

**Struktur Anatomi dan Kualitas Serat Kayu *Shorea hopeifolia* (Heim)
Symington dari Kalimantan Timur
(Anatomical Structure and Fiber Quality of *Shorea hopeifolia* (Heim)
Symington Grown from East Kalimantan)**

Supartini¹⁾, Listya M Dewi²⁾, Agus Kholik³⁾, M Muslich²⁾

¹⁾ Balai Besar Penelitian Dipterocarpaceae, Jl. AW Syahrani 68 Sempaja, Samarinda

²⁾ Puslitbang Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Jl. Gunung Batu No.5,
Bogor, 16680

³⁾ Dinas Kehutanan Kabupaten Katingan, Kalimantan Tengah

Corresponding author: lizthya@yahoo.com (Listya M Dewi)

Abstract

The objectives of this research were focused on description of anatomical structure and fiber quality of *Shorea hopeifolia*. Wood samples were obtained from Labanan, Berau, East Kalimantan. Anatomical structure and fiber quality of *S. hopeifolia* were observed according to IAWA List and Indonesian fiber quality criteria. The results showed that *S. hopeifolia* has brown yellowish heartwood and clearly distinguished with its light yellow sapwood; straight to interlocked grain; somewhat rough texture, slippery touchiness, lustered; and soft to somewhat hard. While the main microscopic are growth rings indistinct; vessel diffuse, simple perforation plate, mostly solitary; alternate and vested intervessel pit; vessel-ray pits with much reduced borders to apparently simple and rounded shape; tyloses and vacicentric tracheid present; fibres with simple to minutely bordered pits, septate fiber present, thin to thick cell-wall fiber; fiber length 1733 µm; axial parenchyma unilateral paratracheal, vacicentric, aliform, confluent, narrow bands; uniseriate and multiseriate rays (3-8), rays height >1 mm; axial intercellular canal in long tangential lines and radial canal present; prismatic crystals in procumbent and upright rays cells. Based on its fiber dimensions and derived values, *S. hopeifolia* wood was classified into quality class I and very favourable as raw material for pulp and paper.

Key words: anatomical structure, fiber quality, *Shorea hopeifolia*, yellow meranti

Pendahuluan

Kalimantan mempunyai hutan hujan tropis dengan keanekaragaman hayati tinggi baik flora maupun fauna. Jenis flora yang mendominasi adalah jenis dari suku Dipterocarpaceae. Selain di Kalimantan, suku Dipterocarpaceae merupakan unsur utama hutan hujan tropis di Asia Tenggara (Rana *et al.* 2009), sedangkan di Indonesia suku ini juga terdapat di hutan Sumatera, Sulawesi, Maluku, dan Papua. Suku

Dipterocarpaceae di Indonesia terdiri atas 9 marga dan 386 jenis. Semua marga tersebut yaitu Anisoptera, Cotylelobium, Dipterocarpus, Dryobalanops, Hopea, Parashorea, Shorea, Upuna, dan Vatica (Newman *et al.* 1999a). Di Kalimantan terdapat 9 marga dan 268 jenis (Newman *et al.* 1999b), di Pulau Jawa dan Nusa Tenggara terdapat 5 marga dan 10 jenis, di Sulawesi terdapat 4 marga dan 7 jenis, di Maluku terdapat 4 marga dan 7 jenis,

serta di Niugini terdapat 3 marga dan 15 jenis (Newman *et al.* 1999c).

Jenis-jenis dalam suku Dipterocarpaceae merupakan penghasil kayu dan non kayu yang mempunyai nilai komersial yang tinggi. Namun pemanfaatannya sebagian besar berorientasi pada produk hasil hutan kayu. Hal ini disebabkan oleh tingginya permintaan bahan baku kayu untuk memenuhi kebutuhan kayu pertukangan. Dalam kegiatan eksploitasi, sebagian besar dilakukan hanya berdasarkan nama kelompok yaitu meranti merah, meranti putih, meranti kuning, keruing, balau, resak, merawan, dan lain-lain. Padahal dalam setiap kelompok tersebut terdiri dari banyak jenis. Oleh karena itu, banyak jenis yang kurang dikenal dan belum pernah diteliti ikut tereksploitasi.

Setiap jenis kayu memiliki sifat yang berbeda. Pemanfaatan kayu dapat efektif dan efisien apabila dilakukan sesuai dengan karakter yang dimilikinya. Penelitian sifat dasar kayu jenis Dipterocarpaceae masih sangat terbatas, informasi yang didapat sebagian besar masih berdasarkan nama kelompok. Sampai saat ini kurang lebih 41% jenis dari suku Dipterocarpaceae belum pernah diteliti sifat dasar kayunya. Sifat anatomi merupakan salah satu sifat dasar kayu yang sangat penting karena merupakan sifat yang harus diketahui dalam identifikasi kayu. Sampai saat ini proses identifikasi yang dilakukan *Xylarium Bogoriense* dapat dilakukan hanya sampai tingkat marga. Oleh karena itu, data ciri anatomi sampai tingkat jenis diperlukan untuk memperkaya *database* dan memungkinkan dicapainya target identifikasi sampai tingkat jenis. Selain itu, ciri anatomi kayu juga dapat digunakan untuk memprediksi kegunaan kayu agar tepat. Dimensi serat yang diukur dapat digunakan untuk

mengetahui kualitas serat untuk bahan baku pulp dan kertas.

Salah satu jenis yang belum diteliti adalah *Shorea hopeifolia* Sym. yang dalam dunia perdagangan merupakan kelompok meranti kuning. Jenis ini sejak 1998 sudah masuk ke dalam Red List IUCN sebagai *critically endangered species* (Ashton 1998). Penelitian ini bertujuan mempelajari struktur anatomi dan kualitas serat kayu *S. hopeifolia* sebagai upaya untuk melengkapi *data base* identifikasi kayu dan memprediksi kemungkinannya sebagai bahan baku pulp dan kertas.

Bahan dan Metode

Sampel diperoleh dari areal KHDTK Labanan, Berau, Kalimantan Timur. Sampel diambil dari bagian pangkal batang berupa lempengan. Setiap bagian batang diambil sebanyak 4 sampel pada penampang melintang mulai dari empulur sampai ke lapisan kambium. Jadi dalam satu batang terdapat 12 sampel berukuran (2x2x2) cm³. Metode pembuatan preparat sayatan menggunakan metode Sass (1961) yaitu melunakkan kayu dengan cara merendam ke dalam larutan etanol gliserin selama 2-3 hari. Setelah cukup lunak, sampel disayat dengan mikrotom setebal 20-30 µm untuk bidang transversal, tangensial dan radial. Hasil sayatan dicuci dengan akuades untuk menghilangkan gliserin dan direndam dalam safranin selama 1 jam untuk pewarnaan. Setelah itu sayatan dicuci kembali dengan akuades sampai bersih, lalu didehidrasi bertingkat menggunakan etanol 30%, 50%, 70%, 96%, dan etanol absolut selama 5-10 menit. Selanjutnya sayatan dibenamkan dengan cara merendamnya beberapa saat, berturut-turut dalam karboksilol dan toluena. Sesudah itu sayatan direkat dengan entelan di atas gelas obyek,

ditutup dengan gelas penutup, diberi label dan siap untuk diamati.

Metode yang digunakan dalam proses maserasi adalah metode Franklin (1945). Contoh untuk pembuatan sediaan maserasi berupa cacahan sebesar batang korek api. Maserasi dilakukan dengan cara merebus kayu dalam larutan 60% asam asetat glasial dan 30% hidrogen peroksida pada suhu ± -80 °C selama 1-2 jam, atau sampai cacahan berubah warna menjadi putih dan lunak. Perbandingan volume asam asetat glasial dan hidrogen peroksida yang digunakan adalah 1:1. Sampel yang telah dimaserasi kemudian dicuci dengan air kran yang mengalir sampai cacahan tersebut bebas asam. Setelah itu dilakukan pemisahan serat menggunakan bantuan jarum sambil dicuci dengan akuades. Serat-serat yang terpisah kemudian ditetesi dengan safranin dan direndam dalam safranin selama kurang lebih 3 jam. Setelah itu serat kembali dicuci bersih dengan akuades. Serat-serat kemudian diletakkan pada gelas obyek yang sudah ditetesi gliserin dan diatur sedemikian rupa agar tidak menumpuk satu dengan lainnya, lalu ditutup dengan gelas penutup. Setelah itu dilakukan pengukuran dimensi serat dan pembuluh.

Dimensi yang diukur adalah panjang serat (25 contoh), diameter serat dan diameter lumen (masing-masing 15 contoh), sedangkan untuk pembuluh diukur panjang dan diameternya sebanyak 25 contoh. Selanjutnya dilakukan penghitungan turunan dimensi serat seperti *Runkel ratio* (RR), *Felting power* (FP), *Muhlsteph ratio* (MR), *Coefficient rigidity* (CR), dan *Flexibility ratio* (FR) untuk mengetahui kualitas serat kayu untuk bahan paku pulp dan kertas. Kualitas serat kayu diklasifikasikan berdasarkan kriteria seperti yang disajikan pada Tabel 1.

Rumus yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$RR = \frac{2w}{l}$$

$$FP = \frac{L}{d}$$

$$FR = \frac{l}{d}$$

$$CR = \frac{w}{d}$$

$$MR = \frac{(d^2 - l^2)}{d^2} \times 100\%$$

Dimana,

w = Tebal dinding

L = Panjang serat

l = Diameter lumen

d = Diameter serat

Hasil dan Pembahasan

Ciri umum

Shorea hopeifolia Symington dalam perdagangan kayu termasuk pada kelompok meranti kuning dengan daerah kisaran sebaran menurut Newman *et al.* (1999a) di Kalimantan. Pohon ini memiliki tinggi total ± 37 m, tinggi bebas cabang $\pm 26,7$ m dan diameter 55 cm. Batang silindris, berbanir, berdamar warna hitam, daun jorong atau bundar telur, pertulangan sekunder 7–11 pasang. Kelopak buah dengan tiga sayap panjang dan dua sayap pendek. Kayu teras berwarna coklat muda, kayu gubal berwarna kuning muda, arah serat lurus sampai berpadu, tekstur agak kasar, kesan raba kasar, kayu lunak sampai agak keras. Batang, daun, penampang lintang, dan permukaan longitudinal kayu *S. hopeifolia* dapat dilihat pada Gambar 1.

Tabel 1 Kriteria kualitas serat kayu untuk bahan baku pulp dan kertas

Kriteria	Kelas I		Kelas II		Kelas III	
	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai	Syarat	Nilai
<i>Fibre length (mm)</i>	> 2000	100	1000-2000	50	< 1000	25
<i>Runkel ratio</i>	< 0,25	100	0,25-0,50	50	0,50-1,0	25
<i>Felting power</i>	> 90	100	50-90	50	< 50	25
<i>Muhlsteph ratio</i>	< 30	100	30-60	50	60-80	25
<i>Flexibility ratio</i>	> 0,80	100	0,50-0,80	50	< 0,50	25
<i>Coefficient of rigidity</i>	< 0,10	100	0,10-0,15	50	> 0,15	25
Interval	450-600		225-449		< 225	

Sumber: Rachman dan Siagian (1976)



Gambar 1 *S. hopeifolia*, (a) batang, (b) daun, (c) penampang transversal, dan (d) permukaan longitudinal.

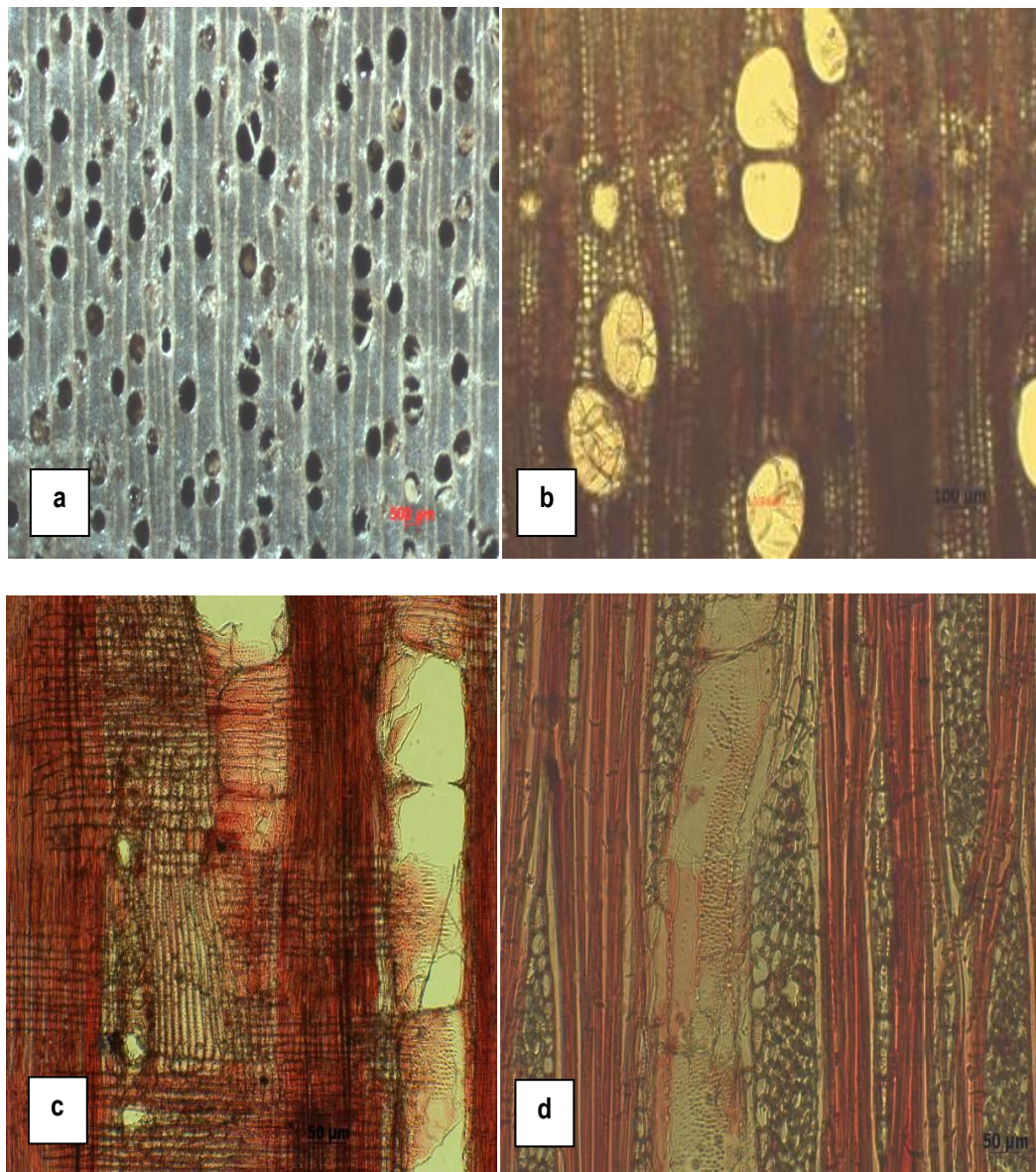
Ciri anatomi

Batas lingkaran tumbuh tidak jelas. Pembuluh: berpori baur, sebagian besar soliter, sisanya ganda radial 2-3, dan dijumpai sedikit bergerombol 3, *outline* pembuluh oval, diameter lumen pembuluh 74,2 μm , frekuensi pembuluh 4 per mm^2 , panjang 634,51 μm . Bidang perforasi sederhana. Ceruk antar

pembuluh selang-seling dengan ukuran 5,9 μm dan ceruk berumbai. Ceruk pembuluh dengan jari-jari dengan halaman yang sempit sampai sederhana, garis luar ceruk berbentuk bundar. Terdapat tilosis dan elemen trakeida vasicentric dalam sel pembuluh. Serat: jaringan serat dasar dengan ceruk halaman yang sempit, dijumpai serat bersekat, tebal dinding serat tipis sampai

tebal, panjang serat 1733 μm . Parenkim: aksial paratrakea sepihak sampai *vasicentric*, aliform, konfluen, pita tipis < 3 lapis. Tipe sel parenkim aksial 3-4 sel per untai. Jari-jari: uniseri dan multiseri (1-2 seri, jari-jari besar umumnya 3-8 seri), tinggi jari-jari > 1 mm (1237 μm), komposisi sel jari-jari, tubuh jari-jari sel baring dan umumnya

dengan 2-4 jalur sel tegak atau sel bujur sangkar marjinal. Saluran interseluler aksial dalam baris tangensial panjang dan terdapat saluran radial. Kristal prismatic dalam sel baring dan sel tegak. Gambar struktur anatomi disajikan pada Gambar 2, sedangkan ciri kuantitatif kayu *S. hopeifolia* disajikan pada Tabel 2.



Gambar 2 *S. hopeifolia*, a) penampang lintang (makroskopis), b) penampang lintang (mikroskopis), c) penampang radial, d) penampang tangensial.

Tabel 2 Ciri kuantitatif *S. hopeifolia*

Struktur anatomi	Nilai
Pembuluh	
- Diameter (μm)	258
- Tinggi (μm)	635
- Jumlah/ mm^2	4
Jari-jari	
- Tinggi (μm)	1237
- Lebar (μm)	73
- Jumlah/ mm^2	6
Serat (μm)	
- Panjang	1733
- Diameter serat	31
- Diameter lumen	27
- Tebal dinding	2
% Sel	
- Pori	10
- Jari-jari	25
- Parenkim	7
- Serabut	57
- SIA	1

Trakeida vasicentric merupakan ciri yang sering ditemukan dalam banyak marga Shorea. Kristal prismatic sering juga dijumpai pada semua jenis meranti kecuali meranti putih. Saluran interseluler radial selalu dijumpai dalam kelompok meranti kuning (Fei-Tan 1974). Seperti halnya Sarayar (1976) menyebutkan bahwa jenis meranti kuning dicirikan dengan adanya saluran interseluler radial. Diameter rata-rata pembuluh pada kayu *S. hopeifolia* menurut Mandang dan Pandit (1997) termasuk agak besar ($>200 \mu\text{m}$). Menurut IAWA (Wheeler *et al.* 1989), panjang pembuluh termasuk sedang ($350-800 \mu\text{m}$), jumlah pembuluh per satuan luas termasuk sangat sedikit ($\leq 5 \mu\text{m}$), panjang serat termasuk sedang ($900-1600 \mu\text{m}$). Tinggi jari-jari termasuk kategori tinggi, jari-jari agak lebar, jumlah jari-jari per mm termasuk sedang.

Casey (1980) menggolongkan diameter serat menjadi tiga kelas yaitu serat

berdiameter besar ($0,025-0,04 \text{ mm}$), sedang ($0,01-0,025 \text{ mm}$), dan kecil ($0,002-0,01 \text{ mm}$). Jenis kayu ini memiliki serat berdiameter besar.

Sel serat atau serabut berfungsi sebagai pemberi kekuatan mekanik pada batang pohon (Pandit & Kurniawan 2008), sehingga semakin tinggi nilai persentase atau proporsi sel serat dalam jaringan kayu, maka sifat kekuatan mekanik kayu akan semakin tinggi. *S. hopeifolia* mempunyai persentase jaringan sel serat terbesar dibandingkan dengan jaringan sel lainnya dalam kayu.

Sifat kekuatan lembaran kertas yang dipengaruhi oleh ukuran panjang serat adalah ketahanan tarik, ketahanan lipat, dan terutama ketahanan sobek. Di sisi lain, serat kayu yang lebih pendek mampu menghasilkan lembaran kertas yang lebih halus dan seragam (Casey 1980).

Kualitas serat

Kualitas serat ditentukan berdasarkan nilai dimensi serat dan nilai turunannya yang terdiri atas RR, FP, MR, FR, dan CR. Hasil pengukuran kualitas serat kayu *S. hopeifolia* disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan Rahman dan Siagian (1976), nilai panjang serat kayu *S. hopeifolia* termasuk kelas kualitas II. Panjang serat berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik kertas seperti kekuatan dan kekakuan. Serat panjang memungkinkan terjadinya ikatan antar serat yang lebih luas tetapi dengan semakin panjang serat maka kertas akan semakin kasar. Serat kayu yang lebih panjang akan menghasilkan lembaran kertas yang mempunyai sifat kekuatan yang lebih baik karena memiliki daerah ikatan antar serat (*bonding area*) yang lebih luas pada saat penggilingan dan sifat penyebaran tekanan (*stress transfer*) yang lebih baik.

Tabel 3 Nilai kualitas serat kayu *S. hopeifolia*

Kriteria	Nilai rata-rata	Penilaian*	Kelas kualitas*
<i>Panjang serat</i> (μm)	1733	50	II
<i>Runkel ratio</i>	0,18	100	I
<i>Felting power</i>	55,67	50	II
<i>Muhlsteph ratio</i> (%)	27,57	100	I
<i>Flexibility ratio</i>	0,85	100	I
<i>Coefficient of rigidity</i>	0,07	100	I
Jumlah*		525	I

Keterangan: * Penilaian berdasarkan Rahman dan Siagian (1976)

Serat dengan nilai RR yang rendah menunjukkan bahwa serat tersebut memiliki dinding yang tipis tetapi diameter lumen lebar sehingga pulp yang dihasilkan lebih mudah digiling (*beaten*) dan memiliki daerah ikatan antar serat yang lebih luas sehingga diduga akan menghasilkan lembaran pulp dengan kekuatan jebol, tarik, dan lipat yang tinggi. Berdasarkan Rahman dan Siagian (1976), nilai RR kayu *S. hopeifolia* termasuk dalam kelas kualitas I.

Daya tenun berpengaruh terhadap kekuatan sobek kertas. Serat berdinding tipis akan cenderung memberikan kekuatan sobek yang rendah. Serat berdinding tipis akan cenderung memberikan kekuatan sobek yang rendah. Jalinan ikatan antar serat yang baik dapat diperoleh dari serat yang lebih panjang karena berperan meningkatkan kekuatan sobek kertas. Hal ini disebabkan karena gaya sobek akan terbagi dalam luas yang panjang. Diameter serat menunjukkan tingkat kelangsingannya. Semakin tinggi nilai FP (daya tenun) maka sifat serat cenderung lebih lentur (Sofyan & Nawawi 1995). Nilai FP serat kayu *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas II.

MR adalah perbandingan antara luas penampang dinding serat dengan luas penampang lintang serat yang

berpengaruh terhadap kerapatan lembaran pulp. Serat kayu dengan MR yang tinggi memiliki luas permukaan yang lebih kecil sehingga luas daerah ikatan dan kontak antar seratnya menurun. Hal ini menyebabkan lembaran kertas yang dihasilkan cenderung memiliki ketahanan tarik dan ketahanan retak yang rendah. Nilai MR serat kayu *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas I.

FR mempunyai peran dalam perkembangan kontak antar serat. Serat dengan FR tinggi, tebal dindingnya relatif tipis dan mudah berubah bentuk. Kemampuan berubah bentuk ini menyebabkan persinggungan antara permukaan serat lebih leluasa dan lebih mudah ditarik satu sama lain oleh gaya tegangan permukaan ketika air dihilangkan pada tahap pembuatan lembaran dan pengeringan kertas. Hal ini mendukung terjadinya ikatan antar serat yang lebih sempurna sehingga menghasilkan lembaran dengan sifat kekuatan yang baik, porositas yang rendah, dan kerapatan kertas yang tinggi. Fleksibilitas serat juga mempengaruhi beberapa sifat penting kertas lainnya seperti opasitas, permeabilitas udara, penyerapan cairan, dan ketahanan lemak (Casey 1980). Nilai FR serat kayu *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas I.

CR mempunyai hubungan negatif dengan kekuatan tarik kertas. CR yang tinggi menunjukkan bahwa serat tersebut memiliki kerapatan yang tinggi pula. Panshin dan de Zeeuw (1980) menyatakan bahwa kerapatan serat yang tinggi berpengaruh baik terhadap rendemen pulp. Selain itu, jenis serat kayu berkerapatan tinggi juga dapat menghasilkan lembaran kertas dengan opasitas tinggi, lebih kasar, dimensi yang lebih besar, dan ketahanan sobek tinggi. Namun, lembaran kertas yang dihasilkan lebih kaku sehingga memiliki ketahanan lipat yang rendah. Jumlah ikatan serat yang terdapat pada lembaran kertas juga lebih sedikit sehingga cenderung memiliki ketahanan tarik dan retak yang rendah. Berdasarkan Rahman dan Siagian (1976), nilai CR serat kayu *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas I.

Berdasarkan semua parameter yang dianalisis, *S. hopeifolia* termasuk ke dalam kelas kualitas I. Serat dengan kelas kualitas I mempunyai sifat mudah memipih pada waktu digiling dengan ikatan antar serat yang baik, sehingga lembaran pulp yang dihasilkan mempunyai keteguhan sobek, ketahanan pecah, dan keteguhan tarik lembaran pulp yang sangat baik (Rachman & Siagian 1976). Dengan demikian, jenis kayu ini dapat direkomendasikan sebagai bahan baku pulp dan kertas.

Kesimpulan

Kayu *S. hopeifolia* mempunyai ciri umum yaitu kayu teras berwarna coklat kekuningan, kayu gubal berwarna kuning muda, arah serat lurus sampai berpadu, tekstur agak halus, kesan raba agak licin, agak mengkilap, kayu lunak sampai agak keras. Sedangkan ciri anatomi secara umum yaitu batas lingkaran tumbuh tidak jelas; pembuluh berpori baur, sebagian

besar soliter; bidang perforasi sederhana; ceruk antar pembuluh selang-seling, ceruk berumbai; ceruk pembuluh dengan jari-jari sempit sampai sederhana, ceruk bundar; terdapat tilosis dan elemen trakeida *vasicentric*; jaringan serat dasar dengan ceruk halaman yang sempit, dijumpai serat bersekat, tebal dinding serat tipis sampai tebal, panjang serat 1733 μm ; parenkim aksial paratrakea sepihak sampai *vasicentric*, aliform, konfluen, pita tipis; jari-jari uniseri dan multiseri (3-8), jari-jari $> 1 \text{ mm}$; saluran interseluler aksial dalam baris tangensial panjang dan terdapat saluran radial; kristal prismatic dalam sel baring dan sel tegak. Berdasarkan kriteria penilaian kualitas serat, serat kayu *S. hopeifolia* termasuk kelas kualitas I yang berarti sangat baik untuk digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas.

Daftar Pustaka

- Ashton P. 1998. *Shorea hopeifolia*. In: IUCN 2012. IUCN Red List of Threatened Species. Version 2012.1. <http://www.iucnredlist.org>. [26 September 2012].
- Casey J. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Third Edition Vol II. A. New York: Willey and Sons Inc.
- Fei-Tan FC. 1974. *Anatomical Features of the Dipterocarp Timber of Sarawak*. Singapore: Garden's Bulletin.
- Franklin GL. 1945. Preparation of thin sections of synthetic resins and wood-resin composites, and a new macerating method for wood. *Nature* 155(3924):51-59.
- Mandang YI, Pandit IKN. 1997. *Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan*. Bogor: PROSEA.

- Newman MF, Burgess PF, Whitmore TC. 1999a. *Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Sumatera*. Bogor: PROSEA
- Newman MF, Burgess PF, Whitmore TC. 1999b. *Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Pulau Kalimantan*. Bogor: PROSEA
- Newman MF, Burgess PF, Whitmore TC. 1999c. *Pedoman Identifikasi Pohon-pohon Dipterocarpaceae Jawa sampai Niugini*. Bogor: PROSEA.
- Pandit IKN, Kurniawan D. 2008. *Struktur Kayu: Sifat Kayu sebagai Bahan Baku dan Ciri Diagnostik Kayu Perdagangan Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan, IPB.
- Rachman AN, Siagian RM. 1976. *Dimensi Serat Jenis Kayu Indonesia Bagian III*. Bogor: Pusat Litbang Hasil Hutan.
- Rana R, Heyser RL, Finkeldey R, Polle A. 2009. Functional anatomy of five endangered tropical timber wood species of the family Dipterocarpaceae. *Trees* 23:521-529.
- Sarayar CG. 1976. *Struktur Anatomi Kayu Meranti Indonesia (Anatomical Structure of Indonesian Meranti)*. Bogor: Forest Products Research Institute.
- Sass JE. 1961. *Botanical Microtechnique*. Third Edition. Iowa: The Iowa State university Press.
- Sofyan K, Nawawi DS, Priadi T . 1993. *Sifat Pulp Jenis-Jenis Kayu Cepat Tumbuh*. Bogor: Fakultas Kehutanan, IPB.
- Wheeler EA, Baas P, Gasson PC. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA Bull.* 10(3):219-332.
- Riwayat naskah (*article history*)
 Naskah masuk (*received*): 18 Juli 2012
 Diterima (*accepted*): 6 Oktober 2012