

BEBERAPA SIFAT DASAR DAN KEGUNAAN TIGA JENIS KAYU KURANG DIKENAL ASAL HUTAN ALAM SULAWESI *(Basic Properties and Utilization of Three Lesser-known Wood Species from Natural Forest in Sulawesi)*

Oleh / By:

Mody Lempang¹ & Muhammad Asdar¹

¹Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan, Km. 16,5 Makassar 90243, Tlp. (0411) 5540549
E-mail: mlempang@yahoo.com

Diterima 10 Juni 2010, disetujui 27 Pebruari 2012

ABSTRACT

*This research was carried out to examine basic wood properties (anatomical structure, physical and mechanical properties and machining aspect of three lesser-known species from natural forest in Sulawesi i.e. sama-sama (*Pouteria firma* Baehni), palado (*Aglaia* sp.) and kumea batu (*Manilkara merrilliana* H.J.L.). Appropriate wood utilization was determined by considering their basic properties and uses which the locally community have currently employed.*

Results revealed that sama-sama heartwood is dark brown to black with irregular black lines bands; rather fine texture and glossy surface; rather heavy; moderate in dimensional shrinkage; strenght class IV-III; good grade for machinery; fiber grade is good for pulp/paper manufacture; probable utilization are for light construction material in house building and certain ship components, peeling veneer, glulam, pallet, pulp and paper. Palado heartwood is light brown to grayish brown colour; straight grain; rather fine texture; rather heavy; moderate in dimensional shrinkage; strenght class III; good grade in machinery; fiber grade is good for pulp/paper manufacture; probable utilization are for light construction material in house building and certain ship components, cheap furniture, moulding, glulam, peeling veneer, handicraft, pulp and paper. Kumea batu heartwood is reddish brown colour; growth rings diffuse and sometimes appeared clear with figures of decorative surface as parallel lines on radial section; grain straight; texture fine and glossy surface; remarkably heavy; high in dimensional shrinkage; strenght class II; very good grade in machinery; fiber grade is poor for pulp/paper manufacture; probable utilization are for heavy construction material in house and ship building, vehicular(truck), bodypower line poles, furniture, moulding, slicing veneer, tool handles, handicraft and charcoal.

Keywords: Wood, basic properties, utilization, lesser-known species, Sulawesi.

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan mempelajari sifat dasar (struktur anatomi, sifat fisis dan mekanis, dan sifat pemesinan) tiga jenis kayu kurang dikenal asal hutan alam di Sulawesi, yaitu sama-sama (*Pouteria firma* Baehni), palado (*Aglaia* sp.) dan kumea batu (*Manilkara merrilliana* H.J.L). Sifat dasar jenis kayu tersebut dan pemanfaatannya yang telah dilakukan secara lokal oleh masyarakat merupakan petunjuk berguna menetapkan kegunaannya.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa sama-sama memiliki kayu teras berwarna coklat tua sampai hitam dengan garis-garis hitam yang tidak beraturan; tekstur agak halus dan permukaan mengkilap; agak berat; penyusutan sedang; kelas kuat IV-III; mutu pemesinan baik; mutu serat baik untuk pulp dan kertas; kemungkinan pemanfaatan antara lain bahan konstruksi ringan untuk perumahan dan komponen tertentu pada perahu, venir kupas, glulam, pallet, pulp dan kertas. Palado memiliki kayu teras berwarna coklat muda sampai coklat kelabu; serat lurus, tekstur agak halus; ringan; penyusutan sedang;

kelas kuat III; mutu pemesinan baik; mutu serat baik untuk pulp dan kertas; kemungkinan pemanfaatan antara lain bahan konstruksi ringan untuk perumahan dan komponen tertentu pada perahu, mebel murah, moulding, glulam, venir kupas, kerajinan, pulp dan kertas. Kumea batu memiliki kayu teras berwarna coklat kemerahan; lingkaran tumbuh samar-samar dan terkadang jelas serta menampakkan corak yang indah berupa garis-garis sejajar pada potongan radial; serat lurus; tekstur halus dan permukaan kayu mengkilap; sangat berat, keras; penyusutan tinggi; kelas kuat II; mutu pemesinan sangat baik; mutu serat rendah untuk pulp dan kertas; kemungkinan kegunaan antara lain bahan bangunan dengan beban berat untuk perumahan dan perahu; karoseri truk, tiang listrik, mebel, moulding, venir sayatan, gagang peralatan, kerajinan dan arang.

Kata kunci: Kayu, sifat dasar, pemanfaatan, jenis kurang dikenal, Sulawesi

I. PENDAHULUAN

Semakin berkembangnya industri per kayu dalam negeri sedikit banyak membuka peluang lebih besar untuk memanfaatkan sebanyak mungkin jenis kayu yang ada. Ekspor dalam bentuk barang jadi dapat mengurangi persyaratan jenis kayu oleh pembeli. Hal penting adalah mutu barang yang dihasilkan harus baik, minimal memenuhi standar yang dikehendaki oleh pembeli. Namun demikian industri dalam negeri belum sepenuhnya siap menerima semua jenis kayu yang ada. Penyebabnya banyak, tetapi yang jelas adalah bahwa di Indonesia yang diperkirakan ada 4.000 jenis kayu itu baru diketahui keberadaannya saja namun kurang dikenal sifatnya apalagi informasi pengolahan dan pemanfaatannya, meskipun jenis tersebut sudah dikenal dan banyak dimanfaatkan secara lokal oleh masyarakat (Manan *et al.* 1987). Dari jumlah tersebut lebih kurang 400 jenis terdapat dalam potensi besar dan memegang peranan penting. Di antara 400 jenis kayu tersebut 258 jenis dinilai terpenting yang dikelompokkan menjadi 120 kelompok jenis kayu perdagangan karena telah diperdagangkan (Mandang *et al.* 1987).

Sifat dasar jenis-jenis kayu di Indonesia yang dapat dikatakan lengkap hanya berat jenis, kelas kuat dan kelas awet. Tetapi data kelas kuat yang ada itu sebenarnya masih kasar karena kebanyakan ditaksir berdasarkan berat jenis. Agar dapat dimanfaatkan secara efisien maka diperlukan data cermat mengenai keteguhan lentur, keteguhan tekan, keteguhan geser, keteguhan belah, keteguhan pukul dan kekerasan. Data kelas awet yang ada juga masih kasar karena ditentukan berdasarkan pengalaman

di lapangan oleh penduduk yang pernah menggunakannya. Kekuatan kayu memegang peranan penting dalam penggunaan kayu untuk bangunan, perkakas dan keperluan lainnya (Dumanauw, 1982) sehingga kekuatan yang telah diklasifikasi dapat dipakai sebagai pegangan untuk penentuan pemanfaatan jenis kayu. Mutu pemesinan akan berpengaruh pada proses pengolahan kayu lebih lanjut (perekatan dan pengecatan) dan mutu produk akhir yang dihasilkan. Di Indonesia kekuatan kayu telah diklasifikasikan ke dalam lima kelas yaitu sangat lemah atau kelas V sampai sangat kuat atau kelas I. Demikian juga dengan mutu pemesinan kayu diklasifikasikan dalam lima kelas yaitu sangat jelek atau kelas V sampai sangat baik atau kelas I.

Kecenderungan pemakaian kayu akan terus meningkat, baik untuk keperluan kayu struktural maupun industri. Hal ini perlu diimbangi dengan pengetahuan jenis kayu, sifat dan cara pengolahannya agar kayu tersebut dapat digunakan secara efektif dan efisien. Untuk memenuhi kebutuhan kayu yang semakin meningkat di masa yang akan datang dan memperoleh nilai manfaat kayu yang maksimal, maka perlu diperhatikan pemanfaatan jenis kayu kurang dikenal. Dua hal yang perlu dikuasai sebelum manfaat yang tepat dari suatu jenis kayu: pertama pengenalan jenisnya dan kedua pengetahuan tentang sifatnya (Mandang *et al.* 1987). Penelitian ini bertujuan memperoleh data/informasi sifat dasar tiga jenis kayu hutan alam Sulawesi, mencakup antara lain struktur anatomi, sifat fisis dan mekanis, dan sifat pemesinan yang selanjutnya dikaitkan untuk menetapkan pemanfaatannya.

II. BAHAN DAN METODE

A. Bahan

Bahan contoh uji adalah tiga jenis kayu kurang dikenal yaitu sama-sama (*Pouteria firma Baebni.*) dan palado (*Aglaia sp.*) diambil dari hutan alam produksi Kalukku Kabupaten Mamuju Provinsi Sulawesi Barat, sertakumea batu (*Manilkara merrilliana* H.J.L.) dari hutan alam produksi Lampia Kabupaten Luwu Timur Provinsi Sulawesi Selatan. Dari contoh uji tersebut dicermati sifat anatomi, fisis dan mekanis, dan pemesinannya.

Pengamatan struktur anatomi dan pengujian sifat fisis dilakukan di laboratorium Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sulawesi di Makassar, sementara pengujian sifat mekanis dilakukan di laboratorium Struktur Bahan Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Hasanuddin.

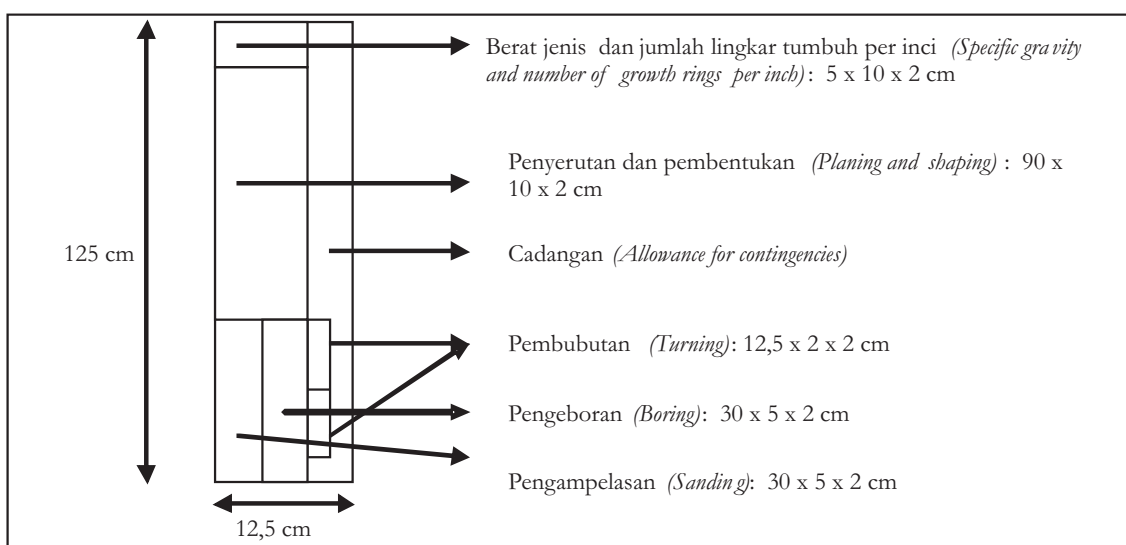
B. Metode

Pengamatan struktur anatomi kayu meliputi ciri umum (makroskopis) dan ciri anatomi (mikroskopis) Ciri umum kayu diamati pada contoh kayu utuh maupun yang telah diketam. Penelaahan dilakukan menurut prosedur yang disusun oleh Martawijaya dan Kartasudjana (1977), yaitu meliputi warna kayu, tekstur, arah serat, kilap, kesan raba dan gambar. Ciri anatomi diamati pada preparat sayatan bidang lintang, radial dan tangensial, dan preparat maserasi yang

telah diwarnai dengan safranin menurut metode Sass (1958). 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 dengan *LAWA list* (Wheeler, *et. al.*, 1989)

Pengujian sifat fisis dan mekanis dilakukan dengan mengikuti Japan Industrial Standard (Anonim, 2003) dimana dilaksanakan di laboratorium Struktur Bahan Fakultas Teknik Jurusan Sipil, Universitas Hasanuddin. Pengujian sifat fisis kayu meliputi kadar air, berat jenis dan penyusutan, sedangkan pengujian sifat mekanis meliputi keteguhan lentur statik, keteguhan tekan sejajar serat dan keteguhan tekan tegak lurus serat, kekerasan sisi dan keteguhan pukul tegak lurus arah serat. Pengujian sifat pemesinan dilaksanakan berdasarkan pada ASTM D-1666 - 64 (Anonim, 1981) yang telah dimodifikasi oleh Abdurachman dan Karnasudirdja (1982). Contoh uji atau disebut contoh uji induk dari setiap jenis kayu dibuat dalam bentuk papan berukuran 125 cm x 12,5 cm x 2 cm sebanyak 25 lembar. Setiap papan dipotong berdasarkan pola pada (Gambar 1.)

Pengujian sifat pemesinan dilakukan dengan mengamati bentuk cacat dan mengukur persentase luas cacat yang terjadi pada setiap contoh uji, pengamatan dilakukan secara visual dengan bantuan kaca pembesar berukuran 10 kali. Bentuk-bentuk cacat yang diamati pada masing-masing contoh uji pada (Tabel 1.)



Gambar 1. Pola pemotongan contoh uji
Figure 1. Cutting pattern for individual test sample

Tabel 1. Sifat pemesinan dan bentuk cacat yang diamati
Table 1. Machining properties and type of defect observed

Sifat pemesinan (<i>Machining properties</i>)	Bentuk cacat (<i>Type of defect</i>)
Penyerutan (<i>Planing</i>)	Serat terangkat (<i>raised grain</i>), serat berbulu (<i>fuzzy grain</i>), serat patah (<i>torn grain</i>), tanda chip (<i>chip marking</i>).
Pembentukan (<i>Shaping</i>)	Serat terangkat (<i>Raised grain</i>), serat berbulu (<i>Fuzzy grain</i>), tanda chip (<i>chip mark</i>).
Pengeboran (<i>Boring</i>)	Serat berbulu (<i>fuzzy grain</i>), penghancuran (<i>crushing</i>), kelicinan (<i>smoothness</i>), penyobekan (<i>tear-out</i>)
Pembubutan (<i>Turning</i>)	Serat berbulu (<i>fuzzy grain</i>), serat patah (<i>torn grain</i>), kekasaran (<i>roughness</i>)
Pengampelasan (<i>Sanding</i>)	Serat berbulu (<i>fuzzy grain</i>), bekas garukan (<i>scratching</i>)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur Anatomi

Hasil karakterisasi anatomi tiga jenis kayu Sulawesi disajikan pada Tabel 2.

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 tujuan penggunaannya. Pengaruh panjang serat,

diameter serat, dan tebal dinding sel terhadap kekuatan kertas secara individulebih kecil dibandingkan dengan pengaruh faktor nilai turunannya seperti bilangan kelenturan, daya tenun, bilangan Runkel dan bilangan Muhlsteph. Jika dimensi serat dari ketiga jenis kayu tersebut di atas diklasifikasikan dan dinilai berdasarkan persyaratan dimensi serat kayu sebagai bahan baku pulp dan kertas (Anonim, 1976), maka hasil klasifikasi dan penilaiannya disajikan pada Tabel 3.

Tabel 2. Karakteristik anatomi tiga jenis kayu Sulawesi
Table 2. Anatomical characteristics of three wood species from Sulawesi

Variabel (<i>Variable</i>)	Jenis kayu (<i>Wood species</i>)		
	Sama-sama (<i>P.firma</i>)	Palado (<i>Aglaia sp</i>)	Kumea batu (<i>M. merrilliana</i>)
Ciri umum (<i>Generalcharacteristics</i>)	Gubal tebal dan berwarna coklat kekuningan, proporsi teras sekitar 33% dari volume kayu dan berwarna coklat tua sampai hitam dengan garis-garis hitam yang tidak beraturan, tekstur agak halus dan mengkilap. (<i>Sapwood thick and yellowish brown in color, heartwood portion about 33% of the wood volume, dark brown to black with irregular black-color bands, texture moderately fine, wood glossy.</i>)	Gubal sangat tebal dan berwarna putih sampai krem, teras berwarna coklat muda sampai coklat kelabu dengan proporsi sekitar 22% dari volume kayu, serat lurus, tekstur agak halus, agak kesat dan agak kusam. (<i>Sapwood very thick and whitetocreamy; heartwood pale brown tograyish brown with the portion about 22% of wood volume, straight grain, texture moderately fine, wood moderately coarse and dull.</i>)	Tebal gubal mencapai 3,4 cm berwarna coklat muda kemerahan. Teras berwarna coklat kemerahan dengan proporsi sekitar 50% dari volume kayu, lingkaran tumbuh samar, corak bergaris-garis, kayu keras, tekstur halus, mengkilap dan kesan raba licin. (<i>Sapwood reaching 3,4 cm thick, pale reddish brown. Heartwood reddish brown about 50% of the wood volume, growth rings indistinct, banded pattern, texture fine, glossy and smooth.</i>)

Tabel 2. Lanjutan
Table 2. Continued

Variabel (Variable)	Jenis kayu (Wood species)		
	Sama-sama (<i>P.firma</i>)	Palado (<i>Aglaia sp</i>)	Kumea batu (<i>M. merrilliana</i>)
Ciri anatomi (Anatomical characteristics): Pori (Vessels)	Berbentuk lonjong, tersebar tata baur, diameter 114,84 μm (113,49-116,96 μm), hampir seluruhnya bergabung 2-4 pori ke arah radial, frekuensi 5pori/ mm^2 (4-6 / mm^2) dan bidang perforasi bertipe sederhana. <i>(Oval, diffuse, diameter 114.84 μm (113,49-116,96 μm), almost entirely multi-ples of 2-4 pores in radial direction, frequency 5 pores/mm^2 (4-6/mm^2) with simple perforation plate).</i>	Berbentuk lonjong, terse-bar tata baur, agak kecil dengan diameter 143,20 μm (82,50-187,50 μm), sebagian besar soliter dan sebagian bergabung 2-3 pori ke arah radial, frekuensi jarang yaitu 3 pori/ mm^2 (1-4/ mm^2) dan bidang perforasi bertipe sederhana. <i>(Generally oval, evenly diffuse, rather small with diameter 143,20 μm (82,50 -187,50 μm), mostly solitary and some in multiples of 2-3 pores in radial direc-tion, low in frequency approx. 5 pores/mm^2 (1-4 pores/mm^2) with simple perfora-tion plate).</i>	Baur, soliter dan berganda radial dan tangensial 2-4 pori, bidang perforasi sederhana, diameter rata-rata 69,15 μm (30,00-105,00 μm), frekuensi 11 pori/ mm^2 (5-16/ mm^2), berisi <i>tylosis</i> dan endapan coklat kemerahan. <i>(Diffuse, solitary, multi-ples with 2-4 pores arranged in radial as well as tangential groups, simple perforation plate, average diameter 69,15 μm (30.00-105.00 μm), frequency 11 pores / mm^2 (5 – 16 pores/ mm^2), containing tyloses and deposits redish brown in color.)</i>
Parenkim (Parenchyma)	Berbentuk jala dan selubung tidak lengkap, kristal tidak dijumpai. <i>(Axial parenchyma reticulate and scanty paratracheal, crystals).</i>	Tersebar dan sebagian selubung tidak lengkap. <i>(Diffuse, scanty paratracheal).</i>	Tersebar, parenkim axial, berbentuk pita dan jala <i>(Diffuse, axial parenchyma bands and reticulate).</i>
Jari-jari (Rays)	Termasuk sempit dengan lebar 22,74 μm (23,07-23,95 μm), tinggi 509 μm (485-521 μm), frekuensi 20/ mm (19-21/ mm), bertipe heterogen terdiri atas sel tegak dan sel baring serta berseri satu. Pada sel tegak banyak dijumpai kristal prismatic. <i>(Narrow with width 22,74 μm (23,07-23.95 μm), height 509 μm (485-521 μm), frequency 20 rays /mm (19-21/mm), hetero-cellular type comprising upright and procumbent cells, uniseriate, crystal prismatic present in pro-cumbent cells.</i>	Sempit dengan lebar 25,52 μm (12,50-45,00 μm), luar biasa pendek dengan tinggi 327 μm (120 – 700 μm), jumlahnya jarang dengan frekuensi 5/ mm (2-8/ mm), bertipe heterogen terdiri atas sel tegak dan sel baring serta berseri 2-3. <i>(Narrow with width 25,52 μm (12,50-45,00 μm), extraordinarily short with height 327 μm (120–700 μm), frequency rare with 5 ray /mm (2-8/mm), heterocellular, comprising 2-3 seriate).</i>	Heteroselular, berseri 1 (kadang berseri 4) dengan tinggi rata-rata 477 μm (150 - 1500 μm), lebar 16,00 μm (7,50 - 30,00 μm), frekuensi 12/ mm (7-15/ mm). <i>(Heterocellular, uniseriate (occasionally 4 seriate present) with height 477 μm (150-1500 μm), width 16,00 μm (7,50-30,00 μm), frequency 12 rays /mm (7-15 /mm).)</i>

Tabel 2. Lanjutan
Table 2. Continued

Variabel (Variable)	Jenis kayu (Wood species)		
	Sama-sama (<i>P.firma</i>)	Palado (<i>Aglaia sp</i>)	Kumea batu (<i>M. merrilliana</i>)
Serat (Fibers)	Panjang serat 1138 μm (1135-1140 μm), diameter lumen 10,83 μm (10,48-11,47 μm), diameter serat 16,63 μm (16,18-17,22 μm) dan tebal dinding sel 2,90 μm (2,80-3,00 μm). (Fiber length 1138 μm (1135-1140 μm), lumen diameter 10,83 μm (10,48-11,47 μm), fiber diameter 16,63 μm (16,18-17,22 μm) and cell-wall thickness 2,90 μm (2,80-3,00 μm).	Panjang serat 1132 μm (674-1850 μm), diameter lumen 17,39 μm (5,00-36,00 μm), diameter serat 25,61 μm (13,00-45,00 μm) dan tebal dinding sel 1,64 μm (1,00-4,00 μm). (Fiber length 1132 μm (674-1850 μm), lumen diameter 17,39 μm (5.00-36,00 μm), fiber diameter 25,61 μm (13,00-45,00 μm) and cell-wall thickness 1,64 μm (1,00-4,00 μm).	Panjang serat 677,55 μm (280-910 μm), diameter serat 22,15 μm (15,00-32,50 μm), diameter lumen 1,94 μm (0,00-5,00 μm) dan tebal dinding sel 10,10 μm (6,00-15,00 μm). (Fiber length 677,55 μm (280-910 μm), fiber diameter 22.15 μm (15.00-32.50 μm), lumen diameter 1.94 μm (0,00-5,00 μm) dan and cell-wall thickness 10.10 μm (6,00-15,00 μm).

Tabel 3. Klasifikasi serat dan penilaian kualitas serat tiga jenis kayu Sulawesi untuk bahan bakupulp kertas

Table 3. Classification and quality evaluation on fibers of three wood species from Sulawesi as raw material for paper pulp

Jenis kayu (Wood species)	Kualitas serat berdasarkan panjang serat dan nilai turunan dimensi serat (Fiber classification based on fiber length and fiber dimension's derived values)						Nilai (Value)	Kualitas serat untuk pulp kertas (Grade of fiber for paper pulp)
	Panjang serat (Fiber length)	Bilangan runkel (Runkel ratio)	Daya tenun (Felting power)	Bilangan kelenturan (Flexibility ratio)	Bilangan muhlsteph (Muhlsteph ratio)	Koefisien kekakuan (Coefficient of rigidity)		
Sama-sama (<i>P.firma</i>)	III	III	III	II	II	III	350	III
Palado (<i>Aglaia sp</i>)	III	I	III	II	II	I	450	II
Kumea batu (<i>M.merrilliana</i>)	IV	IV	IV	IV	IV	IV	150	IV

Dari (Tabel 3) dapat dilihat bahwa palado memiliki serat pendek dengan dinding sel tipis, sama-sama memiliki serat pendek dengan tebal dinding sel sedang dan kumea batu memiliki serat yang sangat pendek dengan dinding sel sangat tebal. Dinding sel serat yang tipis akan mudah dipipihkan dan serat yang panjang akan menghasilkan daya tenun yang kuat. Oleh karena itu,

serat kayu palado berindikasi menghasilkan pulp dan kertas yang kekuatannya cukup baik (kualitas II), sedangkan kayu sama-sama menghasilkan pulp dan kertas yang kekuatannya rendah (kualitas III) begitu pula kayu kumea batu menghasilkan pulp dan kertas yang kekuatannya sangat rendah (kualitas IV).

B. Sifat Fisis Mekanis

Pengukuran sifat fisis tiga jenis kayu contoh uji dilakukan pada kondisi basah, kering udara dan kering tanur. Penetapan nilai berat jenis, yakni berat jenis basah berdasarkan berat kering tanur dan volume basah, berat jenis kering udara

berdasarkan berat dan volume masing-masing dalam keadaan kering udara, dan berat kering tanur (kerapatan) berdasarkan berat dan volume masing-masing dalam keadaan kering tanur. Hasil pengujian sifat fisis pada tiga jenis kayu Sulawesi pada Tabel 4.

Tabel 4. Sifat fisis tiga jenis kayu Sulawesi
Table 4. Physical properties of three wood species from Sulawesi

Sifat fisis (Physical properties)	Satuan (Unit)	Jenis kayu (Wood species)		
		Sama-sama (<i>P.firma</i>)	Palado (<i>Aglaia sp</i>)	Kumea batu (<i>M. merrilliana</i>)
1. Kadar air basah (Green moisture content)	%	113,84 (102,67-124,23)	-	47,82 (50,35-47,70)
2. Kadar air kering udara (Air dry moisture content)	%	15,47 (15,22-15,82)	15,85 (15,81-16,01)	16,43 (16,16-16,67)
3. Berat jenis nominal basah (Nominal green specific gravity)	-	0,56 (0,53-0,59)	-	0,87 (0,87-0,89)
4. Berat jenis kering udara (Air dry specific gravity)	-	0,60 (0,57-0,63)	0,48 (0,47-0,49)	0,92 (0,89-0,95)
5. Berat jenis kering tanur/oven (Oven dry specific gravity)	-	0,64 (0,61-0,67)	0,53 (0,52-0,54)	1,04 (1,02-1,08)
6. Penyusutan dari basah ke kering udara : (Shrinkage from green to air dry)	%	2,73 (2,57-2,84)	-	1,74 (1,46-2,18)
Radial (Radial)				
Tangensial (Tangential)	%	4,62 (4,05-5,11)	-	2,84 (2,49-3,21)
7. Penyusutan dari kering udara ke kering tanur: (Shrinkage from airdry to oven dry)	%	2,51 (2,32-2,64)	2,71 (2,64-2,94)	4,60 (4,54-4,63)
Radial (Radial)				
Tangensial (Tangential)	%	3,40 (3,09-3,72)	4,67 (4,60-4,76)	6,52 (6,42-6,62)

Jika hasil pengujian berat jenis (BJ) kering udara dari tiga jenis kayu Sulawesi (Tabel 4) diklasifikasikan beratnya berdasarkan klasifikasi berat kayu menurut Dumanauw (1982), maka palado tergolong kayu ringan (BJ < 0,60), sama-sama tergolong kayu agak berat (BJ 0,60-0,75), dan kumea batu tergolong kayu sangat berat (BJ > 0,90). Sama-sama dan palado tergolong kayu dengan penyusutan sedang, sedangkan kumea batu tergolong kayu dengan penyusutan tinggi. Kayu dengan penyusutan tinggi pada umumnya adalah jenis yang memiliki berat jenis (kerapatan) tinggi pula karena kayu pada berat jenis tersebut mempunyai dinding serat yang tebal (Panshin dan de Zeeuw, 1980; Haygreen dan Bowyer, 1996), dimana kayu kumea batu mempunyai dinding

serat yang sangat tebal yaitu rata-rata 10,10 µm (6-15 µm). Perbandingan penyusutan tangensial dengan radial (T/R) dari keadaan basah menjadi kering tanur pada kayu sama-sama 1,53 dan kayu kumea batu 1,48 yang mengindikasikan kestabilan dimensi kedua jenis kayu tersebut rendah. Panshin dan de Zeeuw (1980) mengemukakan bahwa nilai banding T/R yang makin mendekati 1,00 berarti stabil. Penyusutan kumea batu yang tinggi disebabkan oleh tingginya kerapatan kayu. Untuk jenis kayu palado, ternyata penyusutannya lebih besar daripada kayu sama-sama, padahal berat jenis kayu palado tersebut lebih tinggi daripada kayu sama-sama (Tabel 4). Diduga ini ada penyebab lain diantaranya adalah adanya bahan ekstraktif pada dinding serat kayu sama-sama

yang berakibat pada tingginya berat jenis kayu tersebut dan sebaliknya mengurangi penyusutannya (*bulking effect zat ekstraktif*) (Haygreen dan Bowyer, 1996). Selanjutnya kayu dengan diameter

lumen besar cenderung memiliki penyusutan yang rendah, dan sebaliknya (Tabel 2). Selanjutnya hasil pengujian sifat mekanis tiga jenis kayu Sulawesi pada keadaan kering udara (Tabel 5.)

Tabel 5. Sifat mekanis tiga jenis kayu Sulawesi
Table 5. Mechanical properties of three wood species from Sulawesi

No.	Sifat mekanis (<i>Mechanical properties</i>)	Satuan (<i>Unit</i>)	Jenis kayu (<i>Wood species</i>)		
			Sama-sama (<i>Pouteria firma</i>)	Palado (<i>Aglaia sp</i>)	Kumea batu (<i>Manilkara merrilliana</i>)
1	Keteguhan lentur pada batas proporsi (<i>Bending strength at proportional limit</i>)	kg/cm ²	483,99 (432,97-530,95)	394,56 (369,73-413,47)	616,40 (598,83-627,26)
2	Keteguhan lentur pada batas patah (<i>Bending strength at failure</i>), MOR	kg/cm ²	551,98 (488,46-603,45)	612,72 (570,56-660,58)	1.557,68 (1.547,07-1.568,16)
3	Keteguhan tekan sejajar serat (<i>Compression strength parallel to the grain</i>)	kg/cm ²	230,13 (212,13-251,32)	402,28 (386,27-421,36)	491,35 (459,39-544,62)
4	Keteguhan tekan tegak lurus serat (<i>Compression strength perpendicular to the grain</i>)	kg/cm ²	127,11 (110,44-142,26)	83,80 (77,63-91,14)	207,57 (188,87-227,15)
5	Keteguhantarik sejajar serat (<i>Tension parallel to grain</i>)	kg/cm ²	408,84 (350,53-467,47)	787,48 (695,55-869,82)	-
6	Kekerasan sisi (<i>Side hardness</i>)	kg/cm ²	64,39 (50,02-81,83)	-	76,01 (72,64-81,68)
7	Keteguhan geser sejajar serat (<i>Shear strength parallel to the grain</i>)	kg	-	-	584,00 (540,66-628,14)
8	Keteguhan pukul (<i>Impact bending strength</i>)	kg/cm ²	7,67 (6,93-8,67)	-	41,43 (39,37-44,17)

Keterangan (*Remarks*) : MOR = Modulus patah (*Modulus of rupture*)

Tabel 5 di atas mengindikasikan bahwa sifat kekuatan (mekanis) kayu cenderung meningkat dengan makin tinggi berat jenisnya. Akan tetapi terdapat pula penyimpangan yaitu dalam hal keteguhan tekan sejajar serat pada batas patah, keteguhan tekan sejajar serat, dan keteguhan tarik sejajar serat. Diduga ini ada kaitannya dengan terdapatnya kayu tidak normal pada contoh yang diuji, misalnya kayu tarik (*tension wood*), kulit tersisip (*inclusion bark*), mata kayu (*knots*), dan sebagainya (Panshin dan de Zeeuw, 1980).

Pada umumnya klasifikasi kekuatan kayu di Indonesia didasarkan pada berat jenis, dan sifat mekanis tertentu seperti keteguhan lentur pada batas patah dan keteguhan tekan sejajar serat. Sifat-sifat mekanis lainnya juga penting diketahui terkait dengan pengolahan dan pemanfaatan kayu untuk keperluan tertentu. Untuk mengetahui

kelas kekuatan tiga jenis kayu Sulawesi tersebut di atas, maka dilakukan klasifikasi kekuatan dengan menggunakan hubungan antara nilai berat jenis kering udara dengan keteguhan lentur mutlak (lentur pada batas patah) dan keteguhan tekan sejajar serat maksimum (Oey Djoen Seng, 1990) (Tabel 6.).

Hasil klasifikasi kelas kekuatan tiga jenis kayu Sulawesi pada (Tabel 6) menunjukkan bahwa jenis kayu sama-sama tergolong kayu kelas kuat IV-III, palado kelas kuat III dan kumea batu tergolong kayu kelas kuat II. Hal ini menunjukkan bahwa jika tiga jenis kayu tersebut digunakan sebagai bahan struktural, maka kayusama-sama dan kayu palado hanya cocok untuk komponen struktural dengan beban ringan, sedangkan kayu kumea batu dapat digunakan untuk komponen struktural dengan beban berat.

Tabel 6. Klasifikasi kekuatan tiga jenis kayu Sulawesi
Table 6. Strength classification of three wood species from Sulawesi

No.	Sifat kayu (Wood properties)	Satuan (Unit)	Jenis kayu (Wood species)		
			Sama-sama (Pouteria firma)	Palado (Aglaia sp)	Kumea batu (Manilkara merrilliana)
1	Berat jenis kering udara (Air dry specific gravity)	-	0,60 (0,57-0,63)	0,48 (0,47-0,49)	0,92 (0,89-0,95)
2	Keteguhan lentur pada batas patah (Bending strength at failure), MOR	kg/cm ²	551,98 (488,46-03,45)	612,72 (570,56-660,58)	1.557,68 (1.547,07-1.568,16)
3	Keteguhan tekan sejajar serat (Compression strength parallel to the grain)	kg/cm ²	230,28 (212,13-251,32)	402,28 (386,27-421,36)	491,35 (459,39-544,62)
Kelas kuat (Strength class)		-	IV-III	III	II

Keterangan (Remarks) : MOR = Modulus patah (Modulus of rupture)

C. Sifat Pemesinan

Sifat pemesinan tiga jenis kayu yang diteliti tergolong baik sampai sangat baik (kelas II - I), kecuali sifat pembubutan kayu palado hanya tergolong sedang (kelas III).

1. Penyerutan

Cacat penyerutan yang paling banyak terjadi adalah serat berbulu halus dan serat patah, sedangkan cacat lainnya seperti serat menonjol/terangkat dan tanda serpih tidak dijumpai.

Cacat serat berbulu halus ditemukan antara 6-12% dan cacat serat patah antara 4,6-8,8% (Tabel 7).

Jumlah cacat terkecil ditemukan pada kayu kumea batu disusul sama-sama dan palado. Kumea batu memiliki nilai bebas cacat 88,6% sehingga mutu penyerutannya tergolong sangat baik (kelas I), sedangkan nilai bebas cacat kayu sama-sama dan kayu palado masing-masing sebesar 80,2% dan 79,2%, sehingga mutu penyerutan keduanya tergolong baik (kelas II).

Tabel 7. Persentase cacat penyerutan dan kelas pemesinan tiga jenis kayu Sulawesi
Table 7. Planing defect percentage and machining class of three wood species from Sulawesi

Jenis kayu (Wood species)	Serat terangkat (Raised grain)	Serat berbulu (Fuzzy grain)	Serat patah (Torn grain)	Tanda serpih (Chip marks)	Jumlah (Total)	Bebas cacat (Defect free)	Kelas pemesinan (Machining class)*
Kumea batu	0	6,8	4,6	0	11,4	88,6	I
Sama-sama	0	11,0	8,8	0	19,8	80,2	II
Palado	0	12,0	8,8	0	20,8	79,2	II

Keterangan (Remarks): Terkait dengan sifat penyerutan (Related to the planing properties)

2. Pembentukan

Cacat pemesinan yang terjadi pada uji pembentukan hanya serat berbulu serat patah, sedangkan serat terangkat dan tanda chip tidak dijumpai. Cacat serat berbulu dijumpai pada semua jenis dengan kisaran antara 6,8-12,0%. Kumea batu memberikan sifat pembentukan yang terbaik dengan bebas cacat 93,2%, disusul

kayu palado dengan bebas cacat 79% dan kayu sama-sama 72,8% (Tabel 8).

Berdasarkan total luas cacat tersebut, maka kumea batu memiliki mutu pembentukan yang tergolong sangat baik (kelas I), sedangkan mutu pembentukan sama-sama dan palado tergolong baik (kelas II).

Tabel 8. Persentase cacat pembentukan dan kelas pemesinan tiga jenis kayu Sulawesi
Table 8. Shaping defect percentage and machining class of three wood species from Sulawesi

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Serat terangkat (<i>Raised grain</i>)	Serat berbulu (<i>Fuzzy grain</i>)	Tanda serpih (<i>Chip mark</i>)	Jumlah (<i>Total</i>)	Bebas cacat (<i>Defect free</i>)	Kelas pemesinan (<i>Machining class</i>)*
Kumea batu	0	6,8	0	6,8	93,2	I
Sama-sama	0	27,2	0	27,2	72,8	II
Palado	0	21,0	0	21,0	79,0	II

Keterangan (*Remarks*): Terkait dengan sifat pembentukan (*Related to the shaping properties*)

3. Pengeboran

Cacat yang paling banyak ditemukan pada uji pengeboran adalah serat berbulu dan penyobekan. Cacat penghancuran hanya terjadi pada palado sedangkan kelicinan tidak ditemukan pada seluruh contoh uji. Cacat serat berbulu terjadi antara 14-25,4%, cacat penyobekan 4,6-6,6% dan cacat penghancuran 0-5,8% (Tabel 9).

Mutu pengeboran terbaik ditemukan pada kayu kumea batu disusul sama-sama dan palado dengan persentase bebas cacat masing-masing 81,4%, 69,2% dan 64%. Dengan demikian mutu pengeboran kumea batu tergolong sangat baik (kelas I), sedangkan sama-sama dan palado tergolong baik (kelas II).

Tabel 9. Persentase cacat pengeboran dan kelas pemesinan tiga jenis kayu Sulawesi
Table 9. Boring defect percentage and machining class of three wood species from Sulawesi

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Serat berbulu (<i>Fuzzy grain</i>)	Penghan- curan (<i>Crushing</i>)	Kelicinan (<i>Smoothness</i>)	Penyobekan (<i>Tear-out</i>)	Jumlah (<i>Total</i>)	Bebas cacat (<i>Defect free</i>)	Kelas pemesinan (<i>Machining class</i>)*
Kumea batu	14,0	0	0	4,6	18,6	81,4	I
Sama-sama	24,2	0	0	6,6	30,8	69,2	II
Palado	25,4	5,8	0	4,8	36,0	64,0	II

Keterangan (*Remarks*):Terkait dengan sifat pengeboran (*Related to the boring properties*)

4. Pembubutan

Cacat pembubutan yang banyak ditemukan adalah serat berbulu, serat patah dan kekasaran. Cacat serat patah hanya terjadi pada kayu palado. Persentase cacat serat berbulu dan kekasaran

terjadi antara 10,0-23,8%, serat patah 0-8,2%, sedangkan kekasaran 5,0-14,2% (Tabel 10).

Mutu pembubutan terbaik berturut-turut adalah kayu kumea batu dengan persentase bebas cacat 85%, kayu sama-sama 74,4% dan kayu

Tabel 10. Persentase cacat pembubutan dan kelas pemesinan tiga jenis kayu Sulawesi
Table 10. Turning defect percentage and machining class of three wood species from Sulawesi

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Serat berbulu (<i>Fuzzy grain</i>)	Serat patah (<i>Torn grain</i>)	Kekasaran (<i>Roughness</i>)	Jumlah (<i>Total</i>)	Bebas cacat (<i>Defect free</i>)	Kelas pemesinan (<i>Machining class</i>)*
Kumea	10,0	0	5,0	15,0	85,0	I
Sama-sama	11,4	0	14,2	25,6	74,4	II
Palado	23,8	8,2	9,4	41,1	58,6	III

Keterangan (*Remarks*): Terkait dengan sifat pembubutan (*Related to the turning properties*)

palado 58,6%. Dengan demikian, mutu pembubutan kayu kumea batu tergolong sangat baik (kelas I), sedangkan untuk kayu sama-sama dan kayu palado masing-masing tergolong baik (kelas II) dan sedang (III).

5. Pengampelasan

Cacat pengampelasan yang diamati pada tiga jenis kayu Sulawesi meliputi serat berbulu dan bekas garukan. Persentase cacat serat berbulu

yang ditemukan antara 14,8-17,8%, sedangkan bekas garukan antara 3,6-23,6% (Tabel 11).

Persentase bebas cacat tertinggi akibat pengampelasan ditemukan pada kayu kumea batu yaitu 81,4%, sehingga mutu pengampelasan tergolong sangat baik (kelas I), sedangkan untuk kayu sama-sama dan kayu palado masing-masing 78,8% dan 76,4%, sehingga mutu pengampelasan tergolong baik (kelas II).

Tabel 11. Persentase cacat pengampelasan dan kelas pemesinan tiga jenis kayu Sulawesi
Table 11. Sanding defect percentage and machining class of three wood species from Sulawesi

Jenis kayu (<i>Wood species</i>)	Serat berbulu (<i>Fuzzy grain</i>)	Bekas garukan (<i>Scratching</i>)	Jumlah (<i>Total</i>)	Bebas cacat (<i>Defect free</i>)	Kelas pemesinan (<i>Machining class</i>)*
Kumea	15,0	3,6	18,6	81,4	I
Sama-sama	14,8	6,4	21,2	78,8	II
Palado	17,8	5,8	23,6	76,4	II

Keterangan (*Remarks*):Terkait dengan sifat pengampelasan (*Related to the sanding properties*)

6. Hubungan antara jenis kayu dan sifat pemesinan

Hasil pengujian di atas menunjukkan bahwa kayu kumea batu mempunyai sifat pemesinan yang paling baik disusul kayu sama-sama dan kayu palado. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh berat jenis yang lebih tinggi pada kayu kumea batu (0,92) dibandingkan dengan kayu sama-sama (0,60) dan kayu palado (0,48). Hasil penelitian Supriadi dan Rachman (2002) yang meneliti lima jenis kayu dengan berat jenis yang berbeda menunjukkan bahwa semakin tinggi nilai berat jenis, semakin tinggi pula nilai bebas cacatnya. Kayu yang memiliki kerapatan yang tinggi juga memiliki kekompakan sel yang tinggi dan berdinding sel lebih tebal pula sehingga cenderung lebih tahan terhadap kemungkinan cacat akibat pemesinan. Selain itu, lingkaran tumbuh yang tidak jelas pada kayu kumea batu dapat menyebabkan berkurangnya cacat serat terangkat dan berbulu halus. Cacat ini biasanya muncul pada batas kayu awal dan kayu akhir yang mencolok.

Berat jenis suatu jenis kayu sangat bergantung pada diameter sel, tebal dinding sel dan hubungan antara jumlah sel yang beragam. Sel kayu yang berpengaruh terhadap kerapatan kayu terutama adalah sel serat dan pembuluh. Kayu yang memiliki serat dengan dinding sel tebal dan lumen kecil cenderung memiliki berat jenis yang lebih tinggi dibandingkan dengan kayu yang

dinding seratnya tipis dengan lumenyang besar. Berat jenis yang rendah juga disebabkan oleh tingginya proporsi pembuluh dalam kayu (Panshin dan de Zeeuw, 1980).

Pengaruh ukuran pori terhadap sifat pemesinan telah diteliti oleh Supriadi dan Rachman (2002) yang menunjukkan bahwa semakin besar diameter pori, semakin rendah sifat pemesinannya. Palado memiliki diameter pori terbesar (143.20 m), kemudian disusul oleh sama-sama (114,84 m), sedangkan diameter pori kumea batu hanya 69,15 m. Demikian pula dengan dimensi serat sebagai salah satu parameter penentu kerapatan kayu juga menunjukkan bahwa kayu palado memiliki diameter lumen terbesar dan tebal dinding sel paling tipis yaitu 17,39 m dan 1,64 m (Tabel 2), kemudian sama-sama dengan diameter lumen 10,83 m dan tebal dinding sel 2,90 m, sedangkan kumea batu memiliki diameter lumen hanya 1,94 µm dan dinding sel yang sangat tebal mencapai 10,10 µm. Hal ini menunjukkan bahwa kumea batu memiliki sel yang lebih kecil dengan dinding yang lebih tebal dibandingkan dengan sama-sama atau palado. Dengan demikian dapat diduga bahwa serat-serat kumea batu lebih tahan terhadap kemungkinan cacat akibat pemesinan sehingga memiliki sifat pemesinan yang lebih baik dari pada sama-sama atau palado.

Berdasarkan sifat pemesinan tersebut, maka kumea batu dapat diolah menjadi beragam produk

yang menggunakan proses penyerutan, pembentukan, pengampelasan, pengeboran dan pembubutan dengan hasil yang sangat baik seperti pembuatan beragam produk *moulding* untuk berbagai keperluan mebel serta ukiran. Demikian pula dengan sama-sama yang menghasilkan sifat pemesinan yang tergolong baik. Palado juga dapat dibuat menjadi beragam produk *moulding* dengan hasil baik kecuali untuk membuat produk yang memerlukan pembubutan karena mutunya sedang.

D. Kegunaan Kayu

Berdasarkan hasil pengujian sifat dasarnya dan pemanfaatan kayu secara lokal oleh masyarakat, maka ditetapkan kemungkinan penggunaan tiga jenis kayu kurang dikenal dari hutan alam Sulawesi sebagai berikut:

1. Sama-sama

Sama-sama merupakan kayu kelas kuat IV-III (Tabel 6) dapat dimanfaatkan untuk bahan bangunan perumahan yang hanya terbatas pada bagian-bagian yang tidak memikul beban berat seperti balok dan papan dinding, partisi, lis dan balok. Untuk bahan bangunan perahu sama-sama dapat digunakan untuk rumah geladak, kano dan dayung. Sama-sama yang berserat lurus dan bertekstur agak halus dengan penampilan warna yang kurang menarik sehingga cocok digunakan sebagai lembaran tengah (*core*) untuk kayu laminasi (glulam) dan diolah menjadi venir kupasan untuk plywood (*core*). Kayu ini nampaknya kurang cocok untuk mebel dan barang kerajinan. Pemanfaatan serat kayu sama-sama sebagai bahan baku pulp dan kertas bermutu cukup baik oleh karena nilai turunan serat kayu ini tergolong kelas III (Tabel 3).

2. Palado

Palado tergolong kayu kelas kuat III (Tabel 6) dapat digunakan untuk bahan perumahan tetapi terbatas pada bagian-bagian yang tidak memikul beban berat. Untuk bangunan rumah palado dapat digunakan sebagai kayu untuk balok, kaso, reng, dinding, partisi, lis, rangka pintu dan jendela dan plafon), sedangkan untuk bangunan perahu dapat digunakan sebagai komponen rumah geladak, kano dan dayung. Untuk kerajinan palado dapat dimanfaatkan untuk mebel dan barang kerajinan (ukiran, mainan anak-anak, peralatan dapur dan badan sikat). Palado dapat

dibuat venir kupas untuk kayu lapis, korek api dan tusuk gigi. Palado juga dapat digunakan untuk kayu laminasi (glulam) serta produk *moulding* kecuali untuk membuat produk yang memerlukan pembubutan karena mutunya sedang. Nilai turunan serat kayu palado untuk pulp dan kertas tergolong kelas II (Tabel 3) dan serat kayu ini mudah dipipihkan, sehingga akan menghasilkan kertas yang bermutu baik.

3. Kumea batu

Kayu teras kumea batu berwarna coklat tua sampai hitam dengan garis-garis hitam yang tidak beraturan, serat lurus, tekstur agak halus dan mengkilap, kayu ini tergolong kelas kuat II (Tabel 6) dengan mutu pemesinan sangat baik (kelas I). Berdasarkan sifatnya tersebut kumea batu dapat digunakan untuk bahan bangunan rumah/gedung (tiang, kuda-kuda, kaso, reng, kusen pintu/jendela, jalusi, daun pintu/jendela, dan lantai) dan bangunan kapal/perahu (gading-gading, senta, bantalan, kulit/dinding, dek dan kemudi) serta karoseri kendaraan (truk). Untuk produk industri, kumea batu dapat dibuat venir sayatan, *moulding* dan produk bubutan serta parket. Untuk bahan kerajinan kumea batu dapat digunakan untuk mebel, ukiran, badan ketam, tangkai peralatan (cangkul dan kapak), mortal (alu), talenan, sendok dan spatula. Selain itu, kumea batu tergolong kayu yang keras dan memiliki berat jenis yang sangat tinggi sehingga sangat baik untuk arang, sebaliknya kayu kumea batu kurang baik untuk bahan baku pulp dan kertas karena mutu seratnya hanya tergolong kelas IV (Tabel 3).

IV. KESIMPULAN

1. Sama-sama memiliki kayu teras berwarna coklat tua sampai hitam dengan garis-garis hitam yang tidak beraturan, tekstur agak halus dan permukaan mengkilap. Palado memiliki kayu teras berwarna coklat muda sampai coklat kelabu, berserat lurus, tekstur agak halus, agak kesat dan agak kusam. Kumea batu memiliki kayu teras berwarna coklat kemerahan, coraknya indah, serat lurus, tekstur halus dan mengkilap.
2. Sama-sama mempunyai BJ kering udara 0,60 tergolong kayu agak berat kelas kuat IV-III, palado mempunyai BJ 0,48 tergolong kayu ringan dan kelas kuat III, sedangkan kumea

- batu mempunyai BJ 0,92 tergolong kayu sangat berat dan kelas kuat II
3. Sifat pemesian (penyerutan, pembentukan, pengeboran, pembubutan dan pengampelasan) kayu sama-sama dan palado tergolong baik (kelas II), kecuali sifat pembubutan palado hanya tergolong sedang (kelas III), dan kumea batu memiliki sifat pemesian yang tergolong sangat baik (kelas I).
 4. Berdasarkan kelas kuat dan mutu pemesian, kayu kumea batu memiliki kemungkinan penggunaan lebih luas dibandingkan dengan kayu palado dan kayu sama-sama.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1976. *Vademecum Kehutanan Indonesia*. Direktorat Jenderal Kehutanan, Departemen Pertanian (DEPTAN), Jakarta.
- _____, 1981. *Annual book of ASTM standards. Part 22 : Wood; Adhesives*. American Society for Testing and Material (ASTM) Philadelphia. USA: 494- 520.
- _____, 2003. *Standard methods of testing small clear specimens of timber*. Japan Industrial Standard (JIS). Tokyo, Japan.
- Asdar, M. 2007. *Sifat Pengerjaan Jenis Kayu Kurang Dikenal Andalan Setempat*. Laporan penelitian (tidak diterbitkan). Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Sulawesi, Makassar.
- Dumanau, J. F. 1982. *Mengenal kayu*. PT. Gramedia. Jakarta.
- Haygreen, J.G dan J.L. Bowyer, 1996. *Hasil Hutan Dan Ilmu Kayu, Suatu Pengantar*. Cetakan Ketiga. Terjemahan S.A. Hadikusumo. Gajah Mada University Press.
- Manan, S., S. Soepangkat dan S. Rais, 1987. *Upaya pelestarian jenis-jenis kayu kurang dikenal*. Prosiding Diskusi Pemanfaatan Kayu Kurang Dikenal 13-14 Januari 1987 Cisarua Bogor. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Jakarta. Hlm.201-220
- Mandang, Y.I., A. Martawijaya dan I. Kartasujana, 1987. *Pemanfaatan Jenis Kayu Kurang Dikenal*. Prosiding Diskusi Pemanfaatan Kayu Kurang Dikenal (13-14 Januari 1987 Cisarua, Bogor). Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Bogor. Hlm.58-62
- Martawijaya, A. dan I. Kartasujana, 1977. *Ciri umum, Sifat dan Kegunaan Jenis-jenis Kayu Indonesia*. Publikasi Khusus Lembaga Penelitian Hasil Hutan, no. 41. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Departemen Pertanian, Bogor.
- Panshin, A.J. and C. de Zeeuw, 1980. *Textbook of Wood Technology*. 14th ed. McGraw-Hill Book Company, New York.
- Sass, J. 1958. *Botanical Microtechnique*. 3rd. Ed. The Iowa State University Press, Ames, Iowa, USA. 3-77 pp.
- Oey Djoen Seng, O.D. 1990. *Berat dari Jenis-jenis Kayu Indonesia dan Pengertian Beratnya Kayu untuk Keperluan Praktek*. Pengumuman No.13. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Soerianegara, I. and R.H.M.J. Lemmens (Ed.), 1994. *Plant resources of South-East Asia 5 (1) Timber trees: Major commercial timbers*. Prosea. Bogor. Indonesia.
- Supriadi, A. dan O. Rachman, 2002. *Sifat Pemesian Empat Jenis Kayu Kurang Dikenal dan Hubungannya dengan Berat Jenis dan Ukuran Pori*. Buletin Penelitian Hasil Hutan 20 (1):70-85. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Wheeler, E.A., P. Baas and P.E. Gasson (Ed.), 1989. *IAWA List of Microscopic features for hardwood identification*. IAWA Bulletin n.s. 10 (3) : 219-332. Leiden, Netherlands.