

SIFAT DASAR DAN POTENSI KEGUNAAN KAYU JABON MERAH (*Basic Properties and Potential Uses of Jabon Merah Wood*)

Mody Lempang

Balai Penelitian Kehutanan Makassar
Jl. P. Kemerdekaan Km 16 Makassar Sulawesi Selatan Indonesia Telp./Fax. (0411) 554049/554051
Email: mlempang@yahoo.com

Diterima 3 Pebruari 2014; revisi terakhir 28 Mei 2014; disetujui 30 Juni 2014

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk menguji sifat dasar (struktur anatomi, kimia, sifat fisik dan mekanik) kayu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) yang diambil dari hutan alam di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Potensi kegunaan kayu ditetapkan dengan mempertimbangkan sifat dasar dan penggunaan kayu tersebut oleh penduduk setempat. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kayu jabon merah berwarna kekuningan sedikit mengarah ke kemerahan, batas teras dan gubal tidak jelas, tekstur agak halus dan merata, arah serat lurus dan kadang-kadang agak berpadu, permukaan kayu agak mengkilap dan kesan raba agak licin sampai licin, kekerasan tergolong sedang. Serat sangat panjang, tebal dinding serat sangat tipis dan tergolong kualitas II untuk bahan baku pembuatan pulp kertas. Kadar selulosa dan ekstraktif tinggi, lignin sedang dan pentosan rendah. Berat jenis sedang (0,48), penyusutan sangat rendah dan tergolong kayu kelas kuat III. Potensi kegunaan untuk bahan bangunan dengan beban ringan di bawah atap, mebel murah, kerajinan, alat ukur dan gambar, pensil, kotak dan batang korek api, tusuk gigi, sendok dan gagang es krim, *moulding*, kayu komposit, pulp dan kertas, *pallet*, peti pembungkus dan cetakan beton.

Kata kunci: Anatomi, kimia, mekanis, kegunaan kayu, jabon merah

ABSTRACT

*This research was carried out to examine basic properties (anatomical structure, chemical, physical and mechanical) of jabon merah wood (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) taken from natural forest in Luwu Timur District South Sulawesi Province. Potential uses of wood were determined by considering those properties and wood uses which the local inhabitants have currently employed. Results revealed that jabon merah heartwood is yellowish rather tend to red in colour and not clearly distinct from the sapwood, texture is rather fine and even, grain is straight and sometimes rather interlocked, wood surface is rather glossy, rather smooth to smooth in touch, and moderate in hardness. Fiber is remarkably long with very thin wall thickness. High in cellulose and extractive, moderate in lignin and low in pentose content. Moderate in specific gravity (0.48), very low in shrinkage and classified in wood strength class III. Potential uses are for light construction material under roof, cheap furniture, handicraft, measuring and drawing instruments, pencil, box and stick of matches, toothpick, spoon and handles of ice cream, moulding, wood composites, pulp and paper, pallet, packing box and concrete forms.*

Keywords: Anatomical, chemical, mechanical, uses of wood, jabon merah

I. PENDAHULUAN

Beberapa tahun terakhir laju perkembangan industri per kayu terhambat atau bahkan stagnan terkait dengan berbagai masalah yang dihadapi. Salah satu permasalahan utama yang dihadapi adalah kelangkaan kayu sebagai bahan baku. Tercatat bahwa kekurangan bahan baku kayu berkualitas mencapai 70% untuk jati (Sidabutar, 2007) dan hampir 90% untuk jenis lainnya (Laban, 2005). Kekurangan bahan baku kayu berkualitas untuk industri tersebut sedikit banyak membuka peluang lebih

besar untuk memanfaatkan sebanyak mungkin jenis kayu termasuk jenis kayu kurang dikenal. Namun demikian industri dalam negeri belum sepenuhnya siap menerima semua jenis kayu. Penyebabnya banyak, tetapi yang jelas adalah bahwa dari 4.000 jenis kayu yang terdapat di Indonesia baru diketahui keberadaannya saja, sedangkan sifat-sifat, cara pengolahan dan pemanfaatan dari banyak jenis kayu belum diketahui. Dari jumlah tersebut sekitar 400 jenis yang berdiameter besar dan dianggap penting, dimana 267 jenis digolongkan ke dalam 120

kelompok kayu perdagangan (*commercial wood species*) sedangkan sisanya 133 jenis digolongkan ke dalam kelompok kayu kurang dikenal (*lesser-known wood species*). Mandang (2003) mencatat terdapat 577 jenis kayu Indonesia yang digolongkan ke dalam jenis kayu sangat tidak dikenal (*the least-known wood species*). Pengelompokan 267 jenis kayu perdagangan ke dalam 120 kelompok kayu perdagangan kurang sesuai lagi karena jumlah jenis kayu perdagangan sudah bertambah (Muslich *dkk.*, 2013).

Sifat dasar dari jenis-jenis kayu Indonesia yang dapat dikatakan lengkap hanya berat jenis, kelas kuat dan kelas awet. Tetapi data kelas kuat yang ada itu sebenarnya masih kurang akurat karena kebanyakan hanya ditaksir berdasarkan berat jenis. Agar dapat dimanfaatkan secara efisien maka diperlukan data cermat mengenai sifat anatomi, kimia, fisik dan mekanik dari setiap jenis kayu. Kekuatan kayu memiliki peranan penting dalam penggunaan kayu untuk bangunan, perkakas dan keperluan lainnya sehingga klasifikasi kekuatan kayu dapat dipakai sebagai pedoman dalam penentuan penggunaan suatu jenis kayu. Di Indonesia, kekuatan kayu diklasifikasikan dalam lima kelas yaitu sangat lemah (kelas kuat V) sampai sangat kuat (kelas kuat I) Demikian juga dengan serat kayu untuk bahan baku pembuatan pulp kertas diklasifikasikan dalam empat kelas kualitas yaitu sangat jelek (kelas kualitas IV) sampai sangat baik (kelas kualitas I). Kecenderungan pemakaian kayu akan terus meningkat, baik untuk keperluan bahan bangunan maupun industri. Hal ini perlu diimbangi dengan pengetahuan jenis kayu dan sifatnya agar kayu tersebut dapat digunakan secara efektif dan efisien. Tulisan ini menyajikan informasi hasil penelitian sifat dasar (struktur anatomi, komponen kimia, sifat fisik dan mekanik) kayu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) yang selanjutnya dikaitkan dengan penggunaannya secara lokal oleh masyarakat untuk menentukan potensi kegunaannya.

II. METODE PENELITIAN

A. Tempat dan Waktu Penelitian

Penebangan kayu contoh uji dari kawasan hutan alam dan pengumpulan informasi penggunaan jenis kayu tersebut oleh

masyarakat dilaksanakan di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Pengamatan anatomi, analisa kimia dan pengujian sifat mekanis dilakukan di Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor, sedangkan pengujian sifat fisis dilakukan di Balai Penelitian Kehutanan Makassar. Penelitian dilaksanakan dari bulan April sampai Nopember 2013.

B. Bahan dan Alat

Bahan baku penelitian menggunakan contoh uji jenis kayu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) dari famili Rubiaceae yang diambil dari kawasan hutan alam di Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Pohon jabon merah dengan ukuran tinggi total 25,7 m, tinggi bebas cabang 13,6 m dan diameter 42,5 cm ditebang dan diambil kayunya pada bagian pangkal, tengah dan ujung batang. Sedangkan bahan kimia yang digunakan antara lain CH_3COOH , HNO_3 , $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$, Na_2SO_3 , safranin, xylol, aquadestilata. Alat-alat yang digunakan antara lain chainsaw, cross cut saw, planner, hammer mill, microtome, mikroskop, kaliper, universal testing mechine (UTM), water bath, oven, destilator dan alat-alat gelas.

C. Prosedur Penelitian

1. Pengamatan struktur anatomi

Pengamatan struktur anatomi kayu meliputi ciri umum (makroskopis) dan ciri anatomi (mikroskopis). Contoh kayu jabon merah dalam bentuk lempengan diambil dari bagian pangkal, tengah dan ujung. Selanjutnya pada empat arah dari bagian teras dari masing-masing lempengan diambil beberapa cuplikan kayu. Cuplikan kayu tersebut selanjutnya dicampur dan kemudian dipilih secara acak beberapa cuplikan untuk membuat preparat sayatan dan preparat maserasi. Deskripsi ciri umum kayu diamati dari penampang lintang lempengan dan contoh kayu berbentuk papan yang sudah dihaluskan permukaannya. Ciri umum kayu diamati pada contoh kayu utuh maupun yang telah diketam. Penelaahan ciri umum kayu dilakukan menurut prosedur yang disusun oleh Kartasudjana dan Martawijaya (1977), yaitu meliputi warna kayu, tekstur, arah serat, kilap, kesan raba dan corak. Ciri anatomi kayu diamati pada preparat sayatan

mikrotom penampang lintang, radial dan tangensial yang diwarnai dengan safranin. Ciri anatomi tersebut meliputi dimensi serat, dimensi pembuluh, susunan dan sebaran pembuluh, susunan parenkim, susunan dan bentuk jari-jari, adanya saluran interselular, silika, dan lain-lain sesuai yang telah dianjurkan oleh *International Association of Wood Anatomist Committee* (IAWA) (Wheeler *et al.*, 2008). Kualitas serat dinilai berdasarkan kriteria yang dibuat oleh Rachman dan Siagian (1976) dengan menggunakan variabel panjang serat dan nilai turunan dimensi serat (bilangan Runkel, daya tenun, perbandingan fleksibilitas, koefisien kekakuan dan perbandingan Muhlstep).

2. Analisis komponen kimia

Dari lempengan kayu yang berasal dari bagian pangkal batang jabon merah diambil beberapa cuplikan dari bagian sentral ke kulit pada empat arah. Cuplikan tersebut kemudian dicampur dan digiling menggunakan alat giling kemudian diayak untuk mendapatkan serbuk. Serbuk yang lolos ayakan 40 mesh dan tertahan 60 mesh digunakan untuk analisis komponen kimia. Komponen kimia kayu yang dianalisa adalah selulosa, pentosan, lignin, ekstraktif dan abu. Penetapan komponen kimia menggunakan metode kesepakatan industri pulp dan kertas Amerika (TAPPI, 1993). Kadar selulosa ditetapkan dengan standar TAPPI T15 m-58, pentosan dengan T 19 m-50, lignin dengan T13 m-45, abu dengan T15 m-58, kelarutan dalam

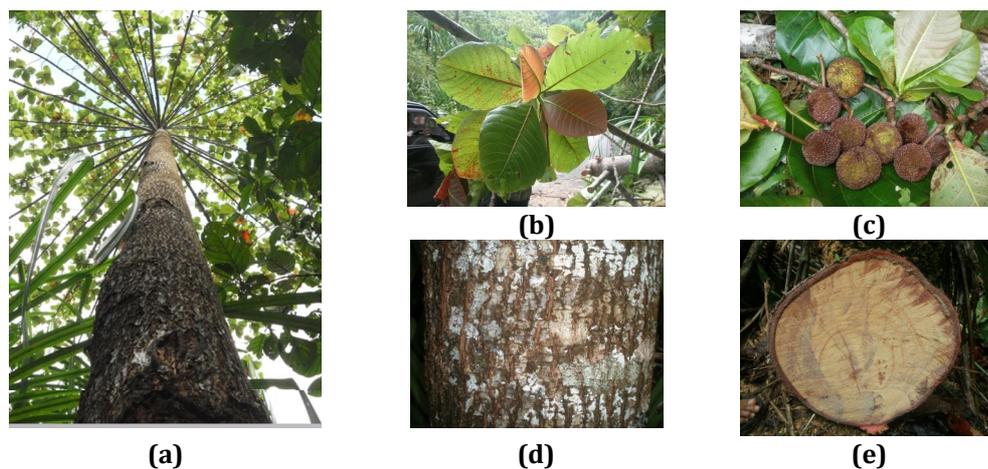
air dingin dengan T1 m-50, kelarutan dalam air panas dengan T1 m-59, kelarutan dalam NaOH dengan T4 m, kelarutan dalam alkohol-benzena 1:2 dengan T6 m-59, dan abu dengan T15 m-58.

3. Pengujian sifat fisis dan mekanis

Kayu jabon merah yang digergaji dalam bentuk balok ukuran 6 x 6 x120 cm diambil dari bagian teras pada pangkal, tengah dan ujung batang untuk contoh uji sifat fisis dan mekanis. Pengujian sifat fisis dan mekanis dilakukan dengan mengikuti standar industri Jepang (JIS, 2003). Pengujian sifat fisis kayu meliputi kadar air, berat jenis dan penyusutan masing-masing mengikuti JIS Z 2101, Z 2102 dan Z 2103, sedangkan pengujian sifat mekanis meliputi keteguhan lentur statik, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan tekan tegak lurus serat, keteguhan geser dan keteguhan pukul pukul masing-masing mengikuti JIS Z 2113, Z 2111, Z 2114 dan 2116.

4. Pengumpulan data penggunaan kayu secara lokal

Informasi penggunaan kayu secara lokal dilakukan dengan cara kunjungan ke industri skala kecil (industri penggergajian, mebel, lamber sering/papan plafon, kusen dan daun pintu/jendela) serta masyarakat umum yang baru selesai atau sedang membangun rumah atau perahu di Kabupaten Luwu Timur Propinsi Sulawesi Selatan (lokasi pengambilan kayu contoh).



Gambar 1. Morfologi jabon merah (*A. macrophyllus*): pohon (a), daun (b), buah (c), kulit batang (d) dan penampang melintang batang (e)

Figure 1. Morphology of jabon merah (*A. macrophyllus*): tree (a), leaf (b), fruit (c), bark (d) and cross section of stem (e)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur Anatomi

1. Ciri umum

Teras dan gubal pada kayu jabon merah (*A. macrophyllus*) hampir tidak dapat dibedakan. Kayu yang masih segar berwarna merah jambu muda dan setelah kering berwarna kekuning-kuningan sedikit mengarah ke warna merah muda. Corak kayu berbentuk garis-garis lurus sampai miring berwarna cokelat, tebal garis 1-2 mm dengan jarak yang tidak beraturan tampak pada bidang tangensial. Tekstur agak halus dan merata, arah serat lurus dan kadang-kadang agak berpadu, permukaan kayu agak mengkilap, kesan raba permukaan kayu agak licin sampai licin dan kekerasan sedang.

2. Ciri anatomi

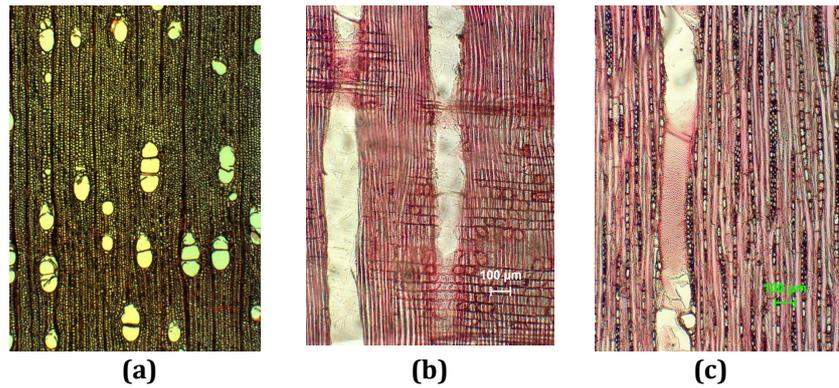
Lingkar tumbuh tidak jelas. Pembuluh (pori) baur, berganda radial 4 atau lebih biasa dijumpai, panjang pembuluh $1.056,33 \pm 225,83 \mu\text{m}$ dan diameter $209,64 \pm 42,28 \mu\text{m}$, frekwensi 5-20 per mm^2 . Bidang perforasi sederhana, ceruk antar pembuluh selang-seling, kadang bentuk ceruk selang seling bersegi banyak, dengan ukuran kecil (4-7 μm) atau sedang (7-10

μm). Ceruk antar pembuluh berumbai, ceruk antar pembuluh dan jari-jari dengan halaman yang sempit, serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh. Parenkim aksial apotrakea tersebar dan tersebar dalam kelompok. Tipe sel parenkim aksial lebih dari 8 sel per untai. Jari-jari terdiri atas 2 ukuran yang jelas. Jari-jari kecil 1-3 seri dan jari-jari besar umumnya 4-10 seri. Komposisi sel jari-jari dengan 1 jalur sel tegak dan atau sel bujur sangkar marjinal. Frekwensi jari-jari 12 atau lebih per mm. Serat dengan ceruk berhalaman yang jelas, serat tanpa sekat dijumpai. Panjang serat $2.108,07 \pm 263,72 \mu\text{m}$, diameter serat $38,46 \pm 3,71 \mu\text{m}$, diameter lumen serat $29,21 \pm 4,12 \mu\text{m}$, tebal dinding serat $4,63 \pm 0,88 \mu\text{m}$. Kayu jabon merah dan mangium merupakan jenis pohon cepat tumbuh. Jika dimensi serat kayu jabon merah dibandingkan dengan mangium yang memiliki berat jenis 0,48, panjang serat 782,4 μm , diameter serat 21,7 μm , diameter lumen 16,3 μm dan tebal dinding 2,8 μm (Prabawa, 2005) maka kayu jabon merah memiliki panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding lebih tinggi daripada kayu mangium. Struktur makro dan mikro anatomi kayu jabon merah disajikan pada Gambar 2 dan 3.



Gambar 2. Struktur makro kayu jabon merah (*A. macrophyllus*): penampang tangensial (a) dan struktur makro penampang melintang, perbesaran 10x (b)

Figure 2. Macro structure of jabon merah wood (*A. macrophyllus*): tangential surface (a) and macro structure of cross section, magnification of 10x (b)



Gambar 3. Struktur mikro kayu jabon merah (*A. macrophyllus*): penampang melintang, perbesaran 25x (a); penampang radial, perbesaran 50x (b); penampang tangensial, perbesaran 50x (c)

Figure 3. Micro structure of jabon merah wood (*A. macrophyllus*): transversal surface, magnification of 25x (a); radial surface, magnification of 50x (b) and tangential surface, magnification of 50x (b)

3. Kualitas serat

Kayu jabon merah memiliki serat dengan panjang $2.108,07 \pm 263,72 \mu\text{m}$. Serat kayu yang panjangnya lebih besar dari $1.600 \mu\text{m}$ tergolong serat sangat panjang (Wheeler *et al.*, 2008), sehingga jabon merah tergolong kayu yang memiliki serat sangat panjang. Kayu jabon merah memiliki serat dengan diameter lumen $29,21 \pm 4,12 \mu\text{m}$ dan tebal dinding $4,63 \pm 0,88 \mu\text{m}$. Serat dengan diameter lumen tiga kali lipat atau lebih dari tebal dua dinding serat tergolong serat dengan tebal dinding sangat tipis (Wheeler *et al.*, 2008). Oleh karena diameter lumen serat kayu jabon lebih tiga kali lipat dari tebal dua dinding serat, maka jabon merah tergolong kayu yang memiliki serat dengan tebal dinding sangat tipis.

Peranan dimensi serat seperti panjang dan diameter serat serta tebal dinding sel

mempunyai hubungan satu sama lain yang kompleks dan mempunyai pengaruh yang mendasar terhadap sifat fisik pulp dan kertas serta produk serat lainnya (Lempang *dkk.*, 2012). Pengaruh panjang serat, diameter serat dan tebal dinding sel serat terhadap kekuatan kertas secara tersendiri lebih kecil dibandingkan dengan pengaruh faktor nilai turunannya seperti bilangan kelenturan (*fleksibility ratio*), daya tenun, bilangan Rankel (*Rankel ratio*) dan bilangan Muhlsteph (*Muhlsteph ratio*). Jika dimensi serat dari kedua jenis kayu tersebut di atas diklasifikasikan dan dinilai berdasarkan persyaratan dimensi serat kayu sebagai bahan baku pulp dan kertas (Rahman dan Siagian, 1976), maka nilai turunan dimensi serat dan klasifikasi kualitas serat disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi kualitas serat kayu jabon merah (*A. macrophyllus*) untuk bahan pembuatan pulp kertas

Table 1. Quality classification on wood fibers of jabon merah (*A. macrophyllus*) as raw material for paper pulp manufacture

Penilaian dan klasifikasi (Scoring and classification)	Panjang Serat (Fiber length)	Turunan dimensi serat (Fiber dimensional derivation)					Total
		Bilangan Runkel (Runkle ratio)	Daya Tenun (Felting power)	Bilangan Fleksibilitas (Flexibility ratio)	Bilangan Muhlsteph (Muhlsteph ratio)	Koefisien Kekakuan (Coefficient of rigidity)	
Nilai (Score)	2.108,07 μm	0,32	54,81	0,76	42,32%	0,12	425
Kelas kualitas (Class of quality)	75	75	50	75	75	75	
	II	II	III	II	II	II	

Dinding serat yang sangat tipis akan mudah dipipihkan dan serat yang sangat panjang akan menghasilkan daya tenun yang kuat. Walaupun kayu jabon merah memiliki serat sangat panjang dan tebal dinding serat sangat tipis, akan tetapi berdasarkan nilai dimensi turunan seratnya kayu jabon merah hanya tergolong kayu yang memiliki serat kualitas II sebagai bahan baku pembuatan pulp kertas. Hal ini mungkin disebabkan oleh karena diameter serat kayu tersebut kurang lebar ($38,46 \pm 3,71 \mu\text{m}$). Kayu kelas kualitas II adalah jenis kayu agak ringan sampai beratnya sedang dengan dinding sel tipis sampai sedang, dengan lumen agak lebar (Rachman dan Siagian, 1976).

B. Komponen Kimia

Sifat kimia kayu berkaitan dengan kandungan zat kimia dalam kayu. Kimia kayu atau komponen kimia penyusun kayu

dibutuhkan keberadaannya dalam industri kimia yang mengolah kayu (industri rayon, seluloid, pulp dan kertas dan sebagainya) (Kasmudjo, 2010). Komponen kimia kayu dibedakan atas komponen yang terikat di dalam dinding sel dan yang mengisi rongga sel, komponen kimia kayu yang terikat di dalam dinding sel tersusun oleh holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) serta lignin, sedangkan penyusun utama yang terdapat di dalam rongga sel adalah zat ekstraktif. Unit gula yang membentuk hemiselulosa antara lain pentosa, heksosa, asam heksuronat dan deoksi-heksosa. Akan tetapi pada umumnya dalam analisis kayu dan pulp, penentuan kadar pentosa terhadap sejumlah kayu dan pulp menunjukkan kadar hemiselulosa pada kayu dan pulp tersebut. Hasil analisis kadar komponen kimia kayu jabon merah disajikan dalam Tabel 2.

Tabel 2. Komponen kimia kayu jabon merah (*A. macrophyllus*)

Table 2. Wood chemical of jabon merah wood (*A. macrophyllus*)

Komponen kimia (<i>Chemical components</i>)	Kadar (<i>Content</i>) %	Klasifikasi (<i>Classification</i>)
Selulosa (<i>Cellulose</i>)	52,47	Tinggi (<i>High</i>)
Pentosa (<i>Pentose</i>)	15,23	Rendah (<i>Low</i>)
Lignin	26,81	Sedang (<i>Medium</i>)
Ekstraktif (<i>Extractive</i>):		
Kelarutan dalam air dingin (<i>Solubility in cold water</i>)	3,39	-
Kelarutan dalam air panas (<i>Solubility in hot water</i>)	4,81	-
Kelarutan dalam alkohol-benzena 1:2 (<i>Solubility in alcohol-benzene 1:2</i>)	6,12	Tinggi (<i>High</i>)
Kelarutan dalam NaOH 1% (<i>Solubility in NaOH 1%</i>)	12,83	-
Abu (<i>Ash</i>)	0,52	Sedang (<i>Medium</i>)

Kayu dengan kadar holoselulosa (Selulosa dan pentosan) lebih dari 65 % sangat baik digunakan sebagai bahan baku pulp dengan proses pembuatan pulp menggunakan proses kimia (FAO, 1980). Kayu jabon merah berkadar holoselulosa 67,70 % (> 65 %), sehingga sangat baik digunakan sebagai bahan baku pulp dengan pembuatan pulp menggunakan proses kimia. Kadar selulosa jabon merah (52,47%) juga tergolong tinggi (> 45%). Selulosa merupakan bahan dasar untuk rayon, pulp, kertas dan derivat selulosa seperti nitro selulosa, selulosa asetat, selulosa alkali, etil selulosa dan sebagainya. Selulosa juga merupakan zat yang mendukung kekuatan kayu, sehingga keberadaannya sangat menentukan manfaat

kayu untuk pertukangan. Kandungan selulosa dalam kayu dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya rendemen pulp yang dihasilkan dalam proses *pulping*, dimana semakin besar kadar selulosa dalam kayu maka semakin besar pula rendemen pulp yang dihasilkan (Casey, 1980 dalam Syafii dan Siregar, 2006).

Lignin merupakan zat yang keras, lengket, kaku dan mudah mengalami oksidasi (Kasmudjo, 2010). Lignin dibutuhkan pada kayu dengan tujuan konstruksi karena dapat meningkatkan kekerasan/kekuatan kayu, tetapi tidak dibutuhkan di dalam industri kertas karena lignin sangat sulit dibuang dan menyebabkan produk kertas berwarna cokelat. Kadar lignin

berpengaruh pada banyaknya pemakaian bahan kimia dalam pembuatan pulp dengan proses kimia. Untuk menghilangkan lignin diperlukan pemutih/pengelantang senyawa *chlor* yang banyak sehingga akan menambah biaya produksi (Kasmudjo, 2010). Apabila dihubungkan dengan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia, kadar lignin kayu jabon merah (26,81%) tergolong sedang (18-32%). Jika dikaitkan dengan pengolahan pulp, kayu dengan kadar lignin lebih dari 30% pembuatan bubur kayunya lebih baik menggunakan proses mekanik, sedangkan jika kadar lignin kurang dari 30% lebih baik menggunakan proses semi kimia atau kimia (FAO, 1980). Kayu jabon merah berkadar lignin 26,81 % (< 30 %), sehingga dalam penggunaannya sebagai bahan baku pulp pembuatan bubur kayunya lebih baik menggunakan proses semi kimia atau proses kimia.

Kadar pentosan kayu jabon merah sebesar 15,23%. Kadar pentosan yang rendah sangat diharapkan dalam pembuatan pulp untuk rayon dan turunan selulosa. Kandungan pentosan yang tinggi dapat menyebabkan kerapuhan benang rayon yang dihasilkan. Apabila dihubungkan dengan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia, kadar pentosan kayu jabon merah tergolong rendah (<21%).

Ekstraktif merupakan zat pengisi rongga sel dan merupakan kumpulan banyak zat seperti gula, pati, tanin, pektin, zat warna kayu, asam-asam, minyak-minyak, lemak dan sebagainya (Kasmudjo, 2010). Komponen yang terlarut dalam air dingin adalah tanin, gum, karbohidrat dan pigmen (zat warna kayu), sedangkan yang terlarut dalam air panas adalah sama dengan yang terlarut dalam air dingin tetapi dengan kadar zat yang terlarut lebih besar. Kelarutan ekstraktif kayu jabon merah dalam air dingin 3,39% dan dalam air panas 4,81%. Khusus untuk kelarutan dalam alkohol-benzena 1:2, apabila dihubungkan dengan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia, kadar ekstraktif kayu jabon merah (6,12%) tergolong tinggi (> 3%). Jumlah ekstraktif di dalam kayu sekitar 2-8%, tetapi ada juga yang melebihi 8% . Penggunaan kayu untuk tujuan pertukangan disarankan mempunyai kandungan ekstraktif lebih dari 3%, tetapi untuk tujuan pulp bisa 3% atau kurang (Kasmudjo, 2010). Kayu dengan kadar ekstraktif dan lignin

yang rendah, secara umum kayunya berwarna lebih muda, dan sebaliknya yang lebih tinggi disamping awet, juga keras dan berwarna lebih tua. Ekstraktif dalam kayu yang tersusun lebih banyak dari jenis karbohidrat (pati/tepung, gula) akan menyebabkan kayu rentan terhadap serangan cendawan dan serangga perusak kayu, sedangkan yang tersusun lebih banyak dari jenis minyak, asam-asam dan garam-garam yang bersifat racun, akan meningkatkan keawetan alami kayu. Kadar ekstraktif yang tinggi di dalam kayu terutama dari kelompok non karbohidrat (minyak, lemak, resin, garam) dapat mengganggu di dalam proses perekatan kayu. Untuk menurunkan kadar ekstraktif kayu dapat dilakukan dengan cara pelarutan melalui proses perendaman (*soaking*), perebusan (*boiling*) atau penguapan (*steaming*) agar kayu mudah direkat. Ekstraktif juga berpengaruh dalam proses *pulping*, dimana semakin tinggi kandungan ekstraktif akan semakin tinggi pula konsumsi bahan kimia yang diperlukan dalam proses *pulping* serta dapat menyebabkan *pitch-problem* yaitu terjadi bintik-bintik pada lembaran pulp yang dihasilkan (Syafii dan Siregar, 2006).

Kelarutan dalam NaOH 1% untuk kayu jabon merah sebesar 12,83%. Kelarutan dalam NaOH 1% ini memberikan gambaran adanya kerusakan kayu yang diakibatkan oleh serangan jamur pelapuk kayu atau terdegradasi oleh cahaya, panas dan oksidasi. Semakin tinggi kelarutan dalam NaOH, tingkat kerusakan kayu juga meningkat dan dapat menurunkan rendemen pulp.

Komponen yang terdapat dalam abu diantaranya adalah K₂O, MgO, CaO dan Na₂O. Kadar abu yang tinggi tidak diharapkan dalam pembuatan pulp, karena dapat mempengaruhi kualitas kertas. Apabila dihubungkan dengan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia, kadar abu kayu jabon merah (0,52%) tergolong sedang (0,22-6,00%).

C. Sifat Fisis

Sifat fisis kayu adalah spesifik karena peranan faktor dalam (faktor inheren) dari pada struktur kayu sangat menentukan, disamping peranan lingkungan dimana kayu tersebut berada (digunakan). Tiga sifat fisis kayu yang dianggap mendasar yaitu kadar air, penyusutan dan berat jenis kayu (Kasmudjo, 2010). Kadar air jenis kayu sangat tergantung pada volume rongga selnya serta berat jenis kayu tersebut.

Ketika dinding sel kehilangan air di bawah titik jenuh serat, maka kekuatan kayu (beberapa sifat mekanik kayu) akan cepat bertambah dengan menurunnya kadar air. Bertambahnya kekuatan ini disebabkan oleh adanya kekakuan dinding sel ketika mengering dan semakin menyatunya zat kayu ketika menyusut. Penyusutan kayu perlu untuk diketahui karena dapat

menyebabkan perubahan dimensi (ukuran) dan bentuk (retak-retak, pecah, melengkung, bergelombang, memuntir dan sebagainya). Pengujian sifat fisis kayu jabon merah dilakukan baik pada kondisi basah, kering udara dan kering tanur. Hasil pengujian sifat fisik kayu jabon merah disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Sifat fisis kayu jabon merah
Table 3. *Physical properties of A. macrophyllus wood*

Sifat Fisik (Physical properties)	Satuan (Unit)	Rata-rata (Average)	Standar deviasi (Standard of deviation)
Kadar air basah (<i>Green moisture content</i>)	%	92,26	± 3,06
Kadar air kering udara (<i>Air dry moisture content</i>)	%	14,23	± 0,31
Berat jenis nominal basah (<i>Nominal green specific gravity</i>)	-	0,42	± 0,03
Berat jenis kering udara (<i>Air dry specific gravity</i>)	-	0,48	± 0,02
Kerapatan (<i>Density</i>)	g/cm ³	0,45	± 0,02
Penyusutan dari keadaan basah ke kering udara: (<i>Shrinkage from green to air dry</i>)			
- Radial	%	0,81	± 0,18
- Tangensial (<i>Tangential</i>)	%	1,37	± 0,27
Penyusutan dari keadaan basah ke kering tanur: (<i>Shrinkage from air dry to oven dry</i>)			
- Radial	%	3,03	± 0,70
- Tangensial (<i>Tangential</i>)	%	5,41	± 0,67

Kayu jabon merah yang masih segar (basah) berkadar air rata-rata 92,26%, kadar air kering udara rata-rata 14,23%. Di dalam pohon yang atau batang kayu yang baru ditebang (kayu segar) maka kondisi kadar air adalah maksimum yang umumnya di atas 40% untuk kayu daun lebar. Sedangkan kadar air kering udara di Indonesia rata-rata 10-18%. Jabon merah mempunyai berat jenis kering udara rata-rata 0,48 dan kerapatan rata-rata 0,45 g/cm³. Tebal dinding serat, jumlah dan diameter sel pembuluh, maupun jumlah sel parenkim menentukan kerapatan kayu. Tebal dinding serat kayu jabon merah (4,63 µm) tergolong sangat tipis, diameter sel pembuluh (209,64 µm) tergolong sangat besar akan tetapi jumlah sel pembuluhnya tergolong sedikit (5-20 pembuluh per mm²). Oleh karena itu, kayu jabon merah memiliki kerapatan yang tergolong sedang. Karena kayu jabon merah memiliki tebal dinding serat yang tergolong sangat tipis, sehingga penyusutan kayu tersebut dari keadaan basah ke kering udara pada arah tangensial yang besarnya rata-rata 1,37% tergolong sangat rendah (< 1,5%) dengan rasio

penyusutan dimensi arah tangensial terhadap arah radial (rasio T/R) sebesar 1,69. Berat jenis, struktur anatomi dan ratio T/R mempengaruhi sifat pengeringan kayu (Basri & Hadjib, 2004; Basri *et al.*, 2009). Kayu dengan rasio T/R di atas 2 memiliki cacat pengeringan (terutama cacat bentuk) lebih banyak dibandingkan kayu dengan rasio T/R seimbang atau kurang dari 2 (Basri *et al.*, 2009). Hal ini menunjukkan jika kayu jabon merah memiliki dimensi stabil dan mudah dikeringkan.

D. Sifat Mekanis

Sifat mekanis kayu sering disebut juga dengan kekuatan kayu, yaitu sifat-sifat kayu yang dihubungkan dengan kemampuan kayu dalam menahan suatu beban atau muatan yang diberikan kepada kayu tersebut. Dalam berbagai penggunaan kayu, kekuatan kayu sangat penting untuk diketahui, terutama jenis-jenis kayu yang diperdagangkan dan kegunaannya untuk konstruksi (bangunan) (Kasmudjo, 2010). Pengujian sifat mekanis kayu jabon merah dilakukan pada kondisi kering udara. Hasil pengujian sifat mekanik kayu jabo merah disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat mekanis kayu jabon merah
Table 4. Mechanical properties of *A. macrophyllus* wood

Sifat Mekanik (Mechanical properties)	Satuan (Unit)	Rata-rata (Average)	Standar deviasi (Standard of deviation)
Keteguhan lentur pada batas proporsi (Bending strength at proporsional limit)	kg/cm ²	526,35	± 33,06
Keteguhan lentur pada batas patah (Bending strength at failure), MOR	kg/cm ²	678,84	± 32,84
Modulus elastisitas (Modulus of elasticity)	kg/cm ²	74.220,23	± 5.331,90
Keteguhan tekan sejajar serat (Compressive strength parallel to the grain)	kg/cm ²	396,25	± 21,78
Keteguhan tekan tegak lurus serat (Compressive strength perpendicular to the grain)	kg/cm ²	110,46	± 15,48
Keteguhan geser sejajar serat (Shearing strength parallel to the grain)	kg/cm ²	94,94	± 16,42
Keteguhan pukul (Impact bending strength)	kgm/dm ³	18,75	± 3,18
Keterangan : MOR = Modulus patah	Remarks : MOR = Modulus of rupture		

Pada umumnya klasifikasi kekuatan kayu di Indonesia didasarkan pada berat jenis, dan sifat mekanis tertentu seperti keteguhan lentur pada batas patah (keteguhan lentur maksimum) dan keteguhan tekan sejajar serat kayu dalam kondisi kering udara. Sifat mekanis lainnya juga penting diketahui terkait dengan pengolahan dan pemanfaatan kayu untuk keperluan tertentu. Kekuatan setiap jenis kayu selalu berbeda-beda, dan dinyatakan dalam kelas kuat kayu. Kekuatan kayu tergantung pada beberapa

faktor, antara lain suhu lingkungan, sifat struktur anatomi kayu, berat jenis, kadar air, lamanyapemberian gaya/muatan, umur pohon dan kecepatan tumbuhnya (Kasmudjo, 2010). Untuk menetapkan kelas kuat kayu jabon merah, maka dilakukan klasifikasi kekuatan dengan menggunakan hubungan antara nilai berat jenis kering udara dengan keteguhan lentur pada batas patah dan keteguhan tekan sejajar serat disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Klasifikasi kekuatan kayu jabon merah (*A. macrophyllus*)
Table 5. Wood strength classification of jabon merah (*A. macrophyllus*)

Sifat kayu (Wood properties)	Satuan (Unit)	Rata-rata (Average)
Berat jenis kering udara (Air dry specific gravity)	-	0,48
Keteguhan lentur pada batas patah (Bending strength at failure), MOR	kg/cm ²	673,84
Keteguhan tekan sejajar serat (Compressive strength parallel to the grain)	kg/cm ²	396,25
Kelas kuat (Strength class)	-	III
Keterangan : MOR = Modulus patah	Remarks : MOR = Modulus of rupture	

Hasil klasifikasi kekuatan kayu pada Tabel 5 menunjukkan bahwa jabon merah tergolong kayu kelas kuat III. Hal ini menjelaskan jika kayu jabon merah digunakan sebagai kayu struktural,

maka hanya cocok untuk komponen struktural dengan beban ringan sampai sedang.

E. Potensi Kegunaan

Hasil kajian membuktikan bahwa masing-masing produk yang akan dibuat menuntut persyaratan yang berbeda. Ini berarti tidak semua jenis kayu cocok digunakan untuk satu jenis produk dan tidak semua jenis produk berkualitas tinggi dapat dibuat hanya dari satu jenis kayu saja. Yang harus diperhatikan adalah kesesuaian antara sifat kayu dengan jenis produk yang akan dibuat (tujuan) dan dengan proses pengolahan yang akan diaplikasikan (Wahyudi, 2013).

Kayu jabon merah memiliki berat jenis 0,48 dan tergolong kayu kelas kuat III. Berdasarkan sifat-sifat yang dimiliki dan informasi penggunaan kayu secara lokal oleh masyarakat, kayu jabon merah berpotensi digunakan untuk bahan bangunan sebagai komponen struktural dengan beban ringan (kaso, reng dan rangka dinding/plafon) dan sebagai komponen non struktural seperti papan pelapis dinding (*siding*), partisi, plafon (*celing*) dan lis. Soerianegara dan Lemmens (1994) menjelaskan bahwa jabon sangat rentan terhadap organisme perusak kayu bila

penggunaannya berhubungan dengan tanah, tidak dapat digunakan pada tempat terbuka dan cukup awet digunakan di bawah atap. Jabon merah juga dapat digunakan untuk mebel, kerajinan (ukiran dan mainan anak-anak), alat ukur dan gambar, pensil, kotak dan batang korek api, tusuk gigi, sendok dan gagang es krim, *moulding*, kayu komposit (kayu lapis, papan partikel, papan semen, papan serat), pulp dan kertas, *pallet*, peti pembungkus dan cetakan beton.

Kayu untuk mebel berdasarkan SNI 01-0608-1989 minimum kayu kelas kuat III dengan berat jenis (BJ) antara 0,40-0,60 (Krisdianto dan Dewi, 2012), bertekstur agak halus sampai sangat halus (Kasmudjo, 2010), mudah dikerjakan, dimensi stabil, serta memiliki nilai dekoratif atau penampilan yang indah (Martawijaya *dkk.*, 2005; Prayitno, 2007). Meskipun kayu jabon merah kurang dekoratif akan tetapi jenis kayu ini memiliki berat jenis 0,48 dan tergolong kelas kuat III, tekstur agak halus dan merata, penyusutan sangat rendah, dimensinya stabil dan mudah dikerjakan sehingga cocok untuk bahan baku mebel.



(a)



(b)

Gambar 5. Penggunaan kayu jabon merah (*A. macrophyllus*) secara lokal di kabupaten Luwu Timur: produk lamber sering untuk plafon (a) dan mebel (b)

Figure 5. Wood uses of jabon merah (*A. macrophyllus*) by local inhabitants in Luwu Timur District South Sulawesi Province: lamber sharing product for ceiling (a) and furniture (b)

Kayu untuk bahan baku industri kerajinan/industri kreatif adalah jenis kayu yang berasal dari jenis pohon cepat tumbuh sehingga mudah didapat dan harganya murah, kerapatan kayu rendah sehingga mudah dikerjakan, lebih disenangi kayu yang berwarna

terang, tekstur kayu tergolong halus sampai moderat, serat lurus, permukaan rata dan sangat diharapkan yang mempunyai dekoratif unik. Kayu jabon (*Anthocephalus chinensis* Lamk), pulai (*Alstonia scholaris* R.Br.) dan sengon (*Pharaseriantes falcataria* Nielse) yang

walaupun memiliki tekstur moderat, serat lurus sampai berpadu dan tidak mempunyai corak dekoratif tetapi sangat cocok untuk bahan baku industri kreatif (Pandit *dkk.*, 2011). Jabon merah adalah salah satu jenis pohon cepat tumbuh (Soerianegara dan Lemmens, 1994), riap pertumbuhan diameter jabon merah rata-rata 5,05 cm/tahun (Mpapa, 2012), memiliki sifat kayu yang mirip dengan jabon (jabon putih), pulau dan sengon. Oleh karena itu, kayu jabon merah sangat cocok untuk bahan baku industri kerajinan.

Kayu untuk bahan baku produksi vinir pada umumnya menggunakan kayu yang memiliki kerapatan 0,40-0,70 g/cm³, yang terbaik kayu yang memiliki kerapatan 0,50-0,55 g/cm³. Jabon merah memiliki kerapatan 0,45 g/cm³ dan sifat kekerasan yang tergolong sedang, sehingga akan mudah dikupas dalam kondisi dingin tanpa mendapatkan perlakuan pemanasan melalui proses perebusan atau penguapan. Kayu jabon merah bertekstur agak halus dan merata, arah serat lurus, permukaan kayu agak mengkilap dan kesan raba agak licin sampai licin, sehingga vinir yang dihasilkan dari kayu ini dapat digunakan baik untuk vinir tengah maupun vinir muka pada produk kayu lapis, vinir untuk membuat kotak dan batang korek api serta tusuk gigi.

Sifat terpenting dari kayu yang berpengaruh terhadap kesesuaian bahan baku kayu untuk papan partikel adalah berat jenis. Kayu yang cocok untuk papan partikel adalah kayu yang memiliki berat jenis rendah hingga sedang. Kisaran berat jenis kayu yang pernah dibuat dan menghasilkan papan partikel yang memuaskan adalah antara 0,40-0,72 (Prabawa, 2005). Berdasarkan hal tersebut maka kayu jabon merah dengan berat jenis 0,48 cocok bila digunakan untuk bahan baku papan partikel. Selain untuk papan partikel, juga berpotensi untuk bahan baku produk panel berserat seperti papan serat berkerapatan tinggi (*Hardboards*) dan papan serat berkerapatan sedang (*Medium Density Fiberboards-MDF*).

Berdasarkan kriteria IAWA (Wheeler *et al.*, 2008) berat jenis kayu dibedakan dalam tiga kelompok yaitu rendah (< 0,40), sedang (0,40-0,75) dan tinggi (> 0,75). Berat jenis kayu yang digunakan untuk pulp berkisar antara 0,35-0,65 (Parhan, 1983 dalam Haroen, 2006). Selanjutnya menurut Kasmudjo (2010) secara umum kayu

dengan berat jenis 0,40-0,60 menghasilkan rendemen pulp dan kertas yang optimal. Berat jenis kayu tropis berpengaruh pada proses pemasakan pulp sulfat, terutama terhadap rendemen pulpanya. Semakin tinggi berat jenis kayu semakin rendah rendemen pulp, kematangan pulp (bilangan Kappa/bilangan permanganat tinggi) dan sifat fisik lembaran pulp yang dihasilkan (Haroen, 2006). Kayu tropis yang berat jenisnya kurang dari 0,7 memiliki sifat fisik lembaran pulp seperti panjang putus, indeks retak, indeks sobek dan ketahanan lipat yang baik. Kayu jabon merah memiliki berat jenis 0,48 (< 0,7), proporsi sel serat 46,44-51,11% (Mpapa, 2012) dan kadar selulosa tinggi Soerianegara dan Lemmens (1994), sehingga diduga jika digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp dengan menggunakan proses pemasakan pulp sulfat, dapat menghasilkan pulp dengan rendemen tinggi serta kematangan dan sifat fisik lembaran pulp baik. Soerianegara dan Lemmens (1994) melaporkan juga bahwa kayu jabon merah sangat penting untuk bahan baku kertas kualitas sedang. Pernyataan tersebut sesuai dengan hasil penelitian ini yang menunjukkan bahwa serat kayu jabon merah hanya tergolong serat kualitas II sebagai bahan baku pembuatan pulp kertas. Saat ini kayu jabon cukup populer sebagai bahan baku vinir, kayu lapis dan pulp (IGIST, 2013).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kayu jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Roxb.) Havil) berwarna kekuning-kuningan sedikit mengarah ke merah, batas antara teras dan gubal tidak jelas, tekstur halus sampai agak kasar, serat lurus dan kadang-kadang agak berpadu, kesan raba licin atau agak licin, permukaan kayu mengkilap atau agak mengkilap, kekerasan tergolong agak lunak. Lingkaran tumbuh tidak jelas. Pembuluh baur berganda radial 4 atau lebih, panjang pembuluh 1.056,33 µm dan diameter 209,64 µm, frekwensi 5-20 per mm². Bidang perforasi sederhana. Parenkim aksial apotrakea tersebar dan tersebar dalam kelompok. Jari-jari terdiri atas 2 ukuran, jari-jari kecil 1-3 seri dan jari-jari besar umumnya 4-10 seri, komposisi sel jari-jari dengan 1 jalur sel tegak dan atau sel bujur sangkar marjinal, frekwensi jari-jari 12 atau lebih per mm. Serat sangat panjang

(2.108,07 μ m), tebal dinding serat sangat tipis (4,63 μ m), serat tergolong kualitas II untuk bahan baku pulp kertas. Kadar selulosa tinggi (52,47 %), pentosan rendah (15,23 %), lignin sedang (26,81 %) dan ekstraktif tinggi (6,12 %). Berat jenis sedang (0,48), penyusutan sangat rendah dan tergolong kayu kelas kuat III. Potensi kegunaan antara lain untuk bahan bangunan ringan di bawah atap, mebel murah, kerajinan, alat ukur dan gambar, pensil, kotak dan batang korek api, tusuk gigi, sendok dan gagang es krim, *moulding*, kayu komposit, pulp dan kertas, *pallet*, peti pembungkus dan cetakan beton.

B. Saran

Jabon merah (*Anthocephalus macrophyllus* (Kuntze) Havil) adalah salah satu jenis pohon cepat tumbuh dan memiliki sifat dasar kayu yang cukup baik. Berat jenisnya sedang, penyusutan sangat rendah, kekuatan tergolong kelas kuat III dan kualitas serat tergolong kelas II, sehingga kayu jabon merah memiliki potensi kegunaan untuk menghasilkan berbagai ragam produk. Oleh karena itu, penelitian tentang sifat pengolahan seperti pengeringan, pengawetan, pemesian dan pembuatan vinir serta pulp masih perlu dilakukan untuk melengkapi hasil penelitian yang telah ada. Selain itu, saat ini jenis jabon merah sudah mulai dikembangkan oleh masyarakat pada hutan rakyat di provinsi Sulawesi Selatan dan khususnya di kabupaten Luwu Timur dan sekitarnya, sehingga bantuan berupa bimbingan teknis pengembangan tanaman dan promosi penggunaan kayu jabon merah kepada masyarakat dan industri per kayu perlu dilakukan pemerintah.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada Albert D. Mangopang S.Hut. dan Hajar S.Hut yang telah ikut membantu dalam pencarian dan pengambilan kayu jabon merah yang digunakan sebagai contoh uji dalam penelitian ini. Ucapan yang sama kami tujukan kepada peneliti dan laboran di Pusat Litbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan Bogor antara lain Ir. Sri Rulliaty MSc., Ir. Abdurachman dan Syafuloh yang telah membantu dalam pengamatan struktur anatomi, pengujian sifat mekanik dan analisa komponen kimia kayu jabon merah.

DAFTAR PUSTAKA

- Basri, E. & N. Hadjib, (2004). Drying properties of five priority wood species from West Java. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 22(3), 155-166.
- Basri, E., Saefuddin, S. Rulliaty and K. Yuniarti, (2009). Drying conditions for 11 potential Ramin substitutes. *Journal Of Tropical Forest Science* 21(4), 328-335.
- FAO. (1980). *Giudeline for utilization and marketing of tropical wood species*. Rome: Food and Agricultural Organization of the United Nation
- Haroen, W.K. (2006). Variabilitas massa jenis kayu daun lebar tropis terhadap karakter serat, kimia dan pulp sulfat. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 4 (2), 71-76.
- IGIST, (2013). Prospek bisnis tanaman pohon jabon. International Green Investment System (IGIST), <http://investasipohon.blogspot.com/search/label/artikel>, diakses tanggal 20 Mei 2014.
- JIS. (2003). Standard methods of testing small clear specimens of timber. Japan Industrial Standard (JIS). Tokyo, Japan.
- Kartasujana I. dan A. Martawijaya A. (1977). Ciri Umum, Sifat dan Kegunaan Jenis-Jenis Kayu Indonesia. *Publikasi khusus No. 41*. Lembaga Penelitian Hasil Hutan, Bogor.
- Kasmudjo, (2010). *Teknologi Hasil Hutan*. Yogyakarta: Cakrawala Media.
- Krisdianto, (2007). Anatomi dan kualitas serat enam jenis kayu kurang dikenal dari Cianjur Selatan Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 25(3): 183-202.
- Krisdianto dan L.M. Dewi, (2012). Jenis Kayu Untuk Mebel. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Laban, B.Y. (2005). Prospek Produk Industri Hasil Hutan Indonesia. Paper dalam Seminar Kesiapan Indonesia dalam implementasi ISPM 15: Solid Wood Packaging Material. Pusat Standardisasi dan Lingkungan. Sekjen. Departemen Kehutanan. Jakarta, 27 April.
- Lempang, M., M. Asdar dan S. Rulliaty, (2012). Struktur anatomi, sifat fisis dan mekanis kayu kambelu (*Buxus rolfie* Vidal.) dan kanduruan (*Phoebe cuneata* Blume) asal hutan alam di Sulawesi Barat. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 31(1), 27-35.
- Mandang, Y.I. (2013). *Xylarium bogoriense* dan peranannya dalam penelitian anatomi dan pengenalan aneka jenis kayu Indonesia. *Makalah Diskusi Anatomi Kayu Indonesia* (Bogor, tanggal 3-4 Juni 2013). Pusat Penelitian dan

- Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.
- Martawijaya, A., I. Kartasudjana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira dan K. Kadir, (2005). *Atlas Kayu Indonesia Jilid II*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan.
- Muslich, M., M. Wardani, T. Kalima, S. Rulliaty, R. Darmayanti, N.Hajib, G. Pari, S. Suprapti, M.I. Iskandar, Abdurachman, E. Basri, I. Heriansyah dan H.L. Tata, (2013). *Atlas Kayu Indonesia Jilid IV*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.
- Mpapa, B.L. (2012). *Laju Pertumbuhan, Sifat Anatomi dan Sifat Fisik Kayu Jabon Merah (*Anthocephalus macrophyllus*) Yang Tumbuh di Kabupaten Banggai Sulawesi Tengah* (Tesis) Program Pascasarjana (Sirkulasi terbatas). Universitas Gajah Mada, Yogyakarta.
- Pandit, I.K.N., D. Nandika, I.W. Darmawan, (2011). Analisis sifat dasar kayu hasil hutan tanaman rakyat. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 16(2), 119-124.
- Prabawa, S.B. (2005). Sifat Fisik dan Dimensi Serat Kayu Mangium berumur empat tahun dari daerah Sebulu, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 23(5),339-348.
- Prayitno, T.A. (2007). *Pertumbuhan dan Kualitas Kayu*. (Lecture Note Program Magister Riset S2). Yogyakarta. Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada.
- Rachman, A.N. dan R.M.Siagian. (1976). *Dimensi serat jenis kayu Indonesia*. (Laporan No.75). Bogor: Lembaga Penelitian Hasil Hutan.
- Sidabutar, J.H. (2007). *Perancangan arsitektur strategik di perusahaan furniture panel wood PT. Cahaya Sakti Furintraco* (Tesis). Program Magister Bisnis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. Tidak dipublikasikan.
- Soerianegara, I. and R.H.M.J, Lemmens (Eds.). (1994). *Plant Resources of South-East Asia 5(1) Timber trees: Major commercial timbers*. Bogor Indonesia: Prosea.
- Syafii, W. dan I.Z. Siregar, (2006). Sifat kimia dan dimensi serat kayu mangium (*Acacia mangium* Willd.). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*, 4(1), 28-32.
- TAPPI. (1993). *TAPPI Test methods*. Atlanta, Georgia: Treaty of American Pulp and Paper Industry (TAPPI) Press.
- Wahyudi, I. (2013). Hubungan struktur anatomi kayu dengan sifat kayu, kegunaan dan pengolahannya. *Makalah Diskusi Anatomi Kayu Indonesia* (Bogor, tanggal 3-4 Juni 2013). Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Bogor.
- Wheeler, E.A., P. Baas and E.Gasson. (2008). Ciri Mikroskopik Untuk Identifikasi Kayu Daun Lebar. Alih bahasa Sulistyobudi, A., Y.I. Mandang, R.Damayanti dan S. Rulliaty dari judul asli IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bulletin*, 10(3), 219-332.

