

Struktur Anatomi Tiga Jenis Batang Rotan

Anatomical Properties of Three Rattans Culm

Krisdianto dan Jasni

Abstract

Rattan is one of the monocotyl species, which is economically important. Rattan culm is used for furniture, souvenir and housewares. Indonesian rattan varies accordingly, but only about 30% of them have been developed. This paper describes anatomical structure of three rattan species to get information about its utilization. Three rattan species namely Balubuk (*Calamus burchianus* Becc.), Lilin (*Calamus javensis* Bl.) and Tretes (*Calamus heteroideus* Bl.) were used as samples. Macroscopically, anatomical structure was observed on massive rattan culm, while microscopically was observed from microtome-sectioned samples. Fibre dimension was observed from macerated samples. All anatomical quantities were compared to those of Manau rattan, since its utilization has been known. The metaxylem diameter of those three rattans was bigger than that of Manau rattan, so that those rattans were less durable than Manau. Fibre of rattan studied was shorter and thinner than that of Manau, as a result their strength were lower than that of Manau rattan. As their strength were less than Manau, the utilization of these three species was not recommended to work on direct forces.

Key words: rattan, Balubuk, Lilin, Tretes, anatomical, Manau

Pendahuluan

Rotan adalah salah satu jenis tumbuhan berbiji tunggal (monokotil) yang memiliki peranan ekonomi yang sangat penting (FAO 1997). Sampai saat ini rotan telah dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan mebel, kerajinan, peralatan rumah tangga dan lain-lain. Kekuatan, kelenturan dan keseragaman rotan serta kemudahan dalam pengolahannya menjadikan rotan sebagai salah satu bahan non-kayu yang sangat penting dalam industri mebel.

Indonesia merupakan salah satu penghasil rotan terbesar di dunia (BPS 2002). Selama ini Indonesia telah memasok kurang lebih 80% kebutuhan rotan dunia baik dalam bentuk produk jadi misalnya mebel rotan maupun setengah jadi. Di satu pihak, hal tersebut menjadikan rotan sebagai penghasil devisa negara yang cukup besar, namun di pihak lain keterlambatan pembudidayanya dapat menyebabkan berkurangnya jenis-jenis rotan sebagai sumber hayati Indonesia.

Di Indonesia diperkirakan tumbuh kurang lebih 300 ~ 350 jenis rotan dan baru sekitar 53 jenis rotan yang sudah dikenal dan dimanfaatkan (Algamar 1986). Hal ini menunjukkan bahwa baru sekitar 30% jenis rotan yang telah dikenal dan dimanfaatkan. Pada perkembangannya, jenis rotan komersial akan menipis dan jenis rotan yang kurang dikenal akan dimanfaatkan sebagai rotan pengganti. Oleh karena itu, jenis rotan yang belum dikembangkan perlu diketahui sifat dasar dan kemungkinan pembudidayanya, sehingga karakteristik jenis rotan tersebut dapat disesuaikan dengan pemanfaatannya.

Kualitas rotan sangat dipengaruhi oleh jenisnya (Nasa 1989, Yudodibroto 1984). Rotan Manau yang

sangat populer dalam perdagangan rotan misalnya, memiliki kekuatan yang memadai sebagai bahan mebel dengan rata-rata *Modulus of Elasticity* (MOE) 19.8 kg/cm² dan *Modulus of Rupture* (MOR) 734 kg/cm² (Anonim 1999), dan tahan terhadap serangan serangga perusak (Rachman 1996, Jasni dan Supriana 1999). Sedangkan, jenis rotan Seel mempunyai kekuatan yang rendah dengan MOE 10.017 kg/cm² dan MOR 421.2 kg/cm² (Anonim 1999).

Dimensi serat merupakan parameter yang penting untuk menentukan kekuatan rotan. Bhat dan Thulasidas (1993) melaporkan bahwa panjang serat dan tebal dinding serat dapat dijadikan bahan pertimbangan untuk menentukan kekuatan rotan. Semakin tebal dinding dan semakin panjang serat, maka semakin tinggi kekuatan batang rotan. Dinding serat yang tebal menjadikan rotan lebih keras dan meningkatkan kemampuan menyangga beban yang berat.

Struktur anatomi batang rotan telah dipelajari oleh beberapa peneliti, diantaranya Tomlinson (1961) yang mendeskripsikan struktur anatomi batang tumbuhan monokotil secara umum; dan Teoh (1978) yang secara khusus mempelajari rotan dari Semenanjung Malaysia. Secara lebih detail, anatomi batang rotan dilaporkan oleh Weiner dan Liese (1990) dan Weiner (1992) yang ditujukan untuk mempelajari marga dan spesies rotan. Jasni *et al.* (1997) mendeskripsikan struktur anatomi tiga jenis rotan dari Taman Nasional Gunung Halimun, Indonesia dan Pandit *et al.* (1993) mempelajari struktur anatomi empat jenis rotan yang digunakan dalam industri rotan di Cirebon. Pada umumnya, studi mengenai anatomi batang rotan menunjukkan perbedaan anatomi yang nyata diantara jenisnya.

Tulisan ini bertujuan mendeskripsikan struktur anatomi tiga jenis batang rotan dan dimensi seratnya serta menentukan kemungkinan pemanfaatannya berdasarkan struktur anatomi dan dimensi seratnya.

Bahan dan Metode

Bahan

Contoh uji tiga jenis rotan dikumpulkan dari berbagai tempat di wilayah Indonesia dalam kurun waktu tahun 2000 ~ 2003. Bantuan identifikasi tanaman rotan diperoleh dari Kelti Botani Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dan Konservasi Alam, Bogor. Tiga jenis rotan yang dipelajari adalah rotan Lilin (*Calamus javensis* Bl.), rotan Tretes (*Calamus heteroideus* Bl.) dan rotan Balubuk (*Calamus burchianus* Becc.).

Metode

Ciri anatomi rotan diamati pada penampang lintang potongan batang yang telah dihaluskan dan dari preparat sayatan dengan pisau mikrotom yang telah diwarnai dengan safranin-O menurut petunjuk Sass (1961). Pengukuran dimensi serat dilakukan terhadap preparat maserasi yang telah disiapkan dengan metode Schultz (Sass 1961).

Pengamatan susunan dan ciri kuantitas anatomi rotan yang diamati meliputi tebal lapisan epidermis,

endodermis, kortek dan diameter komponen anatomi lainnya. Pengukuran dilakukan sebanyak 30 kali ulangan dalam preparat sayatan dengan bantuan mikroskop yang telah dilengkapi dengan mikrometer dan mikrometer gelas yang diletakkan di atas preparat sayatan. Skema pengukuran diameter setiap komponen struktur anatomi disajikan dalam Gambar 1.

Hasil dan Pembahasan

Rotan Lilin (*Calamus javensis* Bl.)

1. Kulit epidermis dan endodermis tampak jelas terpisah. Epidermis mempunyai ketebalan 33.3 ± 3.1 mikron dan endodermis 14.5 ± 1.4 mikron, dengan lapisan 1 ~ 2 sel. Lapisan kortek mempunyai ketebalan 143.9 ± 15.1 mikron; dengan susunan ikatan serat yang berjajar satu-satu membentuk barisan seperti pita dengan jarak yang teratur.
2. Ikatan pembuluh yang berada di dekat kulit lebih padat dengan frekuensi 12 ± 1 ikatan pembuluh per- mm^2 bentuknya lonjong dengan bagian ikatan serat memanjang. Sedangkan di bagian tengah relatif lebih jarang dengan frekuensi 3 ± 1 per- mm^2 dengan bentuk ikatan pembuluh sebagian besar oval. Rata-rata diameter ikatan pembuluh 311.4 ± 123.1 mikron.

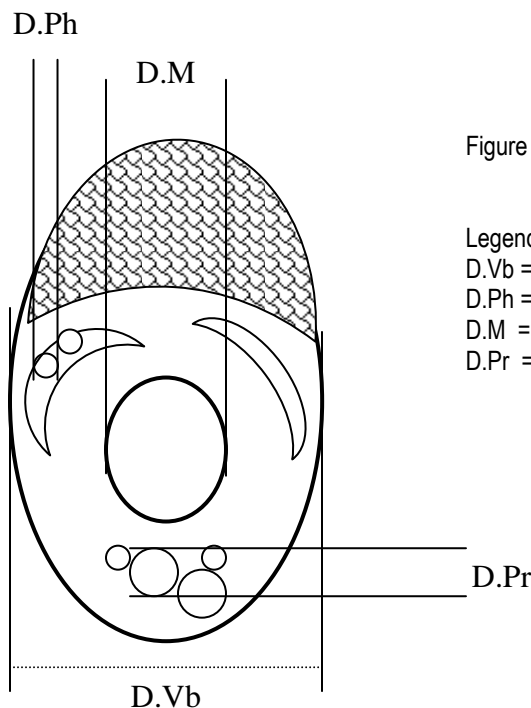
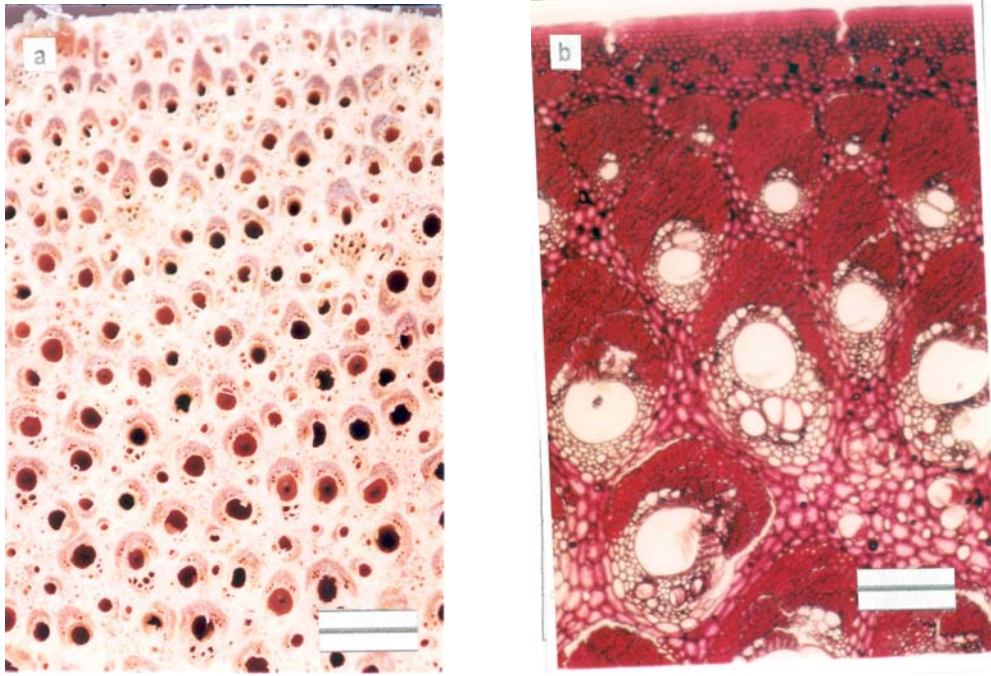


Figure 1. Schematic pattern for rattan anatomical structure measurement

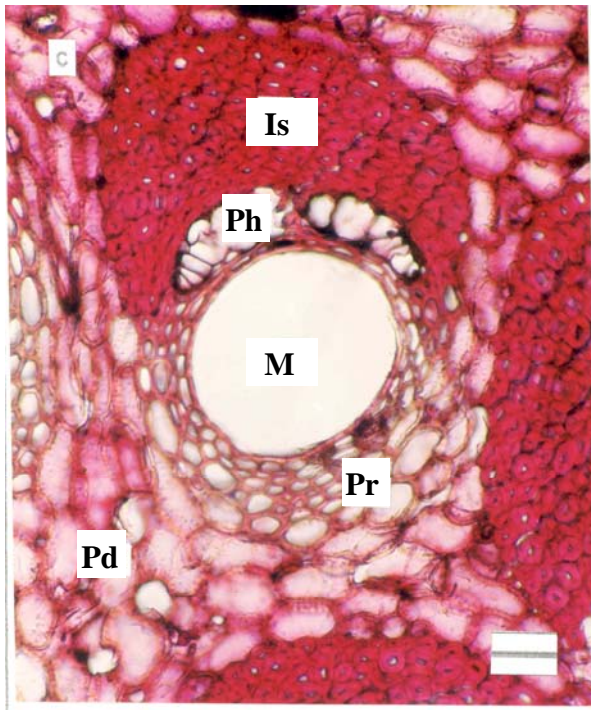
Legend:

- D.Vb = Vascular bundle diameter
- D.Ph = Phloem diameter
- D.M = Metaxylem vessel diameter
- D.Pr = Protoxylem diameter



a

b



c

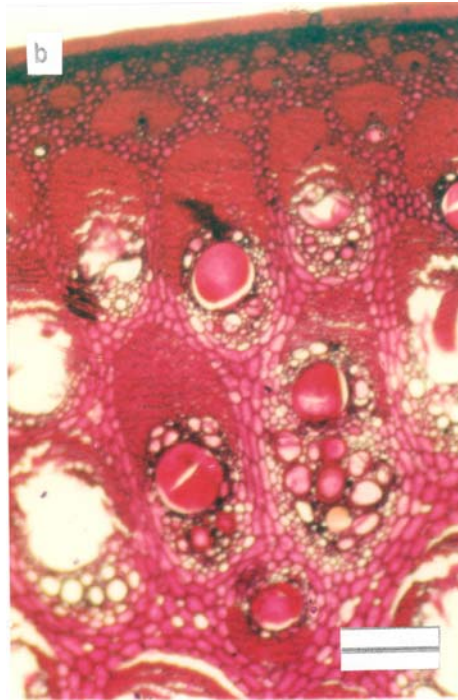
Figure 2. Lalin rattan (*Calamus javensis* Bl.)

Legend: a = transversal surface, scale = 1 mm
 b = transversal surface, scale = 250 μ m
 c = vascular bundle, scale = 90 μ m

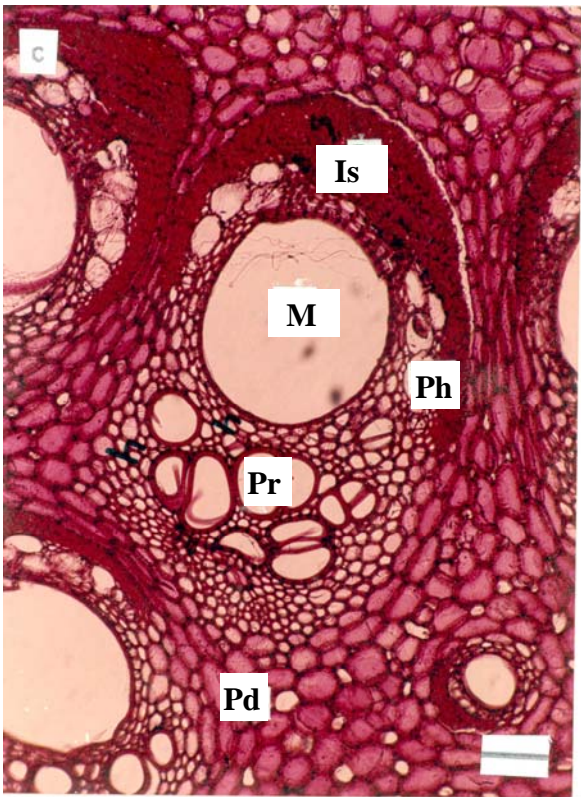
M = Metaxylem
 Ph = Phloem
 Pr = Protoxylem
 Is = Fiber bundle
 Pd = Ground parenchyma tissue



a



b

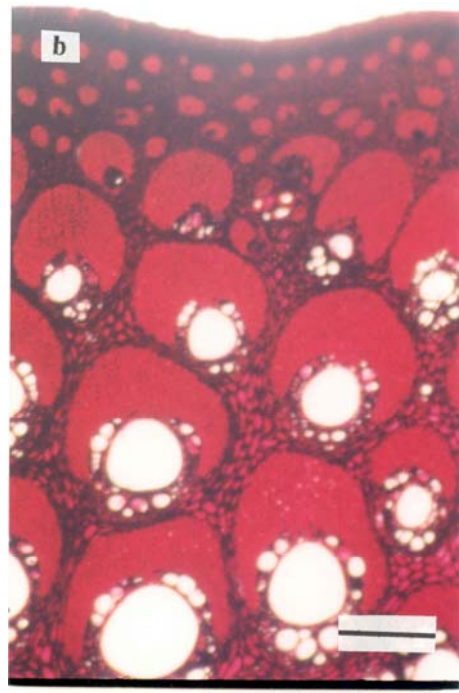


c

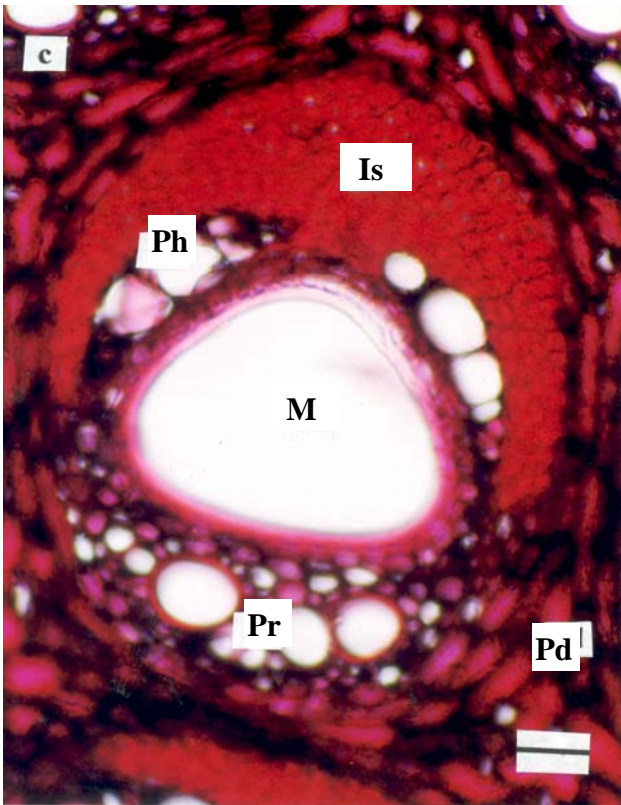
Figure 3. Tretes rattan (*Calamus heteroideus* Bl.)
Legend: see Fig. 2



a



b



c

Figure 4. Balubuk rattan (*Calamus burchianus* Becc.)
Legend: see Fig. 2

3. Diameter pembuluh metaxylem berukuran rata-rata 267.3 ± 87.7 mikron. Pembuluh metaxylem hampir seluruhnya tunggal, kadang dijumpai pembuluh bersusun ganda di bagian dekat kulit, tetapi jarang.
4. Phloem bersusun dua utas yang terpisah di bagian kiri dan kanan pembuluh. Satu utas terdiri 3 ~ 8 sel. Diameter sel phloem rata-rata 40.9 ± 14.7 mikron.
5. Protoxylem berkelompok 4 ~ 8 sel terletak di bagian bawah pembuluh. Rata-rata diameter protoxylem 59 ± 10.5 mikron.
6. Panjang serat mempunyai rata-rata 1296 ± 262 mikron, Tebal dinding serat 3.66 ± 0.74 mikron.

Rotan Tretes (*Calamus heteroideus* Bl.)

1. Kulit epidermis dan endodermis tampak jelas terpisah. Epidermis mempunyai ketebalan 45 ± 2.4 mikron dan endodermis 40.2 ± 3.2 mikron. Lapisan korteks mempunyai ketebalan 234.9 ± 39.6 mikron, dengan susunan ikatan serat tidak teratur.
2. Ikatan pembuluh dekat kulit lebih padat dengan frekuensi 7 ± 1 ikatan pembuluh per-mm², berbentuk lonjong dengan bagian ikatan seratnya memanjang. Sedangkan ikatan pembuluh dari bagian tengah agak jarang dengan frekuensi 2 ± 1 per-mm²; bentuk ikatan pembuluh umumnya bundar. Rata-rata diameter ikatan pembuluh 455.3 ± 131.1 mikron.
3. Pembuluh metaxylem mempunyai rata-rata diameter 253.5 ± 72.2 mikron; hampir seluruhnya bersusun tunggal.
4. Phloem tersusun dalam dua utas yang terpisah, di kiri dan kanan pembuluh. Satu utas terdiri dari 4 ~ 6 sel. Rata-rata diameter phloem 27.5 ± 12.3 mikron.
5. Protoxylem berkelompok 4 ~ 8 sel pada bagian bawah pembuluh dengan rata-rata diameter 39.7 ± 11.1 mikron.
6. Panjang serat mempunyai rata-rata 1196 ± 77 mikron. Tebal dinding serat 4.04 ± 0.72 mikron.

Rotan Balubuk (*Calamus burchianus* Becc.)

1. Kulit epidermis dan endodermis tampak jelas terpisah. Epidermis mempunyai ketebalan 31.8 ± 3.8 mikron dan endodermis 33.9 ± 1.8 mikron. Lapisan korteks mempunyai ketebalan 201.5 ± 22.6 mikron, dengan susunan ikatan serat teratur seakan membentuk pita memanjang di bagian kulit.
2. Ikatan pembuluh di bagian dekat kulit lebih padat dengan frekuensi 7 ± 1 ikatan pembuluh per-mm², berbentuk lonjong. Sedangkan ikatan pembuluh di bagian tengah agak jarang dengan frekuensi 2 ± 1 per-mm²; bentuk ikatan pembuluh umumnya bundar. Rata-rata diameter ikatan pembuluh 466.2 ± 74.3 mikron.

3. Diameter pembuluh metaxylem berukuran rata-rata 396.8 ± 98.2 mikron, dengan susunan hampir seluruhnya tunggal.
4. Phloem tersusun dalam dua utas yang terpisah di kiri dan kanan pembuluh. Satu utas terdiri dari 4 ~ 6 sel. Rata-rata diameter phloem 29.2 ± 6.5 mikron.
5. Protoxylem berkelompok 4 ~ 8 sel, dengan rata-rata diameter 50.7 ± 13.3 mikron.
6. Panjang serat mempunyai rata-rata 1306 ± 158 mikron, Tebal dinding serat 3.46 ± 0.24 mikron.

Penampang lintang rotan dapat dipisahkan menjadi tiga bagian, yaitu: kulit, korteks dan bagian tengah batang (Tomlinson 1961). Bagian kulit terbagi atas dua macam lapisan, yaitu epidermis sebagai lapisan terluar dan endodermis di lapisan dalam. Lapisan epidermis adalah lapisan yang sangat keras, sel-selnya tidak berlignin dan lapisan dinding tangensialnya mengandung endapan silika dan dilapisi oleh lilin (Weiner dan Liese 1990). Ketiga jenis rotan yang dipelajari menunjukkan pemisahan yang jelas antara epidermis dan endodermisnya. Rotan Tretes memiliki lapisan epidermis paling tebal dengan rata-rata 45 ± 2.14 mikron, namun ketebalannya jauh dibawah rotan Manau yang mencapai 70 mikron.

Lapisan endodermis adalah lapisan yang bersusun atas parenkima dasar yang dindingnya mengalami penebalan dan sangat rapat, sehingga bagian ini lebih keras dari bagian tengah, tetapi tidak sekeras lapisan epidermisnya. Pada rotan Balubuk dan rotan Tretes, ketebalan lapisan epidermis kurang lebih sama dengan lapisan endodermis, sedangkan lapisan endodermis rotan Lilin lebih tipis dari lapisan epidermisnya.

Lapisan korteks adalah lapisan tipis di bawah kulit yang tersusun atas ikatan serat dan ikatan pembuluh yang belum lengkap, tersebar dalam jaringan parenkima dasar. Lapisan korteks rotan Tretes paling tebal dengan rata-rata 234.9 ± 39.6 mikron, sedangkan lapisan korteks rotan Lilin hanya 143.9 ± 15.1 mikron.

Seperti pada umumnya tanaman monokotil, bagian tengah batang mempunyai struktur yang berbeda dengan bagian dekat kulit. Bagian tengah memiliki frekuensi ikatan pembuluh jarang, dinding sel tipis, ikatan pembuluh tersebar secara merata dengan bentuk bundar. Selain itu, diameter pembuluh, phloem dan protoxylem lebih besar. Sedangkan bagian dekat kulit mempunyai susunan ikatan pembuluh lebih padat, dinding sel lebih tebal dan diameter pembuluh metaxylem, phloem dan protoxylem lebih kecil. Bagian ini menjadi pendukung utama kekuatan rotan (Tomlinson 1961, Weiner dan Liese 1990).

Hasil perhitungan rata-rata ciri kuantitas dan dimensi serat ketiga rotan yang dipelajari dan rotan Manau sebagai perbandingan ditunjukkan dalam Tabel.1.

Tabel 1. Average quantity of rattan, anatomical structure and fiber dimension.

Rattan species	Metaxylem Diameter (µm)	Protoxylem Diameter (µm)	Phloem Diameter (µm)	Fiber Dimension	
				Length (µm)	Thickness (µm)
Lilin (<i>Calamus javensis</i> Bl.)	267.3 + 87.7	59.0 + 10.5	40.9 + 14.7	1296 + 262	3.66 + 0.74
Tretes (<i>Calamus heteroideus</i> Bl.)	253.5 + 72.2	39.7 + 11.1	27.5 + 12.3	1196 + 77	4.04 + 0.72
Balubuk (<i>Calamus burchianus</i> Becc.)	396.8 + 98.2	50.7 + 13.3	29.2 + 6.5	1306 + 158	3.46 + 0.24
Manau* (<i>Calamus manan</i> Bl.)	228.2	37.5	40.2	1586.7	5.4

Remarks: * Data is cited from Kalima dan Jasni (2004)

Tabel 1 menunjukkan bahwa rata-rata diameter metaxylem ketiga rotan yang dipelajari lebih besar dari diameter metaxylem rotan Manau yang hanya 228.2 mikron. Jika dihubungkan dengan daya tahannya terhadap serangan serangga perusak, maka ketiga jenis rotan kemungkinan mempunyai ketahanan alami terhadap serangan serangga perusak lebih rendah dari rotan Manau. Hal ini disebabkan lubang metaxylem yang lebih besar memungkinkan serangga perusak menyimpan telur di dalamnya dan selanjutnya akan meningkatkan intensitas serangannya (Jasni dan Supriana 1999).

Diameter protoxylem ketiga jenis rotan yang dipelajari lebih besar dari rotan Manau. Diameter phloem rotan Lilin kurang lebih sama dengan rotan Manau, sedangkan rotan Balubuk dan Tretes mempunyai diameter phloem lebih besar dari rotan Manau. Besarnya ukuran diameter phloem dan protoxylem rotan sampai saat ini belum dapat dihubungkan dengan kualitas batang rotannya.

Dimensi serat ketiga rotan yang dipelajari lebih pendek dan lebih tipis dari rotan Manau. Di antara ketiga jenis rotan, Balubuk memiliki serat terpanjang dan mendekati panjang serat rotan Manau, namun dindingnya paling tipis diantara ketiga rotan yang dipelajari. Dalam hubungannya dengan kekuatan rotan, ketiga rotan tersebut memiliki kekuatan lebih rendah dari rotan Manau.

Rotan Manau yang telah dikomersialkan dalam perdagangan rotan, mempunyai kekuatan sangat baik untuk kerangka mebel, sedangkan ketiga rotan yang diteliti mempunyai dinding serat yang lebih tipis dan termasuk dalam kualitas sedang. Rotan dalam kualitas ini hanya dapat digunakan untuk komponen mebel yang tidak menyangga beban, kerajinan dan perabot rumah tangga.

Rotan Lilin adalah rotan yang berdiameter kecil, sehingga rotan ini dapat digunakan sebagai rotan pengikat dan bahan pembuat keranjang serta tikar. Sedangkan rotan Tretes mempunyai diameter sedang, dan dimungkinkan untuk digunakan pelengkap mebel rotan, kerajinan dan perabot rumah tangga. Rotan Balubuk mempunyai diameter yang cukup besar, namun karena dindingnya tipis, maka kekuatan sejajar seratnya relatif rendah dibandingkan dengan rotan Manau.

Batang rotan ini dapat digunakan sebagai peralatan rumah tangga dan kerajinan yang tidak menahan beban secara langsung. Rotan Balubuk dapat digunakan sebagai gagang sapu, lampu hias dan perabot rumah tangga.

Kesimpulan

1. Ketiga jenis rotan yang dipelajari memiliki lapisan epidermis lebih tipis dari rotan Manau.
2. Bagian dekat kulit mempunyai susunan ikatan pembuluh lebih padat, dinding selnya lebih tebal; diameter pembuluh metaxylem, phloem dan protoxylem lebih kecil dari bagian tengahnya.
3. Secara keseluruhan, panjang serat dan tebal dinding serat ketiga rotan yang dipelajari lebih pendek dan lebih tipis dari rotan Manau, sehingga diduga kekuatan menahan bebannya lebih rendah.

Daftar Pustaka

- Algamar, K. 1986. Posisi Rotan Indonesia dalam Pandangan Internasional. Prosiding Lokakarya Nasional Rotan, Jakarta. p. 209-304.
- Anonim. 1999. Pengembangan Pengolahan Rotan Lepas Panen di Pulau Jawa. Laporan Kerjasama Perum Perhutani dengan Puslitbang Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Bhat, K.M.N.; P.K. Thulasidas. 1993. Anatomy and Identification of South Indian Rattan (*Calamus* sp.). IAWA Journal, 14(1): 63-76.
- Biro Pusat Statistik (BPS). 2002. Data Perdagangan Rotan Indonesia. www.bps.go.id.
- Food and Agricultural Organization (FAO). 1997. Non-wood Forest Products. RAP Publication 1997/10. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Bangkok.
- Jasni; A. Basukriadi; P. Kramadibrata. 1997. Anatomi dan Kandungan Kimia Batang Beberapa Jenis Rotan. Jurnal Ilmiah Biodiversitas Indonesia. FMIPA Universitas Indonesia, Jakarta. 1(1): 37-47.
- Jasni; N. Supriana. 1999. The resistant of Eight Rattan Species Against the Powder Post Beetle *Dinoderus minutus* Fabr. Proceeding of The Fourth Internasional Conference of Wood Science, Wood

- Technology and Forestry. Missenden Abbey. 14th – 16th Juli. Forest Products Research Centre. Buckinghamshire Chilterns University College High Wycome, England. pp. 157-162.
- Kalima, T.; Jasni. 2004. Study of *Calamus occidentalis* J.R. Witono and J.Dransf. Species Commercial Values and Possible Utilization. Biodiversitas, Journal of Biological Diversity 5(2): 61-65. Jurusan Biologi FMIPA, UNS, Surakarta.
- Nasa. 1989. Studi Perbandingan Beberapa Sifat Fisik, Mekanik dan Kimia antara Rotan Bubuay (*Plectomia elongata* Bl.) dengan Rotan Manau (*Calamus manan* Miq.). Thesis S-1 Fakultas Kehutanan, IPB, Bogor. Tidak diterbitkan.
- Pandit, I.K.; O. Rachman; L. Indrawati. 1993. Sifat Anatomi Beberapa Jenis Rotan. *Teknolog* 6(1): 40-49. Jurusan Teknologi Hasil Hutan, IPB, Bogor.
- Rachman, O. 1996. Peranan Sifat Dasar terhadap Perilaku Elastoplastisitas Rotan. Disertasi S-3. Program Pasca Sarjana, IPB, Bogor. Tidak diterbitkan.
- Sass, J.E. 1961. Botanical Microtechnique. The IOWA State University Press. Iowa.
- Teoh, B.W. 1978. An Exploratory Anatomical Survey of Some Malayan Rattans. PhD. Thesis University of Malaya Kuala Lumpur.
- Tomlinson, P.B. 1961. Anatomy of the Monocotyledons. II. Palmae. Oxford: Clarendon Press.
- Weiner, G.; W. Liese. 1990. Rattans – Stem Anatomy and Taxonomic Implications. *IAWA Bulletin, International Association of Wood Anatomists* 11(1): 61-70.
- Weiner, G. 1992. Zur Stammanatomie der Rattanpalmen (Anatomi Batang dari Pohon Rotan). Disertasi PhD. Universitas Hamburg, Jerman.
- Yudodibroto, H. 1984. Anatomy, Strength Properties and Utilization of Some Indonesian Rattan. In *Rattan Seminar, Kuala Lumpur. The RIC* (1985): 117-121.

Diterima (*accepted*) tanggal 8 Nopember 2004

Krisdianto dan Jasni
 Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan
 (*Research and Development Centre for Forest Products Technology*)
 Jl. Gunung Batu 5, Bogor.
 Tel : 0251-633378
 Fax : 0251-633413

Perbandingan Struktur Anatomis, Sifat Fisis, dan Sifat Mekanis Kayu Jati Unggul dan Kayu Jati Konvensional

Comparative Study on Anatomical Structure and Physical-Mechanical Properties between Tissue Cultural- and Conventional Teakwoods

Imam Wahyudi dan Ahmad Faizal Arifien

Abstract

Anatomical structure and some important properties of 3 years old tissues cultural Teakwood (*Tectona grandis* L.f.) were studied and compared to those of 3 and 8 years old conventional ones. Wood samples were obtained from standing trees of plantation forest area around Semarang city (Central Java). Anatomical structure was observed using wood section 20 μ thick, while fiber dimension was measured on individual macerated fibers. Physical and mechanical properties of wood were evaluated in accordance with BS 132:57 for small clear specimen using universal testing machine. All wood samples studied were still juvenile since wood density and fibers length tend to increase from pith towards the bark. Both 3 years-old woods, namely tissue cultural and the conventional Teakwoods have not heartwood at the center or the end of the stem except on their basal i.e. 29.81% in the former and 25% in the latter, respectively. The 8 years old conventional Teakwood consisted of 58.23% heartwood at the basal, and 46.30% at the center, respectively. Latewood portion of tissue cultural teakwood was the lowest. Difference between earlywood and latewood in this Teak was unclear and not distinguished well. Wood texture among the samples was moderate. The finest was found on tissue cultural Teakwood while the roughest on the conventional 3 years old. Based on their average in wood density, specific gravity, modulus of elasticity and modulus of rupture, it can be said that quality of tissue cultural Teakwood was similar to that of 3 years-old conventional one, but much lower than that of 8 years-old conventional Teakwood although their stem diameters were similar physically. This coincides well with their anatomical characteristics.

Key words: *Tectona grandis* L.f., tissue cultural teakwood, conventional Teakwood.

Pendahuluan

Kayu Jati (*Tectona grandis* L.f.) merupakan salah satu bahan baku industri perkerajinan yang populer karena memiliki banyak kelebihan. Meskipun pada akhir-akhir ini kecenderungan penggunaan kayu lain sudah sangat meluas, namun kayu Jati masih merupakan pilihan utama terbukti dari kebutuhan kayu Jati, baik dalam maupun luar negeri yang terus meningkat (GTEI 2003). Akan tetapi pasokan kayu Jati semakin lama semakin berkurang karena maraknya penjarahan, seperti yang terjadi di Kudus dan Pati pada tahun 1998 (Prayitno 2003) serta di KPH Cepu selama Januari - Juli 2000 (Soedaryanto 2000) dan juga akibat umur panen kayu Jati konvensional yang relatif panjang (min. 45 tahun).

Untuk mengatasi kelangkaan bahan baku kayu Jati, saat ini telah dikembangkan tanaman Jati unggul yang berasal dari pohon-pohon induk terpilih dan kemudian diperbanyak melalui kultur jaringan. Penggunaan bibit Jati unggul hasil kultur jaringan dalam pengembangan budidaya tanaman Jati telah dikembangkan di beberapa negara seperti India, Costa Rica, Thailand, Malaysia, dan Indonesia. Bibit Jati unggul hasil kultur jaringan yang dinamakan Jati Emas, Jati Prima atau Jati Super memiliki laju pertumbuhan 3 ~ 4 kali lebih cepat dari pertumbuhan bibit Jati asal biji (Jati konvensional),

dengan percabangan yang sedikit dan pengembalian modal yang lebih cepat karena dapat dipanen pada umur 15 ~ 20 tahun (Bachri 2001).

Permasalahannya adalah apakah kualitas kayu yang dihasilkan oleh Jati unggul sama dengan kualitas kayu yang dihasilkan oleh Jati konvensional, mengingat pertumbuhan yang cepat akan menghasilkan sel-sel yang lebih pendek sehingga mengurangi kualitas kayunya, terutama kerapatan dan kekuatan kayu (Brown *et al.* 1994). Oleh karena itu penelitian yang komprehensif untuk mengkaji sifat dan struktur anatomis kayu Jati unggul yang saat ini marak ditanam oleh masyarakat perlu segera dilakukan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas kayu Jati unggul dan membandingkannya dengan kualitas kayu Jati konvensional melalui sebuah kajian ilmiah tentang struktur anatomis serta beberapa sifat fisis-mekanis penting lainnya, sehingga dapat menjawab keragu-raguan masyarakat tentang kualitas kayu Jati unggul.

Bahan dan Metode

Contoh Uji Penelitian

Kayu yang digunakan berasal dari tegakan Jati yang terdapat di suatu areal hutan tanaman di sekitar

Semarang. Umur tegakan yang dipilih adalah 3 dan 8 tahun untuk Jati konvensional, serta 3 tahun untuk Jati unggul. Tegakan Jati konvensional 8 tahun dipilih karena ukuran diameter batang setinggi dada relatif sama dengan diameter batang Jati unggul.

Dari setiap tegakan diambil 3 batang pohon dan dari masing-masing pohon diambil 3 bagian batang berukuran 50 cm yang mewakili bagian pangkal, tengah dan ujung. Dari masing-masing bagian tersebut diambil lempengan tipis (*disk*) setebal 5 cm untuk pengujian sifat anatomisnya, sedangkan sisanya untuk pengujian sifat fisis dan sifat mekanis.

Metode Penelitian

Penentuan Persentase Kayu Juvenil: Batas kayu juvenil ditetapkan berdasarkan nilai kerapatan kayu dan panjang serat dari masing-masing riap tumbuh. Daerah kayu juvenil adalah daerah dengan nilai kerapatan maupun panjang serat masing-masing riap tumbuh dari empulur ke arah kulit yang masih cenderung meningkat, sedangkan daerah dimana nilai kedua parameter tersebut mulai stabil ditetapkan sebagai daerah kayu dewasa. Titik belok diantara kedua daerah tersebut dinyatakan sebagai batas antara kayu juvenil dan kayu dewasa (Haygreen dan Bowyer 1996, Tsoumis 1991). Batas kayu juvenil kemudian direpresentasikan jaraknya dari empulur dan ditetapkan sebagai jari-jari kayu juvenil, lalu dihitung volumenya. Persentase kayu juvenil dihitung dengan rumus:

Kayu juvenil (%) = volume kayu juvenil/volume kayu total
Kayu dewasa (%) = 100% - volume kayu juvenil

Panjang serat diukur terhadap serat-serat individu hasil proses maserasi Schultz, sedangkan kerapatan kayu dihitung dengan rumus standar yakni perbandingan berat basah terhadap volume basahnya. Contoh uji pengujian adalah selebar riap tumbuh yang ada dan diambil berurutan mulai dari empulur ke arah kulit. Dari setiap riap tumbuh dilakukan 2x pengukuran kerapatan kayu dan 100x pengukuran panjang serat.

Penentuan Kayu Teras dan Kayu Gubal: Penampang lintang *disk* kemudian diampelas untuk memperoleh batas yang jelas antara bagian kayu teras dan bagian kayu gubal. Gambaran penampang lintang tersebut kemudian dipolakan di atas plastik transparansi dan kemudian diukur panjang jari-jari total (R) dan panjang jari-jari kayu sampai bagian teras (r). Pada setiap *disk* dilakukan 2x pengukuran, yakni pada R terpanjang dan R terpendek. Diameter kayu total (D), diameter kayu teras (d), dan persentase kayu teras dihitung dengan rumus:

$D = [(2 \times R \text{ terpanjang}) + (2 \times R \text{ terpendek})]/2$
 $d = [(2 \times r \text{ terpanjang}) + (2 \times r \text{ terpendek})]/2$
Kayu teras (%) = volume kayu teras/volume kayu total

Persentase Kayu Awal dan Kayu Akhir: Penentuan kayu awal dan kayu akhir dilakukan dengan mengukur lebar masing-masing bagian kayu awal dan bagian kayu akhir dalam satu riap tumbuh. Pengukuran dilakukan pada seluruh riap tumbuh yang ada. Pengukuran lebar kayu awal dan kayu akhir dari masing-masing riap tumbuh tersebut dilakukan terhadap hasil (cetakan) foto mikroskopis sediaan mikrotom yang dibuat mengikuti prosedur sebagaimana metode FPL (*Forest Product Laboratory*). Setelah itu masing-masing lebar kayu awal dan lebar kayu akhir yang diperoleh dijumlahkan sehingga diperoleh lebar total kayu awal dan lebar total kayu akhir untuk setiap *disk*. Persentase kayu akhir dihitung dengan rumus:

Kayu akhir (%) = lebar total kayu akhir/jari-jari kayu
Kayu awal (%) = 100% - % kayu akhir

Penentuan Tekstur: Istilah tekstur berkaitan dengan ukuran relatif sel-sel dominan penyusun kayu. Tekstur kayu dikatakan halus jika sel-sel dominannya berukuran kecil dan dikatakan kasar jika sel-sel dominannya berukuran relatif besar (Brown *et al.* 1994, Tsoumis 1991).

Tekstur kayu ditentukan berdasarkan ukuran diameter tangensial pori-pori kayu yang pengukurannya dilakukan melalui hasil (cetakan) foto mikroskopis *slide* mikrotom bidang lintang (*cross-section*). Halus-kasarnya tekstur kayu ditentukan atas dasar: a) bertekstur kasar apabila ukuran diameter tangensial pori > 200 mikron, b) bertekstur sedang apabila ukuran diameter tangensial pori 100~200 mikron, dan c) bertekstur halus apabila ukuran diameter tangensial pori < 100 mikron (Brown *et al.* 1994).

Pengukuran Berat Jenis (BJ) Kayu: BJ kayu merupakan perbandingan antara kerapatan kayu dengan kerapatan air pada suhu 4°C (Haygreen and Bowyer 1996, Tsoumis 1991). Pada penelitian ini BJ kayu dihitung melalui perbandingan antara berat kering tanur kayu dengan berat air yang volumenya sama dengan volume kayu dalam keadaan basah. Dari setiap *disk*, diambil 3 ~ 8 buah contoh uji yang mewakili masing-masing riap tumbuh yang ada. Berat kering tanur diperoleh setelah contoh uji dikeringkan dalam oven (103 ± 2)°C sampai konstan, sementara volume basah dihitung dengan metode Archimedes. Nilai BJ kayu dihitung dengan rumus:

BJ = berat kering tanur/berat air setara volume yang dipindahkan

Pengujian Keteguhan Lentur Statis: Penentuan keteguhan lentur statis dilakukan menggunakan mesin uji merek Amsler dan mengikuti prosedur standar Inggris (BS 132:1957) untuk contoh kecil bebas cacat. Contoh

uji dibuat mewakili ketiga bagian batang (gubal, teras, dan bagian dekat empulur). Nilai MOE dan MOR diperoleh dengan rumus:

$$MOE = \frac{\Delta PL^3}{4\Delta Ybh^3}$$

$$MOR = \frac{3BL}{2bh^2}$$

dimana:

MOE = keteguhan lentur (kg/cm²)

MOR = modulus patah (kg/cm²)

ΔP = beban dibawah batas proporsi (kg)

L = jarak sangga contoh uji (cm)

ΔY = defleksi yang terjadi akibat beban P (cm)

b = lebar penampang contoh uji (cm)

h = tinggi penampang contoh uji (cm)

B = beban maksimum sampai patah (kg)

Pengolahan Data

Selain dianalisis secara deskriptif, data yang bersifat kuantitatif dianalisis statistik menggunakan rancangan tersarang yang selanjutnya diuji lanjut Tukey dengan bantuan program *Minitab 13* dan *Microsoft Excel*. Model linier dari rancangan tersarang tersebut adalah (Sudjana 1985):

$$Y_{ijk} = m + A_i + B_{j(i)} + E_{ijk}$$

dimana:

i = Jati unggul atau Jati konvensional

j = bagian pangkal, tengah, atau ujung

k = ulangan

Y_{ijk} = data pengamatan pada Jati ke-i, bagian ke-j dan ulangan ke-k

m = rata-rata umum

A_i = pengaruh Jati ke-i

$B_{j(i)}$ = pengaruh bagian ke-j tersarang pada Jati ke-i

E_{ij} = pengaruh acak pada Jati ke-i, bagian ke-j dan ulangan ke-k

Hasil dan Pembahasan

Kayu Juvenil dan Kayu Dewasa

Hasil penelitian menunjukkan bahwa seluruh contoh uji kayu, baik Jati konvensional maupun Jati unggul masih merupakan 100% kayu juvenil. Hal ini ditunjukkan oleh nilai kerapatan kayu maupun panjang serat yang cenderung terus meningkat dari empulur ke arah kulit (Gambar 1 dan 2). Hal ini dapat terjadi karena pohon contoh masih tergolong muda. Pada pohon yang masih muda aktifitas jaringan kambium masih dipengaruhi oleh aktifitas pucuk. Jaringan kambium yang demikian pada umumnya cenderung menghasilkan sel-sel yang lebih panjang pada periode tumbuh berikutnya,

dan menghasilkan nilai kerapatan kayu yang lebih tinggi (Haygreen dan Bowyer 1996).

Kualitas kayu juvenil telah diketahui lebih rendah dibandingkan dengan kualitas kayu dewasa. Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa kualitas kayu dari ketiga pohon yang diteliti tergolong rendah.

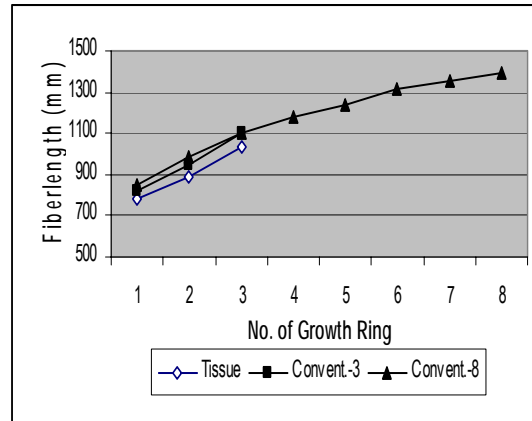


Figure 1. Fiberlength in average of each tree: it tends to increase from pith towards the bark.

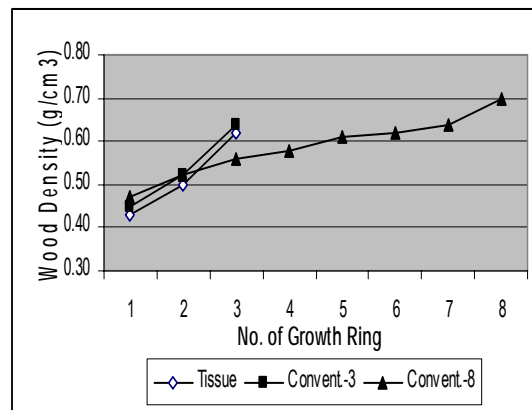


Figure 2. Wood density in average of each tree: it tends to increase from pith towards the bark.

Kayu Teras dan Kayu Gubal

Persentase kayu teras tertinggi terdapat pada kayu Jati konvensional 8 tahun yakni sebesar 58.23% di bagian pangkal dan 46.30% di bagian tengah. Sebaliknya kayu Jati unggul maupun kayu Jati konvensional 3 tahun hanya memiliki kayu teras di bagian pangkal masing-masing sebesar 29.81% dan 25% (Gambar 3). Pada keduanya belum terbentuk kayu teras baik di bagian tengah maupun di bagian ujung batang.

Diketahui pula bahwa persentase kayu teras yang ada pada kayu Jati unggul jauh lebih rendah dibandingkan dengan persentase kayu teras Jati konvensional 8 tahun meskipun diameter batang kedua pohon tersebut sama. Perbedaan umur tegakan diduga

merupakan faktor penyebab. Hal ini sesuai dengan Brown *et al.* (1994) yang mengatakan bahwa pada 3 ~ 10 tahun pertama batang pohon didominasi oleh *xylem* yang masih hidup (gubal) untuk menjamin proses pertumbuhan selanjutnya.

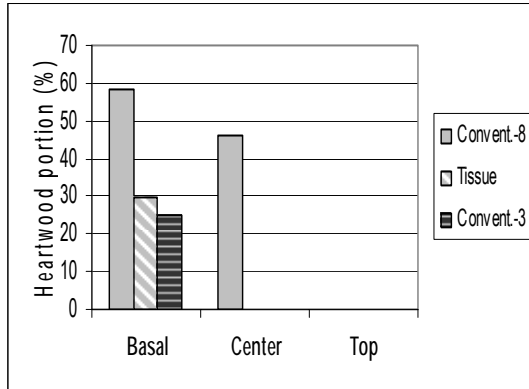


Figure 3. Heartwood portion inside the stem of each tree.

Bagian teras sangat menentukan kualitas kayu khususnya dalam hal kekuatan dan keawetan alami (Brown *et al.* 1994, Tsoumis 1991). Berkaitan dengan itu maka dapat dikatakan bahwa kayu Jati konvensional 8 tahun memiliki kualitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu Jati unggul maupun Jati konvensional 3 tahun. Antara kayu Jati unggul dan Jati konvensional yang sama-sama berumur 3 tahun tidak terdapat perbedaan yang berarti.

Kayu Awal dan Kayu Akhir

Meskipun tidak signifikan, rata-rata persentase kayu akhir pada ketiga jenis contoh uji cenderung berkurang dari bagian pangkal ke ujung (Gambar 4). Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian Haygreen and Bowyer (1996).

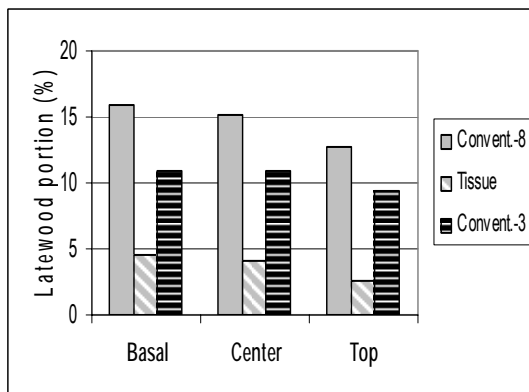


Figure 4. Latewood portion inside the stem of each tree.

Dibandingkan dengan kayu Jati konvensional (3 dan 8 tahun) terlihat bahwa persentase kayu akhir pada kayu Jati unggul lebih kecil. Hal ini menandakan bahwa kekuatan kayu Jati unggul lebih rendah dibandingkan dengan kekuatan Jati konvensional karena kayu Jati unggul lebih didominasi oleh sel-sel yang berdinding tipis. Dengan demikian maka kayu Jati konvensional baik 3 dan 8 tahun lebih baik kualitasnya dibandingkan dengan kayu Jati unggul. Rendahnya kualitas kayu Jati unggul diduga berkaitan dengan laju pertumbuhan yang tergolong cepat dan berlangsung terus menerus. Gambar 5 memperlihatkan perbedaan lebar riap tumbuh antara kayu Jati unggul dan kayu Jati konvensional.

Tekstur

Dari hasil pengukuran diameter tangensial sel pembuluh (pori-pori kayu) diketahui bahwa tekstur kayu baik Jati konvensional 3 dan 8 tahun maupun Jati unggul tergolong sedang-merata dengan nilai rata-rata berkisar 100 ~ 200 mikron (Gambar 6). Diketahui pula bahwa kayu Jati unggul memiliki tekstur yang paling halus, sedangkan kayu Jati konvensional 3 tahun paling kasar. Diameter tangensial pori-pori pada kayu Jati unggul, kayu Jati konvensional 3 dan 8 tahun berturut-turut adalah 42.5 ~ 250 mikron, 75 ~ 250 mikron, dan 50 ~ 287.85 mikron.

Hasil penelitian juga menunjukkan bahwa diameter tangensial pori-pori kayu cenderung bertambah dari bagian pangkal ke bagian ujung, kecuali pada kayu Jati konvensional 3 tahun. Hal ini menyebabkan tekstur kayu di bagian ujung cenderung lebih kasar bila dibandingkan dengan tekstur di bagian pangkal dan tengah batang.

Kerapatan dan Berat Jenis

Hasil penelitian memperlihatkan bahwa Jati konvensional 8 tahun memiliki kerapatan (*density*) kayu rata-rata tertinggi, sedangkan nilai kerapatan kayu Jati unggul setara dengan kerapatan kayu Jati konvensional 3 tahun (Gambar 7). Kerapatan kayu di bagian pangkal cenderung lebih tinggi dibandingkan dengan di bagian tengah dan ujung batang. Hal ini dimungkinkan karena sel-sel di bagian pangkal umumnya lebih tua dibandingkan dengan sel-sel penyusun di bagian tengah ataupun di bagian ujung batang.

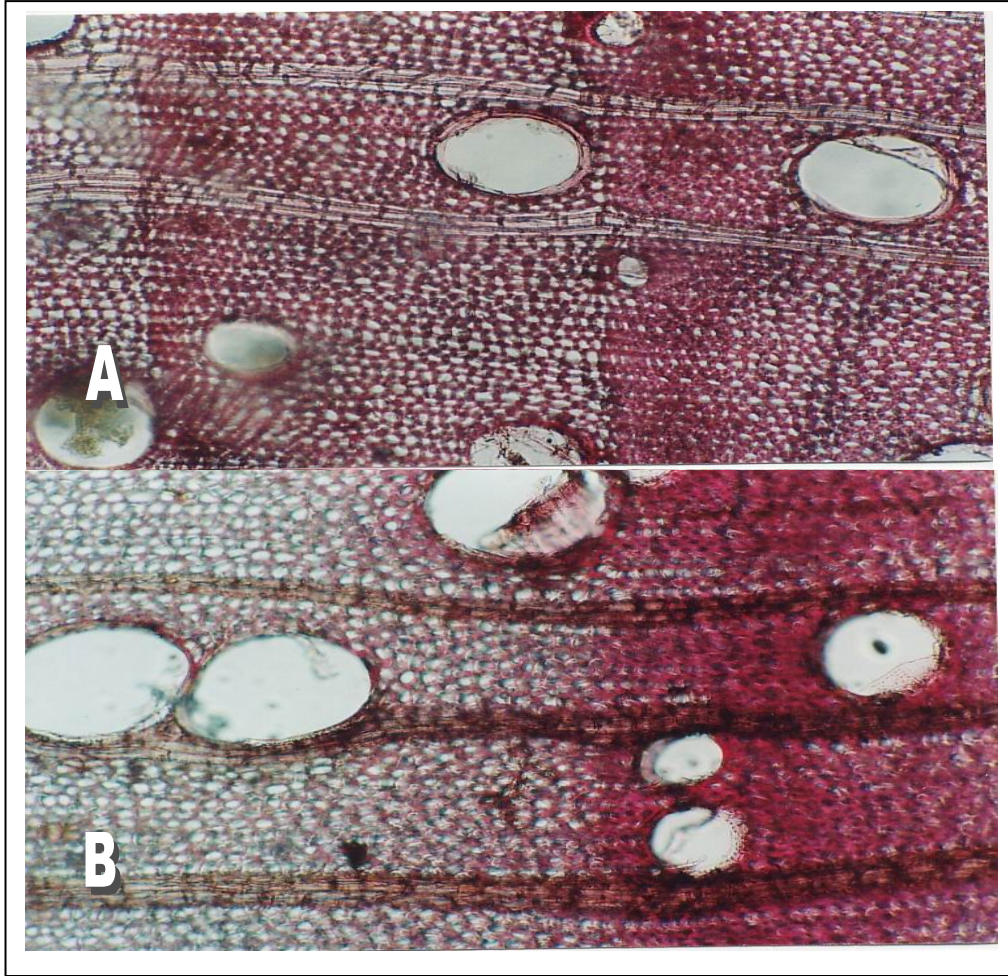


Figure 5. Growth ring wide, earlywood and latewood portion, as well as vessel elements size comparisons between tissue cultural Teakwood (A) and conventional Teakwood (B), (100x magnification)

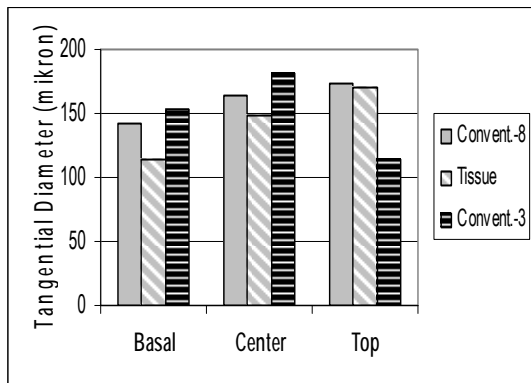


Figure 6. Tangential diameter in vessel elements inside the stem of each tree.

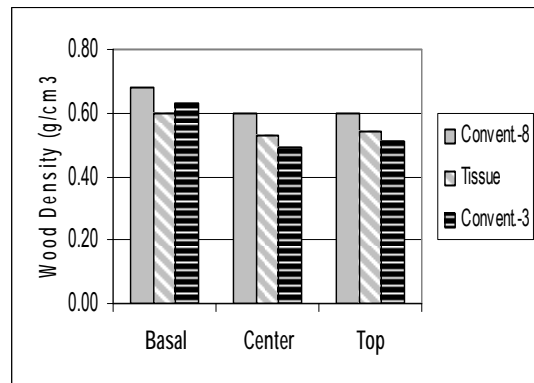


Figure 7. Wood density inside the stem of each tree.

Nilai BJ (*specific gravity*) kayu pada Jati konvensional 8 tahun berkisar 0.47 ~ 0.70 g/cm³, pada Jati unggul 0.43 ~ 0.64 g/cm³, dan pada Jati konvensional 3 tahun berkisar 0.45 ~ 0.68 g/cm³. Sama halnya dengan kerapatan kayu, Jati konvensional 8 tahun juga memiliki BJ kayu rata-rata tertinggi dibandingkan dengan Jati unggul maupun Jati konvensional 3 tahun (Gambar 8).

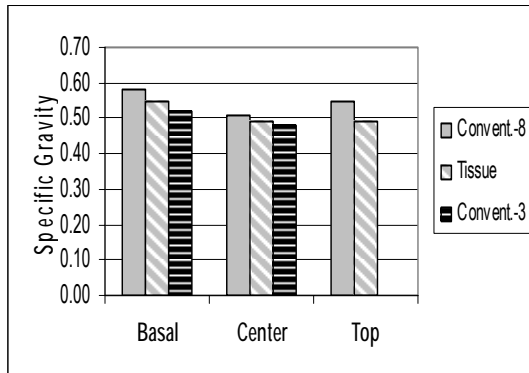


Figure 8. Specific gravity inside the stem of each tree

Berdasarkan hasil uji lanjut Tukey pada tingkat kepercayaan 95% diketahui bahwa kerapatan dan BJ kayu Jati konvensional 8 tahun memang lebih tinggi dan berbeda dibandingkan dengan kerapatan dan BJ kayu baik pada Jati unggul maupun Jati konvensional 3 tahun, sedangkan antara Jati unggul dan Jati konvensional yang berumur 3 tahun, kedua nilai tersebut relatif sebanding.

Kerapatan dan BJ kayu merupakan salah satu faktor penentu kualitas kayu dimana kayu dengan kerapatan dan/atau BJ kayu yang tinggi umumnya akan memiliki kualitas yang lebih baik, terutama dalam hal kemampuan menahan beban (kekuatan). Oleh karena itu dapat dikatakan bahwa kayu Jati konvensional 8 tahun lebih kuat dibandingkan dengan kayu Jati unggul maupun kayu Jati konvensional 3 tahun. Antara Jati unggul dan Jati konvensional 3 tahun kualitas kayu khususnya kekuatan relatif sebanding.

Keteguhan Lentur Statis (*Static Bending Strength*)

Rata-rata nilai keteguhan lentur (MOE) dan keteguhan patah (MOR) seluruh contoh uji disajikan pada Gambar 9 dan 10.

Dari Gambar 9 diketahui bahwa rata-rata MOE kayu Jati unggul lebih rendah dibandingkan dengan nilai yang sama pada kayu Jati konvensional 8 tahun, baik di bagian pangkal, tengah maupun ujung batang, tetapi sebanding dengan MOE kayu Jati konvensional 3 tahun. Meskipun demikian, MOE kayu Jati unggul tersebut relatif lebih seragam dibandingkan dengan MOE kayu Jati konvensional. Diketahui pula bahwa MOE kayu Jati konvensional 8 tahun di bagian tengah batang lebih

tinggi dibandingkan dengan MOE di bagian pangkal batang.

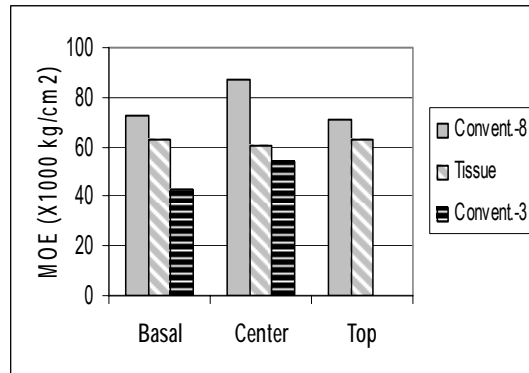


Figure 9. MOE in average inside the stem of each tree.

Berdasarkan uji lanjut Tukey ternyata MOE kayu Jati konvensional 8 tahun berbeda nyata dibandingkan dengan MOE kayu Jati unggul dan berbeda sangat nyata dibandingkan dengan MOE kayu Jati konvensional 3 tahun. MOE kayu Jati unggul tidak berbeda dibandingkan dengan MOE kayu Jati konvensional 3 tahun. Dengan demikian maka dapat dikatakan bahwa kemampuan kayu Jati unggul dalam menahan perubahan bentuk lebih rendah dibandingkan dengan kemampuan kayu Jati konvensional 8 tahun.

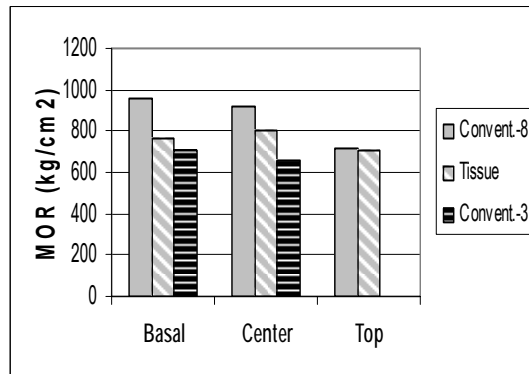


Figure 10. MOR in average inside the stem of each tree

Sama halnya dengan MOE, hasil penelitian juga menunjukkan bahwa rata-rata MOR kayu Jati unggul lebih rendah dibandingkan dengan MOR kayu Jati konvensional 8 tahun (Gambar 10). Berdasarkan uji lanjut Tukey diketahui bahwa nilai tersebut berbeda nyata bila dibandingkan dengan nilai yang ada pada kayu Jati konvensional 8 tahun, tetapi tidak berbeda bila dibandingkan dengan MOR pada kayu Jati konvensional 3 tahun. Ini menunjukkan bahwa meskipun keduanya memiliki ukuran diameter batang yang sama ternyata keteguhan patah atau kekuatan kayu Jati unggul lebih

rendah dibandingkan dengan nilai yang sama pada kayu Jati konvensional 8 tahun.

Rata-rata MOE dan MOR sebanding dengan rata-rata kerapatan dan BJ kayunya. Hal ini menunjukkan adanya hubungan linier positif antara MOE atau MOR dengan kerapatan atau dengan BJ kayu. Semakin tinggi nilai kerapatan ataupun BJ kayu maka semakin tinggi pula nilai MOE (kekakuan) dan/atau nilai MOR (kekuatan) kayu.

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan hal-hal sebagai berikut:

1. Baik kayu Jati unggul 3 tahun maupun kayu Jati konvensional 3 dan 8 tahun yang diteliti masih merupakan kayu juvenil.
2. Pohon Jati unggul dan pohon Jati konvensional 3 tahun belum menghasilkan kayu teras khususnya di bagian tengah dan ujung batang, sedangkan kayu teras pada pohon Jati konvensional 8 tahun terdapat di bagian pangkal dan tengah batang, masing-masing sebesar 58.23% dan 46.30%. Rata-rata kayu teras di pangkal batang kayu Jati unggul adalah 29.81%. Nilai tersebut tidak berbeda dibandingkan dengan kayu teras di pangkal batang Jati konvensional 3 tahun (25%).
3. Kayu Jati unggul memiliki persentase bagian kayu akhir paling rendah. Batas antara kayu awal dan kayu akhirnya kurang jelas.
4. Tekstur semua contoh uji kayu yang diteliti tergolong sedang-merata. Tekstur terhalus dijumpai pada kayu Jati unggul, sedangkan tekstur terkasar dijumpai pada kayu Jati konvensional 3 tahun.

Diterima (*accepted*) tanggal 14 April 2005

Imam Wahyudi

Departemen Teknologi Hasil Hutan – Fakultas Kehutanan – Institut Pertanian Bogor

(*Forest Products Technology Department - Faculty of Forestry – Bogor Agricultural University*)

Kampus IPB Darmaga, P.O. Box 168 Bogor 16001, INDONESIA

Tel : (0251) 621285, 422982;

Fax : (0251) 621256, 621285

E-mail : imyudarw@yahoo.com

Ahmad Faizal Arifien

Alumni Tahun 2004 – Fakultas Kehutanan – Institut Pertanian Bogor

5. Berdasarkan rata-rata nilai-nilai kerapatan dan BJ kayu, MOE serta MOR dapat disimpulkan bahwa kualitas kayu Jati unggul setara dengan kualitas kayu Jati konvensional 3 tahun. Kualitas kayu Jati unggul masih jauh dibawah kualitas kayu Jati konvensional 8 tahun.

Daftar Pustaka

- Bachri, S. 2001. Jati Super Andalan Hari Tua. <http://www.mitrabisnis.com/11301/11301a.htm>. [3 Mei 2003].
- Brown, H. P.; A. J. Panshin; C.C. Forsaith. 1994. Textbook of Wood Technology. Vol. I. McGraw-Hill Book Company Inc. 4th Edition New York.
- Gold Teak Ethical Investment (GTEI). 2003. Fakta-Fakta Tentang Jati. <http://www.goldteak.com/indonesia/factsaboutteak.htm>. [3 Mei 2003].
- Haygreen, J. G.; J. L. Bowyer. 1996. Forest Products and Wood Science: An Introduction. 3rd Edition. Ames IA. Iowa State University Press. Iowa.
- Prayitno. 2003. Program Muria Hijau I Tanam 10.000 Pohon. Harian Umum Suara Merdeka. Muria. Halaman 1 (kolom 1-4). 12 Maret 2003
- Soedaryanto. 2000. Karakteristik Organisasi Pembalok Tradisional dalam Pembalakan Ilegal di KPH Cepu Perum Perhutani Unit I. Skripsi. Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Tidak Diterbitkan.
- Sudjana, M.A. 1985. Desain dan Analisis Eksperimen. Tarsito. Bandung.
- Tsoumis, G. 1991. Science and Technology of Wood. Structure, Properties, Utilization. Van Nostrand Reinhold. New York.

**Studi Perbandingan Metode Sampling Bor Riap dengan Disk untuk
Pengukuran Proporsi dan Dimensi Serat Kayu Sengon Salomon
(*Paraserianthes falcataria*, (L.) Nielsen)**
*Comparative Study of Two Types Sampling Method for
Measuring Cell Proportion and Fiber Dimension on Sengon Salomon Wood
(*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielsen)*

Harry Praptoyo

Abstract

The objective of this research was to determine the differentiation on the measurement result of cell proportion and fiber dimension that caused by the different of sampling methods. The research was conducted at the Laboratory of Wood Structure and Properties, Faculty of Forestry, Gadjah Mada University.

The research designed with completely random design composed by factorial experiment, which considered two factors, namely: 1) Sampling methods: disk method and drill method, and 2) Radial distribution: center/pitch, center-bark and near bark. Analysis of variance was conducted in order to evaluate the variation in all data of two factors mentioned above. The relationship between sampling method and radial distribution was also evaluated. The data variables were: fiber length, cell diameter, lumen diameter, cell wall thickness, and the proportion of vessel, rays, fiber and parenchyma. The observation on fiber length was conducted by using light microscope or scanning electron microscope. The observation on cell proportion was conducted by using photomicroscope and dot grid.

The results of the research showed that the different of sampling methods have not any influenced to the measurement result of cell proportion and fiber dimension on Sengon wood. Whereas the radial distribution of wood has significant influenced in fiber dimension, especially in fiber length and cell wall thickness, but in cell proportion, radial distribution has not influenced.

Key words: drill method, disk method, cell proportion, fiber dimension.

Pendahuluan

Kendala penelitian yang dihadapi dalam melakukan penelitian terhadap kayu dari tanaman hasil pemuliaan pohon adalah bahwa tanaman tersebut umumnya tidak boleh ditebang, karena masih dalam penelitian. Kendala tersebut sebenarnya dapat diatasi dengan melakukan pengambilan contoh uji kayu tanpa menebang pohonnya, yaitu dengan menggunakan bor riap. Bor riap ini adalah suatu alat yang dapat digunakan untuk mengambil contoh uji kayu dari pohon yang masih hidup tanpa melakukan penebangan.

Penelitian dengan menggunakan alat ini juga ada hambatan karena bor riap yang ada memiliki diameter 0.5 cm, sehingga dikhawatirkan hasil penelitian anatomi kayu dengan menggunakan alat ini akan banyak kesalahannya. Oleh karena itu perlu untuk melakukan penelitian dengan membandingkan hasil penelitian yang contoh uji kayunya diperoleh dari bor riap dengan yang menggunakan cakram/disk. Apabila dari hasil penelitian tersebut diperoleh hasil yang tidak signifikan, maka penelitian anatomi kayu dapat dilakukan tanpa harus menebang pohon.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui apakah ada perbedaan yang cukup nyata dari hasil

penelitian struktur anatomi kayu yang disebabkan oleh adanya perbedaan didalam metode pengambilan contoh uji kayu, yaitu metode pertama menggunakan cakram/disk dan metode yang kedua menggunakan bor riap.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Pohon yang digunakan dalam penelitian ini adalah pohon Sengon Laut Salomon (*Paraserianthes falcataria*, (L.) Nielsen) merupakan salah satu jenis genus *Paraserianthes* yang berasal dari uji provenan Kepulauan Salomon. Pohon ini diperoleh dari Kesatuan Pemangkuan Hutan (KPH) Kediri, Blok 8A, umur 4 tahun. Bahan lainnya antara lain: alkohol, *safranin* (zat warna), *silol*, canada balsam, peroksida, *aquadest*, dan asam asetat glasial.

Peralatan yang digunakan dalam pelaksanaan penelitian ini meliputi: gergaji potong, mikrotom, fibroskop, fotomikroskop, *dot grid*, mikrometer, kurvimeter, mikroskop berskala, obyek glas, dek glas, pipet, jarum preparat, tabung reaksi, gelas piala dan film.

Metode

Pengambilan Contoh Uji: Contoh uji kayu diambil dari batang pokok bebas cabang pada ketinggian 1.3 m di atas permukaan tanah dari pohon yang telah dipilih dengan letak pengambilan contoh uji yang sama dan dilakukan pengambilan contoh uji dengan *disk* dan bor riap.

Untuk masing-masing contoh uji tersebut selanjutnya ditentukan posisi untuk sebaran arah radial yaitu R1 (dekat empulur), R2 (tengah), dan R3 (dekat kulit). Kemudian dibuat contoh uji untuk proporsi sel dan dimensi serat.

Pengukuran Proporsi Sel: Penentuan dan pengukuran proporsi sel dilakukan dengan membuat preparat uji pada arah transversal, radial dan tangensial. Preparat uji yang diperoleh difoto dengan fotomikroskop dengan perbesaran 125x, kemudian dari hasil foto preparat dapat diukur proporsi tiap selnya dengan menggunakan alat *dot grid* (Kasmudjo 1998).

Pengukuran Dimensi Serat: Penentuan dan pengukuran dimensi serat dilakukan dengan membuat preparat awetan. Proses selanjutnya adalah pengukuran dimensi serat dengan menggunakan fibroskop perbesaran 45x, dengan terlebih dahulu melakukan kalibrasi skala yang ada. Pengukuran panjang seratnya diukur dengan kurvimeter atau mistar (Kasmudjo, 1998).

Hasil dan Pembahasan

Data dan analisis hasil penelitian pengaruh penggunaan metode bor riap terhadap struktur anatomi kayu Sengon Salomon mengenai proporsi tipe sel dan dimensi serat dapat dilaporkan sebagai berikut.

Proporsi Sel

Hasil pengukuran prosentase masing-masing tipe sel kayu Sengon Salomon berdasarkan metode bor riap dan metode disk dapat dilihat pada Tabel 1.

Setelah dilakukan uji statistik diketahui bahwa perbedaan penggunaan metoda bor riap dengan disk secara keseluruhan tidak berbeda nyata, kecuali pada persentase pembuluh. Hal ini karena pengambilan contoh uji kayu dengan menggunakan bor riap tidak merusakkan contoh uji kayu yang akan dibuat preparat. Untuk lebih jelasnya preparat hasil pengambilan contoh uji baik yang melalui metoda disk maupun metoda bor riap dapat dilihat pada Gambar 1. Sedangkan untuk pengukuran sel pembuluh yang menunjukkan adanya perbedaan, hal ini lebih dikarenakan sel pembuluh merupakan sel penyusun kayu yang mempunyai ukuran diameter sel paling besar dibanding sel-sel kayu yang lain sehingga sangat mudah mengalami kerusakan pada waktu dilakukan pembuatan preparat (Soenardi 1999). Selain itu juga penyebaran pembuluh yang cenderung tunggal/soliter juga mengakibatkan gambar sel pembuluh yang dipakai untuk pengukuran proporsi banyak yang rusak, sehingga hasil pengukuran menunjukkan adanya perbedaan pada proporsi sel pembuluh.

Sedangkan untuk faktor kedudukan kayu pada arah radial, setelah dilakukan analisis statistik diperoleh bahwa proporsi sel tidak dipengaruhi oleh kedudukan sel pada arah radial. Baik proporsi sel serabut, pembuluh, parenkim maupun jari-jari kayu. Hal ini sesuai dengan pendapat Casey (1961) dimana proporsi tipe sel tidak dipengaruhi oleh kedudukan kayu pada arah radial.

Table 1. Average percentage value of rays, vessels, parenchyma, and fiber based on different methods and radial distribution of Sengon Salomon (*Paraserienthes falcataria*, (L.) Nielsen) (%).

Methods	Radial	Vessel	Rays	Parenchyma	Fiber
Disk	R1	12.32	8.40	4.84	74.43
	R2	11.11	11.97	6.20	70.73
	R3	14.10	10.54	5.63	69.73
Drill	R1	6.34	8.40	4.99	80.27
	R2	8.76	13.68	4.77	72.79
	R3	9.12	9.97	5.34	75.57

Note: R 1 ~ R3: from pith to bark direction

Table 2. Average value of fiber length, diameter cell, diameter lumen and cell wall thickness based on different methods and radial distribution of Sengon Salomon (*Paraserienthes falcataria*, (L.) Nielsen).

Methods	Radial	Fiber length (mm)	Ø Fiber (mikron)	Ø Lumen (mikron)	Thickness (mikron)
Disk	R1	0.69	31.26	27.50	1.88
	R2	0.90	34.53	31.43	1.55
	R3	1.09	35.99	32.51	1.74
Drill	R1	0.78	37.68	33.29	2.19
	R2	0.88	37.47	33.97	1.75
	R3	1.06	37.13	33.60	1.76

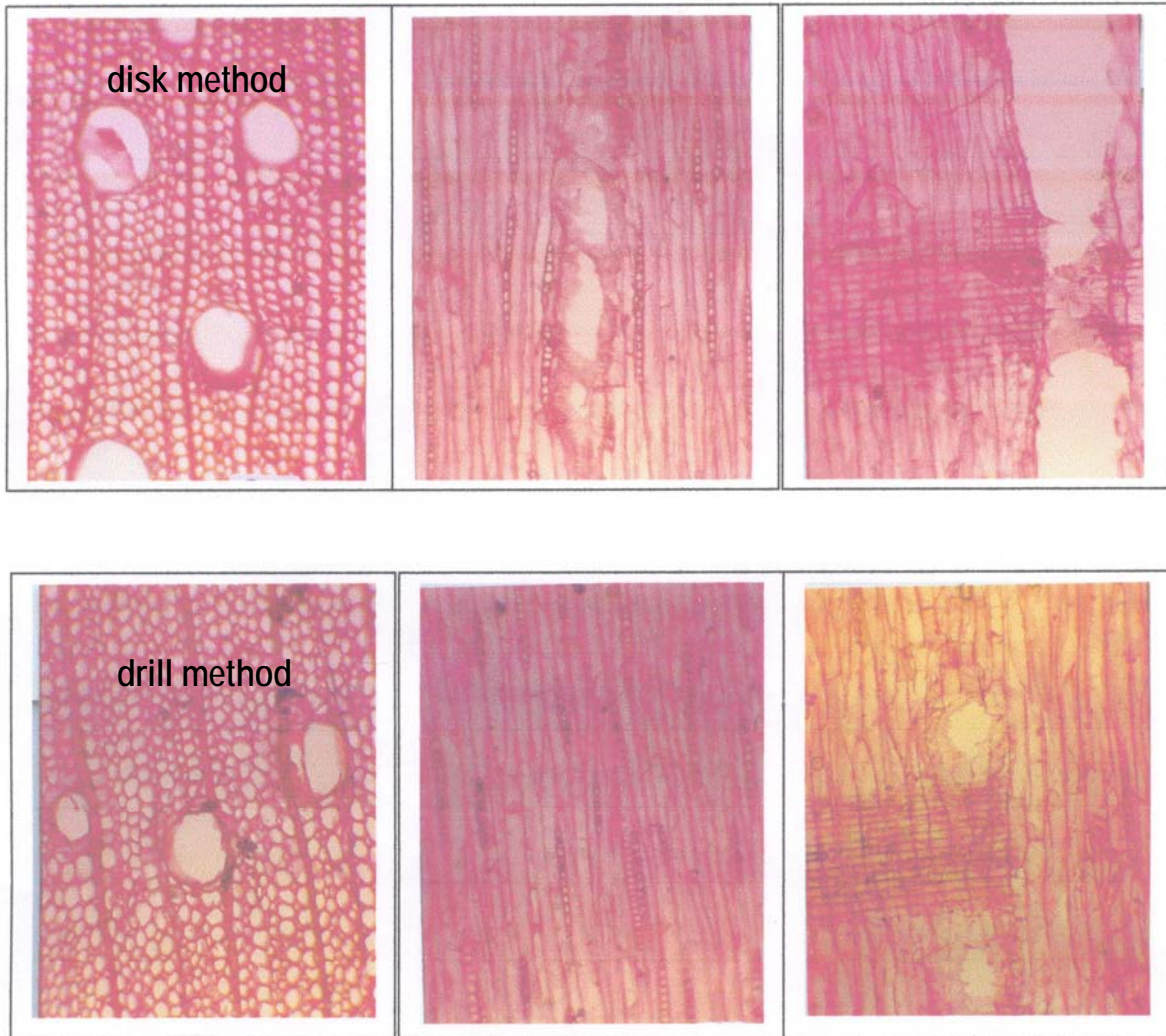


Figure 1. Transverse, tangential and radial section from disk method and drill method.

Dimensi Serat

Dari hasil pengukuran dimensi serat yang dilakukan dengan menggunakan fibroskop, dan mikroskop berskala berdasarkan metode bor riap dan metode disk, didapatkan hasil rata-rata dimensi serat seperti tercantum pada Tabel 2.

Dari hasil analisis keragaman yang telah dilakukan menunjukkan bahwa faktor radial berpengaruh sangat nyata terhadap panjang serat. Secara grafis distribusi nilai panjang serat kayu Sengon Salomon pada tiga arah radial kayu dekat hati/empulur (R1), tengah (R2) dan dekat kulit (R3) dapat dilihat pada Gambar 2.

Rata-rata panjang serat terdapat kecenderungan mengalami peningkatan dari dekat empulur, tengah dan dekat kulit. Hal ini sangat berkaitan dengan keadaan kayu di dekat empulur umumnya didominasi oleh kayu-kayu yang belum dewasa atau sering disebut kayu

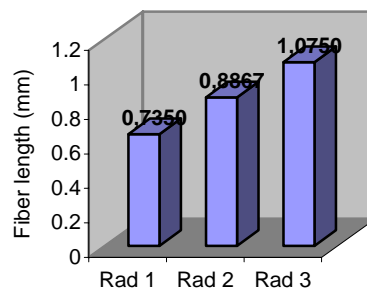


Figure 2. The effect of radial direction to fiber length

juvenil, dimana pada umumnya kayu juvenil ini mempunyai serat yang lebih pendek dan kualitas yang lebih rendah dibanding kayu dewasa. Hal ini sesuai dengan Haygreen dan Bowyer (1996) yang menyatakan dalam kayu daun lebar dan kayu daun jarum sel-sel kayu juvenil lebih pendek daripada kayu-kayu dewasa.

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa faktor metode tidak berpengaruh terhadap ketebalan dinding sel, sedangkan faktor radial berpengaruh nyata terhadap tebal dinding sel. Secara grafis distribusi nilai diameter lumen kayu Sengon Salomon pada tiga arah radial kayu dekat hati/empulur (R1), tengah (R2) dan dekat kulit (R3) dapat dilihat pada Gambar 3.

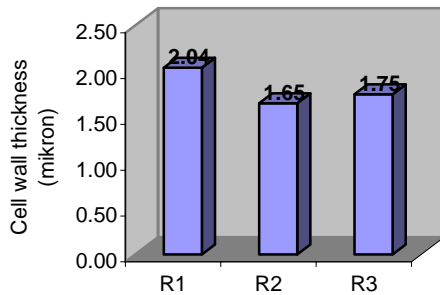


Figure 3. The effect of radial direction to cell wall thickness

Kesimpulan

Dari hasil penelitian proporsi tipe sel dan dimensi serat kayu Sengon Salomon berdasar metode bor riap dan metode *disk*, dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

Diterima (*accepted*) tanggal 1 Nopember 2004

Harry Praptoyo

Jurusan Teknologi Hasil Hutan - Fakultas Kehutanan UGM

(*Forest Products Technology Department – Faculty of Forestry, Gajah Mada University*)

Kampus Bulaksumur Yogyakarta

Telp : (0274) 523 553;

Fax : (0274) 523 553

Email : harpa_05@yahoo.com

1. Penggunaan metoda bor riap dan metoda disk tidak memberikan perbedaan yang nyata untuk pengukuran dimensi serat. Demikian juga terhadap proporsi sel juga tidak memberikan perbedaan yang nyata sebagai akibat perbedaan penggunaan kedua metoda tersebut.
2. Letak kedudukan kayu pada arah radial tidak memberikan perbedaan yang nyata terhadap hasil pengukuran proporsi tipe sel.
3. Untuk dimensi serat terdapat variasi sebagai berikut
 - Panjang serat berbeda nyata pada arah radial, dimana panjang serat untuk bagian dekat kulit lebih panjang dibanding bagian dekat hati, demikian juga untuk tebal dinding sel kayu.
 - Diameter serat dan diameter lumen tidak berbeda nyata pada arah radial kayu.

Daftar Pustaka

- Casey, J. P. 1961. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology Vol. II. Second Edition. Interscience Publisher, Inc. New York.
- Haygreen; Bowyer. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar. (Terjemahan Sutjipto A. Hadikusuma). Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Kasmudjo. 1998. Cara Penentuan Proporsi Tipe Sel dan Dimensi Sel Kayu. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan UGM.
- Soenardi. 1999. Struktur dan Sifat Kayu. Jilid II. Asal dan Perkembangan Sel Kayu. Bagian Penerbitan Fakultas Kehutanan, Universitas Gajah Mada.

Pemanfaatan Kulit Kayu Akasia (*Acacia mangium* Willd) untuk Papan Partikel dengan Kadar Fenol Formaldehida Rendah

*Utilization of Acacia (*Acacia mangium* Willd) Bark for Particleboard with Low Phenol Formaldehyde Content*

Subyakto, Lisman Suryanegara, Mohamad Gopar dan Kurnia Wiji Prasetyo

Abstract

Industrial forest plantation is a future for supplying raw material of wood industries. From the wood harvesting, bark wastes are abundantly resulted. As an illustration, a pulp factory in Palembang produces about 500 ton per day of bark waste of *Acacia mangium* Willd. At present the utilization of bark wastes was not optimally done. The purpose of this experiment was to utilize bark waste for particleboard, it is expected that high tannin content in the bark will reduce amount of adhesive applied.

Fresh bark was cut into chips and processed further with a ring flaker machine to produce bark particles. Bark particles were mixed with Phenol Formaldehyde adhesive and water then hot pressed at temperature of 150°C, pressure of 20 kgf/cm², for 15 minutes. Amount of adhesive was varied at 4%, 6% and 8% based on dry weight of particles. Water was added for 10% of dry weight of particles. The size of board was 25 cm x 25 cm x 1 cm, with target densities of 0.7 and 0.9 g/cm³, with 2 replications. Boards were tested for their physical and mechanical properties in accordance with JIS A 5908.

Results shown that board with density of 0.9 g/cm³ and amount of adhesive of 6% and 8% have internal bond and MOR (modulus of rupture) that met JIS A5908 type 8; while values of MOE (modulus of elasticity) and thickness swelling were not met the standard.

Key words: *Acacia mangium* Willd, bark, particleboard, phenol formaldehyde.

Pendahuluan

Hutan tanaman industri (HTI) dari berbagai jenis kayu, antara lain Akasia (*Acacia mangium* Willd), merupakan salah satu sumber bahan baku kayu untuk industri perkayuan yang potensial di masa depan (Supriadi dan Wahyono 2002). Dari pemanenan kayunya akan dihasilkan limbah kulit kayu yang cukup banyak, karena dari volume batangnya terdapat sekitar 10% volume kulit kayu. Sebagai contoh, kayu Akasia yang dijadikan bahan baku dari pabrik pulp di Palembang menghasilkan limbah kulit kayu sekitar 500 ton/hari. Selama ini pemanfaatan limbah kulit kayu Akasia tersebut belum dilakukan secara maksimal, yaitu hanya untuk bahan bakar *boiler* atau dibuang.

Dengan semakin langkanya bahan baku kayu untuk industri perkayuan, akhir-akhir ini berkembang kecenderungan untuk memanfaatkan bahan-bahan lain sebagai alternatif dari kayu, misalnya limbah dari kegiatan pertanian (Xu *et al.* 2004). Melihat potensi yang ada, maka kulit kayu juga merupakan sumber bahan baku yang potensial untuk dikembangkan sebagai bahan baku industri panel. Kulit kayu mengandung lebih banyak lignin dan lebih sedikit polisakarida dibandingkan dengan kayu. Kulit kayu dari kayu daun lebar (*hardwoods*) mengandung lignin 40 ~ 50%, polisakarida

32 ~ 45%, zat ekstraktif 5 ~ 10%, serta abu sampai dengan 20% (Anonim 1971). Kulit kayu Akasia mengandung tanin dalam jumlah yang tinggi dan bisa mencapai 48% dari kulit kayu dengan kualitas yang baik (bilangan *Stiasny* 94%) sehingga sangat berpotensi untuk dijadikan bahan perekat kayu (Yano *et al.* 2003).

Penelitian pemanfaatan kulit kayu Akasia sebagai campuran partikel kayu untuk membuat papan partikel maupun kulit kayu Akasia sebagai perekat telah banyak dilakukan (Subyakto dan Prasetya 2003, Subyakto *et al.* 2003, Prasetya *et al.* 2003). Pemanfaatan langsung serbuk kulit kayu Akasia tanpa perekat sintetis dengan perbandingan partikel kayu dan kulit kayu 60 : 40 menghasilkan papan partikel yang paling baik meskipun pengembangan tebal dan *modulus of elasticity* (MOE) nya belum memenuhi standar (Subyakto dan Prasetya 2003). Pada penelitian berikut ini papan partikel dibuat keseluruhannya dari kulit kayu Akasia dan tidak dicampur dengan partikel kayu. Secara umum kulit kayu mengandung lebih sedikit serat yang terdapat di kulit bagian dalam (*inner bark*) dibandingkan dengan kayu karena itu jika dibuat papan partikel maka kekuatannya lebih rendah (Anonim 1971). Disamping itu kulit kayu mempunyai konduktifitas panas lebih kecil, karena itu biasanya kulit kayu banyak digunakan untuk membuat papan partikel kerapatan rendah untuk tujuan insulasi.

Meskipun demikian pada penelitian ini dicoba dibuat papan partikel konvensional dengan kerapatan yang cukup tinggi untuk melihat apakah kulit kayu Akasia bisa digunakan sebagai bahan baku papan partikel untuk tujuan seperti *furniture*, bukan untuk tujuan insulasi. Pada penelitian ini secara khusus diamati pengaruh kadar perekat dan kerapatan papan terhadap sifat-sifat papan partikel. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan limbah kulit kayu untuk papan partikel konvensional dan diharapkan banyaknya kandungan tanin di dalam kulit kayu Akasia dapat membantu proses perekatan, sehingga akan menghemat pemakaian perekat sintetis yang dipakai.

Bahan dan Metode

Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah kulit kayu Akasia (*Acacia mangium* Willd) berasal dari suatu perusahaan HTI di Palembang. Kulit kayu dalam keadaan segar diambil dari 4 batang pohon yang ditebang pada umur 10 tahun, dengan posisi pengambilan kulit kayu yaitu dari bagian batang bawah sampai ketinggian 5 m. Kulit kayu dipotong-potong menjadi ukuran lebar sekitar 15 cm dan panjang 50 cm, kemudian langsung dikirim ke UPT Balitbang Biomaterial – LIPI Cibinong, tempat dilakukannya penelitian. Perekat yang digunakan adalah *Phenol Formaldehyde* (PF) dengan kadar padatan 48% buatan suatu perusahaan perekat di Probolinggo.

Metode Penelitian

Kulit kayu segar sebanyak 30 kg dipotong-potong menjadi ukuran serpih sekitar 3 cm x 5 cm. Serpih tersebut diproses dengan alat *ring flaker* sehingga dihasilkan partikel kulit kayu. Partikel kemudian dikeringkan sampai kadar air sekitar 5%. Partikel diayak dengan ayakan berukuran 10 mesh sehingga dihasilkan partikel halus yang lolos ayakan dan partikel kasar yang tertahan di ayakan. Dari hasil pengayakan diperoleh partikel halus yang sebagian besar terdiri dari bagian kulit luar dan partikel kasar, dan partikel kasar yang sebagian besar merupakan kulit dalam berupa serat bercampur dengan kulit luar dengan perbandingan berat sekitar 1 : 2. Partikel kulit kayu (halus 1 bagian dan kasar 2 bagian) tersebut dicampur dengan perekat PF di dalam drum pencampur dengan cara menyemprotkan perekat dengan *spray gun*, kemudian dibuat cetakan (*mat*), dan dipres panas pada alat *hot press*. Suhu pres yang digunakan adalah 150°C, tekanan 20 kg/cm², dan lama pengepresan 15 menit. Kadar perekat divariasikan 4%, 6% dan 8% dari berat kering partikel. Air ditambahkan sebanyak 10% dari berat kering partikel dengan tujuan tanin yang terkandung dalam kulit kayu dapat turut berfungsi sebagai perekat. Papan dibuat dengan target kerapatan 0.7 dan 0.9 g/cm³, ukuran

papan 25 x 25 x 1 cm, dan ulangan 2 kali. Papan yang dihasilkan diuji sifat-sifat fisik dan mekaniknya berdasarkan standard JIS A 5908. Pada setiap papan diambil 2 buah contoh uji sehingga untuk 2 kali ulangan (papan) ada 4 contoh uji untuk setiap sifat-sifat fisik dan mekanik yang diuji.

Hasil dan Pembahasan

Sifat-sifat Fisis

Hasil pengujian sifat-sifat fisis papan partikel yaitu pengembangan tebal dan penyerapan air disajikan pada Gambar 1 dan 2. Kerapatan papan partikel yang dibuat sedikit lebih tinggi dari kerapatan target. Sedangkan kadar air papan partikel yang dihasilkan berkisar antara 12.08 ~ 13.36%.

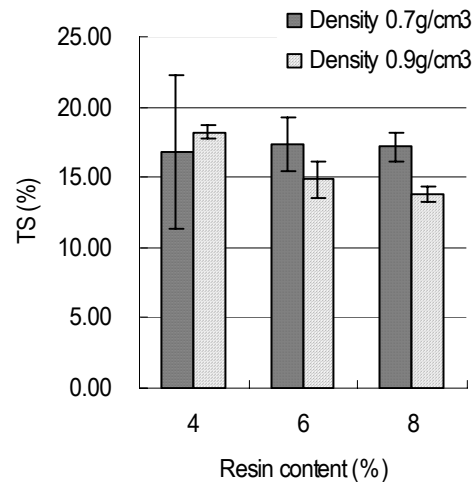


Figure 1. Thickness swelling (TS) of particleboard.

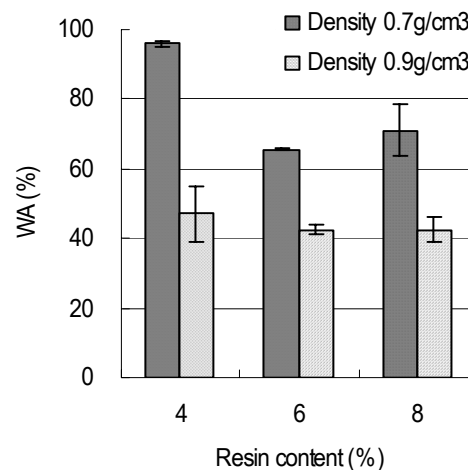


Figure 2. Water absorption (WA) of particleboard.

Dapat dilihat dari Gambar 1 bahwa pengembangan tebal papan partikel pada target kerapatan 0.7 g/cm³ menunjukkan nilai yang hampir sama untuk setiap kadar perekat PF. Sedangkan pada target kerapatan 0.9 g/cm³ menunjukkan bahwa semakin besar kadar PF maka pengembangan tebalnya semakin kecil. Pada penelitian ini seluruh nilai pengembangan tebal tidak memenuhi standar JIS A5908 yaitu maksimal 12%.

Nilai penyerapan air (Gambar 2) secara umum lebih besar pada papan partikel dengan target kerapatan 0.7 g/cm³ dibandingkan dengan target kerapatan 0.9 g/cm³. Dari komposisi kulit kayu diketahui bahwa kulit kayu lebih sedikit mengandung serat dibandingkan dengan kayu, dan sebagian besar kulit kayu bagian luar merupakan periderm yang sering disebut *cork* (Anonim 1971). Karena itu sifat pengembangan tebalnya memang lebih besar dibandingkan dengan kayu. Untuk memperbaiki sifat pengembangan tebal papan partikel dari kulit kayu ini dapat ditambahkan *wax* pada waktu pembuatannya.

Sifat-sifat Mekanis

Hasil pengujian sifat-sifat mekanis papan partikel yaitu keteguhan rekat/*internal bond* (IB), *modulus of rupture* (MOR), dan *modulus of elasticity* (MOE) dapat dilihat pada Gambar 3, 4 dan 5. Nilai IB yang dihasilkan cukup tinggi untuk semua perlakuan, yaitu memenuhi standar JIS A 5908 untuk papan partikel tipe 18 (minimal 3.1 kgf/cm²), kecuali untuk target kerapatan 0.7 g/cm³ dengan kadar perekat PF 4% yang memenuhi standar untuk papan partikel tipe 13 (minimal 2.0 kgf/cm²). Nilai MOR untuk papan partikel dengan target kerapatan 0.9 g/cm³ memenuhi standar untuk papan partikel tipe 8 (minimal MOR 82 kgf/cm²) untuk kadar perekat 6% dan 8%. Sedangkan papan partikel dengan target kerapatan 0.7 g/cm³ nilai MOR nya untuk semua kadar perekat tidak memenuhi standar. Demikian pula nilai MOE untuk semua papan partikel yang dibuat tidak memenuhi standar.

Dari Gambar 3, 4 dan 5 dapat dilihat kecenderungan bahwa sifat mekanis papan dengan target kerapatan 0.7 g/cm³ lebih rendah dibandingkan dengan target kerapatan 0.9 g/cm³. Sifat mekanis papan partikel semakin tinggi dengan bertambahnya kadar perekat yang digunakan. Akan tetapi pada target kerapatan 0.9 g/cm³ terlihat bahwa papan partikel dengan kadar perekat 6% lebih baik sifat mekanisnya dibandingkan dengan kadar perekat 8%. Kemungkinan adanya tanin pada kulit kayu memberikan kontribusi pada sifat perekatan. Pada penelitian pendahuluan dilakukan pembuatan papan partikel dari kulit kayu Akasia tanpa diberi air pada waktu mencampur perekat dengan partikelnya. Hasil pengujian yang dilakukan pada papan partikel tersebut menunjukkan bahwa sifat-sifat fisis dan mekanisnya sangat rendah.

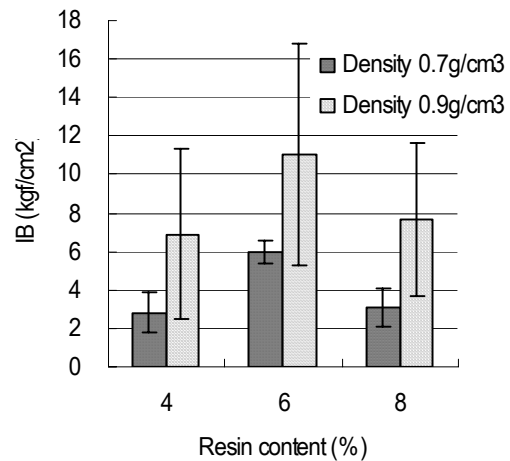


Figure 3. Internal bond (IB) of particleboard.

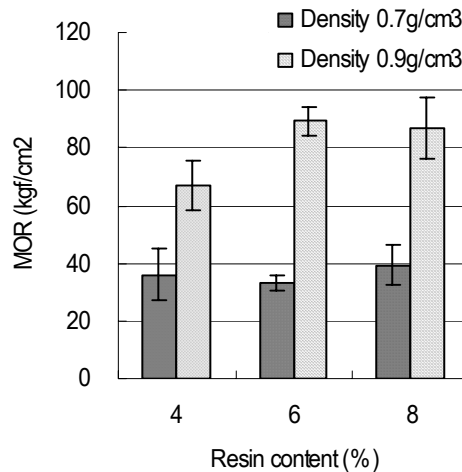


Figure 4. Modulus of rupture (MOR) of particleboard.

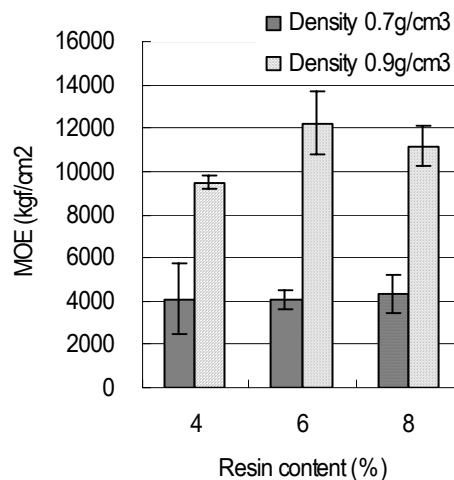


Figure 5. Modulus of elasticity (MOE) of particleboard

Karena itu pada penelitian ini ditambahkan air sebanyak 10% dari berat kering partikel agar tanin dapat bereaksi. Penelitian Yano *et al.* (2003) yang memanfaatkan serbuk kulit kayu Akasia sebagai bahan perekat kayu lapis tahan air (*waterproof*); menggunakan formulasi 100 bagian serbuk kulit kayu, 10 bagian paraformaldehida dan 140 bagian air.

Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa papan partikel yang dibuat dari kulit kayu Akasia (*Acacia mangium* Willd) dengan kadar PF 6%, 8% pada kerapatan 0.9 g/cm³ dapat memenuhi standard JIS A 5908 untuk nilai IB dan MOR, sedangkan nilai MOE dan pengembangan tebal belum memenuhi standar. Untuk memperbaiki sifat pengembangan tebal disarankan untuk menambahkan *wax*, sedangkan untuk menambah nilai MOE bisa dilakukan dengan melapisi papan partikel dengan vinir kayu.

Daftar Pustaka

- Anonymous. 1971. Bark and Its Possible Uses. USDA Forest Service. Research Note FPL 091. Madison.
- Prasetya, B.; Subyakto; B. Subiyanto; Sudijono; S. Yusuf; E. Hermiati. 2003. Utilization of Bark from *Acacia mangium* Willd as Bonding Components in Some Applications in Wood Composite. Proceedings of International Symposium on Sustainable Utilization of *Acacia mangium*. Wood Research Institute, Kyoto University, Japan. pp. 107-118.
- JIS A 5908-1994. Particleboards. Japanese Standard Association.
- Subyakto; L. Suryanegara; Sudijono; M. Gopar; B. Prasetya; B. Subiyanto. 2003. Development of Binder Less Particleboard from *Acacia mangium* Bark. Proceedings of International Symposium on Sustainable Utilization of *Acacia mangium*. Wood Research Institute, Kyoto University, Japan. pp. 119-123.
- Subyakto; B. Prasetya. 2003. Pemanfaatan Langsung Serbuk Kulit Kayu Akasia sebagai Perekat Papan Partikel. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis 1(1): 20-25.
- Supriadi, B.; R. Wahyono. 2002. Potensi Kayu *Acacia mangium* serta Pemanfaatannya Secara Luas. Prosiding Seminar Nasional MAPEKI V, 30 Agustus-1 September 2002, Bogor, pp. 618-622.
- Xu, X.; D. Zhu; Q. Wu; R.P. Vlosky. 2004. Agro-Based Composite in China: Opportunities and Challenges. Forest Products Journal 54(5): 8-15.
- Yano, H.; S. Ogawa; C.M.E. Susanti. 2003. The Direct Conversion of *Acacia mangium* Bark into Waterproof Wood Adhesives. Proceedings of International Symposium on Sustainable Utilization of *Acacia mangium*. Wood Research Institute, Kyoto University, Japan. pp. 96-99.

Diterima (*accepted*) tanggal 16 Nopember 2004

Subyakto, Lisman Suryanegara, Mohamad Gopar, Kurnia Wiji Prasetyo
UPT Balai Penelitian dan Pengembangan Biomaterial – LIPI
(*Research and Development Unit for Biomaterials – LIPI*)
Jl. Raya Bogor Km 46, Bogor 16911
Tel : 021-87914511
Fax : 021-87914510,
E-mail : momosubyakto@yahoo.com

**Pencegahan Serangan Bubuk *Dinoderus minutus* Farb.
pada Bambu Lapis dan Kayu Lapis**
*The Prevention of the Powder Post Beetle Dinoderus Minutus Farb. Infestation
on Plybamboo and Plywood*

Jasni dan I.M.Sulastiningsih

Abstracts

Bamboo and wood are essential natural resources in Indonesia. Both natural resources can be made for plybamboo and plywood respectively. However, bamboo and wood are very susceptible to powder post beetle infestation. To cope with the infestation, a preservative treatment is applied. The permethrin preservative with active ingredient of 36.8 % was mixed in the urea formaldehyde glue, and the concentrations used were 0%; 0.5%; 1.0% and 1.5% based on urea formaldehyde weight (or 0 g/m³, 450 g/m³, 900 g/m³ and 1,350 g/m³ based on plybamboo or plywood volume). The bamboo species, *Gigantochloa apus* Kurz. and the wood species, *Anthocephalus cadamba* Miq. were used respectively. The durability of plybamboo and plywood were tested to the powder post beetle *Dinoderus minutus* Farb.

The results revealed that the higher the preservative concentration the higher the mortality of powder post beetle, the lower the rate of beetle infestation for both on plybamboo and plywood. The addition of permethrin in the urea formaldehyde glue at the minimum level of 0.5% (450 g/m³) was effective to prevent the infestation of powder post beetle *Dinoderus minutus* Farb on plybamboo and plywood.

Key words: ply bamboo, plywood, permethrin, *Dinoderus minutus* Farb.

Pendahuluan

Bambu di Indonesia terdapat 125 species, 39 species diantaranya sudah teridentifikasi dan 11 species tergolong komersial (Supriadi 2001). Penggunaan bambu di Indonesia dapat digolongkan pada pengguna tradisional, yaitu petani, masyarakat pedesaan, pengerajin pada upacara keagamaan/kebudayaan dan pemakai industri, yaitu pabrik kertas, pabrik supit (*chop-stick*), penyangga bunga (*flower stick*), pabrik papan semen bambu (*askaboard*) dan pengalengan bambu. Di masa datang tidak tertutup kemungkinan berdiri pabrik bambu lapis (*plybamboo*), lantai bambu (*flooring*), papan partikel bambu (*bamboo particleboard*) dan arang aktif (Supriadi 2001).

Bambu lapis adalah suatu produk yang diperoleh dengan cara menyusun bersilangan tegak lurus beberapa lembar vinir bambu yang direkat dengan perekat. Di Indonesia, produk bambu lapis telah dibuat sejak tahun 1976, tetapi bentuknya tidak datar karena dalam pengempaannya menggunakan cetakan. Bambu lapis tersebut digunakan untuk bahan pembuatan baki. Bambu yang digunakan disayat secara manual dengan ketebalan vinir bambu 0.3 mm dan lebar 5 mm. Vinir bambu selanjutnya dianyam baik dikombinasi dengan vinir kayu atau tidak. Hasil anyaman tersebut kemudian dikeringkan dan digunakan sebagai bahan bambu lapis (4 lapis) dengan menggunakan perekat melamin urea formaldehida (Sutigno 1980).

Dengan semakin majunya teknologi perekatan diharapkan dapat meningkatkan optimalisasi pemanfaatan bambu. Dengan menggunakan perekat tertentu, bambu yang bentuk aslinya bulat dan berlubang dapat diolah menjadi produk perekatan bambu berbentuk panel seperti bambu lapis. Produk bambu lapis sudah berkembang pesat di Cina dan digunakan untuk berbagai keperluan. Saat ini produk bambu lapis yang dikempa datar berbentuk panel belum diproduksi secara komersial (skala industri) di Indonesia. Namun demikian tidak menutup kemungkinan bahwa di masa datang produk bambu lapis dapat berkembang dengan pesat sebagaimana produk kayu lapis.

Seperti halnya kayu lapis, bambu lapis dapat digunakan sebagai bahan bangunan, antara lain untuk plafon, daun pintu dan dinding penyekat. Sejak lama produk kayu lapis di Indonesia telah memegang peranan penting dalam meningkatkan penerimaan devisa negara. Namun demikian produksi kayu lapis memiliki kecenderungan menurun dari tahun ke tahun sejak 1996/1997. Pada tahun 2001 produksi kayu lapis Indonesia hanya mencapai angka produksi 2.10 juta m³, sedangkan pada tahun 1998/1999 mencapai 7.1 juta m³ dan pada tahun 1999/2000 mencapai 4.6 juta m³. Pada tahun 2001 tujuan ekspor kayu lapis Indonesia terutama ke Jepang dengan volume 930,354 m³ bernilai US \$ 313.21 juta (Anonim 2001). Penurunan ini terjadi karena ketersediaan kayu di hutan baik jumlah maupun kualitasnya sudah jauh berkurang serta adanya larangan menebang kayu di hutan alam kecuali di hutan tanaman.

Bambu sebagai tanaman serbaguna dapat digunakan untuk substitusi kayu; maka bambu lapis berpotensi juga sebagai substitusi kayu lapis. Bambu lapis maupun kayu lapis umumnya mempunyai keawetan yang rendah apabila digunakan sebagai bahan bangunan dan produk mebel, karena sering terjadi kerusakan yang disebabkan oleh serangga seperti rayap dan bubuk kayu kering. Untuk menanggulangi hal tersebut perlu dilakukan pengawetan sehingga diharapkan dapat memperpanjang umur pakai bambu lapis maupun kayu lapis.

Dalam tulisan ini akan dikemukakan hasil penelitian pencegahan serangan bubuk kayu kering pada bambu lapis dan kayu lapis dengan menggunakan bahan pengawet berbahan aktif permetrin. Metode pengawetan yang digunakan adalah dengan cara mencampurkan bahan pengawet permetrin pada perekat urea formaldehida yang digunakan dalam pembuatan produk bambu lapis maupun kayu lapis.

Bahan dan Metode

Bahan

Bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu Tali (*Gigantochloa apus* Kurz.), sedangkan kayu yang digunakan adalah Jabon (*Anthocephalus cadamba* Miq.) kelas awet V. Perekat yang digunakan adalah urea formaldehida (UF), dengan pengeras NH_4Cl dan tepung terigu sebagai ekstender. Bahan pengawet yang digunakan adalah permetrin (36 g/l).

Metode

Pembuatan Anyaman dari Vinir Bambu Tali: Batang bambu Tali dipotong-potong sepanjang ± 40 cm tanpa buku, kemudian dibuat bilah dengan lebar ± 1 cm. Bilah tersebut kemudian disayat dengan ketebalan ± 1 mm. Sayatan bambu Tali kemudian dianyam hingga diperoleh anyaman vinir bambu dengan ukuran ± 40 cm x 40 cm. Anyaman vinir bambu tersebut kemudian dikeringkan dalam oven hingga mencapai kadar air 10 ~ 12%.

Pembuatan Vinir dari Kayu Jabon: Log kayu Jabon berdiameter 35 cm dikupas dalam keadaan segar dengan mesin kupas. Tebal vinir yang dihasilkan 1.5 mm dan setiap lembar vinir dipotong-potong untuk mendapatkan ukuran ± 40 cm x 40 cm. Vinir tersebut kemudian dikeringkan dalam oven hingga mencapai kadar air 10 ~ 12%.

Pembuatan Bambu Lapis dan Kayu Lapis: Bambu lapis yang dibuat terdiri dari 3 lapis (tripleks) dengan 2 komposisi bahan yaitu bambu lapis yang 3 lapisannya anyaman vinir bambu Tali (I) dan bambu lapis yang lapisan dalamnya vinir Jabon (II). Kayu lapis yang dibuat juga terdiri dari 3 lapis dengan 2 komposisi bahan yaitu

kayu lapis yang 3 lapisannya vinir Jabon (III) dan kayu lapis yang lapisan luarnya vinir Jabon sedangkan lapisan dalamnya anyaman vinir bambu Tali (IV).

Komposisi perekat yang digunakan dalam penelitian ini adalah UF 100 gram, terigu 20 gram, dan pengeras (NH_4Cl) 0.5 gram. Bahan pengawet yang mengandung bahan aktif permetrin dicampurkan dalam perekat tersebut dengan konsentrasi (B/B) bervariasi yaitu 0%; 0.5%; 1% dan 1.5% dari berat ramuan perekat, sehingga kandungan bahan pengawet dalam 1 m³ bambu lapis atau kayu lapis adalah 0 g/m³, 450 g/m³, 900 g/m³ dan 1,350 g/m³. Anyaman vinir bambu Tali dan vinir Jabon yang telah dipersiapkan sesuai dengan masing-masing komposisi bahan untuk bambu lapis dan kayu lapis, kemudian dilaburi perekat sesuai dengan perlakuan yang diberikan dengan berat labur 170 g/m² per permukaan atau 340 g/m² per tripleks. Vinir tersebut kemudian disusun bersilangan tegak lurus arah serat. Untuk masing-masing perlakuan dibuat 3 buah tripleks, sehingga secara keseluruhan dibuat bambu lapis dan kayu lapis masing-masing sebanyak 24 buah. Bahan bambu lapis dan kayu lapis yang telah dilaburi perekat selanjutnya dikempa dingin selama 10 menit dan kemudian dikempa panas selama 2 menit dengan tekanan spesifik 10 kg/cm² pada suhu 110°C. Setelah pengempaan selesai, lembaran bambu lapis maupun kayu lapis yang dihasilkan diangin-anginkan selama 7 hari sebelum diuji sifatnya.

Pengujian Sifat Keawetan Bambu Lapis dan Kayu Lapis terhadap Bubuk Kayu Kering: Bambu lapis maupun kayu lapis yang sudah dibuat dengan berbagai komposisi bahan dan konsentrasi bahan pengawet, masing-masing dipotong-potong dengan panjang 5 cm, lebar 2.5 cm dan tebal sesuai tebal bambu lapis maupun kayu lapis. Banyaknya ulangan untuk masing-masing konsentrasi bahan pengawet adalah 4. Pada salah satu sisi terlebar masing-masing contoh uji tersebut dipasang semprong kaca yang berdiameter 1.8 cm dengan ukuran tinggi 3 cm. Ke dalam semprong kaca tersebut dimasukkan bubuk kayu kering (*Dinoderus minutus* Fabr.) yang sehat dan aktif sebanyak 10 ekor, kemudian contoh uji tersebut disimpan di tempat gelap selama 6 minggu.

Table 1. Degree of drywood termite attack (Padlinurjaji *et.al.* 1988).

Class	Sample Condition	Rating
A	Sound, no attack	0
B	Little bites	1-20
C	Light attack, with shallow and narrow tunnels	21-40
D	Heavy attack, with deep and wide tunnels	41-60
E	Failure, more than 50% of sample is damage	61-80

Pengamatan dilakukan pada contoh uji setelah 6 minggu pengujian (Martawijaya dan Sumarni 1978); dengan menetapkan jumlah kematian (*mortality*) dan derajat serangan. Derajat serangan ditentukan dengan skala nilai seperti tercantum pada Tabel 1.

Analisis Data

Untuk mengetahui pengaruh komposisi bahan dan konsentrasi bahan pengawet permetrin terhadap keawetan bambu lapis maupun kayu lapis maka dilakukan sidik ragam menggunakan program mikrostas. Untuk mengetahui perbedaan antar perlakuan dilakukan uji Duncan (Steel dan Torrie 1993). Pengaruh konsentrasi bahan pengawet terhadap serangan bubuk kayu kering dianalisis secara statistik non parametrik yaitu uji Kruskal-Wallis menggunakan program mikrostas (Mustafa 1990).

Hasil dan Pembahasan

Hasil analisis menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan jumlah kematian bubuk kayu kering *Dinoderus minutus* Fabr. diantara keempat komposisi lapisan. Kematian bubuk kayu kering sudah mencapai 100% pada konsentrasi permetrin 0.5% baik pada bambu lapis maupun kayu lapis, sedangkan kematian bubuk kayu kering terendah terdapat pada bambu lapis dimana semua lapisannya terbuat dari anyaman bambu Tali, yaitu 46.67% (Tabel 2).

Matinya bubuk diduga karena senyawa yang terdapat dalam permetrin mempunyai sifat beracun bagi bubuk *D. minutus* Fabr. Hasil penelitian terdahulu (Sulastiningsih *et al.* 1999) menunjukkan bahwa pencampuran bahan pengawet permetrin dalam campuran perekat UF pada pembuatan papan parikel dengan kadar permetrin 0.25% sudah cukup efektif untuk mengendalikan rayap kayu kering. Sedangkan bahan pengawet permetrin dengan metode pelaburan vinir penyusun kayu lapis dari kayu Durian dengan konsentrasi 0.10% sudah cukup efektif untuk mencegah serangan rayap kayu kering *Cryptotermes cynocephalus* Light. dan konsentrasi 0.25% untuk mencegah serangan rayap tanah *Coptotermes curvignathus* Holmgren. Untuk kayu lapis dari kayu Karet, konsentrasi permetrin 0.10% cukup efektif mencegah serangan rayap kayu kering dan 0.50% baru efektif untuk mencegah serangan rayap tanah (Sulastiningsih *et al.* 2000). Penelitian sebelumnya mengenai penambahan bahan pengawet permetrin dalam perekat fenol formaldehida pada pembuatan kayu lapis menunjukkan bahwa kadar permetrin 2% lebih baru efektif untuk pengendalian rayap kayu kering (Sulastiningsih dan Jasni 1997). Disamping itu Tarumingkeng (1991) mengemukakan bahwa permetrin adalah racun kontak (*contact poison*). Cara kerja insektisida ini sama dengan senyawa *piretroil* lainnya, yaitu sebagai racun syaraf yang menimbulkan gerakan tidak terkontrol atau kejang-kejang, kemudian serangga menjadi lumpuh (*paralysis*) dan akhirnya mati.

Table 2. Average of mortality (%) of *Dinoderus minutus* Fabr on plybamboo and plywood.

Concentration (%)	I	II	III	IV
	X ± SD *	X ± SD *	X ± SD *	X ± SD *
Control	46.67 ± 2.72 a	63.33 ± 2.83 a	73.33 ± 3.13 a	56.66 ± 2.72 a
0.5	100 ± 0 b	100 ± 0 b	100 ± 0 b	100 ± 0 b
1.0	100 ± 0 b	100 ± 0 b	100 ± 0 b	100 ± 0 b
1.5	100 ± 0 b	100 ± 0 b	100 ± 0 b	100 ± 0 b

Notes:

- X = Mean value; SD = Standard deviation.
- * = Mean value at each column followed by the same small letter means not significantly difference.
- I = Plybamboo which all layers made from bamboo veneer
- II = Plybamboo which core layer made from Jabon veneer.
- III = Plywood which all layers made from Jabon veneer.
- IV = Plywood which core layer made from bamboo veneer

Table 3. Average degree of *Dinoderus minutus* Fabr attack.

Concentration (%)	I		II		III		IV	
	Value	Level	Value	Level	Value	Level	Value	Level
Control	18.33	B	13.33	B	10	B	13.66	B
0.5	10	B	9.33	B	3.33	B	3.33	B
1.0	9	B	2.33	B	2.66	B	1.00	B
1.5	1	B	0.83	A	0	A	0	A

Notes: see Table 2

Kemampuan bahan pengawet untuk mencegah serangan bubuk *D. minutus* Fabr. dapat pula dinyatakan dalam nilai dan tingkat serangan. Semakin tinggi konsentrasi permetrin makin ringan tingkat serangan bubuk tersebut. Hal ini tercermin dari makin kecilnya nilai rata-rata serangan (Tabel 3). Hasil uji Kruskal-Wallis terhadap nilai serangan, menunjukkan bahwa pemakaian permetrin mengurangi nilai serangan bubuk. Hasil uji Kruskal-Wallis terhadap derajat serangan pada perlakuan I, II, III dan IV tidak berbeda nyata.

Sedangkan pengaruh tingkat konsentrasi bahan pengawet terhadap derajat serangan *D. minutus* Fabr. masing-masing pada komposisi vinir penyusun bambu lapis dan kayu lapis berbeda. Hal ini dapat diketahui dari nilai H hitung untuk masing-masing perlakuan; untuk perlakuan I dimana H hitung 8.74 lebih besar dari H tabel (7.81), perlakuan II dimana H hitung 8.50 lebih besar dari H tabel (7.81), perlakuan III dimana H hitung 9.46 lebih besar dari H tabel (7.81), dan perlakuan IV dimana H hitung 8.42 lebih besar dari H tabel (7.81).

Pada Tabel 3 dapat diketahui pula bahwa bambu lapis dan kayu lapis yang dibuat dengan konsentrasi permetrin berbeda memperlihatkan tingkat serangan yang sama (B). Hal ini terjadi karena kisarannya besar, misalnya contoh dengan nilai serangan 1 ~ 20 termasuk ke dalam tingkat serangan B.

Penggunaan anyaman bambu untuk vinir dan vinir kayu Jabon sebagai bambu lapis dan kayu lapis tidak berbeda ketahanannya terhadap bubuk kayu kering *D. minutus* Fabr. Sebagaimana diketahui bahwa kayu Jabon termasuk kelas awet V yang rentan terhadap serangan serangga termasuk bubuk kayu kering (Martawijaya 1996). Diperkirakan kandungan pati pada kayu Jabon hampir sama dengan kandungan pati pada bambu Tali, sehingga baik kayu Jabon maupun bambu Tali tidak ada perbedaan yang nyata terhadap serangan bubuk kayu kering. Pati adalah makanan utama bubuk kayu kering, sehingga semakin tinggi kadar pati di dalam kayu maupun bambu maka semakin rentan terhadap serangan bubuk kayu kering (Jasni dan Supriana 1999).

Hasil efikasi ini menunjukkan bahwa kadar permetrin 0.50% (450 g/m³) dengan mortalitas 100% sudah dapat menahan serangan bubuk pada bambu lapis dari bambu Tali maupun kayu lapis dari kayu Jabon.

Kesimpulan

Penambahan bahan pengawet permetrin dengan konsentrasi 0.50% dalam perekat Urea Formaldehida sudah cukup efektif menahan serangan bubuk *Dinoderus minutus* Fabr. pada bambu lapis maupun kayu lapis.

Daftar Pustaka

- Anonim. 2001. Statistik Kehutanan Indonesia. Departemen Kahutanan, Jakarta.
- Jasni; N. Supriana. 1999. The Resistance of Eight Rattan Species Against the Powder Post Beetle *Dinoderus minutus* Fabr. Proceeding of the Fourth International Conference of Wood Science, Wood Technology and Forestry. Missenden Abbey. July 14-16th. Forest Products Research Centre. Buntingford, Chilterns University College High Wycombe, England, pp: 157-162.
- Martawijaya, A.; G. Sumarni. 1978. Resistance of Number of Indonesian Wood Species Against *Cryptotermes cynocephalus* Light. Report No. 129, Forest Products Research Institute, Bogor.
- Martawijaya, A. 1996. Keawetan Kayu dan Faktor yang Mempengaruhinya. Petunjuk Teknis. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan Bogor.
- Mustafa, Z.E.Q. 1990. Panduan Mikrostat untuk Mengolah Data Statistik. Penerbit PT Gamedia, Jakarta.
- Padlinurjaji, I.M.; D. Nandika; A. Setiawan. 1998. Efikasi Bahan Pengawet Lentrek 400 EC dan Sarmix 1200 AS terhadap Serangan Rayap Tanah dan Melalui Uji Kuburan (Greave Yard Test). Buletin Jurusan Teknologi Hasil Hutan.2 (2):20-25.
- Steel, R.G.D.; J.H. Torrie. 1993. Prinsip dan Prosedur Statistik. Terjemahan dari Principles and Procedures of Statistics, oleh Bambang Sumantri. IPB. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Sulastiningsih, I.M.; Jasni. 1997. Pengaruh Bahan Pengawet terhadap Keteguhan Rekat dan Keawetan Kayu Lapis Tusam (*Pinus merkusii*). Buletin Penelitian Hasil Hutan 15(4):235-246. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Sulastiningsih, I.M.; Jasni; M.I. Iskandar. 1999. Pengaruh Permetrin terhadap Sifat Fisis, Mekanis dan Keawetan Papan Partikel. Buletin Penelitian Hasil Hutan 16(4):219-229. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor.
- Sulastiningsih, I.M.; Jasni; P. Sutigno. 2000. Pengaruh Jenis Kayu dan Permetrin terhadap Keteguhan Rekat dan Keawetan Kayu Lapis. Buletin Penelitian Hasil Hutan 18(2):55-67. Pusat Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Supriadi, D. 2001. Ketersediaan Bambu sebagai Bahan Baku Industri dan Kerajinan. Seminar Meningkatkan Nilai Komersial Bambu dan Potensi Pasokannya. 34 Tahun LIPI, Jakarta.

Sutigno. 1980. Catatan Mengenai Industri Vinir, Kayu Lapis dan Perekat di Jawa. Publikasi Khusus No.60. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.

Tarumingkeng, R.C. 1991. Insektisida, Sifat Mekanis dan Dampak Penggunaannya. Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor.

Diterima (*accepted*) tanggal 25 Nopember 2004

Jasni dan I.M.Sulastiningsih
Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan
(*Research and Development Centre for Forest Products Technology*)
Jl. Gunung Batu 5, Bogor.
Tel : 0251-633378
Fax : 0251-633413
E-mail : jasni@forda.org; titin@forda.org.

Wood Drying Method by "Teresan" Process on Sengon Wood (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen)

Yoyo Suhaya, Bambang Subiyanto and Yoshinori Kobayashi

Abstract

This research aims to confirm the effect of conventional teresan process as a natural drying on Sengon (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) standing trees, and to develop a new teresan process by adding Arboricide.

The experiment was done in dry season at Kuningan, West Java. For the conventional teresan process, living trees were nicked into the cambial layer around the trunk at 15 ~ 25 cm in height from the ground. For the new teresan process, 25% percent kerosene solution of Arboricide Garlon 480EC was coated at the nick of the tree.

Living Sengon trees in dry season showed high moisture content, i.e. around 60 ~ 100%. By the conventional teresan process, the reduction of moisture was almost the same as control trees. On the other hand, by the new teresan process coating with 25% kerosene solution of Arboricide Garlon 480EC it showed a large reduction of moisture content from over 100% to 30% in 4 months. The new teresan process showed the drying speed of 0.66% per day; higher than that of the conventional process, i.e. 0.24% per day. The new teresan process could be suggested as a high-speed natural drying method in the forest.

Key words: wood drying, teresan process, Arboricide, moisture content.

Introduction

Wood drying is one of the important processes in wood processing. Conventional wood drying such as kiln drying consumes much energy from fossil fuel. Besides heating of wood and air, the conventional kiln drying needs a lot of energy to decrease the relative humidity when exhausting of hot air in the kiln.

Conventional kiln drying is an important drying method for Indonesian wood industries, but it needs some expensive equipments and costly. Therefore, the new natural drying methods are needed to save energy and to decrease the drying cost.

A traditional natural drying method, called "Teresan Process" is an easy and low cost pre-drying treatment and can be naturally applied at standing trees in the forest, because the process do not consume fossil fuel energy. In the teresan treatment, the standing trees are cut to prevent sap flow from the root to reach cambial layer. Therefore, the standing trees will be slowly dried only by the natural climate in forest. In the case of Teak wood (*Tectona grandis* L.f.), it takes two years before felling down (Perhutani 1999). The other purposes of this treatment are to make easy in felling, transportation and handling of trees. Considering from these subjects, it is important to shorten the drying time of the teresan treatment.

The teresan process is economical and ecological drying method. It is interested, how the teresan can be applied to wood species other than Teak wood, for example Sengon wood. Therefore, we tried to develop a new teresan process as a natural drying method in forest by using the combination of teresan and chemical agent

like Arboricide Garlon 480 EC as coating treatment. Arboricide Garlon 480 EC is active poison that can affect damage or poison for leaf. It is frequently used as herbicide. Arboricide Garlon 480 EC containing active reagent Triklorpir 480 g/l. Arboricide is solid then can be melting into emulsion violet. The function of Arboricide is to accelerate tree died, so that it can accelerate the drying process, as well.

Materials and Methods

Materials and Tools

Materials used in this research were three Sengon trees (*Paraserianthes falcataria* L. Nielsen) at 6 years old, 25 cm in diameter, and located at Kuningan West Java. The trees were used for (1) control, (2) conventional teresan process and (3) newly developed teresan process, respectively. The nick in the trunk was given by an ax to reach the cambial layer.

Method

Teresan Process and Drying of Tree: In the conventional teresan process, the standing tree was debarked and nicked to the cambial layer in V shave with 5 cm in width at 15 ~ 25 cm of height from the ground. In case of new teresan process, the standing tree was debarked to the cambial layer as the same manner as the conventional teresan process and coated by 25% kerosene solution of Arboricide Garlon 480 EC about 50cc at the debarked part using a brush. The three specimens, i.e. control, conventional teresan process and new teresan process, were left for 6

months in the forest. Then trees were felling and sawing to measure moisture content.

Measurement of Moisture Content of Standing Tree: Moisture content of standing trees were measured on the small stick core once two weeks. To get the small stick core, the standing trees were bored 10 mm in diameter to the piths by the increment borer at 1 ~ 1.5 m in height. As soon as after getting the small sticks cores from the standing trees, they were dried for 2 ~ 3 days in oven at $103 \pm 2^\circ\text{C}$ to determine the moisture content of the standing trees at each week.

Determination of Drying Speed: The drying speed during the natural drying in the forest was measured by:

$$L (\%/day) = (M_1 - M_0) / W$$

where, L = Drying speed (%/day)
 M_1 = Initial moisture content (%)
 M_0 = Moisture content at each time (%)
 W = Natural drying time (day)

Results and Discussions

Color Change of Leaf and Trunk

The tree of conventional teresan was died and all of the leaves were fell down in about 4 months. With a running of time, the photosynthesis product, like nutrient, that used to transport by phloem tissue could not reach the root, because the vascular cambium of the tree was cut. A part of the root did not accept the photosynthetic from leaves, therefore, cell growth and development were disturbed and finally all of the tree died.



Figure 1. The new teresan process by Arborescence, after 6 months.

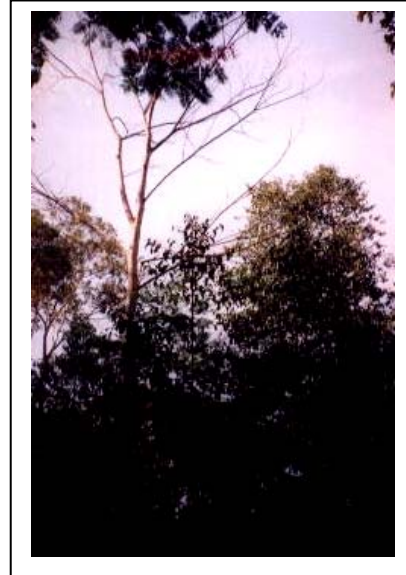


Figure 2. The condition of tree by teresan process.

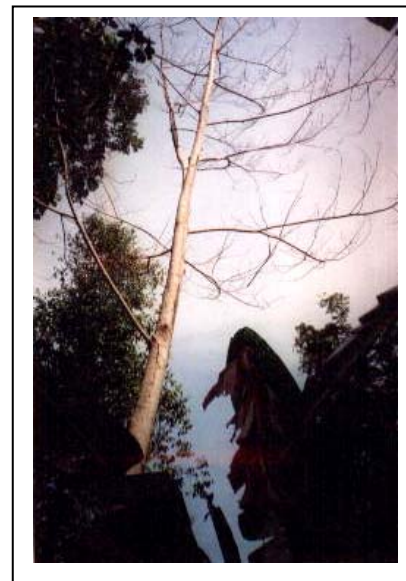


Figure 3. The condition of tree by new teresan process.

Furthermore, the root enabled to absorb water and nutrients from soil solution. However, the photosynthesis process by conventional teresan was slowly disturbed before the entire tree was totally died.

New teresan process by Arborescence Garlon 480 EC was different in dying process of the tree. Arborescence Garlon 480 EC solution that coated at the outer part of the barked tree into cambial layer was transported to the top of the tree through absorption process and reached the leaves. The Sengon leaves died faster and fallen by poisoning effect of Arborescence in 1 month.



Figure 4. The condition of control tree; still fresh.

Change of Moisture Content

Decreasing rate of moisture content during teresan process prior to fell of the tree after 6 months is shown in Figure 5.

Drying rate of conventional teresan process was $(105.22 - 68\%) / 154 \text{ days} = 0.24\%$ per day. On the other hand, drying rate of new teresan process was $(125.62 - 22.5\%) / 154 \text{ day} = 0.66\%$ per day.

Figure 5 shows that both teresan processes gave different responses during research period. Teresan process with Arboricide Garlon 480 EC on the Sengon wood caused the tree died in about 1 month. It took 4 months for conventional process caused the tree died. Therefore, Arboricide Garlon 480 EC was effectively killed the Sengon tree.

Faster drying in teresan process by Arboricide affected the decreasing of moisture in wood, as a result of the greatly water loosed in tissue for adaptation with surrounding. After 6 months observation, it shown that moisture content reached the average of 22.5%. This condition has already closed to equilibrium moisture content (EMC). Moisture content of conventional teresan process after 6 months observation was 68%; these moisture content was higher than that of teresan by Arboricide treatment. On the other hand, the moisture content of control tree was 105.5 %.

Arboricide gave a little effect on the colour; the wood became darker than usual. However, the mechanical properties were not changed.

The low moisture content of the standing tree gave some advantages, such as:

1. Cutting or felling process could be easier, because the leaves of tree were fallen and wood became lighter.
2. The wood lighter caused skidding process could be easier and faster.
3. Transportation cost would be cheaper.
4. Sawing process was more simply because, the wood was dry and lighter.
5. Temporarily visual observation to the lumber from sawing process showed that the lumber of teresan process by Arboricide was straighter compared to the control. It caused by tree was died for a long time, so growth stress in the tree decreased. However it is needed further research to get more accurate data.
6. The other advantage was branches that could not be used as lumber, could be directly used as firewood.
7. Drying cost for further drying by kiln could be cheaper because of lower moisture content.

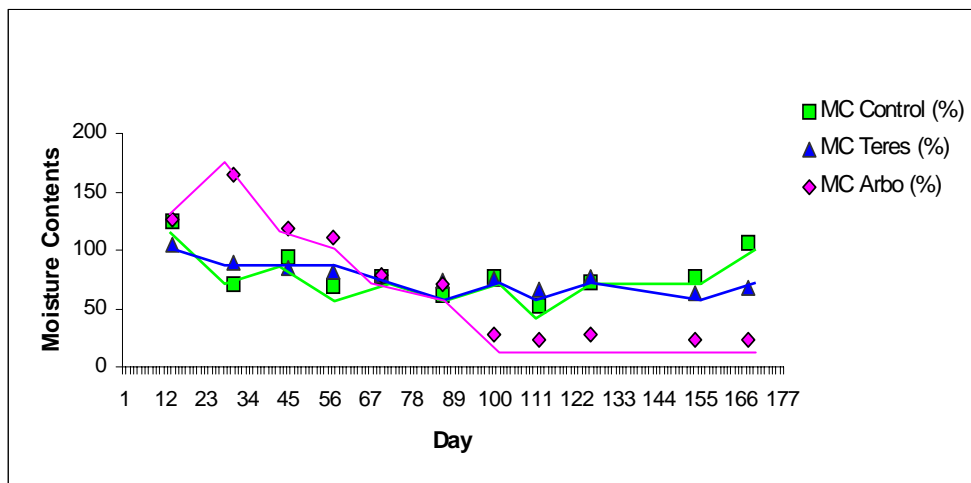


Figure 5. Decreasing moisture content during teresan processes.

In general, both conventional and Arboricide teresan processes are cheaper and easier process in wood drying. These processes do not need high skill or technology. These wood drying methods are ecological and environmental friendly compared with the other drying methods by heating. Burning process causes air pollution, whereas these methods do not cause air pollution.

Conclusions

According to the results of this research, it can be concluded that:

1. Wood drying method by teresan process with Arboricide Garlon 480 EC increased the drying rate to 0.66 % per day.
2. After 6 months observation, moisture content of teresan process that coating by Arboricide Garlon 480 EC reached 22.5%.
3. Wood drying method by teresan process with Arboricide Garlon 480 EC could be used as an alternative for wood drying (as pre-drying) before further drying process with kiln drying.

Accepted on January 4th, 2005

Yoyo Suhaya,
Faculty of Forestry, Winaya Mukti University,
Jl. Winaya Mukti No.1 Jatinangor-Sumedang, West Java Indonesia 45363.
Tel/Fax : +62-22-7798260.
Email : yoyosuhaya@yahoo.com

Bambang Subiyanto
Research and Development Unit for Biomaterials – Indonesian Institute of Science.
Jl. Raya Bogor Km.46, Cibinong - Bogor, Indonesia 16911.
Tel : +62-21-87914511, 87914509.
Fax : +62-21-87914510.
Email : komposit@cbn.net.id

Yoshinori Kobayashi
Institute of Wood Technology, Akita Prefectural University, Noshiro, Akita 016-0876 Japan.
Tel : +81-185-52-6985.
Fax : +81-185-52-6976.
Email : koba@iwt.akita-pu.ac.jp

References

- D. Kusnadi. 1999. Preservation of Wood Sengon (*Paraserianthes falcataria* L Nielsen) with CCB Preservative by Cold Soaking and Full Cell. Dept. of Forest Product Technology, Faculty of Forestry, Winaya Mukti University. Jatinangor Sumedang Indonesia
- Haygreen; Bowyer. 1993. Forest Products and Wood Technology. UGM Press. Yogyakarta.
- Kollman, H.F. 1970. Kiln Drying Western Softwood Moore, OR: Moore Dry Kiln Company of Oregon.
- Martawidjaya *et al.* 1981. Indonesian Wood Atlas I. Forest Product Technology Research and Development Center, Bogor.
- Martawidjaya *et al.* 1989. Indonesian Wood Atlas II. Forest Product Technology Research and Development Center, Bogor.
- Perhutani. 1999. Guides for Teak Forest Felling. Jakarta.

Mutu Arang Aktif dari Limbah Kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) sebagai Bahan Penjernih Air

Quality of Activated Charcoal from Mahogany (Swietenia macrophylla King.) Wood Wastes for Water Purification Substance

Rini Pujiarti dan J.P. Gentur Sutapa

Abstract

Indonesian active charcoal demands are relatively high, due to the increase of active charcoal usage in industrial sector. To supply active charcoal demand in industrial sector, sufficient amount of basic materials are needed. One of the alternatives is Mahogany wood waste. The aims of this research are (1) to use wood waste of Mahogany (*Swietenia macrophylla* King.) as a raw material for active charcoal, (2) to identify active charcoal characteristics that are formed, (3) to obtain type and concentration of chemical substance that is suitable for active charcoal forming process, (4) to provide better characteristics, and (5) to apply in the best active charcoal on well-water purification to bind kation in order to increase water quality.

Activation was conducted chemically and the types of chemical substance for activation were Na_2CO_3 and NaOH with concentration of 1%; 1.5%; 2%; 2.5% and 3%. The observed parameters were sucrose contents, moisture contents, volatile matter contents, ash contents, carbon contents, adsorptive capacity of benzene, and adsorptive capacity of iodine and adsorptive capacity of methylene blue.

The result and analysis showed that wood waste of Mahogany can be used as a raw material of active charcoal forming process; and Na_2CO_3 and NaOH can be used as activators. The best active charcoal (with activator Na_2CO_3 1.5 %) quality was having 64.41% sucrose content, 8.24% moisture content, 3.2% ash content, 19.4% volatile matter content, 77.4% carbon content, 14.48% adsorptive capacity of benzene, 1230.93 mg/g adsorptive capacity of iodine and 130.93 mg/g adsorptive capacity of methylene blue. Well-water quality after the best active charcoal had been added showed decreasing of cation element such as iron (Fe), zinc (Zn) and mangan (Mn).

Key words: active charcoal, Mahogany, quality, purification

Pendahuluan

Pengolahan kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) di Pulau Jawa menjadi produk kayu gergajian, kayu konstruksi, mebel dan olahan lainnya oleh sebagian industri cukup banyak menyisakan limbah. Penggunaan limbah kayu Mahoni sampai saat ini masih terbatas untuk bahan bakar sehingga perlu dicari kemungkinan penggunaan lainnya. Peningkatan nilai ekonomis pemanfaatan limbah kayu Mahoni dapat dilakukan dengan mengolahnya menjadi arang aktif. Dalam dunia industri, arang aktif sangat diperlukan karena dapat mengabsorpsi bau, warna, gas, dan logam. Pada umumnya arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap dan penjernih. Disamping itu kebutuhan Indonesia akan arang aktif untuk bidang industri masih relatif tinggi disebabkan semakin meluasnya pemakaian arang aktif pada sektor industri. Pada tahun 2000, impor arang aktif tercatat sebesar 2,770,573 kg berasal dari negara Jepang, Hongkong Korea, Taiwan, Cina, Singapura, Philipina, Sri Lanka, Malaysia, Australia, Amerika Serikat, Kanada, Inggris, Jerman, Denmark, dan Italia (Anonim 2000).

Dari uraian di atas, salah satu alternatif yang dapat dimanfaatkan untuk mengurangi ketergantungan

terhadap impor arang aktif dan meningkatkan produksi arang aktif di Indonesia adalah dengan memproses limbah pengolahan kayu Mahoni menjadi arang aktif. Selanjutnya arang aktif diaplikasikan sebagai bahan penjernih air sumur yang tercemar untuk menarik unsur kation, yaitu besi (Fe), seng (Zn) dan mangan (Mn).

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah kayu Mahoni yang diperoleh dari industri penggergajian. Untuk proses aktivasi pada pembuatan arang aktif digunakan bahan kimia Na_2CO_3 dan NaOH , masing-masing dengan konsentrasi 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, dan 3%. Bahan-bahan yang digunakan untuk analisis mutu adalah aquades, larutan iodine (I_2), larutan kanji, larutan biru metilen, larutan dapar 4 : 6 (KH_2PO_4 : $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 12\text{H}_2\text{O}$), natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$), benzena (C_6H_6), sedangkan bahan untuk aplikasi adalah air sumur yang tercemar.

Alat yang digunakan pada penelitian ini berupa alat pembuatan arang berupa retort listrik kapasitas 3 kg, alat aktivator, dan alat-alat pengujian arang aktif.

Metode

Penelitian ini dilakukan dalam beberapa tahapan sebagai berikut:

Tahap Persiapan Bahan/Preparasi Bahan: Pada tahap ini dilakukan pemotongan bahan menjadi ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm dengan tujuan untuk menyempurnakan dan meratakan pirolisis atau dengan ukuran limbah seadanya.

Tahap Pirolisis: Kayu yang telah kering angin tersebut dimasukkan ke dalam retort listrik dan dipanaskan pada suhu 500°C selama 2 jam. Setelah dingin, arang yang dihasilkan siap diaktivasi.

Tahap Aktivasi: Aktivasi dilakukan secara khemis menggunakan garam-garam mineral Na₂CO₃ dengan konsentrasi masing-masing 1%, 1.5%, dan 2%. Arang direndam selama 24 jam kemudian dicuci sampai filtratnya netral terhadap lakmus dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C. Proses aktivasi selanjutnya dengan memanaskan arang yang telah direndam dalam *thermoline* pada suhu 900°C dan 1000°C selama 1 jam.

Tahap Pengujian/Analisis: Setelah aktivasi selesai, *thermoline* didinginkan selama 24 jam kemudian arang aktif yang terbentuk dapat dikeluarkan dan ditimbang. Selanjutnya arang aktif dihaluskan dan dianalisis.

Aplikasi Arang Aktif terhadap Penjernihan Air: Arang aktif yang digunakan dalam aplikasi ini diambil dari kualitas paling baik diantara semua perlakuan yang diberikan. Hal ini bertujuan untuk melihat daya absorpsi yang dimiliki oleh arang aktif terhadap logam berupa besi (Fe), Mangan (Mn) dan seng (Zn) yang terkandung dalam air sumur.

Analisis Data

Analisis data menggunakan model rancangan acak lengkap sempurna yang menggunakan dua faktor perlakuan yaitu jenis bahan kimia untuk aktivasi (A) dan konsentrasi bahan kimia (B). Faktor A terdiri dari dua taraf yaitu Na₂CO₃ dan NaOH. Dan faktor B terdiri dari lima taraf yaitu 1%, 1.5%, 2%, 2.5%, dan 3%. Apabila hasil analisis varians di atas berbeda nyata, maka dilakukan uji lanjut menggunakan uji HSD (*Honestly Significant Difference*) Tukey untuk mengetahui perbedaan pada faktor tersebut.

Hasil dan Pembahasan

Nilai karakteristik arang aktif pada penelitian ini meliputi rendemen, kadar air, kadar zat mudah menguap, kadar abu, kadar karbon terikat, daya serap arang aktif terhadap *benzene* dan daya serap biru metilen. Disajikan juga data pengujian arang aktif sebagai bahan penjernih air.

Table 1. Characteristic value (quality) of activated charcoal from Mahogany wood.

Treat ment	Yield (%)	Moisture Content (%)	Ash Content (%)	Volatile Matter Content (%)	Fixed Carbon Content (%)	Adsorptive Benzene Capacity (%)	Adsorptive Iodium Capacity (mg/g)	Adsorptive Methylene Blue Capacity (mg/g)
Control	60.72	11.37	2.2	23.8	74.0	11.98	1190.32	118.34
A1B1	59.71	8.48	3.0	20.7	76.3	12.68	1215.70	126.33
A1B2	64.41	8.24	3.2	19.4	77.4	14.48	1230.93	130.68
A1B3	62.94	6.85	3.2	18.7	78.1	13.75	1218.24	126.63
A1B4	63.12	6.61	3.6	18.3	78.1	14.07	1215.70	126.32
A1B5	62.05	5.26	3.0	17.7	79.3	13.29	1196.41	120.40
A2B1	59.01	7.07	7.0	18.8	74.2	11.95	1210.63	118.87
A2B2	57.34	4.61	9.8	15.9	74.3	14.01	1225.85	125.08
A2B3	54.12	5.75	13.0	26.2	60.8	11.64	1209.61	121.51
A2B4	61.28	3.53	13.0	20.3	66.7	13.81	1206.57	121.63
A2B5	63.16	3.32	12.6	18.4	69.0	12.48	1199.97	127.18

Notes:

A1B1 = activator Na₂CO₃ 1 %.
A1B2 = activator Na₂CO₃ 1.5 %.
A1B3 = activator Na₂CO₃ 2 %.
A1B4 = activator Na₂CO₃ 2.5 %.
A1B5 = activator Na₂CO₃ 3 %.

A2B1 = activator NaOH 1 %.
A2B2 = activator NaOH 1.5 %.
A2B3 = activator NaOH 2 %.
A2B4 = activator NaOH 2.5 %.
A2B5 = activator NaOH 3 %.

Table 2. Varian analysis quality of activated charcoal from Mahogany wood.

Characteristic	Varian Resources		
	Chemicals	Concentration	Chem.*Cons.
Yield	**	**	**
Moisture Content	**	**	NS
Volatile Matter Content	NS	*	**
Ash Content	**	**	**
Fixed Carbon Content	**	**	**
Adsorptive Benzene Capacity	NS	NS	NS
Adsorptive Iodium Capacity	*	**	NS
Adsorptive Methyline Blue Capacity	**	**	**

Notes: Prob. ≤ 0.01 : absolutely true or absolutely significant (**).
 Prob. $> 0.01 \leq 0.05$: true or significant (*).
 Prob. > 0.05 : not true or not significant (NS).

Table 3. Tuckey's test result on the effect of interaction between varian and material concentration to activated charcoal from Mahogany wood quality.

Characteristic	Chemicals	Concentration				
		1%	1.5%	2%	2.5%	3%
Yield (%)	Na ₂ CO ₃	59.7 abc	64.41 a	62.94 ab	63.12 ab	62.05 ab
	NaOH	59.01 abc	57.34 bc	54.12 c	61.28 ab	63.16 ab
Volatile Matter Content (%)	Na ₂ CO ₃	20.7 abc	19.4 abc	18.7 abc	18.3 ab	17.7 ab
	NaOH	18.8 abc	15.9 abc	26.2 c	20.3 ac	18.4 ac
Ash Content (%)	Na ₂ CO ₃	3.0 a	3.2 a	3.2 a	3.6 a	3.0 a
	NaOH	7.0 b	9.8 c	13.0 d	13.0 d	12.6 d
Fixed Carbon Content (%)	Na ₂ CO ₃	76.3 ad	77.4 ad	78.1 a	78.1 a	79.3 a
	NaOH	74.2 acd	74.3 acd	60.8 bc	66.7 cd	69.0 d
Adsorptive Methyline Blue Capacity (mg/g)	Na ₂ CO ₃	126.33 a	130.88 b	126.63 a	126.32 a	120.40 c
	NaOH	118.87 c	125.08 a	121.51 c	121.63 c	127.18 a

Note: The value, which are followed by letters showed non significant result.

Table 4. Examination result well-water before and after purified with activated charcoal from Mahogany wood.

Parameter	Unit	Drink Water Standard from Ministry of Health (1990)	Chemical Analyzed Result	
			Before (A)	After (B)
pH	-	6.5 ~ 8.5	7.3	8.2
Turbidity	unit	max. 5.0	23	ttd
Color	unit	max. 15.0	ttd	ttd
Zinc (Zn)	mg/l	max. 5.0	0.015	< LD
Iron (Fe)	mg.l	max. 0.3	1.99	0.12
Mangan (Mn)	mg/l	max. 0.1	0.32	0.08

Notes: A = polluted water
 B = water with adding Na₂CO₃ 1.5%.
 ttd = being not detected ($\pm 0,0$).
 <LD = less than limit of detection .

Rendemen

Penetapan rendemen arang aktif bertujuan untuk mengetahui jumlah arang aktif yang dihasilkan setelah melalui proses karbonisasi dan aktivasi. Pada penelitian ini rendemen arang aktif kayu Mahoni yang dihasilkan berkisar antara 54.12 ~ 64.41 % (Tabel 1). Rendemen arang aktif tertinggi diperoleh dari perlakuan antara NaOH dengan konsentrasi 1.5% dan terendah diperoleh dari perlakuan antara NaOH dengan konsentrasi 2%. Jika dibandingkan dengan penelitian Pari (1996) tentang kualitas arang aktif dari 5 jenis kayu, rendemen pada penelitian ini memberikan nilai yang lebih tinggi. Terdapatnya rendemen arang aktif yang rendah dapat disebabkan oleh masih meningkatnya laju reaksi antara karbon dan gas-gas di dalam *termoline* dan makin banyaknya jumlah senyawa kadar zat menguap (*volatile matter*) yang terlepas.

Kadar Air

Penetapan kadar air bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis arang aktif. Kadar air arang aktif yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 3.32 ~ 8.48 % (Tabel 1). Kadar air tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan penambahan Na₂CO₃ 1% dan terendah dari perlakuan dengan penambahan NaOH 3%.

Kadar air yang dihasilkan dari penelitian ini memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-95, yaitu maksimal 15% untuk arang aktif bentuk serbuk. Secara keseluruhan kadar air hasil penelitian ini relatif kecil, hal ini menunjukkan bahwa kandungan air terikat bahan baku yang dikarbonisasi lebih dahulu keluar sebelum diaktivasi.

Kadar Zat Mudah Menguap

Tujuan dari penetapan kadar zat mudah menguap ini adalah untuk mengetahui kandungan senyawa yang mudah menguap yang terkandung dalam arang aktif pada suhu 950°C. Pada penelitian ini, kadar zat mudah menguap yang dihasilkan berkisar antara 15.9 ~ 26.2% (Tabel 1). Kadar zat mudah menguap terendah diperoleh dari arang aktif dengan perlakuan NaOH 1.5 % dan tertinggi dengan perlakuan NaOH 2%.

Dari hasil penelitian ini hampir semua kadar zat mudah menguap yang dihasilkan memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-95, yaitu mempunyai kadar zat mudah menguap maksimal 25%, kecuali arang aktif yang diaktivasi dengan NaOH 2%. Pada arang aktif dengan perlakuan NaOH 2% kadar zat mudah menguap yang diperoleh sebesar 26.2%. Hal ini menurut Pari *et al.* (2000) kemungkinan disebabkan karena tidak sempurnanya penguraian senyawa non karbon seperti CO₂, CO, CH₄ dan H₂.

Kadar Abu

Penetapan kadar abu arang aktif dilakukan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam arang aktif.

Pada penelitian ini kadar abu yang dihasilkan berkisar antara 3~13% (Tabel 1). Kadar abu arang aktif terendah dihasilkan pada perlakuan Na₂CO₃ 1% dan 3%, sedangkan tertinggi pada perlakuan NaOH 2% dan 2.5%. Hasil penelitian kadar abu ini tidak semuanya memenuhi standar kualitas arang aktif menurut SNI 06-3730-95, karena ada kadar abu arang aktif yang melebihi 10%, yaitu berkisar antara 12 ~ 14% pada NaOH 2%; 2.5% dan 3%. Rendahnya kadar abu kemungkinan disebabkan pada waktu aktivasi terjadi kontak dengan udara sehingga terjadi proses pembakaran lebih lanjut dimana arang aktif yang terbentuk berubah menjadi abu.

Hasil penelitian ini menunjukkan adanya kecenderungan semakin tinggi konsentrasi bahan pengaktif maka kadar abu yang dihasilkan semakin besar. Hal ini tidak sesuai dengan penelitian Pari *et al.* (2000) yang membuat arang aktif dari kayu *Acacia mangium*, dimana semakin tinggi konsentrasi bahan pengaktif, kadar abu yang dihasilkan makin rendah. Semakin meningkatnya kadar abu pada arang aktif dengan penambahan bahan kimia, menurut Sudrajat (1984) dalam Pari dan Hendra (1999) disebabkan oleh terjadinya proses oksidasi lebih lanjut terutama dari partikel halus.

Kadar Karbon Terikat

Penentuan kadar karbon terikat arang aktif bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi. Kadar karbon terikat yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 60.8 ~ 79.3% (Tabel 1). Kadar karbon terikat terendah dihasilkan dari perlakuan NaOH 2% dan tertinggi pada perlakuan Na₂CO₃ 3%. Bila dibandingkan dengan penelitian arang aktif dari kulit *Acacia mangium* oleh Pari *et al.* (2000), kadar karbon terikat yang dihasilkan tidak jauh berbeda. Berdasarkan SNI 06-3730-95, kadar karbon terikat pada penelitian ini yang tidak memenuhi syarat hanya pada arang aktif yang dihasilkan oleh perlakuan dengan NaOH 2%, karena memiliki karbon terikat lebih kecil dari 65%. Menurut Perrich (1981), besar kecilnya kadar karbon terikat arang aktif yang dihasilkan dipengaruhi oleh bervariasinya kadar abu dan kadar zat mudah menguap.

Daya Serap Arang Aktif terhadap Benzena

Penetapan daya serap arang aktif terhadap benzena bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif dalam menyerap gas. Dari hasil penelitian diperoleh daya serap arang aktif terhadap benzena berkisar antara 11.64 ~ 14.48% (Tabel 1). Daya serap tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan Na₂CO₃ 1.5% dan terendah diperoleh dari perlakuan dengan NaOH 2%.

Daya serap arang aktif terhadap benzena untuk arang aktif yang diaktivasi dengan bahan kimia memberikan hasil yang lebih baik daripada kontrol.

Arang aktif tanpa aktivator (kontrol) maupun arang aktif dengan aktivator pada penelitian ini tidak ada yang memenuhi standar kualitas arang aktif berdasar SNI 06-3730-95, yaitu minimal 25%. Hal ini menunjukkan bahwa arang aktif hasil penelitian ini tidak efektif bila digunakan sebagai bahan penyerap gas. Rendahnya daya serap arang aktif terhadap benzena menurut Pari (1996) kemungkinan disebabkan oleh pori-pori yang terbentuk pada permukaan arang aktif masih banyak mengandung senyawa non karbon sehingga gas atau uap yang dapat diserap menjadi lebih sedikit. Rendahnya daya serap ini juga menunjukkan bahwa permukaan arang aktif masih ditutupi oleh senyawaan yang bersifat polar seperti fenol, aldehid dan karboksilat dari hasil karbonisasi yang tidak sempurna.

Daya Serap Arang Aktif terhadap Iodium

Penetapan daya serap arang aktif terhadap daya serap iodium bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna. Daya serap iodium yang diperoleh berkisar antara 1196.41 ~ 1230.93 mg/g (Tabel 1). Daya serap tertinggi diperoleh dari arang aktif dengan perlakuan Na_2CO_3 1.5% dan terendah diperoleh dari arang aktif dengan perlakuan Na_2CO_3 3%. Daya serap arang aktif terhadap iodium yang dihasilkan dari penelitian ini semuanya memenuhi standar kualitas arang aktif berdasarkan SNI 06-3730-95, yaitu minimal 750 mg/g.

Besarnya daya serap arang aktif terhadap iodium kemungkinan disebabkan senyawa hidrokarbon yang tertinggal pada permukaan arang terbuang pada waktu aktivasi, sehingga permukaannya menjadi aktif. Berdasarkan nilai daya serap iodium arang aktif yang dihasilkan pada penelitian ini maka arang aktif yang dihasilkan cukup baik digunakan sebagai pemurni, penjernih air, limbah cairan yang berasal dari zat warna dan lain-lain.

Daya Serap Arang Aktif terhadap Biru Metilen

Penetapan daya serap arang aktif terhadap biru metilen bertujuan untuk mengetahui kemampuan arang aktif untuk menyerap larutan berwarna. Daya serap terhadap biru metilen yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 118.87 ~ 130.88 mg/g (Tabel 1). Daya serap tertinggi diperoleh dari perlakuan dengan Na_2CO_3 1.5% dan terendah diperoleh dari perlakuan dengan NaOH 1%. Dari hasil yang diperoleh jika dibandingkan dengan standar kualitas arang aktif SNI 06-3730-95, daya serap metilen biru yang tidak memenuhi syarat hanya pada perlakuan dengan NaOH 1%. Hasil penelitian ini jauh berbeda dengan penelitian yang dihasilkan Pari *et al.* (2000) menggunakan kulit *Acacia mangium*. Adanya daya serap terhadap biru metilen yang di bawah standar kemungkinan disebabkan pada permukaan arang aktif masih terdapat senyawa hidrokarbon yang tidak keluar pada saat aktivasi. Hal ini

diperkuat oleh Smisek dan Cerny (1970) dalam Pari *et al* (2000) yang menyatakan bahwa rendahnya daya serap biru metilen disebabkan belum terlepasnya ikatan antara C dan H sehingga tidak terjadi proses pergeseran pelat kristal yang dapat membuka pori yang baru.

Aplikasi Arang Aktif terhadap Penjernihan Air Sumur

Pada penelitian ini, arang aktif yang digunakan untuk menyerap kation pada air adalah arang aktif yang memiliki daya serap iodium yang tertinggi, yaitu Na_2CO_3 1.5%. Jenis kation yang dianalisis adalah kadar besi (Fe), seng (Zn) dan mangan (Mn).

Kadar Fe, Zn dan Mn hasil penelitian ini memberikan nilai yang lebih kecil jika dibanding dengan sebelum dijernihkan dengan arang aktif (Tabel 4). Kualitas air yang telah dijernihkan dengan arang aktif menghasilkan penurunan kadar Fe sebesar 93.97%, kadar Mn sebesar 75% dan kadar Zn mencapai 100%. Diketahui bahwa kadar Fe air sumur semula sebesar 1.99 mg/l, nilai ini tidak memenuhi syarat sebagai air minum menurut Depkes (1990).

Setelah dijernihkan dengan arang aktif diperoleh kadar Fe yang lebih rendah yaitu sebesar 0.12 mg/l. Nilai yang diperoleh memenuhi standar sebagai air minum menurut Depkes (1990), yaitu maksimal mengandung kadar Fe sebesar 0.3.

Kadar Mn air sumur awal yaitu sebesar 0.32 mg/l, nilai ini tidak memenuhi syarat sebagai air minum berdasarkan Depkes (1990) yaitu maksimal mengandung Mn sebesar 0.1 mg/l. Setelah dijernihkan dengan arang aktif diperoleh kadar Mn yang memenuhi syarat sebagai air minum, yaitu sebesar 0.08 mg/l.

Untuk kadar Zn dari air sumur awal sebesar 0.015 mg/l telah memenuhi syarat air minum sesuai yang ditetapkan Depkes (1990). Setelah diberi perlakuan dengan arang aktif, kadar Zn yang dihasilkan memberikan nilai yang lebih baik yaitu dibawah limit deteksi alat (<LD).

Secara keseluruhan air sumur yang tercemar setelah dijernihkan dengan arang aktif Na_2CO_3 1.5% memberikan nilai yang memenuhi persyaratan sebagai air minum berdasarkan standar Depkes (1990).

Kesimpulan

1. Limbah kayu Mahoni (*Swietenia macrophylla* King) dapat digunakan sebagai bahan arang aktif; dan bahan kimia Na_2CO_3 dan NaOH dapat digunakan sebagai aktivator untuk menghasilkan arang aktif yang memenuhi standar SNI 06-3730-95. Karakteristik arang aktif yang tidak memenuhi standar hanya pada daya serap terhadap benzena.
2. Nilai rendemen berkisar antara 54.12 ~ 64.41%, kadar air 3.32 ~ 8.48%, kadar zat mudah menguap 15.9 ~ 26.2%, kadar abu 3 ~ 13%, kadar karbon terikat 60.8 ~ 79.3%, daya serap terhadap benzena

- 11.64 ~ 14.48%, daya serap terhadap iodium 1196.41 ~ 1230.93 mg/g dan daya serap terhadap biru metilen 118.87 ~ 130.88 mg/g.
3. Jenis dan konsentrasi bahan kimia terbaik untuk pembuatan arang aktif pada penelitian ini adalah Na₂CO₃ 1.5%.
 4. Arang aktif dengan perlakuan terbaik dapat digunakan sebagai bahan penjernih air sumur yang tercemar. Hasil arang aktif pada penelitian ini dapat menjernihkan air sumur yang keruh, menyerap warna, menghasilkan kadar besi (Fe) sebesar 0.12 mg/l, seng (Zn) lebih kecil dari limit deteksi (<LD) dan kadar mangan (Mn) sebesar 0.08 mg/l.
- Anonim. 2000. Buletin Statistik Perdagangan Luar Negeri Ekspor. Biro Pusat Statistik. Jakarta.
- Pari, G. 1992. Pembuatan Arang Aktif dari Serbuk Gergaji Sengon untuk Penjernih Air. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol.10. No.5 pp 141-149. Bogor.
- Pari, G. 1996. Kualitas Arang Aktif dari 5 Jenis Kayu. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol.14. No.2 pp.60-68. Bogor.
- Pari, G.; D. Hendra. 1999. Pembuatan Arang Aktif dari Tandan Kosong Kelapa Sawit. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol.17. No.2 pp.113-122. Bogor.
- Pari, G.; T. Nurhayati; Hartono, 2000. Kemungkinan Pemanfaatan *Acacia mangium* Willd. untuk Permurnian Minyak Kelapa Sawit. Buletin Penelitian Hasil Hutan. Vol.18. No.1 pp.40-53. Bogor.
- Perrich, J.R. 1981. Activated Carbon Adsorption for Waste Water Treatment. CRC Press, Inc. Florida.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1990. Kadar Air Minum Sesuai Peraturan Menkes RI, No. 416/Menkes/Per/X/90. Departemen Kesehatan. Jakarta.
- Anonim. 1995. Mutu dan Cara Uji Arang Aktif Teknis. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995. Dewan Standarisasi. Jakarta.
- Anonim. 1996. Arang Aktif untuk Air Minum. Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-4253-1996. Dewan Standarisasi. Jakarta.

Diterima (*accepted*) tanggal 28 Januari 2005

Rini Pujiarti dan J.P. Gentur Sutapa
 Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan UGM, Yogyakarta
 (*Forest Product Technology Department, Faculty of Forestry UGM, Yogyakarta*)
 Jl. Agro, Bulaksumur, No.01. Yogyakarta
 Tel : (0274) 512102, 550541
 Fax : (0274) 550541
 E-mail : r_pujiarti@ugm.ac.id

Tempurung Kelapa Sawit (TKS) sebagai Bahan Baku Alternatif untuk Produksi Arang Terpadu dengan *Pyrolegneous* / Asap Cair

Oil-Palm Shell as the Alternative Raw Material for the Integrated Production of Charcoal with Pyrolegneous Acid / Liquid Smoke

Tjutju Nurhayati, Desviana dan Kurnia Sofyan

Abstract

Oil-palm shell (Ops) can be regarded as a fuel, because it has calorific value almost similar to that of wood. Ops is generated as waste from crude palm oil industries, and its utilization as raw material are based on its chemical composition, which contains among others cellulose, hemicellulose, and lignin, as the wood does so.

Pyrolegneous acid or smoke liquid is produced through the condensation of gas/smoke fraction as generated during the charcoal manufacture from wood or other ligno-cellulosic stuffs such as Ops. Such liquid is also famously called wood vinegar that seems worth for further development. The production of pyrolegneous acid/wood vinegar can therefore be integrated with that of charcoal.

As the relevance, experiment on integrated production of charcoal and pyrolegneous acid/wood vinegar was conducted in the Sakuraba-type portable kiln. The raw material was Ops and Mangium (*Acacia mangium* Willd) wood, the latter used as the comparison/control. The results revealed that the yield of Ops charcoal was lower than that of Mangium charcoal, i.e. 11.37% vs. 24%, respectively. However, the yield of Ops pyrolegneous acid (24.8%) was almost comparable to that of Mangium pyrolegneous acid (24.5%). In addition, the qualities of charcoal from both Ops and Mangium wood could meet those of Indonesian National Standard (SNI). Likewise, the qualities of their corresponding pyrolegneous acids/wood vinegars from both could also comply with those of Japan wood vinegar.

Key words: Oil-palm shell, charcoal, pyrolegneous acid / wood vinegar, integrated production, standard qualities

Pendahuluan

Penggunaan kayu untuk bahan baku arang umumnya berasal dari sisa tebangan hutan produksi alam dan tebang habis jenis kayu tertentu, antara lain kayu Bakau dan Tancang. Ketersediaan kayu untuk bahan baku arang ini semakin terbatas seiring dengan menurunnya produksi kayu dari hutan alam, sedang kayu yang berasal dari hutan tanaman industri (HTI) lebih banyak digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri kayu pertukangan dan pulp. Menurunnya produksi kayu berdampak pada menurunnya produksi arang. Hal ini dapat dilihat pada data ekspor arang yang cenderung menurun sejak 5 tahun terakhir (BPS 1997-2001)

Arang ekspor mampu memberi devisa bagi negara dan juga sumber pendapatan anggaran daerah (PAD) meskipun dalam jumlah relatif kecil. Pada masa krisis ekonomi tahun 1998, industri arang tetap mapan berproduksi untuk ekspor, sementara banyak industri besar yang tidak operasional karena mengandalkan bahan dan komponen produksi dari luar negeri (Anonim 1998).

Sebaran konsumsi penggunaan arang dalam negeri untuk bahan bakar di rumah tangga, *barbaque* dan lain-lain rendah. Penggunaan sebagai bahan bakar alternatif akan meningkat apabila harga bahan bakar minyak bumi tidak disubsidi lagi, dimana harga bahan bakar rumah

tangga tidak terjangkau oleh rakyat terutama di pedesaan.

Tempurung kelapa sawit (TKS) (*Elaeis guineensis* Jacq) yang merupakan limbah dari industri *Crude Palm Oil* (CPO) dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku arang dan diharapkan dapat menggantikan bahan baku kayu. Hal ini didasarkan atas kandungan komponen kimia dan energi yang relatif sama antara kayu dan TKS yaitu selulosa, hemiselulosa, lignin dan nilai kalor.

Industri arang Indonesia saat ini hanya mengutamakan arang sebagai produknya, sedang sisanya sekitar 70 ~ 80% berupa limbah uap/gas yang dibuang bebas ke udara sebagai polutan. Dalam upaya meningkatkan nilai tambah produk dari asap agar lebih ramah lingkungan, telah dilakukan penelitian pemanfaatan limbah asap dalam bentuk cairan yang disebut cuka kayu atau asap cair. Produksinya dapat dipadukan dengan proses pembuatan arang (Nurhayati 2000).

Cuka kayu atau *wood vinegar* merupakan komoditas yang relatif baru berkembang, sehingga masyarakat belum banyak mengenalnya. Pemanfaatan cuka kayu umumnya pada sektor pertanian antara lain dapat membuat tanaman menjadi sehat, mereduksi jumlah insektisida dan parasit tanaman; sedangkan pencampurannya dengan nutrisi pupuk dapat membuat tanaman tumbuh lebih baik, sebagai *growth* promotor

dan pupuk alam, dapat menggantikan pupuk kimia, mereduksi bau dari kompos dan pupuk kandang serta menyempurnakan kualitasnya (Anonim 2001). Hasil penelitian menunjukkan bahwa cuka kayu pada konsentrasi rendah dapat dipakai pada budi daya tanaman antara lain jahe, kemangi, ketimun, buncis dan tanaman padi. Perkembangan pemanfaatan dari cuka TKS atau asap cair TKS sampai saat ini diketahui untuk pengolahan karet remah, RSS (sit asap) dan karet blok skim serta produk-produk baru (Solichin dan Tedjaputra 2004).

Pembuatan arang sendiri tidak mutlak memerlukan spesifikasi bahan baku. Berbagai dimensi dan bentuk dapat diproses menjadi arang disesuaikan dengan model tungku yang telah berkembang dan rekayasanya. Asap/uap yang dihasilkan dari proses karbonisasi merupakan penguraian karena panas dari komponen kimia kayu. Secara kualitas komponen kimia kayu tersebut terdapat dalam biomassa dengan kadar yang berbeda, sehingga semua jenis biomassa termasuk TKS dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang dan cuka kayu; namun harus tersedia dalam jumlah cukup dan berkesinambungan untuk memenuhi kebutuhan produksi.

Dipilihnya TKS sebagai bahan baku untuk produksi arang dan asap cair yang potensial didasarkan juga karena di Indonesia banyak terdapat kebun kelapa sawit baik milik pemerintah, swasta ataupun rakyat, sehingga dapat memenuhi kebutuhan bahan baku. Sampai akhir tahun 1996 luas perkebunan kelapa sawit di Indonesia telah mencapai 2 juta ha dengan penambahan luas sekitar 8.5% per tahun sejak tahun 1993 (Dirjen Perkebunan 1996 dalam Solichin dan Tedjaputra 2004). Pada tahun 1995 luas perkebunan kelapa sawit adalah 2.025 juta ha dan diperkirakan pada tahun 2005 luas perkebunan menjadi 2.7 juta ha.

Dari data yang ada diketahui bahwa pada tahun 2002 di Sumatra Utara terdapat 19 pabrik pengolahan CPO yang memiliki kapasitas produksi mencapai 1130 ton/jam, bahkan dalam beberapa tahun ke depan perkembangannya akan semakin pesat. Dari nilai produksi tersebut, sekitar 7% merupakan limbah berupa TKS yang berarti setiap jamnya mampu menghasilkan 79 ton limbah TKS. Lima puluh persen limbah yang berasal dari pabrik pengolahan CPO tersebut digunakan sebagai bahan bakar *boiler* (IPORI 2002 dalam Solichin dan Tedjaputra 2004), sisanya biasanya digunakan sebagai bahan campuran pengeras jalan atau hanya dibakar. Dengan begitu besarnya limbah TKS yang ada tersebut, maka potensi penggunaan TKS untuk bahan baku produksi asap cair cukup besar yaitu sekitar 40 ton TKS/jam atau sekitar 800 ton/hari. Hasil penelitian sementara menunjukkan bahwa rendemen asap cair yang dihasilkan adalah 35%, jika produksi cuka kayu yang dihasilkan adalah sebesar 280 ton/hari.

Bahan baku TKS yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari PTPN VIII Kertajaya Kabupaten Banten yang setiap harinya menghasilkan kurang lebih 21 ton limbah tempurung kelapa sawit dari 300 ton buah kelapa sawit segar. Limbah tersebut digunakan sebagai bahan campuran pengeras jalan dan sebagai bahan bakar *boiler* pembuatan minyak kelapa sawit, meski demikian masih menyisakan limbah yang cukup banyak. Karenanya, pembuatan arang terpadu asap cair dengan menggunakan bahan baku TKS diharapkan dapat menjadi salah satu alternatif untuk meningkatkan nilai tambah limbah TKS tersebut yang secara ekonomis akan menambah pendapatan.

Untuk mengetahui karakteristik TKS sebagai bahan baku alternatif pengganti kayu dilakukan pengujian sifat TKS seperti kadar air, kerapatan, nilai kalor dan lain-lain, produksi arang dan asap cair TKS pada suhu karbonisasi 450°C dan 705°C, serta pengujian dan analisis kedua produk tersebut. Hasil produksi arang dan asap cair TKS ini dibandingkan dengan produksi arang dan cuka kayu dari jenis kayu Mangium (*Acacia mangium* Willd).

Bahan dan Metode

Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Kimia Kayu dan Energi, Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan Bogor. Bahan utama berupa TKS berasal dari PTPN VIII Kertajaya, Malingping, Kabupaten Lebak, Banten.

Bahan dan Alat

Bahan yang diperlukan dalam pembuatan arang dan asap cair pada penelitian ini adalah TKS, kayu sebagai bahan bakar, indikator *phenolphthalein* (PP), NaOH 1 N, air suling dan lain-lain.

Alat yang digunakan dalam pembuatan arang terpadu dengan asap cair adalah *thermocouple*, seperangkat alat suling, pH-meter, kawat kasa, kipas angin listrik, termometer, ember plastik, oven, timbangan, bunsen, gelas ukur, cawan petri, piknometer dan lain-lain, serta tungku/kiln *portable* yang telah dimodifikasi disesuaikan dengan bahan baku yang digunakan. Kiln ini terbuat dari besi, dimana badan kiln berbentuk silindris. Unit pendingin yang digunakan terdiri dari unit pendingin tegak berdiameter 10 cm dibuat dari pipa besi tahan karat (*stainless steel*) yang dihubungkan dengan tabung penampung destilat dan digabung dengan bak pendingin berupa drum 330 liter sebagai mantel. Uap/gas yang mengalir dari tungku masuk ke penampung destilat dan terjadi kondensasi, selanjutnya sisa uap/gas ini masuk ke unit pendingin tegak dan terjadi lagi kondensasi. Cairan kondensat atau destilat tertampung pada penampung tersebut. Untuk mengalirkan air pendingin yang masuk ke mantel drum

dan unit pendingin tegak digunakan turen volume 300 liter dan penampung air yang disirkulasikan dengan tenaga listrik secara periodik.

Metode

Pengadaan dan Persiapan Bahan Baku: TKS yang digunakan sebagai bahan baku pembuatan asap cair adalah limbah dari pembuatan minyak kelapa sawit, berupa partikel berbentuk *granular*. Berat TKS yang digunakan ditimbang dan diambil beberapa gram untuk dilakukan pengujian kadar air, kerapatan dan rendemen yang diperoleh.

Produksi Asap Cair Terpadu dengan Arangnya:

Produksi ini dilakukan dengan menggunakan tungku/kiln. Bahan baku dimasukkan ke dalam tungku dan dibakar secara langsung. Untuk menjadi cuka kayu, proses pembakaran (karbonisasi) dilakukan melalui tiga tahap yaitu: (1) proses awal sekitar 1 ~ 2 jam; (2) proses endotermis meliputi penguapan kadar air, penguraian komponen selulosa, hemiselulosa dan lain-lain; dan (3) proses eksotermis meliputi penguraian lignin dan pemurnian arang. Proses pembakaran umumnya dilakukan selama 24 ~ 25 jam tergantung pada bahan baku yang digunakan, kadar air bahan dan selama itu pula produksi cuka kayu diamati. Selama produksi cuka kayu berlangsung, air pendingin disirkulasikan dan dikontrol suhunya agar asap/uap dapat terkondensasi dalam jumlah yang banyak. Proses pemurnian arang dilakukan dengan cara penguapan selama beberapa jam untuk memperoleh kualitas arang yang baik tanpa disertakan proses pendinginan asap/uap, artinya produksi cuka kayu dihentikan. Produksi cuka kayu dapat diketahui dari penimbangan destilat yang dihasilkan.

Analisis Fisiko-Kimia Asap Cair: Untuk mengevaluasi hasil penelitian asap cair dilakukan dengan menganalisis berat jenis, keasaman, kadar asam organik, kadar tar terlarut, warna, bau dan transparansi mengikuti metode Jepang (Yatagai 2002).

Table 1. Standard of wood vinegar quality in Japan (Japan Wood Vinegar Association 2001).

Parameter	Wood vinegar	Distilled wood vinegar
pH value	1.5 ~ 3.7	1.5 ~ 3.7
Specific gravity	> 1.005	> 1.001
Percentage of organic acid	1 ~ 18 %	1 ~ 18 %
Color	Yellow Pale reddish brown Reddish brown	Colorless Pale yellow Pale reddish brown
Transparency	Transparent	Transparent
Floating matters	No floating matters	No floating matters

Hasil dan Pembahasan

Pada Tabel 2 tercantum kadar air, kerapatan, nilai kalor dan dimensi dari TKS dan kayu Mangium. Kerapatan dan dimensi (panjang dan lebar) TKS menunjukkan angka lebih rendah, sedang kadar air dan nilai kalor TKS lebih tinggi dari kayu Mangium. Angka nilai kalor TKS memberi indikasi terhadap hasil pembakaran sempurna dari senyawaan kimia yang mengandung komponen C, H dan O. Selain parameter dari karakteristik ini, secara kuantitas TKS dan kayu memiliki komponen kimia yang sama seperti selulosa, lignin, zat ekstraktif dan lain-lain. Hal ini memberi pengertian bahwa TKS dapat digunakan sebagai bahan baku untuk pembuatan arang dan asap cair, seperti halnya pada kayu.

Table 2. Characteristic of Oil palm shell and Mangium wood as raw materials for carbonization.

Parameter	Oli palm shell	<i>Acacia mangium</i>
Moisture content (%)	25.5	16.7
Density	0.56	0.54
Calorific value (cal/g)	4465	4177
pH value	-	5.9
Ash content (%)	2.42	0.46
Silica content (%)	0.92	0.15
Lignin content (%)	50.03	28.51
Cellulose content (%)	65.45	50.82
Solubility in cold water (%)	2.97	3.87
Solubility in hot water (%)	4.96	4.81
Solubility in alcohol-benzene (%)	2.60	4.90
Solubility in NaOH 1% (%)	22.12	16.30
Length of particle (cm)	3 ~ 9	5 ~ 22

Pada Tabel 3 tercantum nilai produksi arang dan *acid pyroligneous* (Wise 1944) atau asap cair menggunakan tungku baja Sakuraba dari bahan baku TKS dan kayu Mangium. Ada perbedaan pada proses pembakaran TKS dan kayu, pada pembakaran TKS diperlukan pemasangan ram kawat dan *pole* masing-masing di lantai dan di ujung tungku. Produksi arang pada suhu 450°C hanya dipasang ram, memerlukan waktu pengarangan selama 151 jam dan pada suhu 705°C dipasang ram dan *pole* memerlukan waktu pengarangan hanya 44.5 jam. Proses produksi pada suhu 705°C lebih baik, oleh karena udara yang diperlukan untuk masuk ke dalam tungku pada saat pembakaran lebih sempurna dibandingkan pada suhu 450°C. Pada pembakaran menggunakan bahan baku kayu tidak diperlukan saluran udara, oleh karena udara terdapat pada jarak antara log kayu Mangium satu dengan lainnya sehingga melancarkan proses pembakaran secara langsung.

Pada suhu karbonisasi yang relatif sama, rendemen arang TKS (11.4%) lebih rendah dari kayu mangium (24%). Hal ini disebabkan adanya arang TKS yang menjadi abu (4.2%) dan arang bubuk (5%). Akan tetapi rendemen asap cair TKS dan cuka kayu Mangium menunjukkan rendemen yang sama yaitu masing-masing 24.2% dan 24.5%. Produksi asap cair maupun cuka kayu memiliki perbedaan yaitu pada proses kondensasi suhu awal, akan tetapi tidak menunjukkan perbedaan dalam nilai rendemennya, sedangkan proses akhir produksi dihentikan pada suhu yang relatif sama yaitu sekitar 450°C.

Sifat dan kualitas arang TKS yang dihasilkan tercantum pada Tabel 4. Pada tabel ini menunjukkan bahwa kadar air dan kadar abu arang TKS lebih tinggi dari kayu Mangium, akan tetapi kisaran kedua parameter

ini memenuhi spesifikasi standar arang menurut Standar Nasional Indonesia (SNI). Kadar zat mudah terbang TKS pada suhu karbonisasi 450°C menunjukkan angka lebih tinggi dari suhu karbonisasi 705°C, juga lebih tinggi dari kayu Mangium sebagai pembanding. Hal ini memberi pengertian bahwa proses karbonisasi pada suhu tinggi menyebabkan terjadi proses penguraian komponen zat mudah terbang yang lebih tinggi. Sebagai efektivitas dari proses ini, maka terjadi pula peningkatan nilai kalor dan kadar karbon tertambat. Perbedaan kadar zat mudah terbang dari suhu karbonisasi yang berbeda pula dan bila dibandingkan dengan kayu Mangium menunjukkan kisaran angka kadar zat mudah terbang antara 14.1% ~ 27.9%. Kisaran angka kadar ini termasuk spesifikasi persyaratan arang SNI.

Table 3. Production of oil palm shell (ops) charcoal and pyroligneous acid/ Liquid smoke.

Parameter	Oil palm shell 450°C	Oil palm shell 705°C	<i>Acacia mangium</i> 700°C
Raw material weight (kg)	150.50	145	184.5
Raw material dry weight (kg)	115.92	119.70	-
Starting temperature of Liquid smoke manufacture (°C)	100	50	150
Flow of water circulation (liter/minute)	6.2	6.2	6
Duration of carbonisation (hours)	151	44.5	77
Charcoal weight (kg)	23.50	13	
Charcoal weight (kg/ton)	156.15	89.66	166.7
Liquid smoke weight (kg)	28.75	27.70	
Liquid smoke weight (kg/ton)	192	193	217.6
Liquid smoke yield (%)			
Wet weight	19.10	19.10	20.01
Dry weight	24.80	24.22	24.50
Raw charcoal weight (kg)	4	-	-
Charcoal powder weight (kg)	8.50	5	-
Charcoal yield (%)			
Wet weight	15.61	10.86	19.70
Dry weight	20.72	11.37	24.00
Charcoal powder yield (%)			
Wet weight	5.65	3.45	-
Dry weight	7.33	4.18	-
Raw charcoal yield (%)			
Wet weight	2.66	-	-
Dry weight	3.45	-	-
Charcoal refining (mikro ohm /cm)	6 ~ 8	5.5	4 ~ 5

Table 4. Properties of Oil palm shell (ops).

Charcoal properties	Oil palm shell 450°C	Oil palm shell 705°C	<i>Acacia mangium</i>	SNI * (1989)
Moisture content (%)	3.90	7.49	2.68	6
Ash content (%)	4.20	6.24	1.27	4
Volatile matter content (%)	27.99	14.08	20.01	30
Fixed carbon content (%)	67.82	79.68	81.26	-
Calorific value(cal/g)	4947	6001	6905	-

Source: * Indonesian National Standard (SNI 1989).

Table 5. Properties of pyrolegneous acid /liquid smoke Ops and wood vinegar.

Parameter	Crude Liquid Smoke 450°C	Distillate Liquid Smoke 450°C	Crude Liquid Smoke 705°C	Distillate Liquid Smoke 705°C	Crude Wood Vinegar <i>Acacia mangium</i>	Distillate <i>Acacia Mangium</i> Wood Vinegar
PH/ Acidity	3	2	3	2	4.09	2.97
Specific gravity	1.0129	1.0063	1.0154	1.0053	1.007	1.003
Color	Reddish Brown yellow	Pale yellow	Reddish brown	Pale reddish brown	Greenish black	Yellowish
Odor	Sharp smell	Rather sharp smell	Sharp smell	Rather sharp smell	Sharp smell	Weak smell
Trans parency	No turbid and some suspension	No turbid and no suspension	No turbid and some suspension	No turbid and no suspension	Some suspension	No suspension
Organic acid (%)	3.04	2.21	4.87	2.28	2.08	1.91

Sifat dan kualitas asap cair TKS yang tercantum pada Tabel 5 menunjukkan keasaman, baik yang *crude* maupun distilat lebih rendah dari *wood vinegar* Mangium sebagai pembanding, akan tetapi untuk kadar asam organik menunjukkan sebaliknya yaitu lebih tinggi dari kayu Mangium. Bila dibandingkan dengan mutu *wood vinegar* menurut standar Jepang, dimana untuk kedua parameter ini baik TKS maupun kayu Mangium dan juga berat jenis memberikan kualitas yang memenuhi persyaratan Jepang. Hasil analisis warna dan transparansi untuk *crude* asap cair TKS tidak memenuhi persyaratan Jepang, akan tetapi untuk distilat TKS parameter warna dan transparansinya memenuhi persyaratan tersebut.

Kesimpulan dan Saran

1. Limbah TKS dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan arang dan asap cair sebagai pengganti bahan baku kayu.
2. Rendemen arang TKS masing-masing pada suhu karbonisasi 450°C dan 705°C adalah 20.7% dan 11.4%. Dibandingkan dengan rendemen arang dari kayu Mangium, maka rendemen arang TKS ini lebih rendah. Berbeda dengan rendemen asap cairnya menunjukkan rendemen yang relatif sama yaitu pada kisaran 24%.
3. Sifat dan kualitas arang TKS dari parameter kadar air, abu dan kadar zat mudah terbang memenuhi persyaratan Standar Nasional Indonesia. Demikian pula asap cair TKS dari parameter keasaman, berat jenis dan kandungan asam organik memenuhi mutu *wood vinegar* Jepang. Untuk parameter warna dan

transparansi yang memenuhi mutu tersebut dihasilkan dari distilasi asap cair TKS.

4. Disarankan agar dilakukan pengujian dan analisis komponen kimia yang terkandung dalam asap cair TKS dan pemanfaatan TKS, antara lain pada budidaya tanaman pertanian dan persemaian tanaman kehutanan.

Daftar Pustaka

- Anonim. 1998. Posisi dan Pengembangan Industri Pengolahan Arang. Direktorat Industri Kayu dan Rotan. Jakarta.
- Anonim. 2001. Wood Vinegar. Forest Energy Forum No. 9. FAO.
- Biro Pusat Statistik (BPS) Jakarta. Statistik Perdagangan Luar Negeri Indonesia 1997, 1998, 1999, 2000 dan 2001. Jakarta.
- Standar Nasional Indonesia (SNI). 1989. Mutu Arang Kayu. Badan Standar National Indonesia. Jakarta.
- Nurhayati, T. 2000. Produksi Arang dan Destilat Kayu Mangium dan Tusam dari Tungku Kubah. Buletin Penelitian Hasil Hutan 18 (3): 137-151.
- Solichin, M; N. Tedjaputra. 2004. Deorub Liquid Smoke as a New Innovation for the Future of Natural Rubber Industry and Others Industry.
- Wise. 1944. Wood Chemistry, p. 685. Reinhold Publishing. Wisconsin.
- Yatagai, M. 2001. Miracle Charcoal Water-wood Vinegar, Its Characteristics and New Utilization. Komunikasi pribadi. Bogor.

Diterima (*accepted*) tanggal 28 Januari 2005

Tjutju Nurhayati

Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor.

(*Research and Development Center for Forest Products Technology (RDCFPT), Bogor*)

Jl. Gunung Batu 5, PO.BOX 182, Bogor 16610

Telp : (0251) 633 378

Fax : (0251) 633413

Email : tju-tju@plasa.com

Desviana

Mahasiswa Tk. IV Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

(*Former Undergraduate Student at the Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University, Bogor*)

Kampus IPB, Darmaga, PO.BOX 168, Bogor 16001

Telp : (0251) 621 285

Fax : (0251) 621 256

Email : jthh-ipb@indo.net.id

Kurnia Sofyan

Guru Besar Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

(*Professor of Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University, Bogor*)

Kampus IPB, Darmaga, PO.BOX 168, Bogor 16001

Telp : (0251) 621 285

Fax : (0251) 621 256

Email : jthh-ipb@indo.net.id