaman suren. Kinerja insektisida botani dipengaruhi oleh ketahanan senyawa aktif di lapangan dan ketahanan senyawa aktif ini dipengaruhi oleh factor lingkungan. Insektisida asal tumbuhan mudah terurai oleh cahaya matahari sehingga memiliki persistensi yang singkat di lapangan.

4. Kesimpulan

Perlakuan ekstrak daun, biji dan ranting tidak berpengaruh nyata pada pertumbuhan tinggi dan diameter bibit *D.celebica* akan tetapi pada *H. odorata* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan tinggi dan diameter. Perlakuan ekstrak suren yang berasal dari daun dengan dosis 60 ml lebih baik daripada biji dan ranting pada pertumbuhan bibit *D. celebica* dan *H. odorata*

Referensi

Alrasjid, H.(1972). Tehnik Persemaian dan Penanaman di Jepang. Lap. No. 142. LPH. Bogor.

Alrasjid, H. (2002). Kajian Budidaya Pohon Eboni. *Dalam* Irawati, Siregar M, Gintings N dan Riswan S. Manajemen Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) dalam Mendukung Keunggulan Industri Menuju Otonomisasi dan Era Pasar Bebas. *Berita Biologi* 6 (2) Pusat Penelitian Biologi – LIPI. Pp. 219-225.

Dadang dan Prijono (2008). Insektisida Nabati (Prinsip, Pemanfaatan dan Pengembangan). Departemen Proteksi Tanaman. IPB. Bogor.

Heyne, K. (1987). Tumbuhan Berguna Indonesia Jilid 2. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Dephut. Vol. I - IV. Jakarta.

Hidayat, A, H. Hendalastuti & E. Nurrohman. (2007). Pengaruh ukuran diameter stek batang *Hopea odorata* Roxb dari kebun pangkas terhadap kemampuan bertunas, berakar dan daya hidupnya. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi 4* (1),1-12

Miller, J.R, K.L Strickler. (1984). Finding and Accepting host plants. *Dalam* : Bel WJ, Carde RT (ed). Chemical ecology of insect. Massachusetts: Sinauer, Sunderland. pp. 127 – 157.

Prijono, D. (1999). *Penuntun Praktikum Pengujian Insektisida*. Jurusan Hama dan Penyakit Tumbuhan, Fakultas Pertanian IPB, Bogor.

Riswan S. (2002). Kajian Biologi Eboni (*Diospyros celebica* Bakh). *Dalam* Irawati, Siregar M, Gintings N dan Riswan S. Manajemen Eboni (*Diospyros celebica* Bakh) Dalam Mendukung Keunggulan Industri Menuju Otonomisasi dan Era Pasar Bebas. *Berita Biologi* 6(2). Pusat Penelitian Biologi – LIPI. Pp. 211-218.

Rusdiana, O. (2006). Siklus nitrogen pada hutan tanaman Pinus di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi (disertasi). Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Shang, Zhi-Zheng. (1996). Studies from China on Plants an Sources and Models of Insect Control. In L.G. Copping (ed) Crop Protection Agents From Nature: Nature Products and Analogues. The Royal Society of Chemistry UK.

Dinata, A. (2015). Tanaman Pengusir Nyamuk. http://www.radarsukabumi. 18 Desember 2015.

Kajian Serapan Karbondioksida Anakan Tumbuhan Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.) dan Trembesi *(Samanea saman* (Jacq.) Merr.)

Yetrie Ludang*

Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya
Kampus UNPAR Tunjung Nyaho Jl. Yos Sudarso Palangka Raya
Kalimantan Tengah

Abstract

This research aimed to observe the difference between CO_2 fluctuation and sequestration of Red Palm (*Cyrtostachys lakka* Becc.) and Rain Tree (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) tillers. The measurement of CO_2 sequestration applied containment method (chamber) with the size of 50 x 50 x 30 cm, and CO_2 concentrate analysis used Gas Cromatography. CO_2 sequestration on plant tillers was scaled in measured time period at 06.00 am, 09.00 am, 12.00 am, and 03.00 pm in Indonesian Western Time within time intervals of CO_2 sampling on 5, 10, 15, 20, 25, and 30 minutes. Gravimetric method was used to measure dry weight, percentage, and organic carbon measurement of Red Palm and Raintree tillers. The research result showed that the average of CO_2 sequestration of Red Palm tiller was higher (around 1.37 mg/m^2/minute) than the Rain Tree tillers (around 1.19 mg/m^2/minute). The fluctuation of CO_2 sequestration on Palm Tree and Rain Tree tillers demonstrated various trends where the CO_2 sequestration of both tillers reached the highest absorption at 03.00 until 03.30 pm.

Keywords: Carbon dioxide, Plant tillers, Rain tree, Red palm

*Korespondensi.penulis Tel.: 0811526425
E-mail : yludang@yahoo.com

1. Pendahuluan

Karbon dioksida (CO_2) merupakan salah satu gas rumah kaca (GK) yang peningkatannya di atmosfir sangat pesat dari tahun ke tahun. Pada awal revolusi industri (sekitar tahun 1700-an) rata-rata global konsentrasi CO_2 di atmosfir sekitar 280 ppm (*part per million*) dan kemudian meningkat sekitar 381 ppm pada tahun 2006 (Kementerian Lingkungan Hidup, 2012). Peningkatan konsentrasi gas CO_2 tersebut mengakibatkan timbulnya efek gas rumahkaca di atmosfir yang menyebabkan terjadinya peningkatan suhu di permukaan bumi atau pemanasan global. Dampak pemanasan global dapat mengancam kelangsungan kehidupan makhluk hidup di muka bumi. Untuk itu diperlukan berbagai upaya yang harus dilakukan dalam menekan peningkatan konsentrasi gas CO_2.

Salah satu upaya untuk menekan peningkatan konsentrasi gas CO_2 di atmosfir adalah dengan memanfaatkan sifat alamiah dari tumbuhan yang menggunakan CO_2 sebagai bahan

baku dalam memproduksi bahan makanan (karbohidrat) untuk pertumbuhannya melalui proses fotosintesis. Hasil fotosintesis tersebut tersimpan dalam bentuk biomasa yang kemudian disalurkan ke daun, batang, ranting, dahan dan akar sehingga dengan semakin banyak melakukan kegiatan penanaman tumbuhan maka kelebihan CO_2 di atmosfir yang diserap akan semakin banyak. Namun demikian, setiap jenis tumbuhan memiliki kemampuan dalam menyerap CO_2 yang berbeda-beda sehingga diperlukan kajian penelitian tentang jenis-jenis tumbuhan yang memiliki kemampuan dalam menyerap CO_2 dan berbadasarkan fase pertumbuhannnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perbedaan fluktuasi dan serapan CO_2 anakan tumbuhan Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.) dengan Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.).

2. Bahan dan Metode

Penelitian dilaksanakan di Kota Palangka Raya Provinsi Kalimantan Tengah, analisis gas CO_2 dilakukan di Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jakenan Pati, Jawa Tengah. Waktu pelaksanaan penelitian pada bulan Maret sampai dengan Mei 2013. Bahan yang digunakan adalah anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi berumur ± 3 bulan, pasir, media tanam berupa campuran tanah dan serbuk kayu serta sedikit pupuk kandang sapi. Anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi, seperti pada Gambar 1.

(a) (b)

Gambar 1. Anakan tumbuhan (a) Trembesi ; (b) Pinang merah

Alat yang digunakan meliputi sungkup (*chamber*) berukuran 50 cm x 50 cm x 30 cm sebanyak 3 unit, Gas Cromatogaphy, syringe, kertas label, oven, desikator, tanur pengabuan, cawan pengabuan, ember, keranjang plastik kecil, kantong kertas, stopwatch, gunting, timbangan analitik, blender serta alat tulis menulis. Alat sungkup dan Gas Cromatogaphy, seperti pada Gambar 2.

(a) (b)

Gambar 2. (a) Sungkup (*chamber*) berukuran 50 cm x 50 cm x 30 cm ; (b) *Gas Cromatogaphy*

Metode pengukuran serapan CO_2 anakan tumbuhan menggunakan metode sungkup (*chamber*) berukuran 50 cm x 50 cm x 50 cm. Jumlah sungkup yang digunakan sebanyak 3 unit, yaitu 2 unit untuk anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi, sedangkan 1 unit untuk kontrol (tanpa anakan tumbuhan). Pengukuran serapan CO_2 dimulai dengan meletakkan anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi di atas lantai semen. Kemudian dilakukan penutupan dengan sungkup yang dilengkapi dengan termometer, baterai kering dan kipas angin kecil, begitu juga sungkup tanpa anakan tumbuhan (kontrol). Selanjutnya menutup sisi sungkup dengan pasir untuk menghindari udara yang masuk ke dalam sungkup dan menghidupkan kipas angin kecil dalam sungkup dan karet penutup/septum di atas sungkup dibuka selama 2–3 menit dan ditutup kembali. Pengambilan sampel gas CO_2 dilakukan di dalam sungkup melalui *septum* dengan menggunakan syringe. Suhu pada termometer dicatat dalam sungkup serta suhu di sekitar lokasi penelitian pada setiap periode waktu pengambilan sampel gas CO_2. Pengambilan sampel gas di lakukan pada periode waktu pukul 06.00, 09.00, 12.00 dan 15.00 WIB (*Waktu Indonesia Bagian Barat*) dengan interval waktu pengambilan sampel gas setiap periode pada menit ke 5, 10, 15, 20, 25 dan 30. Setelah pengambilan sampel gas CO_2 dilakukan, kemudian sungkup dibuka kembali. Pengambilan sampel gas CO_2 dalam sungkup dilakukan sebanyak 4 kali selama 4 minggu.

Sampel gas dalam syringe kemudian dibawa ke laboratorium Balai Penelitian Lingkungan Pertanian Jakenan Pati, Jawa Tengah untuk dianalisis gas CO_2 menggunakan Gas Cromatogaphy. Data hasil analisis gas CO_2 tersebut kemudian dihitung laju serapan gas CO_2 dalam sungkup dengan menggunakan rumus Khalil *et. al*. (1991), seperti pada Persamaan 1.

$$F = \frac{dc}{dt} \times \frac{Vch}{Ach} \times \frac{mW}{mV} \times \frac{273,2}{273,2+T} \quad (1)$$

Keterangan :

F = Laju serapan CO_2 dalam sungkup (mg/m^2/menit)

dc/dt = Perbedaan konsentrasi CO_2 per satuan waktu (ppm/menit)
Vch = Volume boks (m^3)
Ach = Luas boks (m^2)
mW = Berat molekul CO_2 (*g*)
mV = Volume molekul CO_2 (22,41 L)
T = Suhu rata-rata selama pengambilan contoh gas (^{o} C)

Daya Serap CO_2 anakan tumbuhan (Fb) merupakan selisih antara laju serapan CO_2 dalam sungkup yang berisi anakan tumbuhan dengan laju serapan CO_2 dalam sungkup tanpa tumbuhan/kontrol (K) dengan rumus, seperti pada Persamaan 2.

$$Fb = F - K \quad (2)$$

Keterangan :
Fb = Daya Serap CO_2 anakan tumbuhan (mg/m^2/menit)
F = Laju Serapan CO_2 dalam pada sungkup (mg/m^2/menit)
K = Laju Serapan CO_2 pada sungkup kontrol/tanpa tumbuhan (mg/m^2/menit)

Proses pengambilan sampel gas CO_2 dan analisis sampel gas CO_2 dengan Gas Cromatogaphy, seperti pada Gambar 3.

(a) (b)

Gambar 3. (a) Pengambilan Sampel gas CO_2 ; (b) Analisis Sampel Gas CO_2 dengan Gas Cromatogaphy

Analisis berat kering, persen karbon organik dan kadar karbon organik masing-masing anakan tumbuhan dengan menggunakan metode gavimetri dilakukan setelah proses pengukuran serapan gas CO_2 selesai dilaksanakan.

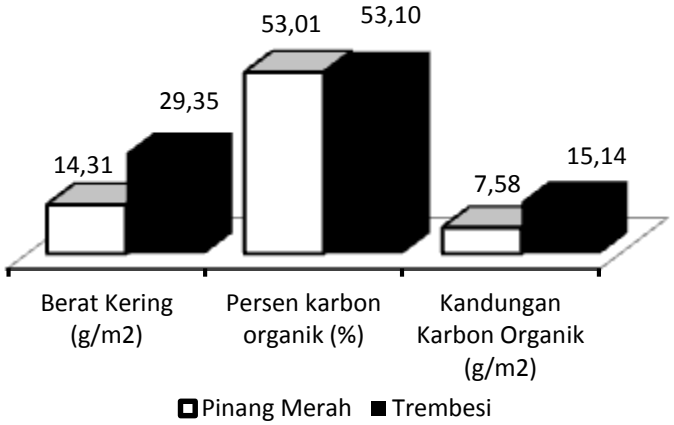
3. Hasil dan Pembahasan

2.1 Serapan karbondioksida anakan pinang merah dan trembesi

Rata-rata serapan CO_2 anakan tumbuhan Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.) pada periode waktu pukul 06.00, 09.00, 12.00 dan 15.00 *WIB* sebesar 1,37 mg/m^2/menit atau

82,20 mg/m^2/jam lebih tinggi dibandingkan anakan tumbuhan Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.) yaitu sebesar 1,19 mg/m^2/menit atau 71,40 mg/m^2/jam. Dengan asumsi proses fotosintesis yang terjadi dalam satu hari selama 12 jam maka jumlah CO_2 yang diserap anakan tumbuhan Pinang Merah sebesar 986,40 mg/m^2/hari dan Trembesi sebesar 856,80 mg/m^2/hari. Tingginya serapan CO_2 Anakan Pinang Merah dipengaruhi oleh besaran konsentrasi CO_2 di dalam sungkup yang lebih tinggi (555,94 ppm) dibandingkan anakan Trembesi (536,23 ppm). Peningkatan konsentrasi CO_2 yang dibarengi dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi dapat meningkatkan laju fiksasi CO_2 dalam beberapa jenis tumbuhan (Ginting, 2009). Mooney dan Ehrelinger (1977), CO_2 merupakan bahan utama dalam proses fotosintesis dan kecepatan fotosintesis akan meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsentrasi CO_2 intraseluler. Beberapa respon peningkatan konsentrasi CO_2 terhadap tumbuhan diantaranya menstimulir pertumbuhan berupa biomasa, mendorong tanaman untuk mengalami aklimatisasi, penimbunan karbohidrat lebih besar dan meningkatkan ukuran organ namun tidak mempengaruhi perkembangannya (Ginting, 2009).

Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa tingginya serapan CO_2 pada anakan Pinang Merah tidak mempengaruhi terhadap jumlah berat kering/biomasa yang tersimpan. Hal ini terlihat berdasarkan hasil analisis gavimetri yang menunjukkan bahwa berat kering/biomasa, persen dan kandungan karbon organik anakan Pinang Merah rata-rata lebih rendah dibandingkan anakan Trembesi. Rata-rata jumlah berat kering, persen dan kandungan bahan organik anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi, seperti pada Gambar 4.

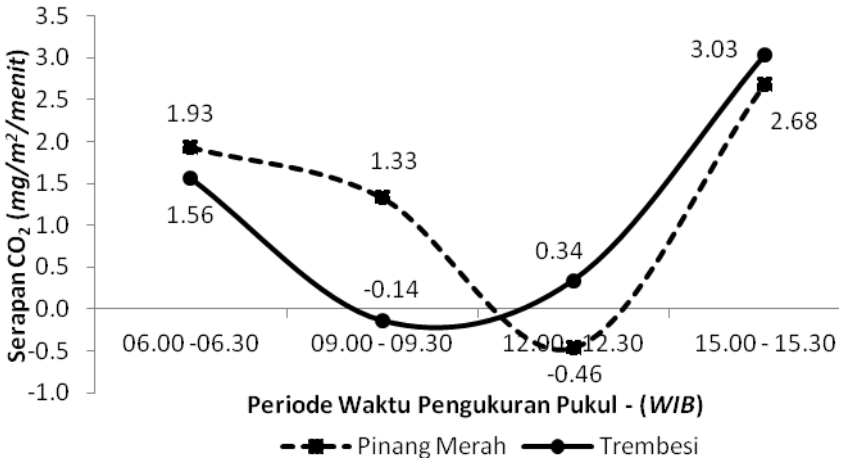


Gambar 4. Rata-rata berat kering, persen dan kandungan karbon organik anakan tumbuhan Pinang merah dan Trembesi

Kondisi tersebut diduga akibat konsumsi proses respirasi yang terjadi pada anakan tumbuhan Pinang Merah lebih tinggi dibandingkan Trembesi sehingga berpengaruh terhadap jumlah biomasa, persen dan kandungan karbon organik yang tersimpan. Whitten *et al.*, (1984), berat kering/biomasa vegetasi hutan merupakan selisih antara hasil fotosintesis dengan konsumsi untuk respirasi dan proses pemanenan. Biomasa tersusun atas senyawa karbohidrat yang terdiri dari elemen karbon, hidrogen dan oksigen yang dihasilkan dari proses fotosintesis tumbuhan.

2.2 Fluktuasi serapan CO_2 anakan tumbuhan pinang merah dan trembesi

Serapan CO_2 anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi berdasarkan periode waktu pengukuran pukul 06.00, 09.00, 12.00 dan 15.00 WIB menunjukkan kecenderungan yang fluktuatif, seperti pada Gambar 5.



Gambar 5. Fluktuasi serapan CO_2 anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi berdasarkan periode waktu pengukuran

Rata-rata serapan CO_2 anakan tumbuhan Pinang Merah dan Trembesi paling tinggi terjadi pada periode waktu pukul 15.00 – 15. 30 WIB. Kondisi tersebut disebabkan karena pada periode waktu tersebut cahaya matahari di lokasi penelitian bersinar cukup terik yang berpengaruh terhadap peningkatan suhu maupun konsentrasi CO_2. Peningkatan suhu dan konsentrasi CO_2 memiliki pengaruh terhadap jumlah fiksasi CO_2 yang diserap oleh tumbuhan dan fiksasi CO_2 maksimum terjadi pada saat sinar matahari mencapai puncaknya (Gatimah, 2009). Selain itu kondisi tersebut juga mempengaruhi efisiensi proses fotosintesis. Gatimah (2009), efisiensi fotosintesis maksimum akan tercapai apabila intensitas cahaya matahari secara penuh dan hari panjang sehingga peningkatan cahaya matahari secara berangsur-angsur akan meningkatkan fotosintesis sampai tingkat kompensasi cahaya yaitu tingkat cahaya saat pengambilan CO_2 sama dengan pengeluaran CO_2.

4. Kesimpulan

Anakan tumbuhan Pinang Merah (*Cyrtostachys lakka* Becc.) memiliki serapan CO_2 lebih tinggi dibandingkan Trembesi (*Samanea saman* (Jacq.) Merr.). Berdasarkan periode waktu pengukuran menunjukkan serapan CO_2 yang fluktuatif, dimana serapan CO_2 kedua anakan tumbuhan tersebut paling tinggi terjadi pada periode waktu pukul 15.00 – 15.30 WIB.

Ucapan Terima Kasih

Terimakasih kami ucapkan kepada rektor Universitas Palangka Raya Bapak Prof. Dr. Ferdinand, MS atas fasilitas yang diberikan untuk mengikuti kegiatan Seminar Nasional

Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) XVIII tanggal 4-5 Nopember 2015 di Bandung, Indonesia.

Referensi

Ginting, C. (2009). Interaksi Antara Peningkatan Konsentrasi Karbondioksida dan Suhu Terhadap Pertumbuhan Tanaman. *Buletin Ilmiah INSTIPER.16, 23-31*.

Gatimah, G. (2009). *Analisis Kebutuhan Hutan Kota sebagai Penyerap Gas CO_2 Antropogenik di Pusat Kota Medan*. (Tesis). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara, Medan.

Kementerian Lingkungan Hidup. (2012). *Pedoman Penyelenggaraan Inventarisasi Gas Rumah Kaca Nasional*. Buku I Pedoman Umum.

Khalil, M. A. K., R. A. Rasmussen and M. X. Wang ang L. Ren. (1991). Methane Emission from Rice Field in China. *Enviromental Sciense Technology., 25, 979-981*.

Mooney, H. and J.R. Ehleringer. (1977), *Photosynthesis Plant Ecology*. Edited by M. J. Crawley. Blackwell Science, London.

Whitten A. J., Anwar D. J. dan Hisyam N. (1984). *The Ecological of Sumatra*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.

Mengurangi Selip pada Kegiatan Pengangkutan Kayu *Pinus merkusii* dengan Menggunakan Alat Bantu

Yuniawati* dan Sona Suharta

Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
Jln. Gunung Batu No 5 Bogor

Abstract

Truck is used for hauling Pinus wood in Perhutani forest. Many advantages possessed by truck, but they affected roads condition making it slippery and some classes slope often has slippage. The occurrence of slippage is not profitable for the company and also much gound is broken on the road surface due to eviction truck wheels. The research method consisted of the activities of designing, making tools and testing. The research aimed to determine the effect of use auxiliary tools to reduce slippage on a dirt road haulage Pinus wood in forests owned Perum Perhutani Regional Division III West Java and Banten. The results showed that: 1). Loam soil texture, uphill and downhill road conditions have an influence on the occurrence of slippage; 2). The average slippage that occurs with the use of auxiliary tools is 8.83%; 3). The average productivity of timber hauling was 89.34 m^3.km/jam; 4). The average cost of production of timber hauling was Rp 3,660/m^3.km; and 5). The average depth of soil that wasformed by using auxiliary tools was 19.8 cm.

Keywords: Auxiliary tools, cost, damage of soil, productivity, slippage

* Korespondensi penulis. Tel.: +081280104242
E-mail: yunia_las@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Pengangkutan kayu merupakan kegiatan pemindahan kayu dari tempat pengumpulan kayu di hutan ke tempat pengolahan atau pemasaran kayu. Pengangkutan kayu sebagai salah satu tahap dari rangkaian kegiatan pemanenan kayu memiliki peranan penting guna mencapai tujuan akhir dan kegiatan ini merupakan kegiatan akhir dari pemanenan kayu. Pencapaian tujuan akhir tersebut diharapkan dapat memberikan hasil yang baik. Pengangkutan kayu di hutan tanaman lahan kering menggunakan truk. Kegiatan tersebut sangat diperlukan kewaspadaan yang tinggi terutama menjaga keselamatan kayu yang diangkut agar tidak terjatuh ke tanah yang akibatnya dapat menurunkan kualitas kayu.

Penggunaan truk dalam kegiatan pengangkutan kayu di lapangan terkadang memiliki kendala, salah satunya terjadi selip pada roda truk pada saat truk melewati jalan yang lembek atau licin. Berapapun cepatnya laju truk, secara umum tekanan pengereman akan mampu

membuat roda berhenti berputar, tapi badan kendaraan cenderung masih dapat bergerak, karena energi kinetis yang ditimbulkan oleh berat truk itu sendiri, akibatnya roda akan menggesek pada permukaan jalan sampai kendaraan berhenti.

Terjadinya selip pada roda truk mengakibatkan truk kehilangan kendali (berbelok ke kiri atau ke kanan atau ke mana saja tergantung dari keadaan permukaan jalan) atau truk berhenti sama sekali walaupun rodanya berputar cepat. Semuanya itu akan lebih berbahaya lagi jika truk melaju pada permukaan jalan atau tanah yang licin. Akibat dari kehilangan kendali dapat mengurangi waktu produksi sehingga produktivitas menjadi menurun, apalagi sampai terjadi kecelakaan. Hal tersebut dapat menyebabkan biaya produksi pengangkutan kayu menjadi meningkat.

Jalan pengangkutan kayu di Perhutani Jawa umumnya merupakan jalan dengan permukaan berupa tanah, terutama dari areal TPn (di petak tebang) dimana kayu akan segera diangkut menuju keluar hutan. Jalan tanah tersebut berpotensi terjadinya selip pada roda truk. Sebagian masyarakat telah mengantisipasi selip tersebut dengan menggunakan rantai besi yang dililitkan dengan roda alat angkutan. Pekerjaan ini memakan waktu lama dan kurang efektif. Alat bantu logging yang efektif untuk mengatasi selip pada roda truk angkutan perlu ditemukan. Metode penelitian terdiri dari kegiatan merancang, membuat alat bantu dan ujicoba alat bantu. Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui pengaruh penggunaan alat bantu terhadap upaya mengurangi selip pada jalan tanah pengangkutan kayu *Pinus merkusii* di hutan milik Perum Perhutani Divisi Regional III Jawa Barat dan Banten.

2. Bahan dan Metode

2.2.1. Lokasi penelitian

Lokasi penelitian dilakukan pada jalan angkutan di petak tebang 22A-23A, 23A-24B dan 22D, Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Ciguha masuk ke dalam wilayah Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten.

2.2.2. Bahan dan peralatan

Bahan dalam penelitian ini adalah rantai besi, kawat las, besi behel, tambang plastik. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah peralatan lapangan yang meliputi meteran, alat pengukur waktu, truk angkutan kayu yang dilengkapi alat bantu.

2.2.3. Prosedur penelitian

Tahap pertama kegiatan penelitian ini merancang dan membuat alat bantu logging untuk mengurangi selip pada tanah yang licin. Gambar alat bantu logging untuk mengurangi selip pada tanah yang licin disajikan pada Gambar 1 alat bantu logging dari rantai yang dirangkai dengan ikatan melintang lurus dan serong dan Gambar 2 alat bantu logging ikatan melintang lurus dan serong setelah dipasang pandangan depan dan Gambar 3 alat bantu logging ikatan melintang lurus dan serong setelah dipasang pandangan samping).Spesifikasi alat bantu logging adalah sebagai berikut: (1) Diameter cincin besi 12 mm, (2) Panjang cincin 50 mm, (3) Lebar cincin 32 mm, (4) Lebar alat bantu menyentuh tanah 600 mm, (5) Lebar alat

bantu berikut pengunci 640 mm, (6) Panjang alat bantu 3.200 mm, (7) Sambungan melintang pola lurus dikombinasi dengan serong.

Tahap kedua adalah menguji coba alat bantu tersebut di lapangan dengan langkah seperti berikut ini. Pertama, penetapan petak ukur terpilih dilakukan dengan cara purposif yang didasarkan atas pertimbangan tercapainya tujuan penelitian. Plot ukur diletakkan pada jalan yang licin dengan panjang plot sepanjang jalan yang licin tersebut. Ukuran panjang plot ukur = 3,14 x diameter x 5 putaran roda = 3,14 x 82 cm x 5 = 1287,4 cm = 12.87 m = 13 m, lebar 3,5 m. Dengan kelerengan 0-15%, 16-17% dan jalan menurun. Pengamatan dilakukan pada dua teknik yaitu tanpa alat bantu danmenggunakan alat bantu pola sambunganlurus dan serong. Masing-masing teknik diamati volume kayu yang diangkut (m^3) panjang plot ukur (m), waktu pengangkutan pada plot ukur tersebut (detik). Memberi tanda pada roda truk menggunakan cat putih, pada saat truk berjalan dan tanda tersebut menyentuh tanah segera di pasang patok kayu; Melaksanakan pengukuran selip pada roda truk yang menggunakan rantai dan tidak menggunakan rantai melalui cara mengukur selisih jarak tempuh truk tanpa muatan kayu dengan truk bermuatan kayu pada jumlah putaran roda yang sama ; Melaksanakan pencatatan jarak tempuh, volume kayu, dan jumlah perputaran roda.

Pengukuran parameter meliputi selip roda, produktivitas pengangkutan, biaya produksi pengangkutan dan kedalaman tanah. Cara pengukuran parameter dijelaskan seperti berikut ini.

a Selip roda truk: mencatat selisih jarak tempuh truk tanpa muatan kayu dengan yang bermuatan kayu pada kondisi roda truk melalui alat bantu.

b Produktivitas: mencatat waktu kerja, jarak tempuh dan volume kayu.

c Data finansial: mencatat harga alat angkutan, harga pembuatan alat bantu, jam kerja truk per hari, bunga modal, biaya pajak, biaya asuransi, biaya perawatan alat, biaya bahan bakar, biaya oli dan pelumas dan biaya upah.

d Kerusakan tanah : mengukur kedalaman tanah yang terbentuk akibat selip pada sisi kiri atau kanan ban truk.

Pengumpulan data sekunder meliputi: keadaan umum lapangan, keadaan umum perusahaan dan data penunjang lainnya yang dikutip dari perusahaan dan wawancara dengan karyawan.

2.2.4. Analisis data

Data lapangan berupa slip roda truk, produktivitasdan kerusakan tanah diolah ke dalam bentuk tabulasi. Alat analisis yang digunakan adalah rata-rata. Biaya produksi pengangkutan dihitung dengan menggunakan rumus dari Nugoho (2002).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kondisi selip yang terjadi

Tekstur tanah pada areal penelitian merupakan tanah lempung berliat. Tanah lempung adalah tanah yang mempunyai potensi kembang susut tinggi dan mempunyai daya dukung

yang baik pada kondisi tidak jenuh air tetapi jelek pada kondisi jenuh air. Tanah dengan kandungan *montmorillonite* mempunyai luas permukaan lebih besar dan mudah menyerap air dalam jumlah banyak jika dibandingkan dengan mineral lain. Tanah yang mempunyai kecepatan terhadap pengaruh air sangat mudah mengembang dan akan cepat merusak struktur yang ada di atasnya. Potensi pengembangan (*swelling potensial*) tanah lempung sangat erat kaitannya dengan indek plastisitas, sehingga tanah khususnya tanah lempung dapat diklasifikasikan sebagai tanah yang mempunyai potensi mengembang tertentu yang didasarkan oleh indek plastisitasnya (Risman, 2008). Hal tersebut sama dengan yang ditulis Yuniarti *et al.*,(2008) mineral lempung terdiri dari 3 komponen utama yaitu *montmorillonite, illite*, dan *kaolinite*. Di antara ketiga mineral ini, *montmorillonite* adalah mineral paling halus sehingga mempunyai permukaan paling besar dan sangat mudah menyerap air dalam jumlah banyak, sehingga sangat mudah mengembang dan menimbulkan permasalahan.Rata-rata selip yang terjadi pada penggunaan alat bantu dan tidak menggunakan alat bantu disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Rata-rata selip yang terjadi (%)

Menggunakan alat bantu		Tidak menggunakan alat bantu	
Kelerengan (%)	Selip (%)	Kelerengan (%)	Selip (%)
0-15	6,09	0-15	17,87
16-17	9,19	16-17	18,21
Jalan menurun	8,83	Jalan menurun	18,92

Tabel 1 menunjukkan bahwa adanya perbedaan selip pada kondisi truk yang menggunakan alat bantu dengan yang tidak menggunakan alat bantu di setiap kondisi kelerengan. Truk yang menggunakan alat bantu memiliki rata-rata terjadinya selip lebih rendah daripada yang tidak menggunakan alat bantu. Hal ini disebabkan karena penggunaan alat bantu dapat mengurangi ketidak seimbangan antara gaya yang disalurkan dari sumbu roda (torsi) dengan permukaan tanah yang dilalui roda. Proses terjadinya selip disamping kondisi permukaan tanah atau jalan dan beratnya truk, pada dasarnya ditimbulkan akibat adanya ketidak seimbangan antara torsi dengan permukaan tanah yang dilalui roda tersebut.

Truk yang tidak menggunakan alat bantu dengan kondisi jalan menurun menghasilkan rata-rata selip lebih tinggi yaitu 18,92%. Apabila menggunakan alat bantu menghasilkan rata-rata selip yaitu 9,19% (kelerengan 16-17%). Dengan demikian penggunaan alat bantu dapat mengurangi terjadinya rata-rata selip sebesar 51,45%. Kondisi kelerengan dan jalan yang licin merupakan kendala utama dalam kegiatan pengangkutan kayu menggunakan truk. Hal ini disebabkan karena kondisi jalan yang licin, gerak kecepatan putar roda tidak dapat diikuti oleh kecepatan gerak kendaraan secara keseluruhan. Akibatnya terjadi perbedaan kecepatan roda dan kendaraan yang makin membesar. Kekasaran permukaan jalan adalah merupakan faktor utama yang mempengaruhi koefisien gesek antara ban dan jalan. Hasil penelitian Siahaan dan Anggono (2014) mengatakan bahwa untuk jalan yang kering dengan permukaan yang halus akan memberikan koefisien gesek yang besar antara ban dan jalan, namun

sebaliknya jika dalam keadaan basah maka akan memberi koefisien gesek yang kecil.Hasil penelitian Yuniawati & Dulsalam (2014) menunjukkan bahwa rata-rata terjadi selip pada kelerengan 18% lebih tinggi yaitu 7,99% daripada selip yang terjadi pada kelerengan 8% dan 12%.

Gambar 1. Kondisi jalan angkutan licin & truk sedang selip

Gambar 2. Bentuk alat bantu yang dipasang di ban truk

Gambar 3. Uji coba penggunaan alat bantu

3.2. Produktivitas dan biaya pengangkutan kayu

Rata-rata produktivitas dan biaya pengangkutan kayu dengan menggunakan alat bantu disajikan pada Tabel 2. Dari Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata produktivitas dan biaya produksi pengangkutan kayu menggunakan alat bantu memiliki rata-rata produktivitas sebesar 89,34 m^3.km/jam, lebih tinggi daripada tidak menggunakan alat bantu yaitu 26,90 m^3.km/jam (peningkatan sebesar 69,9%). Tingginya rata-rata produktivitas tersebut dapat mempengaruhi biaya pengangkutan. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa rata-rata biaya produksi pengangkutan menggunakan alat bantu Rp 3.660/m^3.km lebih rendah daripada tidak menggunakan alat bantu sebesar Rp 12.156/ m^3.km. Hasil penelitian Yuniawati & Suhartana (2014) menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu rangkaian besi kotak pada kelerengan 18% dapat meningkatkan rata-rata produktivitas pengangkutan sebesar 81,84% dan menurunkan rata-rata biaya produksi sebesar 48,72%; dan Yuniawati & Dulsalam (2014) menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu rangkaian besi siku pada kelerengan 18% menghasilkan rata-rata produktivitas sebesar 24,638 m^3km/jam dengan rata-rata biaya produksi sebesar Rp 9.578,43/m^3.km.

Tabel 2. Rata-rata poduktivitas dan biaya pengangkutan kayu

Aspek	Produktivitas (m^3.km/jam)	Biaya pengangkutan (Rp/m^3.km)
Menggunakan alat bantu	89,34	3.660
Tidak menggunakan alat bantu	26,90	12.156

Penggunaan alat bantu pola rantai melintang lurus serong dapat meminimalkan selip sehingga dapat meningkatkan rata-rata produktiviats pengangkutan kayu. Dengan rendahnya selip yang terjadi berimplikasi terhadap tingginya rata-rata produktivitas dan rendahnya biaya pengangkutan dengan menggunakan alat bantu. Waktu pengerjaan menjadi lebih cepat dan mengurangi kegiatan pengereman yang berlebihan. Pengeremen yang terjadi tidak

berlangsung intensif terus-menerus pada ban truk sehingga pemborosan bahan bakar dan ban truk cepat aus dapat diminimalkan.

3.3. Kerusakan tanah akibat selip

Saat terjadi selip di areal penelitian menimbulkan kerusakan tanah berupa terbentuknya kedalaman tanah pada jejak roda truk, dimana waktu kemarau akan membentuk alur sehingga saat hujan terisi air. Kerusakan tanah yang terjadi akibat selip pada areal penelitian berupa timbulnya larikan atau alur tanah yang memiliki kedalaman tertentu. Larikan tersebut dapat berakibat pada rusaknya jalan angkutan. Pada saat musim kemarau tanah akan membentuk larikan seperti alur sepanjang jejak roda truk, sedangkan pada saat musim hujan larikan tersebut akan terisi air sehingga dapat menimbulkan genangan air pada larikan tersebut. Genangan apabila terjadi pada larikan yang sangat dalam akan sulit untuk kering sehingga selip akan terus terjadi di atas tanah tersebut. Rata-rata kedalaman tanah akibat selip disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Rata-rata kedalaman tanah yang terjadi (cm)

Kelerengan (%)	Menggunakan alat bantu	Tidak menggunakan alat bantu
0-15	6,1	6,9
16-17	9,5	15,6
Jalan menurun	19,8	22,9

Tabel 3 menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu pada ban truk selain dapat mengurangi terjadinya selip juga dapat mengurangi kerusakan tanah. Ban truk yang menggunakan alat bantu pada kondisi jalan menurun menghasilkan rata-rata kedalaman tanah sedalam 19,8 cm sedangkan jika tidak menggunakan alat bantu menghasilkan rata-rata kedalaman tanah lebih dalam yaitu 22,9 cm. Terjadi penurunan kerusakan tanah akibat selip sebesar 13,5%. Hasil penelitian Yuniawati *et al.*, (2013) menunjukkan bahwa penggunaan alat bantu pola rantai ikatan melintang lurus dapat mengurangi terjadinya kerusakan tanah sebesar 23,51%; Selip yang tinggi mengakibatkan sering dilakukan pengeremen dan injakan gas yang panjang. Pengereman dan injakan gas tersebut apabila dilakukan pada tanah kondisi basah dan dilakukan secara berulang-ulang dapat menimbulkan larikan tanah dengan kedalaman tertentu. Akibatnya menimbulkan kerusakan tanah pada jalan angkutan karena munculnya genangan air pada musim hujan dan mengerasnya larikan tersebut pada musim kemarau. Selip yang dapat menghasilkan kedalaman tersebut apabila dibiarkan akan berakibat pada rusaknya tanah jalan. Hal ini disebabkan larikan akan menimbulkan genangan air tersebut terutama pada musim hujan. Genangan-genangan ini akan dapat mengganggu produktivitas kerja pengangkutan apabila ban truk sampai masuk kedalamnya dan sulit untuk melepaskannya.

4. Kesimpulan

Selip sering terjadi pada saat pengangkutan kayu terutama pada saat kondisi jalan angkutan yang licin dengan kelerengan tertentu. Selip merugikan pengusahaan hutan karena produktivitas kerja yang rendah sehingga biaya produksi menjadi tinggi dengan dampak

negatif terjadinya kerusakan tanah. Penggunaan alat bantu dapat mengurangi rata-rata terjadinya selip sebesar 51,45%, rata-rata peningkatan produktivitas pengangkutan kayu sebesar 69,9%, rata-rata biaya produksi pengangkutan kayu menjadi rendah dan mengurangi kerusakan tanah akibat selip rata-rata sebesar 13,5%.

Referensi

Nugoho, B. (2002). *Analisis biaya pemanenan*. Laboratorium Analisis Biaya Pemanenan Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Risman. (2008). Kajian kuat geser dan CBR tanah lempung yang distabilisasi dengan abu terbang dan kapur. *Jurnal Wahana Teknik Sipil 13*(2), 99-110.

Siahaan, I.H & W. Anggono. (2014). *Fenomena parameter design pengaruh tipe ban dan kontak permukaan jalan terhadap transformasi gaya dorong gabungan tingkatan transmisi jalan datar*.http://fportfolio.petra.ac.id/user_files/03-005/DYN-02.pdf. [10 Oktober 2014]

Yuniarti R, I.G.A Suarini & Ismawati. (2008). Perbandingan nilai daya dukung tanah dasar badan jalan yang distabilisasi semen dan abu sekam padi. file:///C:/Documents%20and%20Settings/user/Favorites/My%20Documents/Downloads/17717-19614-1-PB.pdf. [3 Nopember 2014]

Yuniawati, Dulsalam & Sukadaryati. (2013). Penggunaan rantai sebagai alat bantu mengurangi selip dalam pengangkutan kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan 31*(3):228-234.

Yuniawati & S. Suhartana (2014). Peningkatan produktivitas pengangkutan kayu Pinus merkusii pada berbagai kelerengan dengan menggunakan alat bantu. *Buletin Puslitbang Perhutani, 17*, 7-18.

Yuniawati & Dulsalam. (2014). Penggunaan alat bantu guna meningkatkan produktivitas pengangkutan kayu pada jalan licin. *Jurnal Hutan Tropis 2*(3), 213-219.

Karakteristik Papan Partikel dari Pelepah Salak Pondoh (*Salacca sp*) dengan Penambahan Asam Sitrat

Dayu Kemalasari Soraya dan Ragil Widyorini*

Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada, Bulaksumur, Yogyakarta

Abstract

Nowadays zalacca frond has yet been used optimally. One of the zalacca frond content is holocellulose which more than 60% that can be used as particleboards materials. The research of zalacca frond utilization with citric acid as natural adhesive has not been studied yet. Therefore, this research purposed to discover the characteristic of wood particle from midrib bark with citric acid as adhesive. Variation of citric acid content were 10 wt%, 20 wt%, and 30 wt% resin content based on weight of air-dried particles. Particleboards were manufactured at pressing temperature of 180°C, specific pressure of 3.5 MPa, press time of 10 minutes and target density of 0.8 g/cm^3. Physical and mechanical properties were done according to Japanese Industrial Standard JIS A 5908-2003 included water content, density, thickness swelling, water absorption, internal bond strength, modulus of rupture, and the modulus of elasticity. An increasing of citric acid content tended to decrease significantly value of moisture content (8.786 to 5.844%), water absorption (62.26 to 36%), thickness swelling (22.42 to 6.95%), as well as an increase in the value of density (0.798 to 0.88 g/cm^3), the modulus of rupture (8.57 to 10.47 MPa), modulus of elasticity (2.11 to 2.69 GPa), and internal bonding strength (0.164 to 0.38 MPa).

Keywords: Citric acid, Particleboards, Resin content, Zalacca frond

* Korespondensi penulis. Tel.: +62812-2709-4937
E-mail: rwidyorini@gmail.com

1. Pendahuluan

Tanaman salak (*Salacca sp*) sefamili dengan kelapa (Palmae) merupakan tanaman yang dapat tumbuh baik di setiap jenis tanah di Indonesia. Salak memiliki bermacam-macam varietas, diantaranya adalah salak Pondoh. Guna menjamin tingkat produktivitas tanaman salak, maka diperlukan perawatan yang intensif. Salah satu jenis perawatan tanaman sesuai Standar Prosedur Operasional (SPO) *"Good Agicultural Practices"* (GAP) adalah pemangkasan pelepah sebanyak 3-4 untuk setiap tanaman per 4 bulan (Adi, 2008). Dengan berat tiap 3 batangnya sebesar ½-1 kg, sehingga diperkirakan limbah dari pelepah salak sebanyak 674,275 ton/bulan (Anonim, 2002). Salah satu potensi pemanfaatan limbah pelepah salak pondoh tersebut adalah untuk bahan baku pembuatan papan partikel.

Pemilihan bahan perekat merupakan hal utama yang perlu diperhatikan dalam pembuatan papan partikel. Perekat digunakan untuk membentuk ikatan antar partikel. Umemura *et al.,*

(2011) menggunakan asam sitrat sebagai agen pengikat kayu untuk meningkatkan sifat fisika dan mekanika papan partikel *Acacia mangium* dan Widyorini *et al.*,(2014,2015). Menggunakan asam sitrat sebagai perekat pada pembuatan papan partikel daru bambu petung.

Kualitas papan partikel yang dihasilkan dipengaruhi oleh beberapa aspek, salah satunya adalah jumlah perekat yang digunakan. Hasil penelitian Widyorini *et al.,* (2012a), penggunaan asam sitrat 0%-20% pada papan partikel bambu petung dan 0%-10% pada papan partikel pelepah kelapa sawit menunjukkan sifat fisika dan mekanika yang lebih baik dibandingkan dengan *binderless board* bambu petung dan kelapa sawit dengan nilai optimal pada asam sitrat 20% (untuk bambu petung) dan 10% (untuk kelapa sawit). Hasil yang serupa ditunjukkan pada hasil penelitian Widyorini *et al.*, (2012b) yaitu dengan adanya penambahan asam sitrat (0%-10%) pada pembuatan papan partikel dari pelepah nipah memperlihatkan kenaikan sifat fisika dan mekanika. Penelitian menggunakan asam sitrat ini masih sedikit dilakukan sehingga menarik untuk dikembangkan lebih lanjut dengan menggunakan bahan baku yang berbeda.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : pelepah salak (*Salacca sp*) dengan umur tanaman salak 30 tahun yang diperoleh dari daerah Turi, Sleman, aquades, asam sitrat. Pelepah salak yang digunakan pada penelitian bisa dilihat pada Gambar 1. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan penambahan asam sitrat untuk 10%, 20% dan 30%. Masing-masing perlakuan untuk tiap penambahan asam sitrat dilakukan sebanyak 3 ulangan sehingga terdapat 9 sampel yang diteliti.

Gambar 1. Pelepah Salak

2.2 Metode penelitian

Partikel pelepah salak yang telah lolos 10 mesh dicampur asam sitrat dengan jumlah 10%, 20% dan 30% kemudian dikering-ovenkan selama ±18 jam dengan suhu 80°C hingga diperoleh kadar air ±7%. Setelah partikel telah kering oven kemudian ditaburkan ke dalam cetakan/mat berukuran 25 cm x 25 cm. Cetakan yang telah terbentuk kemudian dikempa panas menggunakan mesin press dengan suhu 180°C, tekanan spesifik 3,5 MPa dan waktu selama 10 menit. Dimensi papan yang dibuat adalah 25 cm x 25 cm x 1 cm dengan target

kerapatan papan yang dituju adalah 0,8 g/cm^3. Kemudian dilakukan pengkondisian papan selama ± 1 minggu sebelum dilakukannya pembuatan sampel. Kemudian dilakukan pengujian sifat fisika dan mekanika terhadap sampel-sampel tersebut.

Data uji sifat fisika dan mekanika diperoleh dengan menggunakan prosedur pengujian yang ditetapkan dalam JIS A 5908-2003. Parameter pengujian yang dilakukan berupa pengujian sifat fisika meliputi pengujian kadar air, berat jenis atau kerapatan papan, penyerapan air, dan pengembangan tebal. Pengujian sifat mekanika meliputi pengujian modulus elastisitas (MOE), modulus patah (MOR), dan kekuatan rekat internal *(internal bonding).*

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar air dan kerapatan

Kadar air disini menunjukkan presentase kandungan air dalam papan partikel pelepah salak. Kadar air papan berkisar antara 5,84% – 8,79 %. Kadar air terendah diperoleh dari papan dengan penambahan jumlah perekat sebanyak 30 % yaitu sebesar 5,84%, sedangkan nilai kadar air tertinggi diperoleh dari papan dengan jumlah perekat 10% (*binderless*) yaitu sebesar 8,79%.

Nilai kadar air papan sudah memenuhi standar JIS 5908:2003 yang mensyaratkan kadar air papan berkisar 5%-13 %. Dengan semakin meningkatnya jumlah penambahan asam sitrat, menunjukkan bahwa nilai kadar air papan akan semakin menurun. Sifat hidrofobik papan partikel semakin meningkat seiring penambahan jumlah asam sitrat, hal tersebut sebagai akibat terbentuknya ikatan ester antara gugus hidroksil lignoselulosa pada bambu dengan gugus karboksil asam sitrat (Umemura *et al.,* 2011; Widyorini *et al.*, 2014).

Nilai kerapatan menunjukkan massa per volume dari papan partikel. Nilai kerapatan yang diperoleh berkisar 0,79 g/cm^3- 0,88 g/cm^3, sedangkan target kerapatan papan yang dibuat adalah 0,80 g/cm3. Nilai kerapatan terendah diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 10% yaitu sebesar 0,79 g/cm^3 dan kerapatan tertinggi diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 30% yaitu sebesar 0,88 g/cm^3. Pada hasil penelitian diperoleh nilai kerapatan yang semakin meningkat seiring dengan penambahan asam sitrat, hal tersebut diduga karena terjadi penambahan massa asam sitrat terhadap partikel pelepah salak, sehingga kerapatan papan menjadi semakin meningkat. Nilai kadar air dan kerapatan dari masing-masing papan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kadar Air dan Kerapatan Papan Partikel Pelepah Salak

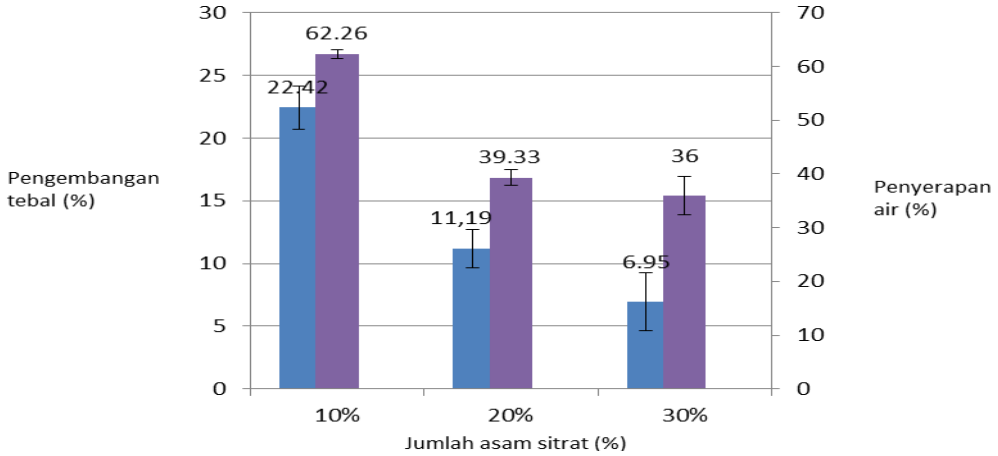
	10%	20%	30%
Kadar air (%)	8.786	7.946	5.844
Kerapatan (g/cm^3)	0.799	0.863	0.881

3.2. Pengembangan tebal dan penyerapan air

Pengembangan tebal (*thickness swelling*) menyatakan penambahan ukuran melintang papan partikel terhadap perendaman air selama 24 jam. Mengacu pada standar JIS A 5908-2003, syarat nilai pengembangan tebal untuk produk papan partikel dibawah 12%, sedangkan nilai pengembangan tebal yang diperoleh pada penelitian ini berkisar antara 6,95% hingga 22,42 %. Papan partikel dengan penambahan asam sitrat sebesar 20% dan 30% telah memenuhi standar, sedangkan papan partikel dengan penambahan asam sitrat 10% tidak memenuhi standar.

Penyerapan air (*water absorption*) menunjukkan kemampuan papan partikel dalam menyerap air. Nilai rata-rata penyerapan air papan partikel pelepah salak berada pada kisaran 36%-62,26% dimana papan dengan penambahan asam sitrat 10%, 20% dan 30% telah memenuhi standar FAO & USDA (20% - 75%).

Semakin meningkatnya penambahan jumlah asam sitrat, menunjukkan bahwa mampu menurunkan nilai pengembangan tebal dan penyerapan air pada papan partikel pelepah salak. Hal tersebut diduga karena adanya peningkatan jumlah asam sitrat akan meningkatkan jumlah ikatan ester yang terbentuk antara gugus karboksil asam sitrat dan gugus hidroksil lignoselulosa (Umemura *et al.*,2011b). Peningkatan jumlah ester tersebut menurunkan gugus hidroksil bebas pada lignoselulosa yang dapat berikatan dengan gugus H air. Oleh karena itu, penyerapan air dan pengembangan tebal menjadi menurun. Nilai pengembangan tebal dan penyerapan air dari masing-masing papan dapat dilihat pada Gambar 1.



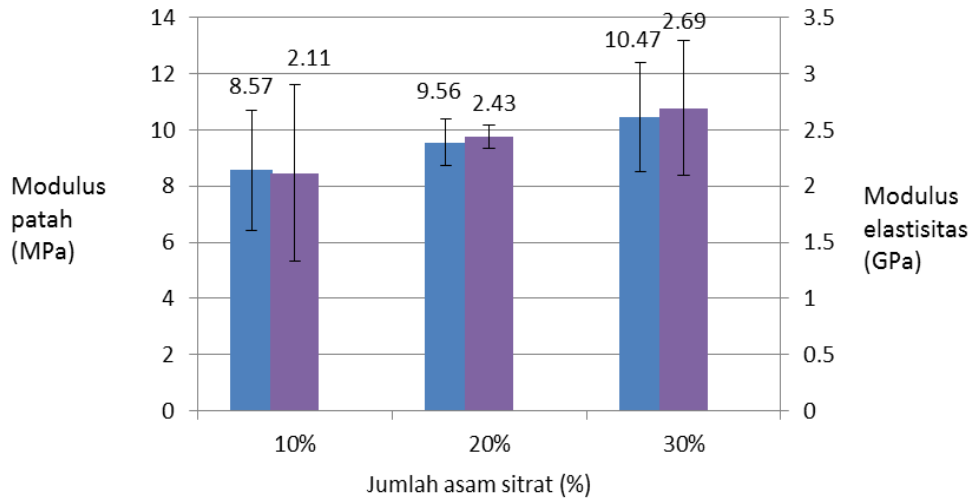
Gambar 1. Pengembangan tebal dan penyerapan air papan partikel pelepah salak

3.3. Modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE)

Modulus patah (MOR) menunjukkan kemampuan papan menahan beban sampai pada batas proporsi. Nilai MOR papan partikel pelepah salak yang dihasilkan berkisar pada 8,57 MPa-10,47 MPa. Nilai MOR terendah diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 10% yaitu sebesar 8,57 MPa sedangkan MOR tertinggi diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 30% yaitu sebesar 10,47 MPa. Papan dengan penambahan asam sitrat 10 %, 20% dan 30% telah memenuhi standar JIS 5908:2003 tipe 8 (min 8 MPa).

Nilai modulus elastisitas (MOE) pada umumnya seiring dengan nilai MOR. Nilai MOE papan pelepah salak yang dihasilkan berkisar 2,11 GPa-2,696 GPa. Nilai MOE terendah

diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 10% yaitu sebesar 2,11 GPa sedangkan MOE tertinggi diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 30% yaitu sebesar 2,69 GPa. Papan dengan penambahan asam sitrat 10% dan 20% telah memenuhi standar JIS 5908:2003 tipe 8 (min. 2 GPa), sedangkan papan dengan penambahan asam sitrat 30% telah memenuhi standar JIS 5908:2003 tipe 13 (min. 2,5 GPa). Nilai modulus patah (MOR) dan modulus elastisitas (MOE) dari masing-masing papan dapat dilihat pada Gambar 2.

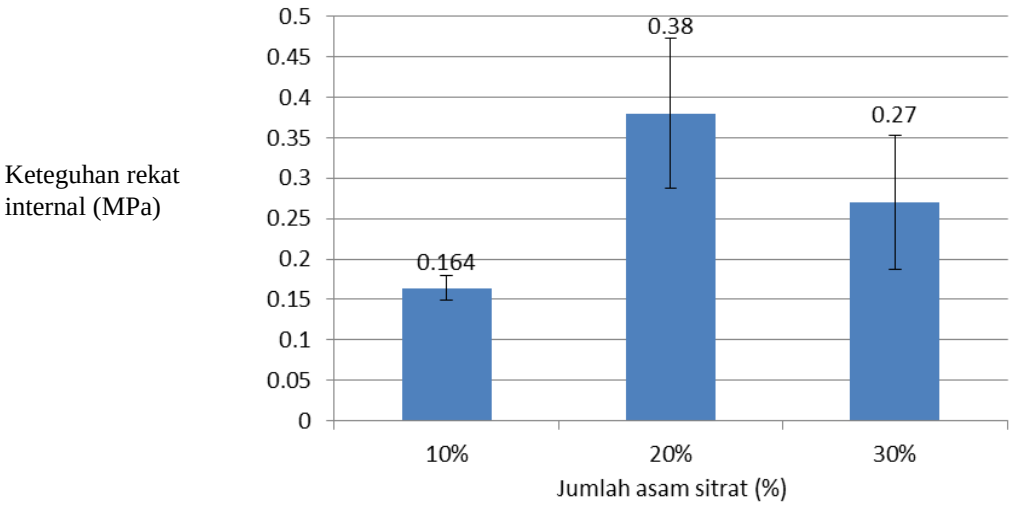


Gambar 2.Modulus Patah dan Modulus Elastisitas Papan Partikel Pelepah Salak

3.4. Keteguhan rekat internal (Internal bonding/IB)

Keteguhan rekat internal menunjukkan kekuatan ikatan antar partikel terhadap kekuatan tarik tegak lurus. Nilai IB papan berkisar antara 0,164 MPa-0,38 MPa. Nilai IB terendah diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 10% yaitu sebesar 0,164 MPa sedangkan IB tertinggi diperoleh pada papan dengan penambahan asam sitrat 20% yaitu sebesar 0,38 MPa. Papan dengan penambahan asam sitrat 10% telah memenuhi standar JIS 5908:2003 tipe 8 (min. 0,15 MPa), papan dengan penambahan asam sitrat 30% telah memenuhi standar JIS 5908:2003 tipe 13 (min. 0,25 MPa) dan papan dengan penambahan asam sitrat 20% telah memenuhi standar JIS 5908:2003 tipe 18 (min. 0,3 MPa).

Semakin meningkatnya penambahan asam sitrat menunjukkan mampu meningkatkan nilai keteguhan rekat internal papan pelepah salak. Hal tersebut diduga karena terjadi peningkatan jumlah ikatan ester seiring peningkatan jumlah asam sitrat. Ikatan ester ini menjadi indikator perbaikan sifat fisika dan mekanika papan partikel pelepah salak. Nilai keteguhan rekat internal dari masing-masing papan dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Keteguhan rekat internal papan partikel pelepah salak

4. Kesimpulan

Nilai sifat fisika papan partikel pelepah salak adalah : kadar air sebesar 5,84% – 8,786%, kerapatan sebesar 0,79 g/cm^3- 0,88 g/cm^3, pengembangan tebal sebesar 6,95%-22,42 % dan penyerapan air sebesar 36%-62,26%. Sedangkan sifat mekanika papan p artikel pelepah salak adalah : modulus patah (MOR) sebesar 8,57 MPa-10,47 MPa, modulus elastisitas (MOE) sebesar 2,11 GPa-2,69 GPa dan nilai keteguhan rekat internal sebesar 0,16 MPa-0,38 MPa. Dengan adanya penambahan asam sitrat dapat meningkatkan sifat fisika dan mekanika papan partikel pelepah salak. Peningkatan jumlah asam sitrat mampu menurukan nilai kadar air, penyerapan air dan pengembangan tebal serta meningkatan nilai kerapatan, modulus patah, modulus elastisitas dan keteguhan internal papan

Ucapan Terima Kasih

Penelitian ini merupakan bagian dari Penelitian Unggulan Perguruan Tinggi UGM Tahun 2015 (No. 43/LPPM/2015).

Referensi

Anonim. (2002). *Laporan Kegiatan Penelitian Pelepah Daun Salak Untuk Pulp dan Kertas*. Dinas Perdagangan, Perindustrian, Koperasi dan Penanaman Modal Kabupaten Sleman Bidang Perindustrian (tidak dipublikasikan).

Adi, D.S. (2008). *Pengaruh Lama Pemasakan dan Konsentrasi Caustic Soda (NaOH) terhadap Rendemen dan Sifat Fisik Pulp Pelepah Salak Metode Kimia Mekanik Sederhana*. Skripsi. Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta (tidak dipublikasikan).

Umemura, K., U.Tomohide, S.M. Sasa, & S.Kawai (2011). Application of Citric Acid as Natural Adhesive for Wood. *Journal of Applied Polymer Science*. *123*: 1991-1996.

Widyorini, R., A.P .Yudha, A.Ngadianto, K.Umemura, & S.Kawai, (2012a). Development of Bio-based Composite Made From Bamboo And Oil Palm Frond. *Proceedings of BIOCOMP 2012 (11th Pacific Rim Bio-Based Composite Symposium) :* 219-225. Shizuoka. Japan.

Widyorini, R., T.A. Prayitno, A.P. Yudha, B.A. Setiawan & B.H. Wicaksono (2012b). Pengaruh Konsentrasi Asam Sitrat dan Suhu Pengempaan terhadap Kualitas Papan Partikel dari Pelepah Nipah. *Jurnal Ilmu Kehutanan 6*, 61-70.

Widyorini, R., A. P. Yudha, R. Isnan, A. Awaluddin, T. A. Prayitno, A Ngadianto & K.Umemura, (2014). Improving the Phsycho-Mechanical Properties of Eco-friendly Composite Made from Bamboo. *Advanced Materials Research*, 896, 562-565.

Widyorini, R., K . Umemura, R . Isnan, D. R. Putra, A. Awaludin, & T.A. Prayitno, (2015). Manufacture and Properties of Citric Acid-Bonded Particle Board Made from Bamboo Materials. *Springer*. *European Journal of Wood and Wood Products*, 1-9

Teknik Pemanenan Getah Pinus dan Jelutung dengan Menggunakan Stimulan Organik Cuka Kayu

Sukadaryati* dan Dulsalam

Puslitbang Hasil Hutan, Gunung Batu, Bogor 16610

Abstract

The increasing demand of pine resin and jelutong need an increase in their production. One of the harvesting techniques applied to achieve this objective was done by combining the tapping method and using organic stimulants from wood vinegar. The results showed that the use of wood vinegar during the pine tapping with "quare" system could increase the production of pine resin as much as 14.4%. Increased production of pine resin was still below the results produced from using H_2SO_4 stimulant. The use of wood vinegar combined with the tapping technique for jelutong tapping showed that the V-shaped tapping technique produced more sap than the ½ spiral-tapping techniques. The use of wood vinegar stimulants produced more jelutong sap than without stimulants (control). The average Jelutong sap produced when using wood vinegar as stimulant was 20.94 g while control goup only produced 11.03 g. The use of organic stimulant wood vinegar is cheap and convenient because it can be produced from the remnants/tree waste and safer to use than H_2SO_4 for both the tree and the workers.

Keywords: Jelutung, Pine, Sap, Tapping technique, Wood vinegar

* Korespondensi penulis. Tel.: +0628129547481.
E-mail: daryatielin@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

HHBK yang potensial untuk dikembangkan dan mempunyai nilai ekonomi tinggi antara lain getah pinus dan getah jelutung. Getah pinus diperoleh dari penyadapan pohon pinus (*Pinus merkusiii)*, yaitu setelah pohon berumur 11 tahun atau diameter batang mencapai minimal 25 cm. Selain diambil getahnya, kayu yang dihasilkan dari pohon pinus dapat dimanfaatkan untuk bangunan perumahan, lantai, mebel, kotak dan tangkai korek api, pensil, pulp, tiang listrik (diawetkan), papan wol kayu dan kayu lapis (Atlas Kayu Indonesia jilid III). Getah jelutung diperolah dari proses penyadapan pohon jelutung *(Dyera spp*). Getah jelutung banyak diusahakan di daerah di Kalimantan dan Sumatera (Siregar, 1999). Getah jelutung digunakan sebagai bahan baku permen karet, campuran pembuatan ban mobil, bahan baku pembuatan cat, perekat dan vernis (Coppen, 1995; Waluyo, 2010) serta untuk bahan baku souvenir dari Kalimantan.

Getah pinus Indonesia sudah masuk dalam perdagangan internasional dan menempati urutan ke tiga setelah Cina (Bina, 2014). Salah satu produsen getah pinus terbesar di Indonesia adalah Perum Perhutani. Hingga sekarang Perum Perhutani masih mengusahakan produk getah pinus. Areal pengelolaan hutan pinus Perum Perhutani sebagian besar berada di wilayah Jawa. Di sisi lain, Indonesia pernah menjadi negara pengekspor getah jelutung terbesar di dunia, yaitu mencapai 6.500 ton pada tahun 1990, namun pada tahun-tahun berikutnya terus berkurang hingga hanya sebesar 1.182 ton pada tahun 1993 (Coppen, 1995). Hal ini terkait dengan keberadaan pohon jelutung di hutan alam sebagai penghasil getah yang semakin berkurang jumlahnya akibat penebangan dan konversi lahan gambut menjadi areal perkebunan dan pertanian serta kebakaran hutan. Teknik pemanenan getah jelutung dilakukan dengan cara menyadap pohon jelutung. Penyadapan pohon jelutung dilakukan menggunakan metode sadapan berbentuk V dengan sudut kemiringan 30-45º dan interval pelukaan kulit 2-3 hari bahkan ada yang seminggu sekali (Waluyo, 2003). Metode penyadapan yang lainnya berupa pola sayatan ½ spiral baik dari kiri atas ke kanan bawah atau arah sebaliknya (Waluyo, 2010). Pada umumnya penyadapan pohon jelutung dilakukan tanpa pemberian stimulan untuk merangsang keluarnya getah lebih banyak.

Peningkatan produksi getah sangat diharapkan untuk mencapai tujuan ekonomi dan sosial. Hanya saja sering terjadi untuk mencapai hasil getah yang banyak, pohon disadap untuk menghasilkan getah sebanyak mungkin misalnya dengan melukai atau menyadap batang pohon secara berlebihan. Usaha peningkatan produksi getah dalam kegiatan penyadapan pohon penghasil getah secara teknis di lapangan dilakukan dengan pemberian stimulan atau zat perangsang. Berbagai penelitian pemberian stimulan pada penyadapan pinus telah dikembangkan, seperti stimulan an-organik yang berbahan dasar asam kuat (H_2SO_4) ditambah asam kuat lainnya. Efek penggunaan stimulan berbahan dasar asam kuat dapat mengganggu kesehatan pohon dan juga penyadapnya serta menimbulkan pencemaran lingkungan (LIPI, 2004). Oleh karena itu, dikembangkanlah produk stimulan berbahan dasar organik yaitu etilen, yang sudah ada di pasaran dan digunakan pada penyadapan pinus di India, Pakistan dan Brasil dengan merk dagang CEPA (Rodrigues *et al.*, 2008; Rodrigues & Neto, 2009; Rodrigues *et al.*, 2011; Sharma & Lecka, 2013). Namun demikian stimulan berbahan dasar etilen lebih mahal harganya.

Teknologi stimulan organik berbahan dasar cuka kayu yang ramah lingkungan dan dapat meningkatkan produksi getah cukup potensial. Cuka kayu diperoleh dari limbah bahan yang berlignoselulosa yang mengalami karbonisasi sehingga asap yang keluar akibat proses tersebut dapat dikondensasikan menjadi bentuk cair. Keunggulan stimulan cuka kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan bahan dasar yang berasal dari limbah kayu (batang, cabang ataupun ranting) dan dapat diproduksi sendiri karena mudah dan murah. Komponen utama cuka kayu berupa asam asetat (CH_3COOH) yang termasuk dalam kelompok asam lemah. Asam asetat inilah yang akan dijadikan bahan stimulan organik alternatif untuk meningkatkan produksi getah yang aman dan ramah lingkungan sekaligus mejamin kelestarian hasil dan penghasilnya.

Permintaan produksi getah pinus yang semakin meningkat mendorong dilakukannya peningkatan produksi getah. Di sisi lain, ketimpangan antara produksi getah dan potensi

tegakan yang ada dari tahun ke tahun mengkhawatirkan kelangsungan pengelolaan hutan jelutung. Apalagi daerah penyebaran tanaman jelutung terbatas hanya di daerah Sumaetera dan Kalimantan. Berdasarkan permasalahan tersebut, teknik pemanenan getah yang berorentasi pada kelangsungan produksi di masa yang akan datang diperlukan. Salah satu teknik pemanenan yang diterapkan adalah dengan mengkombinasikan cara penyadapan dan penggunaan stimulan organik yang ramah lingkungan. Dengan teknik pemanenan getah yang tepat diharapkan dapat meningkatkan produksi getah sekaligus tetap menjamin kelangsungan pengelolaan tegakan penghasil getah.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan dan alat

Stimulan cuka kayu dibuat dari bahan cuka kayu yang dicampur dengan asam palmitat (minyak goreng), sedang alat yang digunakan berupa tungku karbonisasi dan alat detilasi.

2.2 Cara pembuatan

Cuka kayu yang digunakan diperoleh dari pembakaran atau karbonisasi batang pinus baik pada bagian batangnya maupun kulitnya. Pembakaran tersebut dilakukan selama 25–30 jam dengan lama pendinginan 6 jam. Kadar air batang pinus yang dibakar bervariasi dari 22,15–46,53%, dengan rendemen cuka kayu berdasarkan berat kering bahan yang diperoleh berkisar antara 36,60–62,14%. Pada umumnya semakin tinggi kadar air batang pinus yang dibakar akan cenderung semakin tinggi juga rendemen cuka kayu yang diperoleh. Hasil pendinginan berupa cairan asap yang dikenal sebagai cuka kayu dan biasanya berwarna coklat gelap cenderung hitam (*crude*). Cuka kayu tersebut mengandung dua komponen, yaitu *pyroligneus liquo* dan bagian bawah merupakan endapan ter. Cuka kayu yang dihasilkan banyak mengandung asam asetat (CH_3COOH), yaitu sekitar 50% disamping komponen utama lainnya, berupa fenol dan alkohol. Untuk memanfaatkannya kemudian dilakukan proses pemisahan atau destilasi antara 2 komponen tersebut.

Destilasi dilakukan dengan pemanasan pada suhu ± 100–150°C sedemikian rupa sehingga komponen-komponen lain terdestilasi kecuali ter yang akan tertinggal. Biasanya cairan cuka kayu hasil destilasi tersebut berwarna lebih bening dibandingkan cuka kayu hasil pembakaran langsung. Pada dasarnya bahan stimulan yang digunakan dalam penyadapan pinus mempunyai komponen utama asam (misalnya asam sulfat dan asam nitrat). Asam tersebut berperan sebagai penyangga agar getah sukar membentuk rantai sikliknya dan tetap dalam keadaan aldehida sehingga getah tetap encer dan keluar melebihi normal (Riyanto, 1980). Berdasarkan hal tersebut akan diujicobakan cuka kayu sebagai bahan stimulan dalam proses penyadapan pinus untuk meningkatkan produksi getah. Penggunaan cuka kayu tanpa bahan tambahan sebagai stimulan pernah diujicobakan dan hasilnya cuka kayu tidak bisa menempel lama pada luka sadapan. Hal ini disebabkan sifat cuka kayu yang cair (seperti air). Dalam penggunaannya untuk bahan stimulan organik, cuka kayu akan dicampur dengan asam palmitat. Asam palmitat adalah asam lemak jenuh rantai panjang dengan rumus molekul $CH_3(CH2)_{16}COOH$. Minyak goreng, sebagai salah satu jenis asam palmitat, adalah minyak yang berasal dari lemak tumbuhan atau hewan yang dimurnikan dan berbentuk cair dalam suhu kamar dan biasanya digunakan untuk menggoreng bahan makanan. Minyak goreng yang

digunakan dalam penelitian ini adalah minyak goreng curah (buka dalam bentuk kemasan) dan berfungsi sebagai penghantar panas.

2.3 Komposisi stimulan

Komposisi cuka kayu dan minyak goreng yang digunakan sebagai stimulan organik mempunyai perbandingan 1 :1.

Gambar 1. Perbandingan stimulan cuka kayu (a), etrat (b) dan an-organik (c)

2.3 Teknik pemanenan

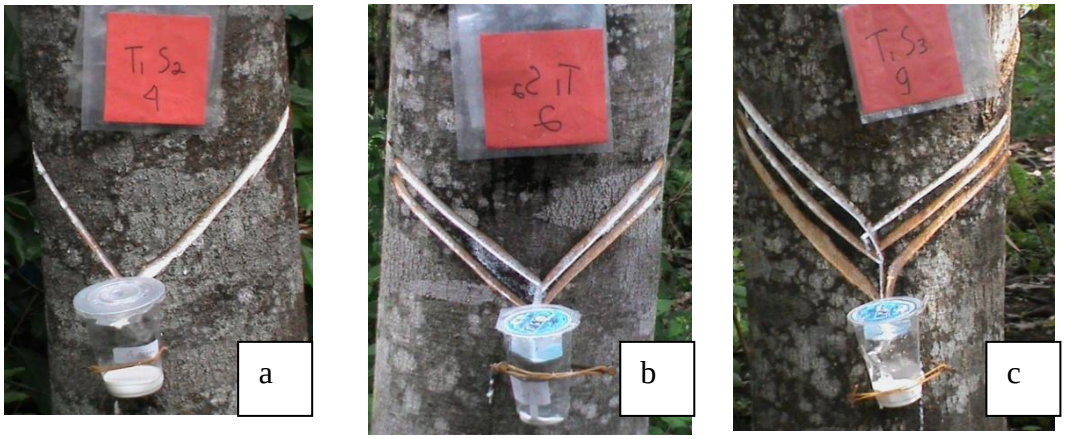
2.3.1 Penyadapan pinus dengan stimulan cuka kayu

Penyadapan pohon pinus dilakukan dengan cara koakan menggunakan alat kedukul, dengan ukuran lebar koakan ± 6 cm, tinggi koakan ± 30 cm dan tebal ± 3 mm atau sampai menyentuh kayu bagian dalam. Perlukaan dilakukan pada batang pohon yang terkena sinar matahari. Stimulan cuka kayu diberikan setelah selesai perlukaan pada bidang sadap sebanyak ± 1 cc. Dilakukan pembaharuan perlukaan dan pengulangan pemberian stimulan setiap 3 hari sekali selama masa *peludangan* (istilah untuk kegiatan pengumulan hasil getah pinus). Getah yang keluar dialirkan melalui talang kecil dan ditampung di tempat penampungan berupa gelas plastik yang ditutup plastik untuk mngurangi kotoran dan air yang masuk bercampur dengan getah. Penimbangan getah dilakukan diakhir *peludangan* yaitu setiap 12 hari.

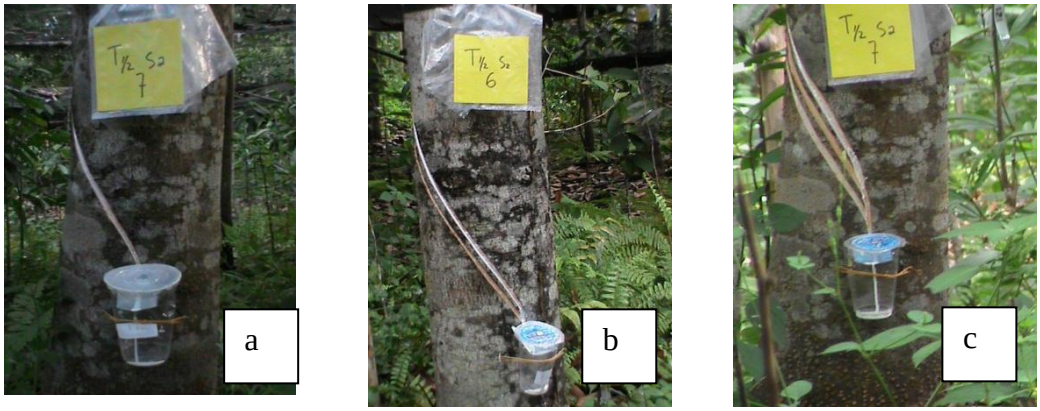
Gambar 2. Penyadapan pinus menggunakan stimulan cuka kayu

2.3.2 Uji pendahuluan penyadapan jelutung menggunakan stimulan cuka kayu

Penyadapan jelutung selama ini tidak pernah menggunakan stimulan, namun pada penelitian kali ini diujicobakan penggunaan stimulan dalam proses penyadapannya. Teknik penyadapan yang digunakan ada dua macam, yaitu berbentuk V dan ½ spiral. Pertama-tama yang dilakukan adalah dengan membersihkan perdu atau semak sebelum penyadapan sedemikian sehingga sinar matahari dapat langsung mengenai bidang sadap dan juga untuk memudahkan pengerjaan penyadapan. Membuat torehan pada batang jelutung dan menyemprotkan stimulan organik pada bidang perlukaan sebanyak ± 1 cc. Penyadapan jelutung dilakukan pada pagi hari dan luka sadapan diusahakan menghadap sinar matahari langsung. Memasang tempat penampung getah di sekitar bidang sadap sedemikian rupa sehingga getah bisa tertampung semua. Memperbaharui luka sadapan setiap 1 hari sekali dengan cara membuat luka sadapan di atas luka sadapan yang pertama dan diberi stimulan organik ±1 cc. Pembuatan luka pembaharuan sadapan dilakukan sebanyak 3 torehan (Gambar 3 dan 4). Setiap dilakukan pembaharuan, getah hasil sadapan sebelumnya diambil dan ditimbang.



Gambar 3. Penyadapan jelutung dengan model V: a. torehan pertama; b. torehan kedua dan c. torehan ketiga



Gambar 4. Penyadapan jelutung dengan model ½ spiral: a. torehan pertama; b. torehan kedua dan c. torehan ketiga

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Pemanenan getah pinus

Getah pinus terdapat dalam saluran-saluran getah yang ada di dalam kayu gubal dan untuk mengrambilnya dilakukan penyadapan dengan melukai kayu gubal agar saluran getah terbuka. Saluran getah dibentuk serta dikelilingi sel-sel parenkim jari-jari atau sel-sel epitel. Saluran getah pinus di dalam kayu mempunyai tekanan yang tinggi, yaitu 70 atm sehingga pelukaan pada kayu menyebabkan getah mengalir keluar (Soepardi, 1955). Penyadapan atau pelukaan pada batang pinus akan menghasilkan sejumlah getah karena merupakan mekanisme tanaman conifer seperti pinus dalam upaya pertahanan diri untuk menutup luka sadap. Getah yang sudah terkumpul di bekas luka dan sudah terpapar udara menyebabkan zat-zat yang mudah menguap baik mono atau sesqueterpen menguap dan asam diterpen berpolimerisasi menutupi luka sadapan (Trapp & Croeteu, 2001; Martin *et al.,* 2003 *dalam* Rodrigues *et al.,* 2008), oleh karena itulah stimulansia diperlukan untuk membuka dan memperlancar produksi getah pinus.

Produktivitas getah dipengaruhi oleh faktor pemberian stimulansia (Santosa, 2010; Kasmudjo, 2011; Sharma & Lecka, 2013). Pemberian stimulansia berguna sebagai zat perangsang etelin pada tanaman yang dapat meningkatkan tekanan osmosis dan tekanan turgor yang menyebabkan aliran getah akan bertambah cepat dan lebih lama. Lebih lanjut menurut Santosa (2011), mekanisme pemberian stimulan berbahan dasar asam kuat akan memberikan efek panas pada getah sehingga getah lebih lama dalam keadaan cair dengan demikian mudah mengalir keluar dari saluran getah dan mempengaruhi tekanan turgor dinding sel sehingga getah cepat keluar dan saluran getah dapat terbuka dalam waktu yang relatif lama. Oleh karena itulah stimulan yang digunakan berbahan dasar asam kuat seperti asam sulfat (H_2SO_4). Di satu sisi penggunaan stimulan H_2SO_4 dapat meningkatkan produksi getah per pengunduhan lebih tinggi, yaitu sebesar 56–111% dibandingkan kontrol (Litbang Perum Perhutani, 2010). Namun di sisi lain, penggunaan stimulan H_2SO_4 tersebut berdampak kurang baik bagi kayu karena diduga menyebabkan sel-sel epitel sebagai penghasil getah menjadi mati. Pada kenyataan di lapangan dapat dilihat bahwa batang pinus yang dilukai dan diberi stimulan berbahan dasar asam sulfat akan berubah warna menjadi coklat kemerahan bahkan coklat kehitaman atau gosong. Pemberian stimulan organik cuka kayu pada penyadapan pinus dapat meningkatkan produksi getah pinus 14,4%.

Penyadapan pinus menggunakan stimulan berbahan dasar alami, seperti stimulan cuka kayu akan meninggalkan warna lebih terang/coklat muda pada bekas perlukaan/sadapan, sama seperti pada perlukaan/sadaapan batang pinus tanpa stimulan. Keadaan yang sama juga ditemukan pada batang pinus yang disadap dan menggunakan stimulan ETRAT yang berbahan dasar etilen (C_2H_4). Stimulan berbahan dasar cuka kayu mengandung asam asetat (CH_3COOH) yang merupakan jenis asam lemah dan tidak menimbulkan efek terlalu panas pada bidang sadapan pinus seperti asam sulfat. Akibatnya bidang sadapan yang menggunakan stimulan cuka kayu tidak menimbulkan gosong. Selain itu permukaan batang yang disadap terlihat lebih basah sedang jika menggunakan stimulan asam sulfat akan terlihat lebih kering. Penggunaan stimulan ETRAT dilaporkan dapat meningkatkan produksi getah pinus rata-rata sebesar 234% (Santosa, 2011). Namun demikian perlu dipertimbangkan bahwa penggunaan stimulansia berbahan dasar etilen akan meningkatkan biaya produksi karena komponen etilen

lebih mahal harganya (Rodrigues *et. al*.. 2008). Sementara itu penggunaan stimulan cuka kayu mempunyai keunggulan mudah diperoleh, memanfaatkan limbah kayu dan dapat diproduksi sendiri.

3.2 Pemanenan getah jelutung

Getah jelutung yang diperoleh dari teknik penyadapan berbentuk V menghasilkan getah lebih banyak dibandingkan dengan ½ spiral. Pada ujicoba atau penelitian pendahuluan penggunaan stimulan cuka kayu dalam penyadapan jelutung dapat menghasilkan getah lebih banyak dibandingkan kontrol (tanpa stimulan). Rata-rata getah jelutung yang dihasilkan jika menggunakan stimulan cuka kayu 20,94 gram sedangkan kontrol 11,03 gram. Sebagai tambahan catatan, pemanenan getah jelutung dilakukan pada saat kondisi lapangan hujan sehingga dimungkinkan air hujan masuk tercampur getah meskipun dalam jumlah sedikit karena bagian atas tempat penampung getah tertutup rapat. Namun demikian penimbangan hasil getah dilakukan sedemikian rupa sehingga getah yang ditimbang relatif bebas dari air hujan (dengan diendapkan).

Pemberian stimulan berbahan dasar cuka kayu mampu meningkatkan produksi getah jelutung karena kandungan asam asetat (CH_3COOH) dapat berperan untuk memperlancar keluarnya getah karena efek panas yang ditimbulkan dari kandungan asamnya. Selain asam asetat, kandungan cuka kayu yang lainnya seperti metanol, fenol, karbonil diduga dapat merangsang etelin pada tanaman untuk meningkatkan tekanan osmosis dan tekanan turgor yang menyebabkan aliran getah akan bertambah cepat dan lebih lama. Menurut Hillis (1987), masuknya air ke dalam lumen sel epitel akan menyebabkan sel epitel membesar dan selanjutnya akan menekan resin yang berada di dalam saluran damar sehingga resin hancur dan terdorong keluar. Setelah itu sel epitel akan memproduksi zat resin kembali untuk mengisi saluran damar tersebut.

Getah jelutung yang diambil dari penyadapan pohon jelutung memiliki warna putih susu (larutan susu) dan tidak memiliki aroma yang khas seperti getah pinus misalnya. Secara visual jika diamati getah jelutung yang dihasilkan lebih bersih karena ditampung dalam tempat yang tertutup rapat (gelas plastik tertutup rapat di bagian atasnya) sehingga sisa-sisa ranting atau daun, kerikil atau batu kecil tidak dapat masuk ke dalam tempat penampungan plastik yang tertutup tersebut.

4. Kesimpulan

Penggunaan stimulan organik berbahan dasar cuka kayu dapat digunakan untuk menaikkan produksi getah pada penyadapan pohon pinus dan pohon jelutung. Masing-masing sebesar 14,4% untuk getah pinus dan 31% untuk getah jelutung. Keuntungan penggunaan stimulan organik cuka kayu mudah dan murah diperoleh karena bisa diproduksi sendiri dari sisa-sisa/limbah pohon, lebih aman digunakan baik terhadap pohon maupun pekerja sehingga *sustainabilitas* dan ramah lingkungan. Kelemahan penggunaan stimulan organik cuka kayu belum dapat meningkatkan produktivitas getah lebih tinggi daripada penggunaan stimulan anorganik, terutama berbahan dasar asam sulfat. Oleh karena itu diperlukan inovasi penggunaan stimulan organik ramah lingkungan yang lebih dapat meningkatkan produktivitas.

Referensi

Bina. (2014, Mei 03). PPCL Eksport Perdana Produk Alphapinene ke India. *Media Kehutanan dan Lingkungan*. Jakarta.

Coppen, J. J. W. (1995). *Gum, resins, and latexes of plant origin*. Non Wood Forest Products. No.6. FAO, Roma.

FAO. (2001). *Monogaph on Benzoin (Balsamic Resin From Stryrac species)*. Bangkok.

Hillis, W. E. (1987). *Heartwood and Tree Exudate*. Springer Verlag. Berlin Heidelberg, New York, London.

Jayusman. (2014). Mengenal *pohon kemenyan (Styrax spp). Jenis dengan Spektrum Pemanfaatan Luas yang Belum Dioptimalkan*. IPB Press, Bogor.

Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. (2004). Lembar Data Keselamatan Bahan.[Internet]. [diunduh 2013 Jul 2]. Tersedia pada: http://www.kimianet.lipi.go.id.

Nurrochmat, D.R. (2001). *Dampak Krisis Ekonomi dan Moneter Terhadap Usaha Kehutanan Masyarakat : Kemenyan di Tapanuli Utara. Resilisiensi Kehutanan Masyarakat di Masyarakat Indonesia*. Debut Press, Yogyakarta.

Perum Perhutani. (2010). Current Situation of Indonesian Gum Rosin In The World Market. Praque: *Pine Chemicals Association International Conference*.

Riyanto, T.W. (1980). Sedikit tentang Penaksiran Hasil Getah *Pinus merkusii* Jungh et de Vriese. *Duta Rimba*,12–17.

Rodrigues, K. C. S., P. C. N. Azevedo, L. E.Sobreiro, P.Pelissari, & A. G. Fett-Neto (2008). Oleoresin yield of *Pinus elliottii* plantations in subtropical climate: Effect of tree diameter, wound shape and concentration of active adjuvants in resin stimulating paste. *Journal Crops and Product, 27*, 322–327.

Rodrigues, K. C. S., & A. G. Fett-Neto, (2009). Oleoresin yield of *Pinus elliottii* plantations in subtropical climate: Seasion variation and effect of auxin and salicylic acid-based stimulant paste. *Journal Crops and Product, 30,* 316–320.

Rodrigues, K.C.S., M. A.Apel, A. T.Henrique, A. G. Fett-Neto (2011). Efficient oleoresin biomass production in pines using low cost metal containing stimulant paste. *Journal Crops and Product 35*, 4442–4448.

Santosa, G. (2010). *Pemanenan Hasil Hutan Bukan Kayu (HHBK)*.. Tersedia pada: http://members.multimania.co.uk.

Santosa, G. (2011). *Penguh Pemberian Etrat terhadap Peningkatan Produktivitas Penyadapan Getah Pinus (Studi Kasus di KPH Sukabumi Perum Perum Perhutani Unit III Jawa Barat dan Banten)* (tidak diterbitkan, Laporan Penelitian). Fakultas Kehutanan Insitut Pertanian Bogor.

Sharma, K. R, & C.Lecka, (2013). Tapping of *Pinus roxburghii* (Chir Pine) for oleoresin in Himachal Pradesh, India. *Journal Advances in Forestry Letters (AFL) 2, 31–55.* [Internet] [diunduh 2013 Desember 20]. Tersedia pada: www.afl-journal.org

Soepardi, R. (1955). *Pinus merkusii* di Tanah Gayo. *Rimba Indonesia 4*, 265-280. Kehutanan Indonesia.

Waluyo, T.K. (2003). Perbandingan Sifat Fisiko-kimia Beberapa getah Jelutung (*Dyera* sp.) Olahan. *Makalah Ekspose Hasil-hasil Penelitian Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sumatera dalam Mendukung Pengelolaan Hutan Lestari*. Medan

Waluyo, T.K. (2010). *Penentuan Metode Penyadapan Getah Jelutung Hutan Tanaman Industri Berdasarkan Sebaran Saluran Getah Pada Kulit Batang*. (Tidak diterbitkan Thesis Master). Institut Petanian Bogor. Bogor.

Pengaruh Ketinggian Tempat dan Arah Aksial Terhadap Kadar Air dan Berat Jenis Bambu Jawa (*Schizostachyum brachyladumi*)

Mery Loiwatu* dan Jimmy J. Fransz

Jurusan Kehutanan Faperta Unpatti - Ambon

Abstract

Bamboo classified Graminae family (gasses) also is called giant gass. This plant in Indonesia found from the lowlands to the mountains such as 300 m above sea level to the 2000 m above sea level. Maximum utilization of bamboo can be achieved if the basic properties of the bamboo are known clearly. Variations of these properties depend on stem position such as radial and axial direction. This study aims to determine effect of gowing site and axial aspect of bamboo stem to the physical properties of Jawa bamboo (*Schizostachyum brachyladumi*). The research method used the study was Completed Random Design (CRD) with a factorial experiment using 2 (two) factors. First factor was gowing site such as-<100 m above sea level, 100-200 m above sea level, and > 200 m above sea level; second factors was axial segment of bamboo stem such as bottom, middle and top portion. The results showed the gowing site was sigificant affect to the water content of bamboo at fresh and air dry condition, specific gavity of bamboo at fresh condition and air dry condition, bamboo density at dry air condition. Axial segment of bamboo was significant affect to the water content of bamboo at fresh condition, specific gavity of bamboo at fresh and air dry condition.

Keywords: Axial, Bamboo, Gowing site, Specific gavity, Water content.

*Korespondensi penulis. Tel. 085287863334
E-mail : elli_manuhuwa@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Bambu memiliki keanekaragraman jenis yang cukup banyak. Keanekaragraman jenis bambu di dunia berkisar antara 1250-1500 jenis sedangkan Indonesia memiliki 10% dari keanekaragraman dunia yaitu sekitar 154 jenis bambu. Jenis bambu yang tumbuh di Maluku sebanyak 13 jenis yang telah dimanfaatkan oleh masyarakat pedesaan (Manuhuwa, 2006). Tanaman bambu ditemukan mulai dari dataran rendah sampai pegunungan pada ketinggian 300 mdpl bahkan dapat tumbuh dengan baik pada ketinggian 2000 mdpl. Pemanfaatan bambu secara maksimum dapat dicapai apabila kadar air dan berat jenis dari bambu tersebut diketahui dengan jelas. Variasi kadar air dan berat jenis biasanya mengikuti arah dalam batang, baik arah aksial radial maupun radial (Panshin and de Zeeuw, 1980).

Pada kedudukan aksial, kadar air dan berat jenis bagian pangkal berbeda dengan bagian ujung. Hal ini disebabkan waktu pembentukan anatomi bambu yang berbeda dan diperkirakan akan turut mempengaruhi kadar air dan berat jenis bambu. Kadar air dan berat jenis dapat

ditentukan pada kondisi segar dan kering udara. Untuk itu, penelitian diarahkan mengkaji pengaruh ketinggian tempat dan arah aksial terhadap kadar air dan berat jenis bambu jawa (*Schizostachyum brachyladumi*).

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan waktu penelitian

Sampel bambu diambil di Desa Selamon, Kecamatan Banda Neira, Kabupaten Maluku Tengah dan pengujian kadar air dan berat jenis di laboratorium Teknologi Hasil Hutan, Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura Ambon. Penelitian ini berlangsung pada tanggal 22 Maret sampai dengan tanggal 03 Juni 2014.

2.2 Alat dan bahan penelitian

Alat yang digunakan yaitu : GPS, parang, gergaji tangan, meter rol, timbangan analitik, caliper, oven, desikator, kamera digital, gelas ukur, statip, jarum, kuwas dan alat tulis menulis. Bahan yang digunakan yaitu bambu jawa *(Schizostachyum brachyladumi)*, aquades dan paraffin cair, plastik, aluminium foil, selotip, karet dan spidol.

2.3 Prosedur kerja dan pengamatan

Pembuatan contoh uji dan pengujian kadar air dan berat jenis dilakukan mengacu pada ASTM D 143 – 52 yang dimodifikasi Janssen (1981) *dalam* Manuhuwa, *dkk* (2007).

2.4 Analisis data

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (*Gaspersz, 1989)* dalam percobaan faktorial dengan 3 ulangan sehingga total perlakuan sebanyak 27 satuan percobaan. Kedua faktor tersebut adalah sebagai berikut :

Faktor A yaitu : ketinggian tempat tumbuh, terdiri dari tiga tingkatan yaitu :

a_1 = 0 - <100 mdpl, (ketinggian 63 mdpl)

a_2 = 100 - 200 mdpl, (ketinggian 154 mdpl)

a_3 = >200 mdpl, (ketinggian 228 mdpl)

Faktor B yaitu : arah aksial, terdiri dari tiga tingkatan yaitu :

b_1 = pangkal batang

b_2 = tengah batang

b_3 = ujung batang

Model matematisnya sebagai berikut : $Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)i_j + \varepsilon_{ijk.}$

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kadar air kondisi segar

Nilai rata-rata kadar air bambu kondisi segar tertinggi pada perlakuan (a_1b_1) sebesar 311,05% dan terendah pada perlakuan (a_3b_2) sebesar 111,14%. Hal ini disebabkan karena bambu yang baru di tebang kadar airnya sangat tinggi dan bervariasi. Variasi ini dipengaruhi oleh jenis, umur, musim, waktu penebangan dan arah batang (Liese, 1985; Basri dan Saefudin, 2006). Nilai kadar air segar ini tergantung pada musim saat bambu ditebang. Pada musim penghujan kadar airnya lebih tinggi dibandingkan pada musim kemarau. USDA (1974) *dalam* Manuhuwa (2007) yang mengemukakan bahwa jumlah kadar air bambu saat ditebang berkisar antara 40% - 200% berdasarkan berat kering tanur. Untuk melihat pengaruh perlakuan yang diteliti maka dilakukan pengujian analisis keragraman seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Analisa sidik ragram kadar air kondisi segar bambu jawa

Sumber Keragraman	db	JK	KT	F	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
A	2	79.533,55	39.766,77	129,62**	3,55	6,01
B	2	19.199,94	9.599,97	31,29**	3,55	6,01
AxB	4	7.177,91	1.794,48	5,85**	2,93	4,58
Galat	18	5.522,18	306,79			
Total	26	111.433,59				

Ket : ** = Sangat Nyata

Hasil analisa sidik ragram kadar air kondisi segar menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata terhadap faktor ketinggian tempat dan posisi aksial batang terhadap kadar air segar. Nilai rata-rata kadar air kondisi segar berdasarkan ketinggian tempat (faktor A) tertinggi terdapat pada ketinggian tempat (a_1) 256,84% dan kadar air kondisi segar terendah pada ketinggian tempat (a_3) 127,94%.

Ketinggian tempat tumbuh yang semakin rendah, menyebabkan kemampuan menyerap air yang semakin tinggi dibandingkan kemampuan penyerapan air pada ketinggian tempat tumbuh yang tinggi. Kadar air segar untuk arah aksial (B) terlihat bahwa bagian pangkal (b_1) lebih tinggi yaitu 236,20% diikuti oleh (b_2) yaitu 197,95% dan terendah pada bagian ujung (b_3) yaitu 171,22%. Kadar air segar rata-rata adalah sebesar 201,79%. Hal ini disebabkan karena bertambahnya umur dan posisi letak pada batang karena jaringan utama penyusun bambu yaitu parenkim (40-60% yang melingkari berkas pembuluh) yang sangat berfungsi sebagai gudang nutrisi dan air menurun dari pangkal ke ujung batang dengan bertambahnya tua bambu (Liese, 1995; Fangchun, 2000; Anonim, 2001).

Hasil penelitian Ulfah (1999), kadar air segar 3 jenis bambu yaitu bambu apus (*Gigantochloa apus*), Ori (*Bambussa blumeana*) dan Wulung (*Gigantochloa atter*) menunjukkan kadar air segar bagian pangkal (126,85%) lebih besar daripada bagian tengah (95,76%) dan lebih besar daripada bagian ujung (78,50%). Biasanya bila bambu sudah berumur tiga tahun akan mengalami penurunan kadar air pada bambu muda berkisar antara 50-99% dan dewasa berkisar 80-150% sedangkan pada bambu tua bervariasi antara 12-18% (Dransfield dan widjaja, 1995).

3.2. Kadar air kondisi kering udara

Nilai kadar air kering udara bambu dalam penelitian ini dicapai setelah contoh uji di angin-anginkan dan berat semua contoh uji sudah konstan. Besar kadar air kering udara bambu pada penelitian ini termasuk dalam kisaran besarnya kadar air kering udara kayu untuk iklim Indonesia yaitu sebesar 15% - 25% (Oey, 1990). Nilai kadar air kering udara yang diperoleh dari ketinggian tempat dan posisi aksial, tertinggi terdapat pada perlakuan a_1b_3 (23,89%) dan terendah pada perlakuan a_2b_1 (15,09%).

Kadar air kering udara bervariasi pada masing-masing perlakuan. Rata-rata kadar air kondisi kering udara adalah sebesar 18,42%. Variasi kadar air ini disebabkan karena kemampuan menyerap dan melepaskan air pada masing-masing bagian bambu berbeda diikuti oleh perlakuan terhadap contoh uji bambu yang diletakkan pada tempat yang sama dan diukur pada waktu yang sama pula. Selanjutnya dilakukan analisis sidik ragram untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi kadar air kering udara seperti pada Tabel 2.

Tabel 2. Analisis sidik ragram kadar air bambu jawa kondisi kering udara

Sumber Keragraman	db	JK	KT	F	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
A	2	164,56	82,28	4,37*	3,55	6,01
B	2	1,77	0,88	0,05tn	3,55	6,01
AxB	4	59,03	14,76	0,78tn	2,93	4,58
Galat	18	339,01	18,83			
Total	26	564,36				

Ket : tn = Tidak Nyata, * = Nyata

Hasil analisis keragraman pada Tabel 2 menunjukkan bahwa ketinggian tempat (A) berpengaruh nyata, sedangkan arah aksial (B) dan interaksi (AB) tidak nyata terhadap kadar air kering udara. Pengaruh ketinggian tempat diindikasikan adanya pengaruh kemampuan akar bambu menyerap air tanah yang ada di masing-masing ketinggian tempat. Kemampuan menyerap ini akan mempengaruhi kemampuan pori-pori untuk menampung dan melepaskan air ke udara.

Nilai rata-rata kadar air kondisi kering udara berdasarkan ketinggian tempat (A) tertinggi terdapat pada ketinggian tempat (a_1) 21,90%, diikuti oleh (a_3) 16,92% dan terendah pada ketinggian (a_2) 16,44%. Panshin dan de Zeeuw (1980) menyatakan bahwa kandungan air dalam kayu yang diletakkan dalam udara bebas akan dipengaruhi oeh suhu dan kelembaban udara sekitarnya.

3.3. Berat jenis kondisi segar

Perlakuan berat jenis kondisi segar berdasarkan ketinggian tempat dan posisi aksial batang bambu terlihat bahwa tertinggi terdapat pada perlakuan a_3b_3 (0,54) dan terendah pada perlakuan a_1b_1 (0,28). Menurut Prawirohatmodjo (1976) *dalam* Hidayati (2008), Berat jenis dan kerapatan kayu atau bambu merupakan faktor-faktor yang menentukan sifat-sifat fisika dan mekanika kayu atau bambu. Menurut Liese (1980) *dalam* Pambudi (2002), berat jenis bambu berkisar antara 0,5-0,9. Hasil analisis sidik ragram untuk mengetahui faktor-faktor

yang mempengaruhi berat jenis dan hasilnya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Analisa sidik ragram berat jenis bambu jawa kondisi segar

Sumber Keragraman	db	JK	KT	F	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
A	2	0,11	0,05	$40,35^{**}$	3,55	6,01
B	2	0,07	0,04	$27,19^{**}$	3,55	6,01
A x B	4	0,01	0,00	$2,06^{tn}$	2,93	4,58
Galat	18	0,02	0,00			
Total	26	0,22				

Ket : tn = tidak nyata, ** = sangat nyata

Hasil analisis sidik ragram pada berat jenis bambu jawa kondisi segar menunjukkan bahwa ketinggian tempat (A) dan arah aksial (B) berbeda sangat nyata terhadap berat jenis kondisi segar sedangkan interaksi (AB) keduanya tidak nyata terhadap berat jenis kondisi segar.

Nilai rata-rata berat jenis bambu jawa kondisi segar berdasarkan ketinggian tempat (faktor A) tertinggi terdapat pada ketinggian tempat (a_3) 0,51 dan terendah pada ketinggian tempat (a_1) 0,36. Variasi berat jenis terjadi baik arah vertikal maupun horizontal. Batang bambu bagian luar mempunyai berat jenis lebih tinggi daripada bagian dalam sedangkan pada arah memanjang berat jenis meningkat dari pangkal ke ujung.

Berat jenis kondisi segar berdasarkan arah aksial (faktor B) tertinggi terdapat pada bagian ujung (b_3) 0,49 dan berat jenis terendah terdapat pada bagian pangkal (b_1) 0,36. Berat jenis segar rata-rata adalah sebesar 0,41. Berat jenis pada bagian pangkal rendah akan naik hingga bagian ujung. Hal ini disebabkan berat jenis berhubungan dengan tebal dinding sel. Panshin de Zeeuw (1980) menyebutkan bahwa berat jenis berhubungan dengan tebal dinding sel. Apabila dikaitkan dengan tebal dinding sel, maka peningkatan tebal dinding sel dari posisi pangkal ke posisi ujung batang berbanding lurus dengan peningkatan berat jenis. Kerapatan atau berat jenis bambu meningkat dengan bertambahnya umur. Hal ini dapat dimengerti karena dengan bertambahnya umur, maka tingkat lignifikasi semakin intensif dan akibatnya tebal dinding sel ligno-selulosa bambu meningkat.

3.4. Berat jenis kondisi kering udara

Berkurangnya air dalam bambu akan berdampak pada naiknya kerapatan atau berat jenis bambu. Hasil penelitian memperlihatkan nilai tertinggi pada perlakuan a_3b_3 (0,68) dan terendah pada perlakuan a_2b_1 (0,35). Menurut Prawirohatmodjo (2001), antara berat jenis dan kadar air terdapat hubungan negatif yang kuat, dimana peningkatan berat jenis akan menyebabkan penurunan kadar air dan sebaliknya.

Nilai rata-rata berat jenis kondisi kering udara berdasarkan ketinggian tempat (A) tertinggi terdapat pada ketinggian tempat (a_3) 0,63 dan berat jenis kondisi kering udara terendah terdapat pada ketinggian tempat (a_1) 0,40. Sedangkan berat jenis kondisi kering udara berdasarkan posisi aksial (B) tertinggi terdapat pada posisi aksial (b_3) 0,56 dan berat jenis kondisi kering udara terendah pada posisi aksial (b_1) 0,43. Berat jenis kering udara rata-rata adalah sebesar 0,49.

Tabel 4. Analisi sidik ragam berat jenis bambu jawa kondisi kering udara

Sumber keragraman	db	JK	KT	F	$F_{0,05}$	$F_{0,01}$
A	2	0,28	0,14	$128,96^{**}$	3,55	6,01
B	2	0,08	0,04	$35,80^{**}$	3,55	6,01
AxB	4	0,01	0,00	$2,63^{tn}$	2,93	4,58
Galat	18	0,02	0,00			
Total	26	0,39				

Ket : tn = tidak nyata, ** = sangat nyata

Tabel 4 menunjukkan bahwa ketinggian tempat (A) dan arah aksial (B) berbeda sangat nyata terhadap berat jenis kondisi kering udara, sedangkan interaksi (AB) keduanya tidak nyata terhadap berat jenis kondisi kering udara.

Berat jenis kondisi kering udara memiliki nilai yang rendah pada ketinggian tempat rendah dan semakin naik berat jenis untuk ketinggian tempat yang lebih tinggi. Hal ini terlihat dengan nilai (a_1) sebesar 0,40; diikuti oleh (a_2) sebesar 0,44 dan tertinggi pada (a_3) sebesar 0,63. Hal ini disebabkan karena berat jenis yang tinggi memiliki massa yang besar sehingga jumlah air yang keluar dari dalam bambu juga besar asalkan kandungan ekstraktif tidak menghalangi. Menurut Oey (1990), variasi berat jenis dipengaruhi oleh kecepatan tumbuh. Kecepatan tumbuh ini berhubungan dengan faktor lingkungan tempat tumbuh.

Berat jenis kering udara berdasarkan arahi aksial memperlihatkan bagian pangkal cenderung naik hingga bagian ujung batang. Hal ini sesuai dengan Gambar 7 dimana berat jenis kondisi segar bagian pangkal (b_1) sebesar 0,43; diikuti bagian tengah (b_2) sebesar 0,48 dan tertinggi pada bagoan ujung (b_3) sebesar 0,56. Hasil penelitian Liese (1985) dan Epsiloy (1987) *dalam* Mahmod dan Liese (1995) mengatakan bahwa berat jenis naik dari pangkal menuju ujung batang.

4. Kesimpulan

Kadar air bambu jawa pada kondisi segar rata-rata adalah sebesar 201,79%, pada kondisi kering udara rata-rata adalah sebesar 18,42%. Rata-rata berat jenis bambu jawa kondisi segar adalah sebesar 0,42%, pada kondisi kering udara adalah sebesar 0,49%. Ketinggian tempat (faktor A) berpengaruh terhadap kadar air segar, kadar air kering udara, berat jenis segar dan berat jenis kering udara. Arah aksial (faktor B) berpengaruh terhadap kadar air segar, berat jenis segar dan berat jenis kering udara. Interaksi faktor ketinggian tempat dan arah aksial berpengaruh terhadap kadar air segar.

Referensi

Anonim, (2001). Cultivation and Integated utilization on bamboo in china: Structure and properties of bamboo timber. China National Bamboo Research Center. Hangzhou, P.R. China. Pp. 56-72.

Basri, E dan Saefudin. (2006). Sifat kembang-susut dan kadar air keseimbangan bambu tali (*Gigantochloa apus* kurtz) pada berbagai umur dan tingkat kekeringan. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 24 (3), 241-250.

Dransfield, S dan E A. Widjaja (Editor). (1995). Plant Resources of South-East Asia- (Prosea) No. 7. Bamboos. Backhuys Publishers. Leiden.

Gaspersz, V, (1989). Metoda Perancangan Percobaan Untuk Ilmu-ilmu Pertanian, Ilmu- ilmu Teknik dan Biologi. Penerbit ARMICO.

Hidayati, D. Y. (2008). Pengaruh Pengawetan dengan CCB_4 konsentrasi 5%, 10%, 15% terhadap Kekuatan Tarik, Lentur, Geser dan Kadar Air bambu Legi. Tugas Akhir pada Jurusan Teknik Sipil dan lingkungan UGM.

Mahmod, A.L dan W. Liese. (1995). Utilization Of Bamboo. Planting and Utilization Of Bamboos in Peninsular Malaysia. Forest Research Institute Malaysia (FRIM), Kepong, Kuala Lumpur.

Manuhuwa, E. (2006). Bahan Kuliah Hasil Hutan Non Kayu (Bambu I-III). Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon.

_____, Titarsole, J dan Loiwatu, M. (2007). Sifat Dasar Beberapa Jenis Bambu & Pemanfaatannya di Pulau Seram (Studi Kasus pada Tiga Kecamatan di Pulau Seram). Laporan Hasil Penelitian Fundamental Kerjasama Dirjen Perguruan Tinggi.

Pambudi, A. (2003). Pengaruh Pengawetan Bambu dengan Minyak Solar terhadap Karakteristik Bambu (Studi kasus perendaman dingin dengan minyak solar pada jenis bambu petung). Tugas Akhir pada jurusan Teknik sipil dan Lingkungan UGM.

Panshin A.J.(1980). Texbook of Wood Technology Vol 1. McGaw Hill Book Company, New York

Prawirohatmodjo, S. (2001). Sifat Fisik Kayu. Yayasan Pembinaan Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

Oey-Djoen-Seng. (1990). Berat Jenis dari Jenis-Jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek. Diterjemahkan oleh Soewarsono P.H, 1990. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.

Ulfah, D. (1999). Sifat dan Variasi Tiga Jenis Bambu (Apus, Ori, Wulung) pada Ketinggian Tempat Tumbuh yang Berbeda (Tesis). Universitas Gajah Mada.

Identifikasi Karakteristik Kayu pada Rumah Tradisional Suku Dayak Ngaju

Ida Bagus Gede Putra Budiana* dan I Wayan Avend Mahawan Sumawa

Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar
Puslitbang Permukiman

Abstract

The traditional home of the Dayak in Central Kalimantan Province called home Djaga Bahen/HumaHai, the traditional home generally has a length of 30-40 m with a width of 10-30 m and all components of the building using wood materials. The aim of this study was to determine the characteristics of the wood used in traditional house Djaga Bahen/HumaHai. The method of research is to identify the characteristics of the wood (physical properties, mechanical properties and chemical) in buildings traditional house Djaga Bahen/Huma Hai at District Home Knives Central Kalimantan province. The results showed that the value of the water content, the density of dry air, dry density of air, ironwood shrinkage ratio of 11.05%, 1.09 g / cm^3, 0.97 g / cm^3, and 1.07. Lime wood dragon; 17.03%, 0.77 g / cm^3, 0.64 g / cm^3, and 1.34. Galam wood; 33.18%, 0.95 g / cm^3, 0.60 g / cm^3. Supple firmness value in proportion boundaries, constancy of bending at the boundary fracture, firmness press parallel to the fiber, press the fibers perpendicular, parallel fiber tensile and shear parallel fiber ironwood; 13,100 MPa, 129, 91 Mpa, 8.23 Mpa, 5,81Mpa, 9,88Mpa, 7,92Mpa. Lime wood dragon shows 10.331Mpa, 77,69Mpa, 7,32Mpa, 4,37Mpa, 9,76Mpa, 4,48Mpa. Galam wood; 7.488Mpa, 80,64Mpa, 7,24Mpa, 4,36Mpa, 10,37Mpa, 4,49Mpa. Characteristics clams wood showed thatash content values, lignin, holoselulosa, solubility extractive substances (alcohol benzene, hot water, cold water) ironwood; 2.58%, 46.01%, 78.56%, 9.75%, 19.40%, 12.35%, lime wood dragon; 2.55%, 45.54%, 76.44%, 7.15%, 8.05%, 9.70% respectively.

Keywords: Chemical, Galam wood, Kapur naga wood, Mechanical, Physical properties, Ulin wood.

*Korespondensi penulis.Tel.: +082-147-487114
E-mail: gusputra_cv01@yahoo.co.id

1. Pendahuluan

Rumah adat yang terdapat di Desa Bahu Palawa merupakan rumah adat jenis Karak Betang. Rumah Karak Betang adalah rumah-rumah kecil turunan dari Rumah Betang yang dihuni oleh keluarga-keluarga kecil yang dahulunya mendiami rumah Betang. Rumah adat di desa ini dikenal dengan rumah bersejarah Djaga Bahen atau huma Hai Djaga Bahen. Kondisi rumah bersejarah Djaga Bahen saat ini dalam kondisi yang baik. Tingkat keaslian rumah memang sudah mulai hilang karena sudah mengadopsi kebutuhan penghuni masa sekarang.

Beberapa elemen rumah juga sudah pernah mengalami renovasi atau pergantian yang dikarenakan oleh usia dan kondisi yang sudah rusak. Huma Hai Djaga Bahen ini berorientasi ke arah Sungai Kahayan yaitu menghadap ke arah Utara. Bentuk/ fasade rumah bersejarah ini merupakan rumah panggung berbentuk huruf T dengan atap berbentuk prisma (Balai PTPT Denpasar, 2014).

Bahan kayu yang digunakan pada rumah Djaga bahen adalah kayu ulin pada tiang struktur (kolom), balok lantai, balok atap, kuda-kuda dan atap sirap ulin. Namun keberadaan kayu ulin dengan kualitas yang baik semakin sulit ditemukan di Kalimantan akibat adanya penebanganilegal, kebakaran hutan, pelanggaran tata guna wilayah hutan dan implementasi penggunaan tanah hutan yang menyimpang. Keadaan ini mengakibatkan terjadinyapengurangan kayu ulin dari hutan alam, sehingga terjadi keterbatasan ketersediaan kayu berdiameterbesar. Di sisi lain, dengan semakin meningkatnyapertambahan penduduk kebutuhan kayu untukberbagai keperluan juga semakin meningkat. Sehingga perlu dilakukan kajian kayu dari jenis yang berbeda agar dapat dimanfaatkan untuk menggantikan ulin sementara waktu sekaligus memberikan waktu yang cukup untuk kayu ulin beregenerasi (Balai PTPT Denpasar, 2014).

Oleh karena itu, penelitian tentang sifat dasar kayu penting dilakukan karena kecenderungan pemakaian kayu akan terus meningkat, baik untuk keperluan struktural maupun industri. Hal ini perlu diimbangi dengan pengetahuan jenis kayu, sifat dan cara pengolahan kayu agar kayu tersebut dapat digunakan secara efektif dan efisien. Ketepatan pemilihan jenis kayu untuk suatu pemakaian memerlukan pengetahuan tentang sifat dasarnya. Sifat dasar tersebut diantaranya berat jenis, kekuatan, dan stabilitas dimensi. Sifat tersebut bisa dipengaruhi oleh sifat atau karakteristik anatomi kayu. pohon yang membentuk kayu dengan berat jenis tinggi dipengaruhi antara lain oleh dinding sel yang tebal dan kadar zat ekstraktif. Hal tersebut sangat bernilai bagi pengolahan produk-produk kayu gergajian struktural. Jenis pohon yang menghasilkan kayu dengan berat jenis rendah dipengaruhi oleh dinding sel yang tipis dan rongga sel, jumlah dan ukuran pori yang besar. Jenis ini cocok sebagai bahan baku pembuatan pulp dan kertas. Jadi, sifat dasar kayu ini penting dipahami agar didalam proses pengolahan, pengangkutan, maupun penggunaannya dapat dilakukan secara terencana sehingga tidak terjadi pemborosan bahan,waktu, tenaga maupun biaya.

Penelitian ini betujuan untuk mempelajari struktur bahan kayu dilihat dari sifat fisik, mekanik, dan kimia agar dapat diketahui tegangan ijin kayunya dan merekomendasikan penggunaanya.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan penelitian

Sampel 3 (tiga) jenis kayu diambil di desa Bahu Palawa, Rumah Djaga Bahen atau huma Hai sekitar 68 km dari kota Palangkaraya.Ukuran diameter bagian pangkal ulin 17,7 cm, kapur naga 18,6 cm, galam 14,4 cm. Pengujian karakteristik kayu dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Hasil Hutan Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangkaraya.

2.2 Metode penelitian

Metode penelitian untuk mengetahui karakteristik fisis, mekanis dan kimia dengan melakukan uji eksperimental cara dan identifikasi pola kerusakan pada bangunan Rumah Tradisional Djaga Bahaen/Huma Hai dengan kuantitatif. Pengujian sifat fisis dan mekanis mengacu pada standar ASTM D143-94 (re-approved 2000) mengenai *Standard test methods for small clear specimens of timber* (ASTM, 2006b). Pengujian sifat kimia mengacu pada standar TAPPI, 1972. Ukuran contoh uji seperti ditunjukkan pada Tabel 1 dan 2 berikut.

Tabel 1. Ukuran benda uji sifat fisis kayu

No	Sifat Fisis (*Physical properties*)	Nomor ASTM	Standar Ukuran	Jumlah Ulangan
1.	Kadar air kering udara (*Air dry moisture content*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10
2.	Kerapatan normal basah (*Nominal geen density*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10
3.	Kerapatan kering tanur *(Oven dry geen density*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10
4.	Berat jenis volume basah (*Nominal geen specific gavity*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10
5.	Berat jenis volume kering tanur (*Air dry specific gavity*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10
6.	Penyusutan dari basah ke kering tanur (*Shrinkage from geen to oven dry*) Radial (*Radial*) Tangensial (*Tangential*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10
7.	Pengembangan dari kering tanur ke kondisi maksimum (*Development from geen to oven dry*) Radial (*Radial*) Tangensial (*Tangential*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10

Pengukuran kadar air kayu contoh uji diberi nomor kemudian ditimbang beratnya setiap hari pada jam yang sama hingga beratnya konstan. Setelah didapat berat kering udara contoh uji kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu awal 50 ^{0}C, suhu dinaikkan setelah 2 jam hingga mencapai suhu 103 $\pm$ 2 ^{0}C. Pengukuran berat jenis dan kerapatan contoh uji diberi nomor kemudian direndam selama 3 x 24 jam. Kemudian contoh uji diangkat dan ditiriskan hingga tidak ada lagi air menetes kemudian ditimbang. Contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu awal 50 ^{0}C, suhu dinaikkan setelah 2 jam hingga mencapai suhu 103 $\pm$ 2 ^{0}C. Setiap 2 jam contoh uji yang dioven tersebut dimasukkan kedalam desikator sampai dingin ± 10 menit. Pengukuran perubahan dimensi contoh uji diberi tanda terlebih dahulu menggunakan pulpen yang tidak luntur bila terkena air pada arah longitudinal, radial dan tangensial. Kemudian direndam dalam air sampai mencapai kadar air maksimum (3 x 24jam) contoh uji dikeringkan dalam oven pada suhu awal 50 ^{0}C, suhu dinaikkan setelah 2 jam hingga mencapai suhu 103 $\pm$ 2 ^{0}C. Setiap 2 jam contoh uji yang dioven tersebut dimasukkan kedalam desikator sampai dingin (± 10 menit).

Tabel 2. Ukuran benda uji sifat mekanis kayu

No	Sifat Mekanis (*Mechanical properties*)	Nomor ASTM	Standar Ukuran	Jumlah Ulangan
1.	Keteguhan lentur pada batas proporsi (*Bending strength at proporsional limit*)	D143-94	5 x 5 x 76 cm	10
2.	Keteguhan lentur pada batas patah (*Bending strength at failure*)	D143-94	5 x 5 x 76 cm	10
3.	Keteguhan tekan sejajar serat *(Compression strength parallel to the gain*)	D143-94	5 x 5 x 20 cm	10
4.	Keteguhan tekan tegak lurus serat (*Compression strength perpendicular to the gain*)	D143-94	5 x 5 x 15 cm	10
5.	Keteguhan tarik sejajar serat *(Tension strength parallel to the gain*)	D143-94	5 x 5 x 5 cm	10
6.	Keteguhan geser sejajar serat (*Shear strength parallel to the gain)*	D143-94	2,5 x 25 x 46 cm	10

Pengujian sifat kimia kayu yang diuji adalah kelarutan zat ekstraktif dalam air dingin contoh uji dalam 2 g serbuk kayu kering tanur dimasukkan ke dalam gelas piala 400 ml dan tambahan aquades sebanyak 300 mL. Kelarutan dalam air panas contoh uji dalam 2 g serbuk kayu kering tanur dimasukkan ke dalam gelas erlenmeyer 300mL. Tambahkan air panas (yang mendidih pada temperatur 100°C) sebanyak 100mL. Kelarutan dalam alkohol benzena contoh uji 2 g serbuk kayu dimasukkan ke dalam gelas filter. Kemudian gelas filter tersebut masuk dalam alat *soxhlett* sehingga ujung cawan lebih tinggi daripada ujung siphon dan sample di dalamnya lebih rendah dari pada titik ini. Selanjutnya cawan ini ditutup dengan sepotong saringan halus dari logram, agar tidak ada sample yang hilang. Ekstraksi dilakukan dengan 200 ml larutan alkohol benzene (1:2) selama 4-6 jam (TAPPI T 207 om-88, 1972). Kadar abu diukur dengan cara, cawan porselen yang bersih dan kering ditimbang lalu dimasukkan serbuk kurang lebih 2 jam. Cawan yang bersih serbuk tersebut dipanaskan dengan gas burner (dalam ruang asam) sampai menjadi arang. Dipindahkan ke oven pengabuan dengan temperature 300°C selama 1 jam, temperature dinaikkan menjadi 400°C kemudian dinaikkan lagi menjadi 500°C setelah 1 jam dan terakhir menjadi 575 ± 25 °C selama 1 jam (TAPPI T 211 om-85, 1972). Kadar lignin diukur dengan cara, 1 g serbuk kayu bebas ekstraktif (kering tanur) dimasukkan ke dalam gelas piala 100 mLkemudian letakkan dalam bath dengan suhu 2 ± 1 °C. Kemudian menambahkan asam sulfat 72% sebanyak 15 ml sedikit demi sedikit dengan menggunakan baret sambil diaduk. Suhu bath diusahakan selalu 2 ± 1 °C selama disperse dilakukan. Kemudian gelas piala ditutup dengan penutup kaca dan aduk secara teratur selama 2 jam (TAPPI T 222 om-88, 1972).

Kadar Holoselulosa dilakukan dengan cara, menimbang 2,5 g serbuk bebas ekstraktif (alkohol benzene) masukkan dengan erlenmayer 200 ml, tambahkan aquades dengan suhu 80°C sebanyak 80 mL. Selanjutnya ditambahkan 0,94 g $NAClO_2$ (80%) dan 0,3 $mLCH_3COOH$ sambil diaduk, kemudian dipanaskan lagi selama 1 jam. Tahap berikutnya adalah menutup dan memanaskannyadalam waterbath dengan suhu 80°C selama 1 jam.

Setelah 60 menit ditambahkan lagi 0,94 g $NAClO_2$ (80%) dan 0,3 ml CH_3COOH sambil diaduk, kemudian dipanaskan lagi selama 1 jam. Penambahan $NAClO_2$ (80%) dan 0,3 ml CH_3COOH diulangi sampai 4 kali (TAPPI T 9 M-54, 1972).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Sifat fisis kayu

Pengukuran sifat fisis kayu Ulin, Kapur naga, dan Galam dilakukan pada kondisi basah, kering udara dan kering tanur. Penetapan nilai berat jenis, yakni berat jenis basah berdasarkan berat kering tanur dan volume basah, berat jenis kering udara berdasarkan berat dan volume masing-masing dalam keadaan kering udara, dan berat kering tanur (kerapatan) berdasarkan berat dan volume masing-masing dalam keadaan kering tanur. Nilai rata-rata hasil pengukuran sifat fisis dapat dilihat padaTabel 3 berikut ini :

Tabel 3. Nilai rata-rata sifat fisis kayu

No	Sifat Fisis (*Physical properties*)	Satuan (*Unit*)	Jenis Kayu (*Wood material*)			Nilai Desain Acuan
			Ulin	Kapur Naga	Galam	
1.	Kadar air kering udara (*Air dry moisture content*)	%	11,05	17,03	33,18	15
2.	Kerapatan kering udara (*Nominal geen density*)	g/cm^3	1,09	0,77	0,95	0,36-0,56
3.	Kerapatan kering tanur *(Oven dry geen density*)	g/cm^3	0,97	0,72	0,73	
4.	Berat jenis kering udara (*Air dry specific gavity*)		0,97	0,64	0,60	0,6-0,9
5.	Berat jenis volume kering tanur (*Air dry specific gavity*)		1,00	0,68	0,71	
6.	Penyusutan dari basah ke kering tanur (*Shrinkage from geen to oven dry*)					1
	Radial (*Radial*)	%	1,81	3,85	6,55	
	Tangensial (*Tangential*)	%	1,93	5,17	6,88	
7.	Pengembangan dari kering tanur ke kondisi basah (*Development from geen to oven dry*)	%				2
	Radial (*Radial*)	%	0,44	3,96	5,14	
	Tangensial (*Tangential*)		0,56	4,22	5,32	

Hasil pengujian sifat fisis seperti pada Tabel 3 di atas menunjukkan bahwa kadar air kering udara rata-rata kayu ulin 11,05%, ini menunjukkan bahwa kadar air kayu ulin sudah sesuai dengan standar acuan SNI 7973-2013 yang mensyaratkan kadar air maksimal kayu konstruksi 15%. Berat jenis kering udara rata-rata 0,97. Berdasarkan klasifikasi kayu menurut Dumanauw (1982), maka kayu tersebut termasuk kayu sangat berat karena mempunyai berat jenis kering udara > 0,90. Sementara berdasarkan klasifikasi kelas kuat kayu Indonesia Kayu ulin tergolong kayu dengan kelas kuat I karena BJ > 0,90 dan kerapatan kering udara > 0,56 g/cm^3, berat jenis dan kerapatan yang sangat tinggi otomatis meningkatkan karakteristik mekanis kayu ulin, akan tetapi juga akan menyulitkan saat dilakukan pekerjaan konstruksi seperti memasang alat sambung (baut, paku, dll). Kayu Ulin tergolong kayu yang sangat berat dengan penyusutan dari keadaan basah ke kering tanur rata-rata 1,93% (tangensial) dan 1,81% (radial). Penyusutan kayu disebabkan oleh perubahan kadar air di bawah titik jenuh serat (TJS). Jika kayu kehilangan air di bawah TJS atau air terikat di dalam dinding sel maka

akan terjadi penyusutan, sedangkan jika air masuk ke dalam dinding sel maka akan terjadi pengembangan. Rasio penyusutan tengensial dan radial (T/R rasio) kayu ulin adalah 1,07 menunjukkan bahwa kayu ini memiliki kestabilan dimensi yang sangat baik.

Kadar air kering udara rata-rata kayu kapur naga 17,03%, ini menunjukkan bahwa kadar air kayu melampaui standar acuan SNI 7973-2013 yang mensyaratkan kadar air maksimal kayu konstruksi 15%. Berat jenis kering udara rata-rata 0,64. Berdasarkan klasifikasi kayu menurut Dumanauw (1982), maka kayu tersebut termasuk kayu sedang karena mempunyai berat jenis kering udara = 0,60. Sementara berdasarkan klasifikasi kelas kuat kayu Indonesia oleh Den Berger (1923), kayu kapur naga tergolong kayu dengan kelas kuat III karena BJ = 0,60, dan kerapatan kering udara > 0,56 g/cm^3. Kayu kapur naga tergolong kayu dengan berat yang sedang, penyusutan dari keadaan basah ke kering tanur rata-rata 5,17% (tangensial) dan 3,85% (radial). Rasio penyusutan tengensial dan radial (T/R rasio) kayu kapur naga adalah 1,34 menunjukkan bahwa kayu ini memiliki kestabilan dimensi yang rendah. Nilai perbandingan T/R yang makin mendekati 1,00 menjadi parameter kestabilan dimensi kayu dan dengan rasio penyusutan yang besar mengakibatkan kayu akan cenderung lebih mudah pecah atau berubah bentuk yag mengakibatkan cacat.

Kadar air kering udara rata-rata kayu galam 33,18%, ini menunjukkan bahwa kadar air kayu melampaui standar acuan SNI 7973-2013 yang mensyaratkan kadar air maksimal kayu konstruksi 15%. Berat jenis kering udara rata-rata 0,60. Berdasarkan klasifikasi kayu menurut Dumanauw (1982), maka kayu tersebut termasuk kayu sedang karena mempunyai berat jenis kering udara = 0,60. Sementara berdasarkan klasifikasi kelas kuat kayu Indonesia kayu galam tergolong kayu dengan kelas kuat III karena BJ = 0,60, dan kerapatan kering udara > 0,56 g/cm^3.

3.2 Sifat mekanis kayu

Karakteristik mekanika kayu ulin, kapur naga, dan galam diketahui nilai rata-rata kuat tarik sejajar serat, kuat tekan tegak lurus, kuat tekan sejajar serat, kuat geser sejajar serat, kuat lentur (MOR) dan modulus elastisitas (MOE). Seperti ditunjukkan pada Tabel 4. Karakteristik mekanis kayu ulin hasil pengujian diperoleh data MOE 13.100 Mpa masuk dalam kode mutu E13, MOR 129,91 Mpa masuk pada kode mutu diatas E25, Fc // 8,23 Mpa masuk kode mutu E11, Fc± 5,81 Mpa masuk kode mutu E24, Ft// 9,88 Mpa masuk kode mutu E12, Fv 7,92 Mpa masuk kode mutu diatas E25. Hal ini mengindikasikan kayu ulin memang sangat cocok digunakan sebagai bahan kayu konstruksi kolom struktur dan balok-balok pemikul beban. Karakteristik mekanis kayu kapur naga hasil pengujian diperoleh data MOE 10.331 Mpa masuk dalam kode mutu E13, MOR 77,69 Mpa masuk pada kode mutu diatas E25, Fc // 7,32 Mpa masuk kode mutu E10, Fc± 4,37 Mpa masuk kode mutu E19, Ft// 9,76 Mpa masuk kode mutu E12, Fv 4,48 Mpa masuk kode mutu diatas E25.Karakteristik mekanis kayu galam hasil pengujian diperoleh data MOE 7.488 Mpa masuk dalam kode mutu E7, MOR 80,64 Mpa masuk pada kode mutu diatas E25, Fc // 7,24 Mpa masuk kode mutu E10, Fc± 4,36 Mpa masuk kode mutu E19, Ft// 10,37 Mpa masuk kode mutu E13, Fv 4,49 Mpa masuk kode mutu diatas E25.Faktor yang mempengaruhi kekuatan mekanis kayu adalah kerapatan (densitas), pengaruh kerapatan memiliki korelasi yang sangat baik seperti pada keteguhan tekan sejajar serat, keteguhan lentur.

Tabel 4. Nilai rata–rata sifat mekanis kayu

No	Sifat Mekanis (*Mechanical properties*)	Satuan (*Unit*)	Jenis Kayu (*Wood material*) Ulin	Kapur Naga	Galam	Standar Deviasi (*Stdev*)
1.	Keteguhan lentur pada batas proporsi (*Bending strength at proporsional limit*)	MPa	13.100	10.331	7.488	-
2.	Keteguhan lentur pada batas patah (*Bending strength at failure*)	MPa	129,91	77,69	80,64	-
3.	Keteguhan tekan sejajar serat *(Compression strength parallel to the gain*)	MPa	8,23	7,32	7,24	0,4
4.	Keteguhan tekan tegak lurus serat (*Compression strength perpendicular to the gain*)	MPa	5,81	4,37	4,36	0,3
5.	Keteguhan tarik sejajar serat *(Tension strength parallel to the gain*)	MPa	9,88	9,76	10,37	0,7
6.	Keteguhan geser sejajar serat (*Shear strength parallel to the gain)*	Mpa	7,92	4,48	4,49	0,23

3.3 Sifat kimia kayu

Komponen kimia didalam kayu, mempunyai arti yang penting karena menentukan kegunaan suatu jenis kayu. Susunan kimia kayu digunakan sebagai pengenal ketahanan kayu terhadap serangan mahluk perusak. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai rata-rata sifat kimia kayu

No	Sifat Kimia (*Chemical properties*)	Satuan (*Unit*)	Jenis Kayu (*Wood material*)		
			Ulin	Kapur Naga	Galam
1.	Kadar Abu	%	2,58	2,55	2,73
2.	Kadar Lignin	%	46,01	45,54	43,52
3.	Kadar Holoselulosa	%	78,56	76,44	78,68
4.		%	9,75	7,15	6,70
	Kadar Ekstraktif :	%			
	- Kelarutan dalam alkohol benzena	%	19,40	8,05	11,95
	- Kelarutan dalam air panas		12,35	9,70	11,35
	- Kelarutan dalam air dingin				

Dari hasil penelitian 3 (tiga) jenis kayu termasuk kelompok tinggi antara (76,44-78,68 %) dalam hal kandungan holoselulosa, kandungan lignin yang cukup tinggi antara (43,52-46,01), zat ekstraktif tergolong tinggi juga (6,70-19,40 %) sedangkan kadar abu tergolong rendah (2,55-2,73 %). Perbedaan umur pohon memberikan pengaruh yang berbeda-beda terhadap komposisi kimia kayu. Kadar holoselulosa, lignin, dan kadar abu cenderung meningkat sedangkan kadar zat ekstraktif memberikan nilai yang fluktuatif dengan bertambahnya umur tanaman.

4 Kesimpulan

Kerapatan kering udara, berat jenis kering udara, penyusutan, pengembangan tebal antara kayu ulin dan galam memiliki nilai yang mendekati satu sehingga keteguhan lentur pada batas patah juga tinggi. Nilai keteguhan lentur pada batas proporsi kayu ulin 13.100 Mpa, kayu kapur naga 10.331 Mpa, Galam 7.488 Mpa. Kayu ulin memiliki fleksibilitas yang paling baik diantara kapur naga dan galam.Kekakuan kayu ulin paling tinggi diantara kayu ulin, kapur naga, galam ditunjukkan dengan kekakuan ulin 36,61 kgmm, kekakuan kapur naga 20,47 kgmm, kekakuan galam 18,73 kgmm Secara umum, kurva yang terbentuk dari pengujian lentur menunjukkan bahwa elastisitas kayu ulin sangat baik, energi yang diserap juga paling besar. Keruntuhan terjadi ketika defleksi mencapai 10 mm dan beban sebesar 3000 N.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kepala Balai PTPT Denpasar - Pusat Penelitian dan Pengembangan Permukiman-Kementerian Pekerjaan Umum Dan Perumahan Rakyat, yang telah mendanai kegiatan ini dan mengijinkan untuk melakukan publikasi data penelitian Tahun 2014.

Referensi

ASTM. (2006b). ASTM D 143-94 (re-approved 2000). *Methods of testing small clear specimens of timber*. Annual Book Of ASTM. American Society for Testing and Materilas. Philadelphia, USA.

Balai PTPT Denpasar.(2014). *Kegiatan identifikasi bahan bangunan pada rumah tradisional suku dayak ngaju*. Laporan Akhir, Pusat Litbang Permukiman.

Badan Standardisasi Nasional. 2013. SNI-7973-2013. *Spesifikasi desain untuk konstruksi kayu*. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta.

Den Berger, L. G. (1923). *De gondslagen voor classificate van need. Tectona Vol. 16*. Indische Timmerhout Soorten.

Dumanauw, J.F.(1982). *Mengenal kayu*. Jakarta : PT Gramedia.

TAPPI. (1972). TAPPI (*Technical Association of the Pulp and Paper Industry)'s testing procedures*. Numerical index of TAPPI standard and suggested method. Atalanta, Georgia.

Efikasi Ekstrak Hasil Fermentasi Cendawan Entomopatogen pada Rayap Tanah (*Coptotermes gestroi*)

Deni Zulfiana*, Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, Apriwi Zulfitri dan Bramantyo Wikantyoso

Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
Cibinong Science Center, Jl. Raya Bogor Km. 46 Cibinong 16911

Abstract

Subterranean termites (*Coptotermes gestroi*) is a wood destroyer insect that has caused huge losses economically. The use of synthetic termiticide continously to control termites has been caused bad impact on health and the environment. The use of natural materials such as entomopathogenic fungi is expected to be an alternative to reduce the use of synthetic termiticide. This study aims to determinate the effect of fermented extracts of entomopathogenic fungi against subterranean termites (*C. gestroi*). The fermented extracts of seven entomopathogenic fungi were tested for termites using bait method. Parameters were measured including percentege of termite mortality and weight loss of filter paper. The results showed that all fermented extracts of entomopathogenic fungi have a good ability to control subterranean termites (*C. gestroi*) that is characterized by the death of all the termites for 14 days of testing. *Metarhizium* sp. 1543 had the highest pathogenicity against termites that could cause 100% termites mortility within 4 days of testing.

Keywords: Entomopathogenic fungi, Mortality, Subterranean termites, Termiticide, Weight loss

* Korespondensi penulis. Tel.: +628129961574
E-mail: zulfiana@yahoo.com

1. Pendahuluan

Rayap tanah, seperti *Cototermes gestroi* (Isoptera: Rhinotermitidae), merupakan spesies yang penting secara ekonomi karena telah menyebabkan kerusakan yang serius pada struktur bangunan dan produk kayu. Beberapa pendekatan sudah dilakukan untuk melindungi bangunan dari serangga yang menghancurkan kayu dalam kurun waktu beberapa tahun terakhir (Su & Scheffrahn 1998; Lax & Osbrink 2003).

Di antara beberapa strategi yang potensial yang ditawarkan, pengendalian hayati telah menarik perhatian selama 30 tahun terakhir (Bao & Yendol 1971, Lai 1977, Culliney & Grace, 2000, Rath, 2000), dan banyak penelitian khusus mempelajari efek dari spora dan konidia cendawan entomopatogen seperti *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana* dari

rayap tanah di bawah kondisi laboratorium (Rath & Tidbury 1996; Milner *et al.* 1997; Sun *et al*. 2003; Wang & Powell, 2004; Wright *et al*. 2005).

Pemanfaatan cendawan-cendawan patogen serangga (entomopatogen) seperti *Metarhizium anisopliae*, *Beauveria bassiana*, *Nomuraea rileyi*, *Phaecilomyces* sp. berupa spora atau konidia sebagai pengendali hayati menunjukkan potensi yang menjanjikan untuk dikembangkan lebih lajut sebagai biopestisida (McCoy *et al*. 1988). Namun penelitian tentang potensi delapan ekstrak cendawan entomopatogen hasil fermentasi terhadap rayap tanah belum diketahui.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektifitas dari ekstrak kasar tujuh isolat cendawan entomapatogen, diantaranya *Metarhizium* sp. 1570, *Metarhizium* sp. 622, *Metarhizium* sp. 1543, *Metarhizium* sp. BPTP, *Beauveria* sp. BPTP, *Nomuraea* sp. BPTP dan *Humicola* sp. terhadap rayap tanah (*C. gestroi*).

2. Bahan dan Metode

2.1 Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi dan Pengendalian Hama Pertanian dan Pemukiman, Pusat Penelitian Biomaterial-LIPI, mulai Agustus - Oktober 2015.

2.2 Isolat cendawan entomopatogen

Isolat cendawan entomopatogen yang digunakan dalam penelitian ini adalah tujuh isolat yang berasal dari beberapa sumber yaitu *Metarhiziun* sp. 1570, *Metarhizium* sp. 622, dan *Metarhizium* sp. 1543 merupakan koleksi di Pusat Penelitian Biologi-LIPI, *Metarhizium* sp. BPTP, *Beauveria* sp. BPTP dan *Nomuraea* sp. BPTP merupakan koleksi dari Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Yogyakarta, dan *Humicola* sp. merupakan koleksi Laboratorium Mikrobiologi Pusat penelitian Biomaterial LIPI.

2.3 Fermentasi cendawan entomopatogen

Fermentasi cendawan entomopatogen berdasarkan pada metode Zulfiana et al. (2011) yang dimodifikasi. Isolat cendawan ditumbuhkan dalam cawan petri yang berisi media *potato dextrose agar* (PDA) di dalam inkubator suhu 25 °C sampai seluruh cawan petri ditumbuhi cendawan.

Sebanyak 1 *cork borer* isolat cendawan entomopatogen per 50 ml media dimasukkan ke dalam Erlenmeyer (500 ml), yang diisi dengan 300 ml media *Czapek-dox broth* (CDB) dengan penambahan 10% pepton sebagai sumber nitrogen. Kemudian diinkubasi pada *rotary shaker* dengan agitasi 120 rpm pada suhu ruang, selama 8 hari. Setelah itu kultur disaring dengan menggunakan kertas saring Whatmann No. 1 untuk memisahkan cairan kultur (filtrat) dengan miselium cendawan. Filtrat hasil fementasi selanjutnya digunakan sebagai bahan untuk efikasi pada rayap tanah.

2.4 Bioassay ekstrak cendawan pada rayap

Metode yang digunakan untuk *bioassay* yaitu metode umpan (*bait*). Aplikasi metode umpan dilakukan dengan cara merendam kertas saring Whatman ∅ 7 cm di dalam 5 ml

ekstrak cendawan hasil fermentasi hingga jenuh. Selanjutnya kertas saring dikering anginkan dan ditimbang sebagai bobot awal (W_1). Kertas saring kemudian diletakkan dalam cawan petri ∅ 9 cm dan diberi kelembaban yang cukup dengan air steril. Sebanyak 50 ekor rayap pekerja dan 5 ekor rayap prajurit dimasukkan ke dalam cawan petri. Untuk menjaga kemlebaban, semua cawan petri disimpan dalam nampan berisi pasir kuarsa lembab dan diinkubasi di dalam ruang gelap. Pengamatan dilakukan setiap 2 hari sekali selama 14 hari perlakuan, dengan parameter yang diamati yaitu jumlah rayap yang mati dan bobot akhir kertas saring (W_2) untuk menentukan persentase kehilangan berat kertas (*weight loss*).

Persentase mortalitas rayap dihitung dengan rumus:

$$\text{Mortalitas rayap (\%)} = \frac{\text{Jumlah rayap yang mati}}{\text{Jumlah total rayap}} \text{ x100\%} \quad (1)$$

Kehilangan berat kertas saring dihitung dengan rumus:

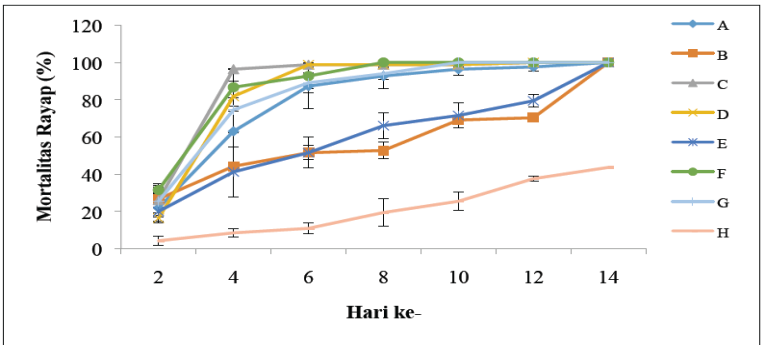
$$\text{Kehilangan berat (\%)} = \frac{\text{ODW1-ODW2}}{\text{ODW1}} \text{ x 100\%} \quad (2)$$

Dimana:
ODW_1 = berat kering oven sampel sebelum pengujian (g)
ODW_2 = berat kering oven sampel setelah pengujian (g)

3. Hasil dan Pembahasan

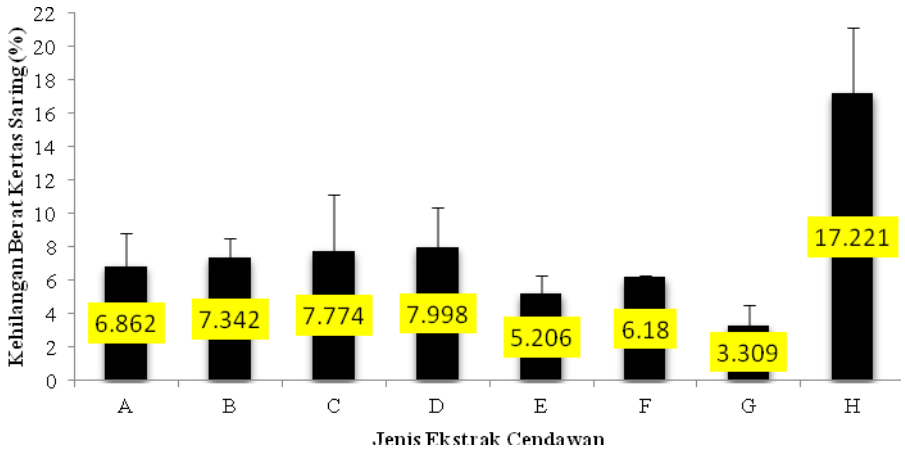
Uji efikasi tujuh ekstrak cendawan entomopatogen hasil fermentasi yaitu *Metarhizium* sp. 1570, *Metarhizium* sp. 622, *Metarhizium* sp. 1543, *Metarhizium* sp. BPTP, *Beauveria* sp. BPTP, *Nomuraea* sp. BPTP dan *Humicola* sp. terhadap rayap tanah (*C. gestroi*) menunjukkan daya patogenitas yang tinggi berdasarkan persentase mortalitas rayap (100%) selama 14 hari pengujian (Gambar 1).

Dari ketujuh ekstrak cendawan, ekstrak yang berasal dari isolat *Metarhizium* sp. 1543 (C) menunjukkan daya patogenitas yang paling baik, dimana rayap tanah (*C. gestroi*) sudah menunjukkan persentase mortalitas yaitu 100% pada hari ke-4 setelah pengujian. Diikuti oleh ekstrak dari isolat *Metarhizium* sp. BPTP (D) dengan mortalitas 100% pada hari ke-6. Hal ini semakin menguatkan bahwa *Metarhizium* sp. merupakan salah satu cendawan entomopatogen yang mempunyai kemampuan infeksi yang baik dan memiliki sebaran *range host* yang luas (Liu et al. 2004). Sementara itu ekstrak *Nomuraea* sp. BPTP (F), *Humicola* sp. (G), *Metarhizium* sp. 1570 (A), dan menunjukkan mortalitas 100% berturut-turut pada hari ke 8, 10 dan 14, sedangkan *Beauveria* BPTP dan *Metarhizium* sp. 1570 menunjukkan kematian yang lebih lambat.



Gambar 1. Persentase mortalitas rayap (*C. gestroi*) setelah 14 hari dengan ekstrak cendawan entomopatogen. **A.** *Metarhizium* sp. 1570; **B.** *Metarhizium* sp. 622; **C.** *Metarhizium* sp. 1543; **D.** *Metarhizium* sp. BPTP; **E.** *Beauveria* sp. BPTP; **F.** *Nomuraea*

Selain persentase mortalitas rayap yang mati akibat diperlakukan dengan ekstrak cendawan entomopatogen, juga dihitung nilai kehilangan berat kertas saring selama 14 hari pengamatan (Gambar 2). Semua perlakuan menunjukkan nilai kehilangan berat kertas saring yang lebih rendah yaitu berkisar antara 3,309-7,998% bila dibandingkan dengan kontrol (17,221%).

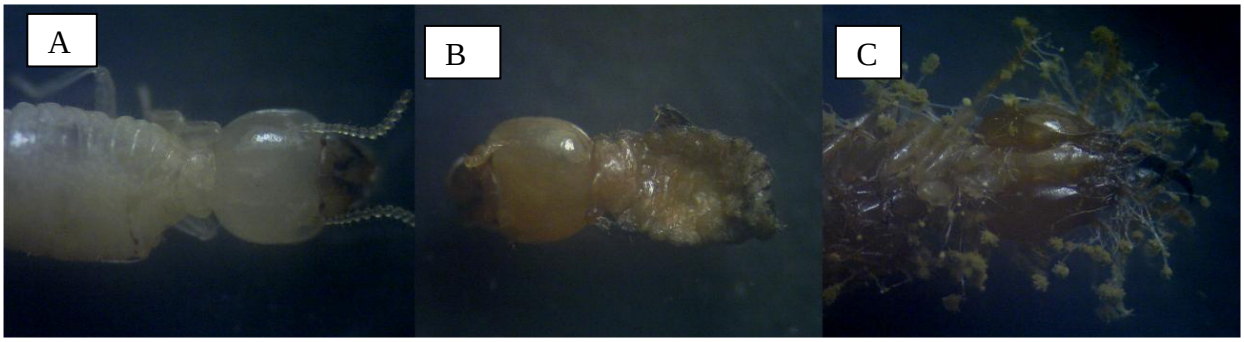


Gambar 2. Persentase kehilangan berat kertas saring setelah 14 hari perlakuan dengan ekstrak cendawan entomopatogen. **A.** *Metarhizium* sp. 1570; **B.** *Metarhizium* sp. 622; **C.** *Metarhizium* sp. 1543; **D.** *Metarhizium* sp. BPTP; **E.** *Beauveria* sp. BPTP; **F.** *Nomuraea* sp. BPTP; **G.** *Humicola* sp.; dan **H.** Kontrol (akuades steril)

Kehilangan berat kertas saring terbesar ditunjukkan oleh perlakuan dengan ekstrak *Humicola* sp. (G) dan yang paling tinggi adalah *Metarhizium* sp. 1543 (7,774%) dan *Metarhizium* sp. BPTP (7,998%). Hal ini sesuai dengan perlakuan yang memiliki persentase tertinggi rayap yang mati. Karena semakin banyak kertas saring yang telah diperlakukan dengan ekstrak cendawan entomopatogen yang dikonsumsi rayap, maka akan menyebabkan kematian rayap yang lebih banyak. Hal ini disebabkan karena ekstrak cendawan *Metarhizium* sp. mengandung bahan aktif mikotoksin dari famili *cyclo peptide*, yaitu destruksin yang

bersifat racun pada serangga. Toksin cyclic peptide disusun oleh 5 asam amino (proline, isoleucine, methyl-valine, methyl-alanine, dan beta-alanine) dan asam α-hydroxy yang membentuk *cyclic hexadepsipeptide* (Gupta *et al*. 1989).

Berdasarkan gejala kematian yang ditunjukkan rayap yang diperlakukan dengan ekstrak cendawan entomopatogen, tubuh rayap yang terinfeksi oleh ekstrak cendawan pada awalnya mengalami pengempesan, pengerasan, tidak berbau dan selanjutnya mati (Gambar 3). Setelah 1-2 hari setelah mati, dari permukaan tubuh rayap menunjukkan pertumbuhan miselium cendawan entomopatogen.



Gambar 3. Gejala kematian rayap tanah (*C. gestroi*) setelah 14 hari perlakuan dengan ekstrak cendawan entomopatogen. **A.** Kontrol; **B.** Tubuh rayap yang mengalami pengempesan; dan **C.** Tubuh rayap yang ditumbuhi cendawan

4. Kesimpulan

Ketujuh ekstrak cendawan entomopatogen hasil fermentasi memiliki kemampuan yang baik dalam mengendalikan rayap tanah (*C. gestroi*) ditandai dengan kematian semua rayap selama 14 hari pengujian. Ekstrak cendawan yang paling tinggi menyebabkan kematian rayap yaitu ekstrak *M. anisopliae* 1543, dengan mortalitas rayap 100% dalam watu 4 hari pengujian.

Referensi

Bao, L.L., & W.G. Yendol (1971). Infection of the eastern subterranean termite, *Reticulitermes flavipes* (Kollar) with the fungus *Beauveria bassiana* (Balsamo) Vuill. *Entomophaga 16*, 343 – 352

Culliney, T. W. & J.K Grace. (2000). Prospects for the biological control of subterranean termites (Isoptera: Rhinotermitidae), with special reference to *Coptotermes formosanus. Bull. Entomol. Res. 90*, 9 - 21.

Gupta, S.,Roberts, D.W & J.A.A.Renwick, (1989). Preparative isolation of destruxins from *Metarhizium anisopliae* by high performance liquid chromatography. *J. Liq. Chromatgr. R.T. 12*: 383–95

Lai, P. Y. (1977). Biology and ecology of the Formosan subterranean termite, *Coptotermes formosanus*, and its susceptibility to the entomogenous fungi, *Beauveria bassiana* and *Metarrhizium anisopliae*. Ph.D. (Dissertation), University of Hawaii, Honolulu

Lax, A.R. & W.L. Osbrink (2003). Agricultural Research Service research on targeted management of the Formosan subterranean termite *Coptotermes formosanus* Shiraki (Isoptera: Rhinotermitidae). *Pest Manag. Sci. 59*, 788 - 800

Liu, C.M, Huang, S.S, & Y.M. Tzeng, (2004). Analysis of destruxins produced from *Metarhizium anisopliae* by capilarry electrophoresis. *J Chromatographic Science*. 42,140 - 144

Milner, R. J., Staples, J.A. & G.G. Lutton (1997). The effect of humidity on germination and infection of termites by the hyphomycete, *Metarhizium anisopliae*. *J. Invertebr. Pathol*. *69*, 64 - 69.

Rath, A.C. (2000). The use of entomopathogenic fungi for control of termites. *Biocontrol Sci Technol. 10*, 563 - 581.

Rath, A.C., & C.A. Tidbury (1996). Susceptibility of *Coptotermes acinaciformis* (Isoptera: Rhinotermitidae) and *Nasutitermes exitiosus* (Isoptera: Termitidae) to two commercial isolates of Metarhizium anisopliae. *Sociobiology 28*, 67 - 72.

Su, N.Y. & R.H. Scheffrahn (1998). A review of subterranean termite control practices and prospects for integrated pest management programmes. Integr. *Pest Manag. Rev*. *3*, 1–13

Sun, J., Fuxa, J.R. & G.Henderson (2003). Effects of virulence, sporulation, and temperature on *Metarhizium anisopliae* and *Beauveria bassiana* laboratory transmission in *Coptotermes formosanus*. *J. Invertebr. Pathol*. *84*, 38 - 46.

Wang, C.L. & J.E. Powell (2004). Cellulosebaitimproves the effectiveness of *Metarhizium anisopliae* as a microbial control of termites (Isoptera: Rhinotermitidae). *Biol. Control. 30*, 523 - 529

Wright, M.S., A.K. Raina, & A.R. Lax (2005). A strain of the fungus *Metarhizium anisopliae* for controlling subterranean termites. *J. Econ. Entomol*. *98*, 1451-1458.

Analisis Getah *Dryobalanops* sp. dengan Kromatografi Gas Spektrometri Massa

Gunawan Pasaribu*, Gusmailina dan Sri Komarayati

Pusat Litbang Hasil Hutan,
Jl. Gunung Batu No.5 Bogor Jawa Barat

Abstract

The aims of this research is to know the chemical composition of the Dryobalanops lanceolata and Dryobalanops aromatica resin using gas chromatography mass spectrometry. The results showed that D. lanceolata contains Androstan-3-ol, 9-methyl-, acetate, (3.beta.,5.alpha.)- (CAS); trans-Caryophyllene; Phenol, 2,6-dimethyl- (CAS) 1-Hydroxy-2,6-dimethylbenzene; Phenol, 3,4,5-trimethyl- (CAS) 3,4,5-Trimethylphenol; beta.-Santalene, Cedranone (CAS) 9-CEDRANON, 2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,Z)-; dl-Limonene; ALPHA.-PINENE; Camphor dan Borneol. Meanwhile the resin of D. Aromatica contains Caryophyllene oxide; 8-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-8-ENOATE; camphor; Caryophyllene oxide; Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate; TRANS(.BETA.)-CARYOPHYLLENE; HUMULENE OXIDE; TETRACYCLO; beta.-Selinene; BETA-CEDRENOXYD; ALPHA.-PINENE dan Borneol.

Keywords: Dryobalanops aromatica, Dryobalanops lanceolata, GCMS, Resin

* Korespondensi penulis. Tel.: +062-8126424237.
E-mail: gun_pa1000@yahoo.com

1. Pendahuluan

Dryobalanops sp. merupakan jenis pohon yang termasuk ke dalam suku Dipterocarpaceae. Jenis ini selain menghasilkan kayu untuk pertukangan, bangunan dan perkapalan, juga menghasilkan komoditi hasil hutan bukan kayu (HHBK) berupa getah yang mengandung resin yang diperoleh dari batang pohon. Di Indonesia terdapat sekitar 7 marga *Dryobalanops*, salah satu jenis *Dryobalanops* yang sudah dikenal sejak lama adalah jenis *aromatica/kampher*.

Penyebarannya mulai dari Aceh, Sumatera Utara, Sumatera Barat, Riau dan seluruh Kalimantan. *Dryobalanops* juga dikenal dengan nama Kapur, diantaranya yang penting adalah: *Dryoblanops aromatica* Gaertn. (Kapur singkel), *Dryobalanops fusca* V.Sl. (Kapur empedu), *Dryobalanops. lanceolata* Burck (Kapur tanduk), *Dryobalanops beccarii* Dyer (Kapur sintuk), *Dryobalanops rappa* Becc. (Kapur kayat), *Dryobalanops keithii* Symington (kapur gumpait), dan *Dryobalanops oblongifolia* Dyer atau kapur keladan (Heyne, 1987).

Umumnya pemanfaatan *Dryobalanops spp* selama ini lebih kepada kayunya yaitu untuk balok, tiang dan konstruksi atap, papan pada bangunan perumahan dan jembatan, serta juga dipakai untuk perkapalan, peti (koper) dan mebel. Kecuali beberapa jenis *Dryoblanops* seperti *aromatica,* terkenal sebagai penghasil barus atau kamper. Di Pulau Sumatera, pohon kapur tumbuh liar pada tanah datar, dengan serapan air yang baik maupun pada daerah lereng bukit di hutan tropis yang mencapai ketinggian hingga 500 meter dari permukaan laut. Umumnya pohon ini tumbuh dengan ukuran diameter batang yang besar dan membentuk barisan pohon dengan ketinggian yang relatif sama dan rata (Whitten *et al*.,1984; Simorangkir, 2000). Pada abad ke-17, selain di daerah Barus pohon ini juga banyak tumbuh di daerah Dairi dan Kelasan yang merupakan daerah pegunungan, serta di tepi sungai Cinendang, Singkel (Vurren,1908 *dalam* Sutrisna, 2008). Getah diambil dari batang pohon dan selama ini langsung dijual, sehingga nilai jual lebih rendah dibanding apabila getah diolah terlebih dahulu. Padahal hasil olahan getah *D. aromatica* ini dipasaran dikenal dengan nama borneol mempunyai nilai ekonomi yang sangat tinggi, tetapi belum banyak yang mengetahui bagaimana cara mengolah getah *Dryobalanops* menjadi kristal Borneol. Oleh sebab itu perlu dicari teknologi yang tepat untuk mengolah minyak menjadi kristal, sehingga kemurnian borneol tetap terjaga.

Dalam rangka optimalisasi pemanfaatan HHBK bersumber getah perlu dilakukan penelitian menyeluruh terhadap getah Dryobalanops sehingga dalam pengembangannya sudah dikuasai teknologi pengolahannya. Tulisan ini menyajikan analisa kimia getah dua jenis Dryobalanops dengan menggunakan GCMS.

2. Bahan dan Metode

2.1. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah getah berasal dari Kalimantan Timur jenis *Dryobalanops lanceolata* dan getah berasal dari Kalimantan Barat jenis *Dryobalanops aromatica.* Peralatan yang digunakan antara lain : erlenmeyer, gelas kimia, gelas ukur, buret, kompor gas, spatula, ekstraktor, magnetic stirrer, penyaring, timbangan, termometer, stopwatch dan GCMS, serta alat-alat bantu lainnya.

2.2 Metode

2.2.1 Pembersihan getah

Pembersihan getah dilakukan dengan cara memisahkan getah dari pengotor seperti daun dan serasah.

2.2.2 Analisis komponen kimia getah

Analisis komponen kimia getah dilakukan dengan gas kromatografi spektometri massa (GCMS). 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.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Analisis komponen kimia getah Dryobalanops lanceolata

Hasil analisis getah *Dryobalanops lanceolata* disajikan pada Tabel 1 .

Tabel 1. Analisis getah *Dryobalanops lanceolata*

No	Komponen kimia/ *Chemical component*	%	Keterangan/*Remarks*
1	Androstan-3-ol, 9-methyl-, acetate, (3.beta.,5.alpha.)- (CAS)	15.05	golongan steroid prohormon. Senyawa ini telah banyak dijual bebas dengan kisaran harga $19.97/2 mg 10 ml hingga $ 67,97/10mg.10ml.
2	trans-Caryophyllene	11.17	
3	Phenol, 2,6-dimethyl- (CAS) 1-Hydroxy-2,6-dimethylbenzene	7.48	
4	Phenol, 3,4,5-trimethyl- (CAS) 3,4,5-Trimethylphenol	6.52	
5	beta.-Santalene	6.21	
6	Cedranone (CAS) 9-CEDRANON	4.17	
7	2,4,6-Octatriene, 2,6-dimethyl-, (E,Z)-	3.11	
8	dl-Limonene	2.78	
9	ALPHA.-PINENE	2.77	
10	Camphor	0.74	
11	Borneol	0.37	Penciri Dryobalanops

Hasil identifikasi senyawa *Dryobalanops lanceolata* menunjukkan 45 senyawa penyusun yang terdeteksi. Senyawa dominan yang terdeteksi adalah Androstan-3-ol, 9-methyl-, acetate, (3.beta.,5.alpha.)- (CAS) sebanyak 15 %. Senyawa ini termasuk golongan steroid prohormon (Young, 2005). Senyawa ini telah banyak dijual bebas dengan kisaran harga $19.97/2 mg 10 ml hingga $ 67,97/10mg.10ml. Pada awal getah diperoleh, berbau harum dan wangi sekali, namun lama kelamaan aroma wangi ini akan hilang. Hasil analisis identifikasi mengandung senyawa borneol, yang merupakan senyawa penciri dari getah Dryobalanops, walaupun konsentrasinya rendah. Hal ini diduga disebabkan getah yang diambil berasal dari pohon yang berumur masih di bawah 10 tahun (White *et al*., 2004).

3.2 Analisis komponen kimia getah Dryobalanops aromatica

Hasil analisis getah *Dryobalanops aromatica* disajikan pada Tabel 2. Hasil identifikasi senyawa *Dryobalanops aromatica* menunjukkan 30 senyawa penyusun yang terdeteksi. Senyawa dominan yang terdeteksi adalah Caryophyllene oxide dengan konsentrasi 16,16 %. Senyawa ini dikenal juga nama Beta Caryophyllene Oxide merupakan senyawa selain bersifat sebagai anti inflamasi juga potensial digunakan unutk pemberi aroma pada balsam, baby powder, soft candy dll (Chung, 1993; Choi, 2003). Senyawa ini juga ditemukan pada minyak cengkeh, dan banyak digunakan sebagai bahan pemberi aroma parfum, pada gum (permen karet), sabun dan deterjen. Ditemukan juga senyawa penciri borneol, walau dalam jumlah yang sedikit yaitu hanya 0,21 %. Sejak dahulu diketahui bahwa *Dryobalanops aromatica* adalah jenis pohon yang menghasilkan senyawa barus atau kamper yang sangat terkenal dan banyak dicari.

Tabel 2. Analisis getah *Dryobalanops aromatica*

No	Komponen kimia/ *Chemical component*	%	Keterangan/*Remarks*
1	Caryophyllene oxide	16.16	Beta Caryophyllene Oxide merupakan senyawa selain bersifat sebagai anti inflamasi juga potensial digunakan untuk pemberi aroma pada balsam, baby powder, soft candy dll
2	8-Octadecenoic acid, methyl ester (CAS) METHYL OCTADEC-8-ENOATE	9.25	
3	**Camphor**	7.97	
4	Caryophyllene oxide	7.67	
5	Hexadecanoic acid, methyl ester (CAS) Methyl palmitate	6.80	
6	TRANS(.BETA.)-CARYOPHYLLENE	5.89	
7	HUMULENE OXIDE	4.96	
8	TETRACYCLO	4.28	
9	beta.-Selinene	3.25	
10	BETA-CEDRENOXYD	3.21	
11	ALPHA.-PINENE	1.13	
12	Borneol	0,21	Penciri Dryobalanops

Berbeda dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Pasaribu *et al.,* (2014) yang menganalisis minyak *Dryobalanops aromatica.* Senyawa penciri borneol, terdeteksi sebanyak 26,02%. Senyawa lainnya antara lain Caryophyllene (30,72%); 3-Cyclohexene-1-methanol,.alpha.,.alpha.,4-trimethyl-, (S)-(CAS) p-Menth-1-en-8-ol,(S)-(-)- (15,93%); 1,4,7,-Cycloundecatriene, 1,5,9,9-tetramethyl-, Z,Z,Z- (11,97%) dan 3-Cyclohexen-1-ol, 4-methyl-1-(1-methylethyl)- (CAS) 4-Terpineol (4,59%).

Akan tetapi berdasarkan hasil analisis, senyawa borneol yang terkandung lebih rendah dibanding *Dryobalanops lanceolata* asal Kalimantan. Hal ini mungkin disebabkan oleh berbagai faktor antara lain : getah *D. aromatica* diambil pada sore hari, posisi pengambilan getah belum sampai batang (diperkirakan masih pada posisi banir), karena kesulitan dalam pengambilan sampel karena pohon yang sangat besar.

4. Kesimpulan

Hasil identifikasi *Dryobalanops lanceolata* menunjukkan 45 senyawa penyusun yang terdeteksi, dengan senyawa dominan adalah Androstan-3-ol, 9-methyl-, acetate, (3.beta.,5.alpha.)- (CAS) sebanyak 15 %. Sedangkan senyawa borneol sebagai senyawa penciri hanya 0,37%. Hasil identifikasi *Dryobalanops aromatica* menunjukkan 30 senyawa penyusun yang terdeteksi. Senyawa dominan yang terdeteksi adalah Caryophyllene oxide dengan konsentrasi 16,16 %, sedangkan senyawa borneol hanya 0,21 %. Keberadaan senyawa borneol dipengaruhi oleh jenis Dryobalanops dan lokasi tempat tumbuhnya.

Referensi

Anonim. (2007). "*Dryobalanops fusca*". IUCN Red List of Threatened Species. Version 2007. International Union for Conservation of Nature. 1998. Retrieved 11 November 2007. Listed as Critically Endangered

Anonim. (2007). "*Dryobalanops keithii*". *IUCN Red List of Threatened Species. Version 2007*. International Union for Conservation of Nature. 1998. Retrieved 11 November 2007. Listed as Critically Endangered

Ashton, P.S. (2004). Dipterocarpaceae. In *Tree Flora of Sabah and Sarawak,* Volume 5, Soepadmo, E., Saw, L.G. and Chung, R.C.K. eds. Government of Malaysia, Kuala Lumpur, Malaysia.

Astuti, M.S. (2006). Isolasi Dan Identifikasi Komponen Minyak Atsiri Umbi Teki (*Cyperus Rotundus* L.) Uns-Fmipa Jurusan Kimia. Skripsi. Surakarta

Choi, H.-S. (2003). J. Agric. Food Chem. 51(9): 2687-2692. Jirovetz, L., G. Buchbauer. (2002). Journal of Chromatography A 976(1-2): 265-275. Korea

Dharmananda, S. (2003). *Dryobalanops for medicine*. Director, Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon.

Duke, S. (2005). *Plants containing Borneol. Phytochemical and Ethnobotanical Databases*. Institute for Traditional Medicine, Portland, Oregon.

Eun-Mi, K., Hae-Ryong, J., & Tae-Jin, M. (2001). Purification, Structure determination and Biological Activities of 20(29)-lupen-3-one from *Daedaleopsis tricolor* (Bull. ex Fr.) Bond. et Sing. *Bull. Korean Chem. Soc.*,22 (1)

Heyne. (1987). *Tumbuhan Berguna Indonesia.* Terjemahan Badan Litbang Kehutanan, Departemen Kehutanan. Jakarta.

Huo GZ. (1995). *Bing pian's* anti-inflammation and analgesia effects on laser burn wounds. *China Journal of Pharmacy*, 30(9), 532-534.

Pasaribu, G., Gusmailina & Komarayati, S. (2014). Pemanfaatan Minyak *Dryobalanops aromatica* sebagai Bahan Pewangi Alami. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 3 (32)

Simarangkir, B.D.A.S. (2000). *Analisis Riap Dryobalanops lanceolata Burck pada Lebar Jalur yang Berbeda di Hutan Koleksi Universitas Mulawarman Lempake*. Frontir Nomor 32. Kalimantan Timur.

Suhardi. (1994). *Seedling Growth Of Drybalanops Sp Inoculated With Mycorrhiza At Wanagama I Buletin Penelitian Nomor 25*. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Sutrisna, D. (2008). *Kapur barus : pohon dan sumber tertulis asing*. Balai Arkeologi. Medan

Tong, S. & Tao, G. (1990). Dipterocarpaceae. *In:* Li Hsiwen, ed., Fl. Reipubl. *Popularis Sin*. 50 (2), 113-131.

Toshihiro, Y. & Eizi, S. (2004). Ecological role of vegetative sprouting in the regeneration of *Dryobalanops rappa*, an emergent species in a Bornean tropical wetland forest. *Journal of Tropical Ecology*, 20, 377-384.

White, J.D., D.J. Wardrop, & Kurt, F. S. (2004). *Organic Syntheses*, 79, 130.

Whitten, A.J. (1984). *The Ecology Of Sumatra*. Yogyakarta: Gajah Mada University Press

Young, K. C., Sang-Jin, J., Patrick, J. W. & William, A. N. (2005). *Organic Syntheses*, 82, 87.

SESI DISKUSI

Bidang : **Sifat Dasar Kayu (A)**
Sesi Paralel : 1
Moderator : Dr Trisna Priadi
Tanggal & Jam : 4 Nov 2015 / 13.10-14.10

No	Presenter	Pertanyaan /komentar Audiens	Tanggapan/Klarifikasi
1	Harry P	1. Ibu Ruly → Saran : BJ berikatan empulur tinggi, mohon cek 2. Univ Mulawarman → Alasan tidak menyertakan anatomi lain	1. Umumnya BJ naik dari empulur ke kulit Juvenil → bisa jadi masih meningkat Data → Menunjukkan sama secara umum 2. Tujuan mengetahui kualitas kayu dari umur periode pembentukan kayu juvenil → serat untuk kayu juvenil
2	Ridwan Yahya	1. Dr Lina (IPB) : Spesies? gambar, dari yang terbetuk seragam atau tidak? Apakah aromatik 2. Bu Rully (Litbang THH) : induced floem aqillaria? (kelainan) bukan agregat 3. Wahyu Dwianto : Apakah penghasil gaharu yang lain memiliki induced floem	1. Bentuk agak aneh → *Aqillaria malecensis*, beberapa jenis lain sedang diteliti 2. Treatment manusia → penyuntikan pada pohon gaharu 3. Gambar diputar karena diduga ada kemiripan jari aggregat 4. Bukan juga saluran resin → aneh tapi menarik
3	Andiyanto	1. Krisdianto : mebel ≥ 0.4 , yang 0.36 tidak baik. Untuk mebel	1. Papan memang macam-macam, terimakasih atas masukannya 2. Pencampur pembuatan glulam
4	Tito Sucipto	1. Krisdianto : sudut kontak dipengaruhi oleh waktu interpolasi 60 detik pertama	1. kekasaran permukaan → diawal sudah dikerjakan penghalusan namun tetap ada pengelupasan → dipilih yang halus 2. sudut kontak lebih besar, sifat keterbasahan jelek
5	Eli Manuhuwa	1. Krisdianto (Puslihut): Istilah → radial untuk monokotil kurang pas, lebih pas lateral 2. Nurwati (Puslihut) : Jenis kelapa luar/dalam? dari kebun/masyarakat? Kerapatan pembuluh? 3. Trisna : AS→ bandingkan dengan *Terminalis catapa*	1. Untuk penyederhanaan tapi saya setuju menggunakan lateral karena bukan jari-jari 2. Kelapa dalam yang memang digunakan masyarakat setempat. Keterbatasan alat, ikatan pembuluh 3. Perbandingan belum dilakukan, hampir dekat pantai antara genus sama beda spesies

Ringkasan / Catatan Moderator :

Bidang : **Rekayasa Material (C)**
Sesi Paralel : 2
Moderator : Dr Wahyu Dwianto & Dr James Rilatupa
Tanggal& Jam : 4 Nov 2015

No	Presenter	Pertanyaan /komentar Audiens	Tanggapan/Klarifikasi
1	M. N. Rofii	1. Tri : Wettability dengan metode apa? 2. Tri : Cross cutt Test ada 5 kelas, mengapa tidak dikelaskan sesuai ASTM? 3. Sri Rahayu : Metode?	1. Pada umumnya menggunakan derajat. Metode lain → kecepatan kapilaritas untuk naik dari tabung (lebih simple) daripada memakai foto/video/alat wettability 2. Cross cut test → modifikasi perusahaan kayu di surabaya sangat bagus Cross cut + delaminasi → kurang bagus, ekstraktif 3. Jawaban Sama
2	Evalina Herawati	1. Wahyu : merujuk pada standard yang sudah ada, perlu pembanding	
3	Trisna Priadi	1. Ana Maria : pelepasan KA secara permanen? 2. Wahyu : bagian mana yang terjadi perubahan struktur kimia	1. KA secara simultan/lingkungan sesuai penelitian yg telah ada sebelumnya. 2. Terjadi perubahan kimia

Ringkasan / Catatan Moderator :

Bidang : **Kehutanan Umum**
Sesi Paralel : 1 & 2
Moderator : Sukadaryati & Sofiatin S.Hut, M.Si
Tanggal & Jam : 4 Nov 2015 /15.00-16.00

No	Presenter	Pertanyaan /komentar Audiens	Tanggapan/Klarifikasi
1	Herwin Joni	Sofiati : Bagaimana implementasi hak-hak adat masyarakat dayak dalam pengelolaan hutan ?	Hak – hak adat dayak berlaku sesuai dalam pengelolaan hutan dan tidak ada masalah → semua berjalan dan diakui oleh perusahaan /HPH
2	Andi Sadapotto	1. Sofiati : posisi pengembangan sutra di Makassar? 2. Samsuri : penyebab penurunan sutra? Inefesiensi atau lahan?	1. Pengembangan sutera di Makassar → Makassar sebagai produsen hasil sutera 2. Ada usaha selain suter yang menyebabkan seolah-olah turun
3	Rosita Dewi	1. Sofiati : Proses sudah agak lama, apa selanjutnya? 2. Patricia : Hasil madu kok naik?	1. HHBK sangat ditopang oleh hutan lindung sehingga mendukung ekonomi masyarakat → salah satu studi pendukung pengelolaan HHBK 2. Madu meningkat berhubungan dengan ketersedian pakan di hutan
4	Makkarenu	Sofiati : Hasil Penentuan bobot untuk analisis pengembangan pasar HHBK	Dalam makalah lengkap sudah tersedia bagaimana penentuan tersebut dengan elaborasi hasil wawancara dengan Australia
5	Muh Azwar Massijaya	1. Samsuri : Apakah sudah diteliti ISO dalam konteks kehutanan? 2. ISO	1. ISO 9001 mengenai sistem manajemen sehingga lebih ke arah analisis konteks sejauh apa mengimplementasikan ISO 9001 2. ISO masalah kehutanan → manajemen mutu tentang kawasan wisata di kehutanan
6	Suryanto, Sahwalita	Johansyah : Apa ada ketinggian tertentu / dataran rendah yang bisa dikembangkan untuk kayu putih?	1. Kayu Putih tumbuh sampai ketinggian 400 mpdl 2. Upaya peningkatan rendemen dan uji jual
7	Achmad Supriadi	1. Yuni: Kayu rakyat mengganti kayu borneo padahal beda kualitas 2. Yuni: Masyarakat menebang karena kebutuhan (tebang butuh),bagaimana?	1. Kayu rakyat bukan mengganti kayu borneo tetapi dalam rangka memenuhi kekurangan permintaan kayu 2. Bisa digabung antara kayu borneo dan kayu rakyat 3. Sifat kayu rakyat inferior sehingga upaya yang dilakukan untuk peningkatan kualitas : impregnasi dan

		3. Johansyah : Bagimana pengembangan kayu rakyat agar memperoleh kualitas yang baik dan solusinya apa?	pengawetan
8	Samsuri	Andi Sadapotto : faktor-faktor apa yang paling berpengaruh terhadap kerusakan pada berbagai site /lokasi?	Ada beberapa faktor yang menyebabkan tingkat kerusakan yang berbeda yaitu : biotik dan antropogenik

Ringkasan/catatan moderator :

LAMPIRAN

SUSUNAN KEPANITIAAN

Pelindung	:	Kepala Pusat Penelitian Biomaterial – LIPI (Prof. Dr. Sulaeman Yusuf, M.Agr.)
Panitia Pengarah	:	Ketua MAPEKI (Prof. Dr. Ir. Anita Firmanti, MT.) Prof. Dr. Bambang Subiyanto – LIPI Prof. Dr. Subyakto - LIPI Prof. Dr. Yusuf. Sudohadi – IPB Prof. Dr. Yusram Massijaya – IPB Dr. Sri Nugroho Marsoem - UGM Dr. Ir. Euis Hermiati, M.Sc. - LIPI Dr. Wahyu Dwianto, M.Agr. - LIPI Dr.Sasa Sofyan Munawar, M.P - LIPI Dr. Lisman Suryanegara, M.Agr. - LIPI
Panitia Pelaksana		
Ketua	:	Dr. Dede Heri Yuli Yanto, M.Agr.
Sekretaris	:	Fitria, STP., M.FoodSc.
Bendahara	:	Dwi Hadi Restuningsih, ST Nissa Nurfajrin Solihat, S.Si
Kesekretariatan	:	Ari Kusumaningtyas, S.T. Linda Kriswati, S.E. Fahriya Puspita, S.T. Erlin Herlinawati, SE Siti Sadiah Junjun
Program dan Publikasi	:	Dr. Widya Fatriasari, S.Hut., M.M. Deni Zulfiana, S.Si, M.Si. Sita Heris Anita, S.Si., M.Si. Luna Ngeljaratan, S.T, M.S. Maulida Oktaviani, S.Si. Dwi Ajias, ST.P. Maulida Oktaviani, S.Si. Apriwi Zulfitri, S.Si,M.Sc. Yudhi Dwi Kurniawan, S.Si., M.Sc. Yeyen Nurhamiyah, S.Si. Riksfardinie Annisa Ermawar, M.Bio. Dr.Titik Kartika, S.Si., M.Agr. Lilik Astari, S.Si, M.ForSc. Agung Sumarno, ST, M.T Lasino, ST, APU

		Dr. Ir. Maryoko Hadi, Dipl. E. Eng Ajun Hariono, ST, M.Sc, Eng
Dana	:	Arief Heru Prianto, S.Hut., M.Si. Adik Bahanawan, S.Hut. Ni Putu Ratna Ayu Krishanti, S.P.
Logistik	:	Ismadi, ST, MT. Sudarmanto, ST. Fazhar Akbar Eko Widodo, ST.
Konsumsi	:	Eka Lestari, S.Hut Dr. Firda Aulia Syamani, S.TP, M.Si Ir. Nurul Aini S, MT
Dokumentasi dan design web	:	Syam Budi Irianto, Amd. Agus Mulyadi, SE Teguh Darmawan, ST. Bramantyo Wikantyoso, S.Si
Akomodasi dan Transportasi	:	Jayadi, ST. Cecep Ahmad Syahrir Saefulloh
Field Trip	:	Yusuf Amin, S.Hut., M.Si. Herry Samsi, MT. Lucky Risanto, S.Si. Raden Permana Budi L. Amd. Danang Sudarwoko Adi, S.Hut. Dani Cahyadi, ST

JADWAL ACARA

4 November 2015 (Rabu)

07.30-08.30	:	Registrasi Peserta
08.30-08.50	:	Sambutan Ketua Umum Mapeki
08.50-09.10		Pembukaan Menteri Pekerjaan Umum dan Permukiman Rakyat
09.10-09.20	:	Sesi Foto
09.20-09.35	:	*Coffee Break*
09.35-09.55	:	*Keynote Speech* 1 Kandidat : Menteri Kehutanan dan Lingkungan
09.55-10.15	:	Hidup
10.15-10.35	:	*Keynote Speech* 2 Kandidat : Prof. Enny Sudarmonowati
10.35-10.55	:	*Keynote Speech* 3 Kandidat : Prof. Bambang Subyanto, M.Agr
10.55-11.15	:	*Keynote Speech* 4 Kandidat : Dr.Suprianto, DEA
		Sesi Tanya Jawab
11.15-12.00	:	Sesi Presentasi Poster
12.00-13.00	:	Ishoma
13.00-13.25	:	Sesi *Invited Speaker*
13.25-14.25	:	Paralel Sesi 1
14.25-15.00	:	*Coffee Break*
15.00-16.00	:	Paralel Sesi 2
16.00-17.00	:	Paralel Sesi 3
17.00-18.00	:	Paralel Sesi 4
18.00-18.30	:	Sholat dan Istirahat
18.30-19.30	:	Rapat internal MAPEKI
19.30-20.30	:	Ramah Tamah & Makan Malam

5 November 2015 (Kamis)

07.30-08.00	:	Registrasi Peserta dan *Coffee Break*
08.00-09.00	:	Paralel Sesi 5
09.00-10.00	:	Paralel Sesi 6
10.00-11.00	:	Paralel Sesi 7
11.00-11.30	:	Penutupan

DAFTAR PESERTA

No.	Nama	Gelar	Instansi
1	Mochamad Basuki Hadimuljono	Dr. Ir. M.Sc.	Menteri PU dan Perumahan Rakyat
2	IB Putera Parthama	Ph.D.	Dirjen Pengelolaan Hutan Produksi Lestari
3	Enny Sudarmonowati	Prof. Dr.	Kedeputian Bidang IPH, LIPI
4	Bambang Subiyanto	Prof. Dr., M.Agr.	Kedeputian Bidang Jasa Ilmiah, LIPI
5	Supriyanto	Dr., DEA	SEAMEO BIOTROP
6	Achmad Supriadi		Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
7	Agus Ismanto		Pusat Litbang Hasil Hutan Bogor
8	Agus Mulyadi	SE	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
9	Agus Wahyudi		Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan – Kuok
10	Ahmad Syahrir		Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
11	Akhmad Basuki Widodo	Dr. Ir. M.Sc.	Universitas Hang Tuah, Surabaya
12	Ana Agustina		Fakultas Kehutanan Universitas Jambi
13	Andi Detti Yuniarti	Dr. M.P.	Universitas Hasanuddin
14	Andi Sadapotto		Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin
15	Andianto	M.Si.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
18	Anita Firmanti	Prof. Dr. Ir. MT.	Puskim
19	Anna Maria Makalew		Fakultas Pertanian, Universitas Lambung Mangkurat
20	Anne Hadiyane	Dr.	School of Life Sciences and Technology, ITB
21	Apri Heri Iswanto	Dr.	Universitas Sumatra Utara
23	Apriwi Zulfitri	S.Si., M.Sc.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI

No.	Nama	Gelar	Instansi
24	Ari Kusumaningtyas	S.T.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
25	Arida Susilowati	Dr.	Fakultas Kehutanan, Universitas Sumatera Utara
26	Arief Heru Prianto	M.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
27	Ariyanti Hamzari	Ir, Mp	Universitas Tadulako
28	Arnold Ismael Kewilaa	S.Pt., M.Si.	Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura
29	Bangun Dwi Prasetyo		Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
30	Benoni Kewilaa	Prof. Ir. MS	Univ. Pattimura
31	Buan Ashari	Ph.D.	Jurusan Teknik Sipil, Fakultas Teknik Universitas Mataram
34	Danang Sudarwoko Adi	S.Hut.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
35	Dany Cahyadi	ST.	Puskim
36	Darwo	Dr.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan
37	Dayu Kemalasari Soraya		Fahutan, Universitas Gadjah Mada
38	Deddy Triyono Nugroho Adi	M.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
39	Dede Heri Yuli Yanto	Dr.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
40	Deni Zulfiana	M.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
41	Denny Irawati	S. Hut., M.Si., PhD.	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada
42	Dhany Yuniati		Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan
43	Diana Prameswari	Dr.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi
44	Diana Puspitasari		Puslitbang Perhutani

No.	Nama	Gelar	Instansi
45	Dina Setyawati		Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
46	Djarwanto	Dr.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
47	Djeni Hendra	M.Si.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
48	Dodi Frianto		Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
49	Dodi Nandika	Prof. Dr.	Institut Pertanian Bogor
50	Dwi Ajias Pramasari	STP.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
51	Dwi Astiani	Dr.	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
52	Efrida Basri	Ir. M.Sc.	Pustekolah, Bogor
53	Eka Mulya Alamsyah	Dr.	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung
54	Eko Sutrisno		Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
55	Elyazar Manuhuwa	Prof. Dr. Ir. M.Sc.	Jurusan Kehutanan, Faperta Unpatti
56	Emi Roslinda	Dr.	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak
57	Euis Hermiati	Dr. Ir. M.Sc.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
58	Evalina Herawati	S.Hut, M.Si	Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian USU
59	Fabianus Ranta	M.Si.	Program Studi Manajemen Sumberdaya Hutan Politeknik Pertanian Negeri Kupang
60	Fahdilatunnisa Nurhadiza		Program Studi Rekayasa Kehutanan, Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institute Teknologi Bandung
61	Fanny Hidayati	Dr.	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada

No.	Nama	Gelar	Instansi
62	Fathul Bari	S.Kom., M.TI.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
63	Firda Aulya Syamani	Dr. S.TP, M.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
64	Fitria	STP., MFoodSc.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
65	Ganis Lukmandaru	Dr.	Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, UGM
66	Greitta Kusuma Dewi		Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada
67	Gunawan Pasaribu	M.Si	Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan & Pengolahan Hasil Hutan
68	Gusmailina		Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan
69	Gustan Pari	Prof. Dr.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan Badan Litbang Kehutanan dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup & Kehutanan
70	Hanna Artuti E.	Dr.	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
71	Harry Praptoyo	M.Sc.	Teknologi Hasil Hutan Fakultas Kehutanan UGM
72	Herman Siruru	S.Hut., M.Sc.	Fakultas Pertanian Universitas Pattimura Ambon
73	Herry Samsi	MT.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
74	Herwin Joni	MP.	Univeritas Palangkaraya
75	Hikma Yanti	S.Hut. M.Si.	Fakultas Kehutanan Univ. Tanjungpura
76	I.M. Sulastiningsih	Dr. Ir., M.Sc.	Pustekolah
77	I Nyoman J. Wistara	Dr. Ir. MS.	Institut Pertanian Bogor
78	Ichsan Suwandhi	Dr.	SITH-ITB
79	Ida Bagus Gede Putra Budiana		Balai Pengembangan Teknologi Perumahan Tradisional Denpasar, Puslitbang Permukiman
80	Ismadi	ST., MT.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
81	Ismail Budiman	S.Hut., M,Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
82	Istie Sekartaning Rahayu	M.Si.	Institut Pertanian Bogor

No.	Nama	Gelar	Instansi
83	J. P. Gentur Sutapa	Dr.	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada
84	J. Titarsole		Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura Ambon
85	James Rilatupa	Dr.	Universitas Kristen Indonesia
86	Jasni	Dra. M.Si.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan
87	Jauhar Khabibi		Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor
88	Jayadi	ST.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
89	Joko Sulistyo	Dr.	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada
90	Kurnia Wiji Prasetiyo	S.Hut., M.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
91	Laela Nur Anisah	S.Hut. M.Si.	Institut Pertanian Bogor
92	Lasino	ST., APU	Puskim
93	Lilies Widojoko		Program Studi Teknik Sipil, Universitas Bandar Lampung
94	Lilik Astari	S.Si., M.ForSc.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
95	Lina Karlinasari	Dr.	Institut Pertanian Bogor
96	Linda Kriswati		Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
97	Lisman Suryanegara	Dr. M.Agr.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
98	Lisna Efiyanti	S.Si., M.Sc.	Puslitbang Hasil Hutan, Kementerian LHK
99	Lolyta Sisilia		Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
100	M.I. Iskandar		Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
101	Mahdi Santoso		Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada

No.	Nama	Gelar	Instansi
102	Makkarenu	S.Hut., M.Si.	Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin
103	Marfuah Wardani	Dra.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam
104	Masendra		Universitas Gadjah Mada
105	Maulida Oktaviani	S.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
106	Mery Loiwatu	S.Hut. MP.	Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Pattimura Ambon
107	Mindoro Razoki	S.Hut.	PT.Riau Andalan Pulp & Paper
108	Mohamad Gopar	S.T.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
109	Mohammad Wijaya M.	Dr.S.Si, M.Si	Jurusan Kimia FMIPA UNM Makassar
110	Muflihati	S.Hut.	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
111	Muh.Azwar Massijaya		Pusat Penelitian Sistem Mutu dan Teknologi Pengujian Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (P2smtp lipi)
112	Muh. Yusram Massijaya	Prof. Dr.	Institut Pertanian Bogor
113	Muhammad Ade Putra		Institut Pertanian Bogor
114	Muhammad Hafizh Zhafran Nurrachman		SITH-ITB
115	Muhammad Navis Rofii	Dr.	Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada
116	Muhammad Rosyid Ridho		Fakultas Kehutanan, Universitas Gadjah Mada
117	Nadya Putri		PS Ilmu dan Teknologi Hutan, Fakultas Kehutanan IPB
118	Nani Husien	Ir. M.Sc.	Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman
119	Nina Mindawati	Prof. Dr.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Kementerian Lingkungan Hidup

No.	Nama	Gelar	Instansi
			dan Kehutanan
120	Novitri Hastuti	S.Hut., M.Sc.	Pusat Litbang Hasil Hutan, Balitbang Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
121	Nurudin	Dr.	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayato (SITH), Institut Teknologi Bandung
122	Nurwati Hadjib	Ir.	Pusat Litbang Hasil Hutan, Bogor
123	Raden Permana Budi L.	A.MD.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
124	Ragil Widyorini	Dr. ST., MT.	Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
125	Renhart Jemi	Dr.	Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian, Universitas Palangkaraya
126	Renny Purnawati		Fakultas Kehutanan, Universitas Negeri Papua
127	Ridwan Yahya	Dr.	Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu
128	Rina Bogidarmanti		Pusat Litbang Peningkatan Produktivitas Hutan
129	Rina Ratnasih	Dr.	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung
130	Rini Pujiarti	Ph.D.	Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada
131	Rosidah	Ir.	Universitas Lambung Mangkurat
132	Rosita Dewi		Pusat Penelitian dan Pengembangan Peningkatan Produktivitas Hutan
133	Rudi Dungani	Dr.	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati Institut Teknologi Bandung
134	Rudi Hartono	Dr. Ir. M.Si.	Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian USU
135	Saefudin		Pusat Penelitian Biologi LIPI
136	Sahwalita	M.P.	Balai Penelitian Kehutanan Palembang
137	Samsuri	Dr.	Fakultas Pertanian Universitas Sumatera Utara
138	Santiyo Wibowo	STP, M.Si	Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

No.	Nama	Gelar	Instansi
139	Saptadi Darmawan	Dr.	Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Bali & Nusa Tenggara
140	Saptahari Sugiri		Teknik Sipil Institut Teknologi Bandung
141	Sasa Sofyan Munawar	Dr. S.Hut., M.P.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
142	Sihati Suprapti	Dra.	PUSTEKOLAH, Bogor
143	Sita Heris Anita	M.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
144	Siti Sadiah		Puskim
145	Sofiatin	S.Hut., M.Si.	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati (SITH) ITB
146	Sona Suhartana	Ir.	Pustekolah
147	Sri Komarayati	Dra.	Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
148	Sri Suryani		Fakultas Kehutanan UGM
149	Subyakto	Prof. Dr. M.Sc.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
150	Sudarmanto	ST.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
151	Sukadaryati	Dr. S.Hut., M.Si.	Litbang Hasil Hutan, Bogor
152	Sukaesih Prajadinata		Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
153	Sulaeman Yusuf	Prof. Dr. M.Agr.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
154	Suryanto		Balai Penelitian Kehutanan Palembang
155	Sutiyono		Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
156	Syam Budi Irianto	Amd	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
157	Tati Karliati	Dr. Ir. M.Si.	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung
158	Teguh Darmawan	ST.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI

No.	Nama	Gelar	Instansi
159	Tekat Dwi Cahyono	Dr.	Fakultas Pertanian Universitas Darussalam Ambon
160	Tibertius Agus Prayitno	Prof. Dr.	Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM
161	Tito Sucipto	S.Hut., M.Si.	Program Studi Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara
162	Trisna Priadi	Dr.	Institut Pertanian Bogor, Fakultas Kehutanan
163	Triyani Fajriutami	S.TP., M.Eng.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
164	Tubagus Angga A. Syabana		Balai Penelitian Kehutanan Palembang
165	Ujang W. Darmawan		Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
166	Wahyu Dwianto	Dr.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
167	Widya Fatriasari	Dr. S.Hut., M.M.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
168	Wiwik Ekyastuti	Dr.	Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura
169	Yayat Hidayat		Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, ITB
170	Yeni Aprianis		Balai Penelitian Teknologi Serat Tanaman Hutan
172	Yetrie Ludang	Prof. Dr. Ir. MP.	Jurusan/PS Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Palangka Raya
173	Yoyo Suhaya	S.Hut., M.Si.	Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung
174	Yuliati Indrayani	Dr.	Fakultas Kehutanan, Universitas Tanjungpura
175	Yuniawati	S.TP., M.Si.	Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan
176	Yusuf Sudo Hadi	Prof. Dr. M.Agr.	Institut Pertanian Bogor
177	Yusup Amin	S.Hut., M.Si.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
178	Novinci Muharyam	S.Si., M.Sc.	Puslitbang Perhutani, Cepu
179	Adi Santoso	Prof. Dr. Drs. M.Si.	Pusat Litbang Hasil Hutan

No.	Nama	Gelar	Instansi
180	I Wy. Avend Mahawan	ST	BPTPT Denpasar
181	Krisdianto	dR	Puslitbang Hasil Hutan
182	Sri Rulliaty	Dra. M.Sc.	Puslitbang Hasil Hutan
183	Johansyah	Dr. Ir. MP.	Unpar Faperta, Jurusan Kehutanan
184	Patricia E. Putir	S.Hut., MP.	Unpar Faperta, Jurusan Kehutanan
185	Rudi	Dr. S.Hut., M.Si.	ITB
185	Totok K. Waluyo	Ir. M.Si.	Litbang Hasil Hutan, Bogor
186	Jessica	S.Hut.	IPB
187	Audi Sri Rahayu Diza	S.Hut., M.Si.	IPB
188	Sulistyono	Dr. M.Si.	Universitas Kuningan
189	Abdurachman	ST.	Litbang Hasil Hutan, Bogor
190	Julianto		PT. Labquip Indoprima
191	Rusydan		PT. Labquip Indoprima
192	Jimmy J. Fransz	Ir. MP.	Faperta, Universitas Pattimura
193	Rohny S. Maail	Dr. M.Si.	Faperta, Universitas Pattimura
194	Siti Hanifah M.		Fakultas Kehutanan, UGM
195	Naresworo Nugroho	Ph.D.	ITB, Institut Pertanian Bogor
196	Faizatul Falah	MT.	Pusat Penelitian Biomaterial LIPI
197	Syamsul Falah	Dr.	Institut Pertanian Bogor
198	Sulistiyono	Dr. M.Si.	Fakultas Kehutanan, Universitas Kuningan
199	Wiwin Suwinarti	Dr.	Fakultas Kehutanan, Universitas Mulawarman