PENGARUH LAPISAN KAYU TERHADAP SIFAT BAMBU LAMINA

(Effect of Wood Layer on the Laminated Bamboo Board Properties)

Oleh/By:

I. M. Sulastiningsih, Nurwati & Adi Santoso

ABSTRACT

Bamboo as a fast growing plant with its short rotation (3-4 years) can be considered a promising material as wood substitute for building materials. However, the round shape and hollow form of the bamboo culm may limit its utilization as a building material. Therefore producing laminated bamboo boards can be considered as one alternative to overcome the problem.

*The laboratory scale (3-layer) laminated bamboo boards were made from andong bamboo (*Gigantochloa pseudoarundinacea*) glued with tanin resorcinol formaldehyde (TRF). Two wood species, i.e. mangium (*Acacia mangium*) and tusam (*Pinus merkusii*), were also used as laminates in combination with bamboo to produce laminated bamboo boards. Effects of wood layer on properties of the laminated bamboo boards were examined. Results showed that the incorporation of wood layer significantly affected the physical and mechanical properties of laminated bamboo boards. The laminated bamboo boards which consisted of all bamboo layers exhibited higher density (0.8 g/cm^3) compared with other boards which the core layer made of wood (0.7 g/cm^3 for mangium and 0.64 g/cm^3 for tusam). The laminated bamboo boards composed of tusam as the core layer had the lowest dimensional stability compared with the other boards. Mechanical properties of the laminated bamboo boards decreased as a result of incorporating wood layer in its composition.*

Keywords: Laminated bamboo, wood layer, physical and mechanical properties.

ABSTRAK

Bambu yang termasuk tanaman cepat tumbuh dan mempunyai daur yang relatif pendek (3-4 tahun) merupakan salah satu sumber daya alam yang cukup menjanjikan sebagai bahan pengganti kayu untuk bahan bangunan. Masalah pemanfaatan bambu sebagai bahan bangunan adalah keterbatasan bentuk dan dimensinya. Pembuatan produk bambu lamina merupakan salah satu cara untuk mengatasi masalah tersebut.

Penelitian pengaruh lapisan kayu terhadap sifat bambu lamina (3 lapis) telah dilakukan di laboratorium produk majemuk Pusat Penelitian dan Pengembangan Teknologi Hasil Hutan, Bogor. Bambu yang digunakan adalah bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*), sedangkan perekatnya adalah tanin resorsinol formaldehida (TRF). Kayu yang digunakan adalah mangium (*Acacia mangium*) dan tusam (*Pinus merkusii*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa lapisan kayu sangat berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis bambu lamina. Bambu lamina yang semua lapisannya terdiri dari bambu, kerapatannya lebih tinggi ($0,8 \text{ g/cm}^3$) dibanding bambu lamina yang lapisan tengahnya dari kayu mangium ($0,7 \text{ g/cm}^3$) dan tusam ($0,64 \text{ g/cm}^3$). Bambu lamina yang lapisan tengahnya kayu tusam mempunyai sifat kestabilan dimensi yang paling rendah dibanding bambu lamina lainnya. Sifat mekanis bambu lamina menurun dengan adanya lapisan kayu dalam komposisi lapisan penyusunnya.

Kata kunci: Bambu lamina, lapisan kayu, sifat fisis dan mekanis.

I. PENDAHULUAN

Bambu merupakan salah satu hasil hutan bukan kayu yang dapat digunakan untuk berbagai keperluan, oleh karena itu bambu termasuk tanaman serbaguna. Tanaman bambu telah digunakan masyarakat dalam kehidupannya sehari-hari sejak jaman dahulu antara lain untuk bahan bangunan, mebel, alat rumah tangga dan barang kerajinan. Bambu yang termasuk tanaman cepat tumbuh dan berdaur relatif pendek (3-4 tahun) merupakan salah satu sumberdaya alam yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti kayu untuk bahan bangunan.

Menurut Widjaja (2001) bambu di Indonesia terdiri atas 143 jenis. Di Jawa diperkirakan tumbuh 60 jenis bambu atau hampir 50% dari total jenis bambu yang ada di Indonesia. Namun jenis asli yang hanya tumbuh di Jawa ada 9 jenis, yang merupakan jenis endemik.

Perkembangan industri pengolahan kayu yang cukup pesat di Indonesia telah mengakibatkan kecepatan pemanfaatan kayu tidak seimbang dengan kecepatan pembangunan tegakan baru. Sementara itu kebutuhan kayu untuk bahan bangunan terus meningkat seiring dengan pertumbuhan penduduk serta sebagai pengganti kayu untuk komponen rumah yang lapuk atau dimakan rayap. Oleh karena itu perlu dicari bahan substitusi kayu khususnya sebagai bahan bangunan. Bambu merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan untuk tujuan tersebut. Namun demikian masalah yang timbul dalam pemanfaatan bambu sebagai bahan bangunan adalah keterbatasan bentuk dan dimensinya.

Bambu yang bentuk aslinya bulat dan berlubang jika akan digunakan sebagai pengganti papan atau balok kayu harus memenuhi persyaratan lebar dan tebal tertentu. Bambu dalam bentuk pipih mempunyai ketebalan yang relatif tipis sehingga untuk menambah ketebalannya perlu dilakukan laminasi dengan menggunakan perekat tertentu. Bambu lamina adalah suatu produk yang dibuat dari beberapa bilah bambu yang direkat dengan arah sejajar serat. Hasil perekatan tersebut dapat berupa papan atau balok tergantung dari ukuran tebal dan lebarnya. Dalam tulisan ini dikemukakan hasil penelitian pengaruh lapisan kayu terhadap sifat fisis dan mekanis bambu lamina.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bambu yang digunakan dalam penelitian ini adalah bambu andong (*Gigantochloa pseudoarundinacea*), kayu yang digunakan dua jenis, yaitu mangium (*Acacia mangium*) dan tusam (*Pinus merkusii*). Bambu dan kayu tersebut berasal dari Jawa Barat. Perekat yang digunakan adalah tanin resorsinol formaldehida (TRF).

B. Metode

1. Pembuatan bilah bambu

Bambu andong dipotong bagian pangkalnya sepanjang ± 80 cm untuk menghilangkan bagian batang bambu dengan ruas yang tidak beraturan. Setelah dipotong bagian pangkalnya, batang bambu tersebut dipotong-potong menjadi beberapa bagian dengan panjang ± 2 m. Batang bambu yang akan dibelah diukur diameter dan tebal dindingnya. Batang bambu kemudian dibelah dengan menggunakan alat pembelah bambu. Bagian batang bambu yang diameternya lebih kecil digunakan sebagai acuan lintasan pembelahan. Bilah bambu hasil pembelahan selanjutnya diserut pada kedua permukaannya untuk mendapatkan permukaan bilah yang rata kemudian dikeringkan (dijemur) hingga kadar airnya mencapai $\pm 12\%$.

2. Pembuatan papan

Beberapa bilah bambu yang telah kering kemudian direkat kearah lebar dengan menggunakan perekat TRF dengan berat labur 170 g/m^2 , dan bahan tersebut kemudian dikempa dingin selama 20 jam untuk mendapatkan beberapa buah papan bambu dengan ukuran tebal 7 mm, lebar 10 cm dan panjang 65 cm. Papan kayu mangium dan kayu tusam dibuat dengan ukuran yang sama yaitu tebal 7 mm, lebar 10 cm dan panjang 65 cm dan dikeringkan hingga kadar airnya mencapai $\pm 12\%$.

3. Pembuatan bambu lamina

Bambu lamina dibuat 3 lapis dengan merekatkan 3 lembar papan bambu, masing-masing papan bambu berukuran tebal 7 mm, lebar 10 cm dan panjang 65 cm, dengan arah serat sejajar. Komposisi bambu lamina yang dibuat terdiri dari bambu dan kombinasi dengan kayu. Untuk bambu lamina kombinasi dengan kayu, lapisan kayu digunakan sebagai lapisan dalam sedangkan lapisan luar (muka dan belakang) terdiri dari bambu. Perekat TRF dilaburkan pada permukaan papan yang akan direkat dengan berat labur 170 g/m^2 permukaan. Bahan bambu lamina tersebut kemudian dikempa dingin selama 20 jam. Bambu lamina yang dihasilkan kemudian dibiarkan selama minimum 7 hari sebelum dilakukan pengujian sifat fisis dan mekanisnya. Banyaknya ulangan untuk masing-masing jenis bambu lamina adalah 3 buah.

4. Pengujian bambu lamina

Bambu lamina yang dibuat kemudian diuji sifat fisis dan mekanisnya meliputi kadar air, kerapatan, keteguhan rekat dan keteguhan lentur menurut standar Jepang mengenai kayu lamina (Anonim, 2003). Di samping itu dilakukan juga pengujian sifat pengembangan tebal, pengembangan lebar dan pengembangan panjang bambu lamina menurut standar Amerika (ASTM D 1037).

5. Analisa data

Analisa data dilakukan untuk mengetahui pengaruh lapisan kayu terhadap sifat fisis dan mekanis bambu lamina. Rancangan percobaan yang digunakan adalah acak lengkap. Di samping itu nilai rata-rata sifat fisis dan mekanis bambu lamina hasil pengujian dibandingkan dengan standar Jepang mengenai kayu lamina (Anonim, 2003).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Nilai rata-rata hasil pengujian sifat fisis dan mekanis bambu lamina tercantum pada Tabel 1. Untuk mengetahui pengaruh lapisan kayu terhadap sifat fisis dan mekanis bambu lamina, dilakukan sidik ragam dan hasilnya tercantum pada Tabel 2.

Tabel 1. Nilai rata-rata sifat fisis dan mekanis bambu lamina

Table 1. Mean values of physical and mechanical properties of laminated bamboo boards

Sifat bambu lamina (<i>Laminated bamboo board properties</i>)	Komposisi lapisan (<i>Layer composition</i>)		
	BB	BA	BT
Kerapatan (<i>Density</i>), g/cm ³	0,80	0,70	0,64
Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	11,17	12,23	12
Pengembangan tebal (<i>Thickness swelling</i>), %	1,03	0,82	3,32
Pengembangan lebar (<i>Width expansion</i>), %	0,76	0,8	1,96
Pengembangan panjang (<i>Lenth expansion</i>), %	0,46	0,38	0,60
Modulus patah (<i>Modulus of rupture</i>), kg/cm ²			
- Arah datar (<i>Flat wise</i>)	1.241	1.130	962
- Arah tegak (<i>Edge wise</i>)	854	827	592
Modulus elastisitas (<i>Modulus of elasticity</i>), kg/cm ²			
- Arah datar (<i>Flat wise</i>)	133.615	135.068	121.674
- Arah tegak (<i>Edge wise</i>)	25.382	30.691	20.065
Keteguhan rekat dengan uji geser blok, (<i>Bonding strength by block shear test</i>), kg/cm ²			
- Uji kering (<i>Dry test</i>)	242,16	150,26	83,92
- Uji basah (<i>Wet test</i>)	101,26	86,80	50,97

Keterangan (*Remarks*): BB = bambu (*All layers made from bamboo*); BA = lapisan tengah kayu mangium (*The core layer made from mangium wood*); BT = lapisan tengah kayu tusam (*The core layer made from pine wood*)

Kerapatan bambu lamina yang dibuat berkisar antara 0,64 - 0,80 g/cm³. Kerapatan bambu lamina dipengaruhi oleh adanya lapisan kayu. Bambu lamina (3 lapis) yang lapisan tengahnya kayu tusam, mempunyai kerapatan (0,64 g/cm³) lebih rendah daripada bambu lamina yang lapisan tengahnya kayu mangium (0,70 g/cm³) dan bambu lamina yang semua lapisannya bambu (0,80 g/cm³). Pada umumnya kerapatan produk komposit dipengaruhi oleh kerapatan bahan penyusunnya, adanya perekat dan proses pengempaan. Dalam penelitian ini kerapatan bahan penyusun yang digunakan berturut-turut adalah bambu andong 0,78 g/cm³, kayu mangium 0,45 g/cm³, dan kayu tusam 0,42 g/cm³. Sedangkan berat jenis bambu andong tanpa buku berkisar 0,5 - 0,7 dan dengan buku berkisar 0,6 - 0,8 (Dransfield dan Widjaja, 1995). Berat jenis kayu mangium dari berbagai umur berkisar 0,38 - 0,42 (Ginoga, 1997) dan berat jenis kayu tusam berkisar 0,40 - 0,75 (Martawijaya *et.al*, 1989). Kadar air kering udara bambu lamina yang dibuat berkisar antara 11,17 - 12,23%. Lapisan kayu tidak berpengaruh terhadap kadar air bambu lamina.

Pengembangan tebal dan pengembangan lebar bambu lamina masing-masing berkisar antara 0,82 - 3,32% dan 0,76 - 1,96%. Adanya lapisan kayu sangat berpengaruh terhadap pengembangan tebal dan lebar bambu lamina. Bambu lamina yang lapisan tengahnya kayu tusam mempunyai kestabilan dimensi paling rendah dengan nilai pengembangan tebal dan pengembangan lebar paling tinggi (3,32 dan 1,96%) dibanding bambu lamina lainnya. Sedangkan pengembangan panjang bambu lamina (0,38 - 0,60%) tidak dipengaruhi oleh adanya lapisan kayu.

Modulus patah bambu lamina yang dibuat berkisar antara 962 - 1.241 kg/cm² (uji datar) dan 592 - 854 kg/cm² (uji tegak). Hasil sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa lapisan kayu sangat berpengaruh terhadap sifat modulus patah bambu lamina baik yang diuji pada arah mendatar maupun arah tegak. Penggunaan kayu pada lapisan tengah bambu lamina menurunkan modulus patah bambu lamina yang diuji pada arah mendatar sebesar 8,94% (kayu mangium) dan 22,48% (kayu tusam), sedangkan pada arah tegak terjadi penurunan sebesar 3,16% (kayu mangium) dan 30,68% (kayu tusam).

Modulus patah bambu andong dalam bentuk bundar adalah 1.743 - 2.110 kg/cm² (Dransfield dan Widjaja, 1995), sedangkan dalam bentuk bilah berbuku 1.032,6 kg/cm² dan bilah tanpa buku 1.835,6 kg/cm² (Idris, *et.al*, 1995). Menurut Surjokusumo dan Nugroho (1994) modulus patah bambu andong yang diuji dengan menggunakan contoh kecil bebas cacat adalah 1.356 kg/cm². Modulus patah rata-rata bambu lamina (3 lapis) yang dibuat dari pelupuh bambu andong adalah 1.001 kg/cm² (Sulastiningsih *et.al*, 1998). Sedangkan modulus patah bambu lamina (3 lapis) yang dibuat dari pelupuh bambu betung adalah 1.031,25 kg/cm² (Sulastiningsih *et al*, 1996). Pada Tabel 1 terlihat bahwa modulus patah bambu lamina yang dibuat dari bilah bambu andong (tanpa lapisan kayu) lebih tinggi (1.241 kg/cm²) daripada modulus patah bambu andong dalam bentuk bilah berbuku (1.032,6 kg/cm²) maupun modulus patah bambu lamina (3 lapis) dari pelupuh bambu andong (1.001 kg/cm²) dan modulus patah bambu lamina (3 lapis) dari pelupuh bambu betung (1.031,25 kg/cm²).

Modulus elastisitas bambu lamina yang dibuat berkisar antara 121.674 - 133.615 kg/cm² (uji datar) dan 20.065 - 30.691 kg/cm² (uji tegak). Sedangkan modulus elastisitas bambu lamina yang semua lapisannya dari bilah bambu andong adalah 133.615 kg/cm²

(uji datar) dan 25.382 kg/cm^2 (uji tegak). Penggunaan kayu untuk lapisan tengah bambu lamina berpengaruh terhadap modulus elastisitas bambu lamina (Tabel 2). Jenis kayu memberikan pengaruh yang berbeda pada sifat modulus elastisitas bambu lamina. Penggunaan kayu mangium pada lapisan tengah bambu lamina meningkatkan nilai modulus elastisitas bambu lamina sebesar 1,08% (uji datar) dan 20,91% (uji tegak). Sedangkan penggunaan kayu tusam pada lapisan tengah bambu lamina menurunkan nilai modulus elastisitas bambu lamina sebesar 8,93% (uji datar) dan 20,94% (uji tegak). Menurut Surjokusumo dan Nugroho (1994) modulus elastisitas bambu andong yang diuji dengan menggunakan contoh kecil bebas cacat adalah 98.294 kg/cm^2 . Idris *et.al.* (1994) mengemukakan bahwa modulus elastisitas bambu andong berbentuk bilah sebesar 96.616 kg/cm^2 (berbuku) dan 121.395 kg/cm^2 (tanpa buku). Hasil penelitian terdahulu (Sulastiningsih *et.al.*, 1998) menunjukkan bahwa modulus elastisitas rata-rata bambu lamina yang dibuat dari pelupuh bambu andong adalah 151.500 kg/cm^2 . Sedangkan modulus elastisitas bambu lamina (3 lapis) yang dibuat dari pelupuh bambu betung sebesar 175.592 kg/cm^2 (Sulastiningsih *et.al.*, 1996). Berdasarkan uraian di atas, terlihat bahwa bambu lamina yang semua lapisannya dibuat dari bilah bambu andong mempunyai modulus elastisitas (133.615 kg/cm^2) lebih tinggi daripada modulus elastisitas bilah bambu andong baik yang berbuku (96.616 kg/cm^2) maupun tanpa buku (121.395 kg/cm^2) tetapi lebih rendah dari modulus elastisitas bambu lamina yang dibuat dari pelupuh bambu andong maupun bambu betung.

Pengujian keteguhan rekat bambu lamina dilakukan dengan cara geser tekan (geser blok) menurut standar Jepang mengenai kayu lamina (Anonim, 2003) dan dilakukan dalam keadaan kering maupun basah. Pada standar Jepang pengujian keteguhan rekat hanya dilakukan dalam keadaan kering. Oleh karena itu perlakuan contoh uji keteguhan rekat bambu lamina yang diuji dalam keadaan basah mengikuti standar nasional Indonesia untuk kayu lapis penggunaan umum yang menggunakan perekat tipe eksterior I (SNI 01-5008.2-2000). Keteguhan rekat bambu lamina yang diuji secara geser tekan berkisar antara $83,92 - 242,16 \text{ kg/cm}^2$ (uji kering) dan pada keadaan basah berkisar antara $50,97 - 101,26 \text{ kg/cm}^2$ (Tabel 1).

Hasil sidik ragam pada Tabel 2 menunjukkan bahwa lapisan kayu sangat berpengaruh terhadap keteguhan geser bambu lamina baik yang diuji dalam keadaan kering maupun basah. Penggunaan kayu untuk lapisan tengah bambu lamina menurunkan keteguhan geser bambu lamina yang diuji dalam keadaan kering sebesar 37,95% (kayu mangium) dan 65,35% (kayu tusam). Sedangkan bila diuji dalam keadaan basah, penggunaan kayu untuk lapisan tengah bambu lamina menurunkan keteguhan geser bambu lamina sebesar 14,28% (kayu mangium) dan 49,66% (kayu tusam).

Table 2. Nilai F hitung pengaruh lapisan kayu terhadap sifat bambu lamina
Table 2. Calculated F values of the effect of wood layer on the properties of laminated bamboo boards

Sifat bambu lamina (<i>Laminated bamboo board properties</i>)	F hitung (<i>calculated</i>)
Kerapatan (<i>Density</i>), g/cm ³	30,08**
Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	1,46
Pengembangan tebal (<i>Thickness swelling</i>), %	59,52**
Pengembangan lebar (<i>Width expansion</i>), %	21,45**
Pengembangan panjang (<i>Length expansion</i>), %	1,54
Modulus patah (<i>Modulus of rupture</i>), kg/cm ²	
- Uji datar (<i>Flat wise</i>)	14,95**
- Uji tegak (<i>Edge wise</i>)	67,96**
Modulus elastisitas (<i>Modulus of elasticity</i>), kg/cm ²	
- Uji datar (<i>Flat wise</i>)	5,30*
- Uji tegak (<i>Edge wise</i>)	55,63**
Keteguhan rekat dengan uji geser blok (<i>Bonding strength by block shear test</i>)	
- Uji kering (<i>Dry test</i>)	32,23**
- Uji basah (<i>Wet test</i>)	25,52**

Keterangan (*Remarks*): * = Nyata (*Significant*); ** = Sangat nyata (*Highly significant*)

Standar Jepang mengenai kayu lamina (Anonim, 2003) menetapkan persyaratan keteguhan rekat untuk produk tersebut yang diuji dengan cara geser tekan dalam keadaan kering bervariasi antara 55,08 - 97,92 kg/cm², tergantung dari kelompok jenis kayu yang digunakan. Bila keteguhan rekat bambu lamina dibandingkan dengan standar Jepang tersebut maka semua bambu lamina yang dibuat memenuhi syarat standar Jepang karena nilai keteguhan gesernya lebih besar dari persyaratan yang ditentukan.

IV. KESIMPULAN

1. Lapisan kayu sangat berpengaruh terhadap sifat fisis dan mekanis bambu lamina yang dibuat dari bilah bambu andong, kecuali kadar air dan pengembangan panjang.
2. Kerapatan dan sifat mekanis bambu lamina menurun dengan digunakannya kayu pada lapisan tengah bambu lamina. Penggunaan kayu mangium pada lapisan tengah bambu lamina lebih baik daripada menggunakan kayu tusam.
3. Bambu lamina yang semua lapisannya terdiri dari bambu, kerapatannya lebih tinggi (0,8 g/cm³) dibanding bambu lamina yang lapisan tengahnya dari kayu mangium (0,7 g/cm³) dan tusam (0,64 g/cm³). Penggunaan kayu pada lapisan tengah bambu lamina menurunkan modulus patah bambu lamina yang diuji pada arah mendatar sebesar 8,94% (kayu mangium) dan 22,48% (kayu tusam), sedangkan pada arah tegak terjadi penurunan sebesar 3,16% (kayu mangium) dan 30,68% (kayu tusam). Bambu lamina yang lapisan tengahnya kayu tusam mempunyai sifat kestabilan dimensi paling rendah dibanding bambu lamina lainnya.

4. Berdasarkan kerapatan, keteguhan lentur dan keteguhan tekan, bambu lamina yang dibuat setara dengan kayu kelas kuat II. Sifat perekatan bambu lamina yang dibuat dari bilah bambu andong dan kombinasinya dengan kayu mangium atau kayu tusam memenuhi persyaratan sifat perekatan kayu lamina yang ditetapkan standar Jepang.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. 1995. Standard test methods for evaluating properties of wood-base fiber and particle panel materials. Annual Book of ASTM Standards. ASTM D 1037-93.
- _____. 2000. Kayu lapis penggunaan umum. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. SNI 01-5008.2-2000.
- _____. 2003. Japanese agricultural standard for glued laminated timber. MAFF, Notification No. 234 of the Ministry of Agriculture, Forestry and Fisheries. Japan Plywood Inspection Corporation, Tokyo.
- Dransfield, S. and E.A. Widjaja (editor). 1995. Plant resources of South East Asia No 7. Bamboos. Prosea Foundation, Bogor.
- Ginoga, B. 1997. Beberapa sifat kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.) pada beberapa tingkat umur. Buletin Penelitian Hasil Hutan 13(5): 132-149. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Idris, A.A., A. Firmanti dan Purwito. 1994. Penelitian bambu untuk bahan bangunan. Strategi Penelitian Bambu Indonesia. Hal. 73-81. Yayasan Bambu Lingkungan Lestari, Bogor.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira, K. Kadir. 1989. Atlas kayu Indonesia. Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor.
- Sulastiningsih, I.M., Nurwati dan P. Sutigno. 1996. Pengaruh jumlah lapisan terhadap sifat bambu lamina. Buletin Penelitian hasil Hutan 14 (9): 366-373. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan dan Sosial Ekonomi Kehutanan, Bogor.
- Sulastiningsih, I.M., A. Santoso and T. Yuwono. 1998. Effect of position along the culm and number of preservative brushing on physical and mechanical properties of laminated bamboo. Proceedings Pacific Rim Bio-Based Composites Symposium. November 2-5, 1998, Bogor, Indonesia. Pp. 106 - 113. Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University. Bogor.
- Suryokusumo, S. dan N. Nugroho. 1994. Pemanfaatan bambu sebagai bahan bangunan. Strategi Penelitian Bambu Indonesia Hal. 82 - 87. Yayasan Bambu Lingkungan Lestari, Bogor.
- Widjaya, E.A. 2001. Identikit jenis-jenis bambu di Jawa. Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi, LIPI. Balai Penelitian Botani, Herbarium Bogoriense, Bogor. Indonesia.

BAGAN PENGERINGAN DASAR 16 JENIS KAYU INDONESIA

(Basic Drying Schedules of 16 Indonesian Wood Species)

Oleh/By:

Efrida Basri

ABSTRACT

Indonesia has around 4000 wood species but only some of them have been known their drying schedule. Based on their color similarity, hardness, and the texture of the wood, usually the drying schedule of a wood species adapts the existing schedule of the known species. Consequently, it causes the decrease in their quality. The purpose of this research was to establish the basic drying schedule of 16 Indonesian wood species based on their drying characteristics. The determination of drying schedule was initiated by examining the wood drying characteristic using high temperature method (at 100° C temperature).

Results indicated that the drying properties of each wood showed different respons to high temperature. One of 16 wood species (i.e. sengon buto wood) was resistance to high temperature treatment; while sampora and kumia batu woods were categorized as very sensitive. Based on drying characteristics, all samples of 16 wood species could be classified into 10 drying schedule groups.

Keywords: Wood species, high temperature, drying properties, drying schedules, quality.

ABSTRAK

Indonesia memiliki sekitar 4000 jenis kayu yang baru sebagian kecil diketahui bagan pengeringannya, sehingga sering terjadi kesalahan dalam penerapan bagan. Selama ini bagan yang digunakan untuk mengeringkan suatu jenis kayu mengadopsi bagan kayu yang sudah dikenal dengan hanya berdasarkan kesamaan warna, kekerasan serta tekstur dari kayu tersebut. Akibatnya kayu yang dikeringkan mengalami penurunan mutu. Tujuan dari penelitian adalah menetapkan bagan pengeringan dasar 16 jenis kayu Indonesia berdasarkan sifat pengeringannya. Penetapan bagan pengeringan diawali dengan pengujian sifat pengeringan kayu menggunakan metode suhu tinggi (suhu 100 °C).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa setiap jenis kayu memiliki respon yang berbeda terhadap perlakuan suhu tinggi. Pada 16 jenis kayu yang diteliti, kayu sengon buto memiliki sifat paling tahan terhadap pemakaian suhu tinggi dan kayu sampora serta kumia batu sangat peka terhadap suhu tinggi. Berdasarkan sifat pengeringan tersebut, maka 16 jenis kayu yang diteliti telah diklasifikasikan ke dalam 10 kelompok bagan pengeringan.

Kata kunci: Kayu, suhu tinggi, sifat pengeringan, bagan pengeringan, mutu.

I. PENDAHULUAN

Hutan Indonesia memiliki sekitar 4000 jenis kayu (Soerianegara dan Lemmens, 1994). Dari jumlah tersebut hanya sebagian kecil saja yang telah diketahui bagan pengeringannya, sehingga sering terjadi kesalahan dalam penerapan bagan. Sebagai contoh kayu sendok-sendok (*Endospermum malaccense* Muell Arg.) berdasarkan pengamatan warna permukaan, kekerasan serta tekstur kayunya mirip dengan kayu ramin, sehingga dimungkinkan sebagai salah satu jenis pengganti kayu ramin (Rulliaty, 1988). Namun, ketika dikeringkan menggunakan bagan kayu ramin, kayu tersebut mengalami cacat bentuk yang sangat parah, terutama pada papan sempit dan panjang di atas 1 m. Sehubungan dengan itu pengetahuan tentang bagan pengeringan setiap jenis kayu penting diketahui oleh setiap operator agar bisa memproduksi kayu olahan bermutu tinggi sekaligus menghemat biaya produksi. Bagan pengeringan yang lazim digunakan di industri perkayuan adalah bagan pengeringan berbasis kadar air.

Bagan pengeringan berbasis kadar air merupakan pedoman umum yang memuat langkah-langkah perubahan suhu dan kelembaban udara berdasarkan tingkat kadar air rata-rata kayu yang sedang dikeringkan (Rasmussen, 1961; Kadir, 1975). Kelemahan yang lazim ditemukan di industri pengolahan kayu yang memiliki kilang pengering terutama terletak pada kemampuan operator dalam menetapkan bagan pengeringan. Untuk menetapkan berapa besar suhu dan kelembaban awal hingga akhir pengeringan agar kayu dapat mengering dalam waktu yang optimal tanpa merusak kualitas kayu, diperlukan pengetahuan dasar tentang sifat pengeringan kayu (Terazawa, 1965; Perre, 2001).

Tujuan dari penelitian ini adalah menetapkan bagan pengeringan dasar (*basic drying schedule*) 16 jenis kayu berdasarkan sifat pengeringannya. Bagan tersebut diharapkan bisa menjadi pedoman bagi operator untuk mengembangkannya dalam kilang pengering konvensional (*conventional kiln drying*).

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Jenis kayu yang diteliti terdiri dari 15 jenis berasal dari Jawa Barat dan 1 jenis (kayu kumia batu) dari Sulawesi Tenggara. Penelitian dilakukan di laboratorium Pengeringan Kayu P3THH Bogor. Peralatan yang digunakan dalam penelitian antara lain: timbangan elektronik, *oven memmert*, *dial caliper* dan mistar ukur.

B. Metode

Penetapan bagan pengeringan dasar diawali dengan pengujian sifat pengeringan kayu pada suhu tinggi. Untuk keperluan tersebut, dari setiap jenis kayu dibuat 10 contoh uji berukuran 2 cm x 10 cm x 20 cm. Percobaan dilakukan dengan mengeringkan contoh uji dalam oven pada suhu konstan 100 °C. Pengambilan data jenis cacat dan tingkat kerusakan kayu dilakukan setiap 2 - 3 jam hingga berat contoh uji kayu mencapai kering tanur (kadar air kayu 0%). Penilaian sifat pengeringan kayu didasarkan pada 3 jenis cacat dan tingkat kerusakan untuk masing-masing jenis cacat. Tingkat

kerusakan kayu karena retak/pecah ujung, pecah permukaan dan perubahan bentuk atau deformasi menggunakan skala 1 sampai 8 (Gambar 1 dan 2), sedangkan untuk retak/pecah di bagian dalam kayu menggunakan skala 1 sampai 6 (Gambar 3). Semakin tinggi skala yang digunakan semakin parah tingkat cacat yang terjadi pada contoh uji kayu. Walaupun dari 10 contoh uji yang diamati hanya 1 yang tingkat cacatnya terparah, penetapan suhu dan kelembaban tetap mengikuti kriteria dari contoh uji yang terparah. Berdasarkan penilaian terhadap contoh uji yang tingkat cacatnya terparah, ditetapkan suhu dan kelembaban awal dan akhir pengeringan seperti pada Tabel 1 (Terazawa, 1965).

Dari nilai suhu dan kelembaban (awal dan akhir) pengeringan yang sudah diperoleh, kemudian dibuat bagan pengeringan dasar untuk 16 jenis kayu yang diteliti. Perubahan tingkat suhu dan kelembaban untuk setiap perubahan kadar air dalam bagan pengeringan yang dibuat dari setiap jenis kayu mengikuti standar *Forest Products Laboratory Madison* (Torgeson, 1951 dalam Basri *et al.* 2000).

Keterangan/Remarks:

1. Retak/pecah ujung (*End check*) : 0 - 5%
2. Retak/pecah ujung (*End check*) : > 5 - 10%
3. Retak/pecah ujung (*End check*) : > 10 - 15%
4. Retak/pecah ujung & permukaan (*End & surface checks*) : > 15 - 20%
5. Retak/pecah ujung & permukaan (*End & surface checks*) : > 20 - 40%
6. Retak/pecah ujung & permukaan (*End & surface checks*) : > 40 - 50%
7. Retak/pecah ujung & permukaan (*End & surface checks*) : > 50 - 70%
8. Retak/pecah ujung & permukaan (*End & surface checks*) : > 70%

Gambar 1. Tingkat retak/pecah ujung dan atau permukaan pada contoh uji kayu
Figure 1. Degree of end and/or surface checks in wood sample

Keterangan (Remarks) :

- A = 20,0 mm
1. A-B = 19,8 - 20,0 mm
2. A-B = 19,6 - 19,7 mm
3. A-B = 19,3 - 19,5 mm
4. A-B = 18,9 - 19,2 mm
5. A-B = 18,3 - 18,8 mm
6. A-B = 17,6 - 18,2 mm
7. A-B = 16,6 - 17,5 mm
8. A-B < 16,5 mm

Gambar 2. Tingkat deformasi pada contoh uji kayu
Figure 2. Degree of deformation in wood sample

- Keterangan/Remarks
- 1. Tidak ada pecah dalam (no honeycomb)
 - 2. 1 besar (major) atau/or 2 kecil (minors)
 - 3. 2 besar (majors) atau/or 4 - 5 kecil (minors)
 - 4. 4 besar (majors) atau/or 7 - 9 kecil (minors)
 - 5. 6 - 8 besar (majors) atau/or 15 kecil (minors)
 - 6. 17 besar (majors) atau/or kecil (minors)

Gambar 3. Tingkat retak/pecah dalam pada contoh uji kayu
Figure 3. Degree of honeycomb in wood sample

Tabel 1. Suhu dan kelembaban awal dan akhir pengeringan berdasarkan cacat pengeringan
Table 1. Initial and final temperature and relative humidity on drying defects basis

Jenis cacat (Variety of defect)	Suhu °C dan kelembaban, % (Temperature, °C and relative humidity, %)	Tingkat cacat (Defect degree)							
		1	2	3	4	5	6	7	8
I. Petak/pecah permukaan (Surface check)	Suhu awal (Early temp.), °C	70	65	60	55	50	50	45	45
	Kelembaban awal (Early Rb.) %	75	78	82	83	85	90	90	90
	Suhu akhir (Final temp.), °C	95	90	85	80	80	80	80	80
	Kelembaban akhir (Final Rb.) %	29	29	27	30	30	28	28	28
II. Deformasi (Deformasi)	Suhu awal (Early temp.), °C	70	65	60	50	50	50	45	45
	Kelembaban awal (Early Rb.) %	75	75	82	81	81	85	85	89
	Suhu akhir (Final temp.), °C	95	90	80	80	75	75	70	70
	Kelembaban akhir (Final Rb.) %	29	29	25	27	28	27	27	27
III. Retak/pecah dalam (Honeycomb)	Suhu awal (Early temp.), °C	70	55	50	50	45	45	-	-
	Kelembaban awal (Early Rb.) %	75	81	80	85	83	89		
	Suhu akhir (Final temp.), °C	95	80	75	70	70	70	-	-
	Kelembaban akhir (Final Rb.) %	29	27	25	27	27	27	-	-

Sumber (Source): Terazawa (1965)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sifat Pengeringan

Hasil pengujian sifat pengeringan kayu serta penetapan suhu dan kelembaban awal dan akhir pengeringan berdasarkan jenis dan tingkat cacat dapat dilihat pada Tabel 2.

Dari 16 jenis kayu yang diteliti, hanya kayu sengon buto yang memiliki sifat pengeringan terbaik dengan skala kerusakan 1 untuk semua cacat. Kayu asam jawa meskipun BJ-nya tinggi, sifat pengeringannya masih lebih baik dibandingkan kayu lain yang berberat jenis rendah. Dalam hal ini mungkin ada dukungan faktor lain seperti tidak terdapat penyumbatan dalam sel pembuluhnya atau komponen zat ekstraktifnya bersifat "bulking agent", sehingga memungkinkan kayu tersebut bisa dikeringkan tanpa mengalami hambatan.

Dalam menetapkan suhu pengeringan, cacat yang terutama dipertimbangkan adalah pecah dalam (honeycomb) karena sangat berpengaruh terhadap penurunan kekuatan kayu dan sifat fisik lainnya. Salah satu penyebab terjadinya pecah pada bagian dalam kayu karena adanya tegangan-dalam kayu (*growth stress*) Wang *et al.*, 1994. Tegangan-dalam kayu terjadi karena adanya perbedaan penyusutan yang tinggi antara arah tangensial dan arah radial kayu (rasio T/R) sebagai akibat pemberian suhu yang keras sewaktu kadar air kayu masih di atas titik jenuh serat (KA. > 30 %) Rasmussen, 1961. Pada penelitian ini hanya kayu kilemo, kapur dan terlebih lagi kayu kumia batu yang mengalami pecah pada bagian dalam kayu. Hal ini didukung dengan data hasil pengujian dimana rasio T/R kayu kumia batu sekitar 3, sedangkan kayu kilemo dan kapur sekitar 2,6. Rasio penyusutan T/R yang normal untuk kayu adalah 2 (Rasmussen, 1961).

Kerusakan kayu yang banyak dijumpai pada penelitian ini adalah retak/pecah pada permukaan kayu dan perubahan bentuk (deformasi). Retak/pecah terparah terdapat pada kayu kumia batu (nilai skala > 5), sedangkan perubahan bentuk terparah ditemukan pada kayu kisampang dan sampora (nilai skala > 5). Pecah permukaan pada kayu terjadi pada awal proses pengeringan ketika kadar air kayu masih tinggi. Hal ini karena pada awal pengeringan bagian permukaan kayu mengering dengan cepat sementara bagian dalam masih basah sehingga terjadi ketidak-seimbangan tegangan tarik di bagian permukaan dan tegangan tekan di bagian dalam sehingga menyebabkan pecah. Menurut Rasmussen (1961), pecah permukaan dapat terjadi dalam jari-jari kayu, saluran resin maupun dalam lapisan mineral. Cacat permukaan ini dapat ditekan dengan pemberian kelembaban yang tinggi atau perlakuan pengukusan pada awal pengeringan (Basri *et al.*, 1999).

Perubahan bentuk pada kayu dapat terjadi karena adanya perbedaan penyusutan dalam arah radial, tangensial dan longitudinal atau karena adanya kayu reaksi (compression wood), kayu tekan (tension wood), kayu juvenil (juvenile wood) dan mata kayu (Rasmussen, 1961; Bramhall dan Wellwood, 1976). Pengaturan penumpukkan, tebal dan jarak ganjal serta pembebanan pada permukaan kayu bagian atas dapat menekan terjadinya cacat perubahan bentuk (Basri, 1990).

Pada Tabel 2, tampak hanya kayu sengon buto yang mudah dikeringkan tanpa mengalami penurunan mutu. Kayu tersebut dapat dikeringkan menggunakan suhu yang keras, yaitu 70 - 95 °C dan kelembaban 29 - 75%. Berikutnya adalah kayu asam jawa

dan balobo. Kedua jenis ini dapat dikeringkan bersama-sama menggunakan suhu 60 - 85 °C dan kelembaban 27 - 82%. Adapun kayu kisereh dan marasi bisa disatukan menggunakan suhu 60 - 80 °C dan kelembaban 25 - 82%, sementara kayu bengkal dan kayu kapur dapat menggunakan suhu 55 - 80 °C dan kelembaban 30 - 83%. Kayu kundang dan kendal bersama-sama bisa dikeringkan menggunakan suhu 50 - 80 °C dan kelembaban 27 - 81%, sedangkan kayu bintaro, nyatuh dan huru gading bisa disatukan menggunakan suhu 50 - 75 °C dan kelembaban 28 - 81%. Adapun pengeringan kayu kilemo, kisampang, sampora dan kumia batu tidak bisa dilakukan dalam satu proses. Keempat jenis kayu tersebut harus menggunakan suhu dan kelembaban tersendiri. Suhu dan kelembaban yang sesuai untuk mengeringkan kayu kilemo, kisampang, sampora dan kumia batu berturut-turut adalah 55 - 80 °C dan 27 - 82%; 50 - 75 °C dan 27 - 85%; 45 - 70 °C dan 27 - 85%; 45 - 70 °C dan 28 - 90%.

B. Bagan Pengeringan

Berdasarkan hasil penelitian sifat pengeringan, maka dari 16 jenis kayu yang diteliti dapat dikelompokkan ke dalam 10 bagan pengeringan dari yang terkeras sampai yang terlunak (Tabel 3 - 12). Untuk bagan terkeras dengan tingkat suhu 70 - 95 °C hanya dapat digunakan mengeringkan kayu sengon buto, sedangkan bagan terlunak dengan tingkat suhu 45 - 70 °C digunakan untuk kayu kumia batu dan sampora. Jika suhu kayu sengon buto dipakai mengeringkan kayu kumia batu maka kayu kumia batu akan mengalami kerusakan yang sangat parah, sebaliknya jika bagan kayu kumia batu digunakan untuk mengeringkan kayu sengon buto maka waktu yang digunakan terlalu lama.

Yang perlu diperhatikan selama pengeringan adalah pemakaian suhu yang rendah di awal proses, terutama pada kayu yang sangat basah. Sebagai contoh kayu sengon buto, suhu pengeringan masih tetap dipertahankan 70 °C sampai kadar air dalam kayu mendekati 30% (kadar air titik jenuh serat) meskipun kelembaban sudah diturunkan. Suhu baru dinaikan secara bertahap setelah kadar air kayu mencapai 30%. Keadaan demikian juga berlaku pada kayu yang lain. Pengaturan ini bertujuan untuk melindungi kayu dari cacat kolaps (collapse) dan pecah dalam (Rasmussen, 1961; Basri *et al.*, 2000). Lagi pula kayu dengan kandungan air di atas 30% masih terdapat air bebas dalam rongga sel yang biasanya mudah menguap pada suhu kamar.

Bagan pengeringan di atas, di dalam penerapannya perlu dimodifikasi lagi dan bisa ditambahkan dengan perlakuan tertentu untuk mempercepat proses pengeringan tanpa menurunkan mutu kayu. Modifikasi bagan perlu disesuaikan dengan kondisi kayu yang dikeringkan, terutama dari ukuran sortimen. Hal ini dapat dimengerti karena ukuran dimensi contoh uji yang diteliti sangat kecil, sehingga tidak tampak cacat bentuk seperti membusur (bowing), memangkuk (cupping) dan menggelinjang (twisting).

Tabel 2. Sifat pengeringan, suhu dan kelembaban awal dan akhir pengeringan 16 jenis kayu yang diteliti

Table 2. Drying properties, initial and final temperature and relative humidity of 16 wood species investigated

No.	Jenis (Species)	Nama latin (Scientific name)	Berat jenis (Specific gravity)	Kadar air awal (Initial moisture content), %	Jenis cacat (Variety of defect)			Suhu (Temperature), °C		Kelembaban (Humidity), %	
					I	II	III	Awal (Initial)	Akhir (Final)	Awal (Initial)	Akhir (Final)
1.	Marasi	<i>Hymenaea courbaril</i> L.	0,73 ¹	50 - 55	2	3	1	60	80	82	25
2.	Asam jawa	<i>Tamarindus indi</i> BL.	0,92 ⁴	40 - 50	2 - 3	3	1	60	85	82	27
3.	Balobo	<i>Diplodiscus sp</i>	0,73 ⁴	60 - 70	2 - 3	2	1	60	85	82	27
4.	Kundang	<i>Ficus variegeta</i> Bl.	0,27 ⁴	130-180	1	4	1	50	80	81	27
5.	Kendal	<i>Ehretia acuminata</i> R.Br	0,57 ⁴	80 - 95	2 - 3	2 - 4	1	50	80	81	27
6.	Bengkai	<i>Nauclea orientalis</i> L	0,58 ³	60 - 90	3 - 4	2	1	55	80	83	30
7.	Bintaro	<i>Cerbera sp</i>	0,42 ³	50 - 80	2	4 - 5	1	50	75	81	28
8.	Huru										
9.	Gading	<i>Litsea odorifera</i> Val.	0,50 ⁵	60 - 70	2 - 4	3 - 5	1	50	75	81	28
	Nyatuh	<i>Pouteria duclitan</i>									
	Sampora	Bachni	0,69 ⁵	55 - 60	2 - 3	3 - 5	1	50	75	81	28
10.	Kisampang	<i>Colona javanica</i> B.L.	0,49 ⁵	70 - 75	3 - 5	5 - 7	1	45	70	85	27
11.	Kisereh	<i>Evodia aromatica</i> B.L.	0,50 ⁵	60 - 70	4	4 - 6	1	50	75	85	27
12.	Kilemo	<i>Cinnamomum</i>									
		<i>artenoxylon</i> Meissn	0,63 ²	50 - 70	1 - 2	3	1	60	80	82	25
13.	Kapur	<i>Litsea cubeba</i> Pers	0,46 ²	45 - 75	1 - 3	3	1 - 2	55	80	81	27
	Sengon	<i>Dryobalanops lanceolata</i>									
14.	buto	Burck	0,79 ²	50 - 70	3 - 4	2 - 3	2	55	80	83	30
15.	Kumia batu	<i>Enterolobium</i>									
		<i>cylocarpum</i>	0,49 ²	100-130	1	1	1	70	95	75	29
16.		<i>Manilkara Merilliana</i>	1,11 ¹	45 - 50	4 - 6	4	4 - 5	45	70	90	28

Keterangan (Remarks): I. Retak/pecah permukaan (Surface check); II. Deformasi (Deformation); III. Retak/pecah dalam (Honeycomb);

Sumber (Sources): ¹ Oey Djoen Seng (1990); ² Hadjib (2000); ³ Hadjib (2002); ⁴ Hadjib (2003); ⁵ Hadjib (2004)

Tabel 3. Bagan pengeringan kayu sengon buto

Table 3. Drying schedule for sengon buto wood

Kadar air (Moisture content), %	Suhu (Temperature), °C	Kelembaban (Humidity), %
Basah (Green) - 70	70	75
70 - 60	70	68
60 - 50	70	62
50 - 40	70	56
40 - 35	70	50
35 - 30	70	47
30 - 25	75	42
25 - 20	80	35
20 - 15	90	32
< 15	95	29

Tabel 4. Bagan pengeringan kayu asam jawa dan balobo
Table 4. Drying schedule for asam jawa and balobo woods

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 40	60	82
40 - 35	60	74
35 - 30	60	62
30 - 25	65	54
25 - 20	70	47
20 - 15	75	37
< 15	85	27

Tabel 5. Bagan pengeringan kayu kisereh dan marasi
Table 5. Drying schedule for kisereh and marasi woods

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 35	60	82
35 - 30	60	74
30 - 25	65	63
25 - 20	70	56
20 - 15	75	37
< 15	80	25

Tabel 6. Bagan pengeringan kayu kilemo
Table 6. Drying schedule for kilemo wood

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 35	55	81
35 - 30	60	74
30 - 25	65	63
25 - 20	70	56
20 - 15	75	37
< 15	80	27

Tabel 7. Bagan pengeringan kayu bengkal dan kapur
Table 7. Drying schedule for bengkal and kapur woods

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 40	55	83
40 - 35	55	72
35 - 30	55	60
30 - 25	60	52
25 - 20	65	45
20 - 15	70	37
< 15	80	30

Tabel 8. Bagan pengeringan kayu kundang dan kendal**Table 8. Drying schedule for kundang and kendal woods**

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 60	50	81
60 - 50	50	71
50 - 40	50	58
40 - 35	50	54
35 - 30	50	51
30 - 25	55	46
25 - 20	60	43
20 - 15	65	38
< 15	80	27

Tabel 9. Bagan pengeringan kayu bintaro, nyatuh dan huru gading**Table 9. Drying schedule for bintaro, nyatuh and huru gading woods**

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 35	50	81
35 - 30	50	71
30 - 25	55	60
25 - 20	60	52
20 - 15	65	43
< 15	75	28

Tabel 10. Bagan pengeringan kayu kisampang**Table 10. Drying schedule for kisampang wood**

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 40	50	85
40 - 35	50	80
35 - 30	55	72
25 - 20	60	59
20 - 15	65	38
< 15	75	27

Tabel 11. Bagan pengeringan kayu sampora**Table 11. Drying schedule for sampora wood**

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 50	45	85
50 - 40	45	79
40 - 35	45	69
35 - 30	45	52
30 - 25	50	51
25 - 20	55	40
20 - 15	60	35
< 15	70	27

Tabel 12. Bagan pengeringan kayu kumia batu
Table 12. Drying schedule for kumia batu wood

Kadar air (<i>Moisture content</i>), %	Suhu (<i>Temperature</i>), °C	Kelembaban (<i>Humidity</i>), %
Basah (<i>Green</i>) - 30	45	90
30 - 25	50	85
25 - 20	55	77
20 - 15	60	59
15 - 12	65	38
< 12	70	28

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

Hasil penelitian sifat pengeringan 16 jenis kayu Indonesia menunjukkan bahwa setiap jenis kayu memiliki respon yang berbeda terhadap perlakuan suhu tinggi. Dari 16 jenis kayu tersebut, kayu sengon buto memiliki sifat paling tahan terhadap pemakaian suhu tinggi dan kayu sampora serta kumia batu sangat peka terhadap suhu tinggi.

Cacat yang ditemukan pada hampir semua jenis kayu yang dikeringkan (kecuali kayu sengon buto) adalah pecah permukaan dan perubahan bentuk (deformasi), sedangkan cacat pecah dalam hanya ditemukan pada contoh uji kayu kilemo, kapur dan terparah pada kayu kumia batu.

Berdasarkan sifat pengeringan terhadap respon suhu tinggi, maka dari 16 jenis kayu yang diteliti dapat dimasukkan ke dalam 10 kelompok bagan pengeringan.

Contoh uji untuk penetapan bagan pengeringan di atas sangat terbatas pada ukuran dimensi 2 x 10 x 20 cm. Hal ini tidak sesuai dengan ukuran sortimen yang diperdagangkan. Untuk itu dalam aplikasinya perlu dilakukan modifikasi atau pemberian perlakuan pengeringan, terutama di awal proses pengeringan.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, E. 1990. Bagan pengeringan beberapa jenis kayu hutan tanaman Industri. Jurnal Penelitian Hasil Hutan 6 (7): 447-451. Bogor.
- Basri, E., H. Roliadi and Rahmat. 1999. The effect of pre-steaming and cross-sectional end-coating on the drying properties of Indonesian Torem (*Manilkara kanosiensis*) wood species. Proceedings of The Fourth International Conference on The Development of Wood Science, Wood Technology and Forestry, July 14 16, 1999 in Missenden Abbey England. Pp. 206 211.
- Basri, E., K. Hayashi, N. Hadjib and H. Roliadi. 2000. The qualities and kiln drying schedules of several wood species from Indonesia. Proceedings of The Third International Wood Science Symposium, November 1 2, 2000 in Kyoto Japan. pp. 43 - 48.

- Bramhall, G. and R.W. Wellwood. 1976. Kiln drying of western Canadian lumber. Canadian Forestry Service. Western Forest Products Laboratory Vancouver, British Columbia.
- Hadjib, N. 2000. Pengujian sifat fisik dan mekanis kayu. Laporan Hasil Penelitian tahun 2000. Puslit Hasil Hutan. Bogor. Tidak diterbitkan.
- _____. 2002. Pengujian sifat fisik dan mekanis kayu. Laporan Hasil Penelitian tahun 2002. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor. Tidak diterbitkan.
- _____. 2003. Pengujian sifat fisik dan mekanis kayu. Laporan Hasil Penelitian tahun 2003. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor. Tidak diterbitkan.
- _____. 2004. Pengujian sifat fisik dan mekanis kayu. Laporan Hasil Penelitian tahun 2004. Puslitbang Teknologi Hasil Hutan. Bogor. Tidak diterbitkan.
- Kadir, K. 1975. Bagan pengeringan beberapa jenis kayu Indonesia. Laporan No. 57. Lembaga Penelitian Hasil Hutan. Bogor.
- Oey Djoen Seng. 1990. Berat jenis dari jenis-jenis kayu Indonesia dan pengertian beratnya kayu untuk keperluan praktek. Pengumuman Nr. 13. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Perre, Patrick. 2001. The drying of wood: the benefit of fundamental research to shift from improvement to innovation?. Proceedings 7th International IUFRO Wood Drying Conference, July 9-13, 2001 in Tsukuba Japan. Pp. 2-13.
- Rasmussen, E.F. 1961. Dry Kiln Operator's Manual. U.S. Department of Agriculture. Agric. Handbook 188.
- Rulliaty, S. 1988. Beberapa jenis kayu yang dapat dimanfaatkan sebagai pengganti ramin. *Sylva Tropika* 3 (2): 26-28. Pusat Litbang Hasil Hutan. Bogor.
- Soerianegara, I. and R.H.M.J. Lemmens. 1994. Plant resources of South East-Asia 5 (1). *Timbers Trees: Major commercial timbers*. PROSEA. Bogor
- Terazawa, S. 1965. An easy methods for the determination of wood drying schedule. *Wood Industry* 20 (5), Wood Technological Association of Japan.
- Wang, Z., E.T. Choong and V.K. Gopu. 1994. Effect of presteaming on drying stresses of red oak using a coating and bending method. *Wood and Fiber Science* 26 (4): 527-535.