

# **Struktur Anatomi Kayu Surian (*Toona sinensis* Roem) (Anatomical Structure of Surian Wood (*Toona sinensis* Roem))**

Atmawi Darwis<sup>1)</sup>, Imam Wahyudi<sup>2)</sup>, Ratih Damayanti<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup> Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati, Institut Teknologi Bandung

<sup>2)</sup> Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor

<sup>3)</sup> Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Kementerian Kehutanan Republik Indonesia

*Corresponding author:* atmawi@sith.itb.ac.id (Atmawi Darwis)

## **Abstract**

Surian wood (*Toona sinensis* Roem) is one species of wood that is easily found in Indonesia, especially in West Java. The purpose of this study was to descriptively and quantitatively observe the anatomical structure of surian wood. The wood was collected from Sumedang regency, West Java. The results showed that this wood had oval to round shaped vessels and some of them contain a reddish brown liquid that causes a characteristic odor due to axial intersellular canals. The vessels were mostly solitary and arranged to follow the pattern of the porous ring. There were septate fibers indicated. Axial parenchyma cells were included in the category of paratracheal vasisentrik and marginal bands in the early wood. The ray composition consists of upright and procumbent cells. In the ray cell, there are prismatic crystals in rhomboidal or octahedral shape. Based on the dimensions of fibers, this wood has first-class fiber quality for pulp and paper.

**Key words:** anatomical structure, fiber dimension, fiber quality, *Toona sinensis*

## **Pendahuluan**

Kayu dimanfaatkan manusia sejak dulu untuk berbagai keperluan untuk menunjang kehidupannya. Saat ini perkembangan teknologi yang diiringi laju pertumbuhan jumlah penduduk, menyebabkan kebutuhan terhadap kayu baik sebagai bahan baku industri, maupun sebagai bahan bangunan semakin meningkat. Dilain pihak luas areal hutan penghasil kayu komersil semakin menyusut sehingga perlu dilakukan diversifikasi produk olahan atau pemanfaatan seluruh bagian pohon secara maksimal. Selain itu diperlukan juga peningkatan upaya pemakaian kayu dari jenis kurang dikenal yang jumlahnya di Indonesia masih cukup banyak.

Kayu merupakan produk biologis yang dihasilkan oleh tumbuhan berkayu seperti pohon. Pohon tumbuh baik ke arah vertikal (tinggi) maupun ke arah horizontal (diameter). Selama pertumbuhannya, kayu yang dihasilkan sangat bervariasi sifat-sifatnya baik antar jenis kayu maupun pada jenis kayu yang sama, bahkan variasi ini juga ditemukan pada kayu dalam batang yang sama. Semua itu sangat dipengaruhi oleh faktor genetik dan faktor lingkungan dalam hal ini tempat tumbuhnya (Panshin & de Zeeuw 1980).

Kayu tersusun oleh sel-sel yang bervariasi baik jenis, bentuk, maupun ukuran dimensinya. Sel-sel penyusun kayu mempunyai peranan yang penting

dan khas bila dilihat berdasarkan fungsinya dalam kayu. Sel-sel tersebut ada yang berfungsi sebagai penyalur, penguat maupun sebagai penyimpan zat makanan. Kesatuan sel-sel tersebut membentuk menjadi kayu yang solid pada semua bagian pohon yang berkayu. Setiap jenis kayu memiliki perbedaan susunan sel-sel tersebut. Keragaman tipe dan bentuk sel-sel penyusun kayu tersebut sangat menarik untuk dikaji dan diteliti lebih mendalam karena dapat dijadikan sebagai salah satu pertimbangan yang penting dalam pengolahan dan pemanfaatan kayu.

Surian (*Toona sinensis* Roem) merupakan salah satu jenis pohon yang mudah ditemukan di Indonesia bagian barat dengan nama daerah surian. Jenis pohon ini tergolong ke dalam famili meliaceae. Bagian-bagian pohon ini telah banyak dimanfaatkan sebagai obat tradisional china seperti bunga, buah, biji, daun, kulit, batang dan akar. Pohon ini memiliki batang yang lurus dan menghasilkan kayu yang berwarna coklat kemerah-merahan. Pada kondisi segar kayu surian mengeluarkan aroma yang khas. Kayu surian banyak dimanfaatkan untuk bahan baku konstruksi dan furnitur karena kayu ini memiliki tekstur yang

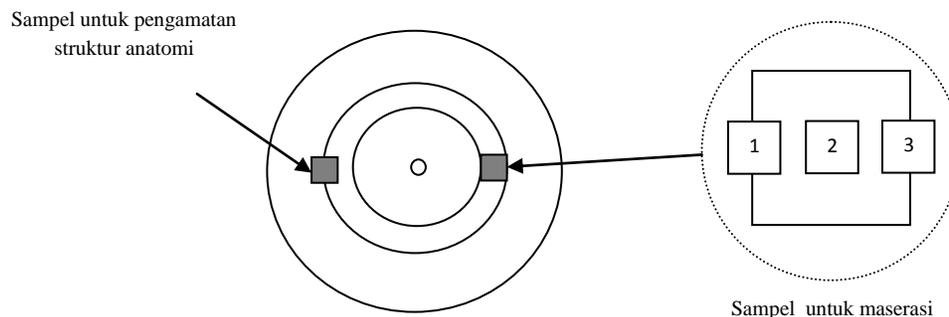
menarik. Jenis kayu ini telah dibudidayakan dan banyak ditanam oleh masyarakat di kabupaten Sumedang, propinsi Jawa Barat.

Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari struktur anatomi kayu surian baik secara deskriptif maupun kuantitatif dan diharapkan hasilnya dapat dijadikan salah satu informasi dasar sebagai bahan acuan dalam pemanfaatan kayu ini lebih lanjut.

## Bahan dan Metode

### Penyiapan bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu surian yang berasal dari kabupaten Sumedang, Jawa Barat. Umur pohon saat pengambilan contoh uji sekitar 10 tahun. Sampel kayu diambil berupa cakram dari batang utama pada posisi batang setinggi dada. Dari lempengan tersebut diambil sampel uji pada bagian tengah untuk penyiapan spesimen sayatan pengamatan anatomis. Untuk pengamatan dimensi sel disiapkan melalui proses maserasi. Sampel uji diambil dari bagian kayu awal, bagian peralihan (antara kayu awal dan akhir), dan bagian kayu akhir pada satu riap tumbuh (Gambar 1).



Gambar 1 Posisi contoh uji untuk sayatan kayu dan maserasi sel serabut dan pembuluh.

## **Pembuatan sayatan kayu**

Untuk pengamatan struktur anatomi kayu, sampel dari setiap sub seksi direndam dengan air selama 24 jam sampai agak lunak, kemudian disayat dengan mikrotom setebal 20-30  $\mu\text{m}$ . Sayatan dibuat pada 3 bidang orientasi kayu, yaitu transversal, radial dan tangensial. Untuk preparat permanen, sayatan yang baik direndam dalam safranin selama kurang lebih 5 menit, kemudian dicuci dengan etanol secara bertingkat, yaitu berturut-turut 30, 50, 70, dan 90% masing-masing selama kurang lebih 15 menit. Untuk pencucian terakhir menggunakan etanol absolut yang dilakukan sebanyak dua kali. Agar sayatan benar-benar bersih dari air, selanjutnya sayatan direndam secara berturut-turut dengan karboksilol dan toluena. Sayatan yang baik ditempatkan di atas kaca objek, masing-masing untuk sampel sayatan bidang transversal, radial dan tangensial, lalu diberi perekat entelan dan ditutup dengan kaca penutup. Pengamatan struktur anatomi dilakukan dengan menggunakan mikroskop.

## **Pemisahan serat (Maserasi)**

Preparat maserasi dibuat menurut metode *Forest Product Laboratory (FPL)* (Rulliaty 2008). Kayu dari masing-masing segmen dibelah menjadi serpihan-serpihan kecil sebesar korek api, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan diberi campuran larutan asam asetat glasial 60% dan hidrogen peroksida 30% dengan perbandingan volume 50:50 sampai serpih itu terendam. Sampel kemudian dipanaskan dengan sistem pemanas air pada suhu sekitar 60 °C sampai kayu berwarna pucat, lunak dan sebagian terlepas. Selanjutnya larutan dibuang dan sampel dicuci dengan air destilata sampai bau asamnya hilang. Serpihan kayu yang

telah lunak dikocok hingga menjadi bubur serat (serat terurai) dan dicuci secara berulang dengan air destilata. Serat kayu diberi pewarna safranin kemudian dilakukan pengamatan terhadap serat utuh dengan parameter dimensi serat yang diukur yaitu panjang serat, diameter serat, lumen dan tebal dinding masing-masing sebanyak 30 buah.

## **Prosedur pengukuran**

Pengamatan dan pengukuran sifat anatomi dari preparat hasil sayatan mikrotom dan hasil maserasi meliputi: a) sel pembuluh: diameter, tinggi, frekuensi serta, dan diamati pula bentuk bidang perforasi dan isi sel; b) sel parenkim jari-jari: tinggi, lebar dan komposisi sel jari-jari; c) sel serabut: panjang, diameter, diameter lumen dan tebal dinding serat. Pengukuran anatomi kayu ini dilakukan menurut standar *International Association of Wood Anatomist (IAWA)* (1989).

## **Pengukuran sel pembuluh**

Pengukuran sel pembuluh meliputi: a) pengukuran diameter sel pembuluh yang dilakukan spesimen hasil maserasi; b) pengukuran tinggi sel pembuluh dilakukan dengan mikroskop *Axio Imager Alm* (mikro) *Zeiss* dengan menggunakan *software Axiovision LE*; dan c) pengukuran frekuensi sel pembuluh dilakukan pada bidang transversal dengan cara membuat luasan 1 mm<sup>2</sup> di layar mikroskop dan dihitung jumlah sel pembuluh dalam luasan tersebut. Jika terdapat pembuluh yang terlihat sebagian dalam luasan tersebut maka dihitung setengah, sedangkan jika terlihat seluruhnya (utuh) dihitung satu. Pengukuran frekuensi sel pembuluh per satuan luas (mm<sup>2</sup>) dilakukan pada spesimen sayatan kayu.

### ***Pengukuran sel jari-jari***

Pengukuran tinggi dan lebar sel jari-jari dilakukan pada bidang tangensial dengan menggunakan mikroskop. Pengukuran dilakukan secara acak terhadap sejumlah minimal 10 sel jari-jari.

### ***Pengukuran dimensi dan nilai turunan sel serabut***

Pengukuran dimensi serabut menggunakan mikroskop *Olympus* BH-2 dengan pembesaran 100 kali untuk pengukuran panjang sel serabut, dan pembesaran 400 kali untuk diameter dan diameter lumen, sedangkan untuk tebal dinding sel serabut diperoleh dari perhitungan diameter dikurangi diameter lumen dibagi dua.

Dalam pengukuran dimensi sel serabut yaitu panjang, diameter, diameter lumen dan tebal dinding serabut dilakukan terhadap sel serabut yang utuh atau tidak patah, rusak, terlipat, pecah, terpotong atau kerusakan lainnya. Dari data hasil pengukuran sel serabut kemudian dihitung rata-rata nilai turunan dimensi seratnya. Nilai turunan sel serabut dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

- 1) *Runkel ratio* =  $2W/I$
- 2) *Felting power* =  $L/D$
- 3) *Flexibility ratio* =  $I/D$
- 4) *Coefficient of rigidity* =  $W/D$
- 5) *Muhlsteph ratio* =  $[(D^2 - I^2) \times 100\%]/D^2$

dimana:

W = Ketebalan dinding sel

L = Diameter lumen

D = Diameter sel

I = Panjang sel

Nilai kualitas serabut sebagai bahan baku pulp dan kertas mengacu pada tabel

klasifikasi kualitas dan kelas mutu sel serabut kayu sebagai bahan baku pulp dan kertas (Nurachman & Siagian 1976).

## **Hasil dan Pembahasan**

### **Sel pembuluh (pori)**

Dari hasil pengamatan secara umum, sel pembuluh kayu surian berbentuk bundar sampai oval, berisi tilosis meski jarang, sebaran sel pembuluh soliter dan bergabung radial 2-3 sel, susunan sel pembuluh mengikuti pola tata lingkaran (Gambar 2a dan 2b) dengan bidang perforasi sederhana dan memiliki noktah (ceruk) selang-seling pada dinding selnya dengan ukuran lebar rata-rata mulut ceruknya  $3,05 \mu\text{m}$  (Gambar 2d). Bentuk ceruk pada sel pembuluh ada yang bulat dan persegi. Sel pembuluh pada kayu ini memiliki *legulate extention* pada kedua ujungnya (Gambar 2e).

Dalam luasan  $1 \text{ mm}^2$  terdapat 5-7 sel pembuluh (pada bagian kayu akhir) dan 13-14 sel pembuluh (pada bagian kayu awal). Sel pembuluh hampir seluruhnya soliter, berkelompok radial atau miring, rata-rata diameter sel pembuluh arah vertikal berkisar  $214,44\text{-}218,56 \mu\text{m}$ , ada yang berisi cairan berwarna merah berbau cedar (tanda panah pada Gambar 2a), sedangkan tinggi sel pembuluh berkisar  $407,62\text{-}503,25 \mu\text{m}$  (Tabel 2).

Dimensi sel pembuluh (panjang dan diameter) sangat bervariasi. Hal ini dapat dilihat dari nilai simpangan bakunya pada masing-masing posisi pengambilan sampel. Variasi panjang sel pembuluh lebih besar dibandingkan dengan variasi diameternya. Pola sambungan (bidang perforasi) antar elemen pembuluh yang satu dengan yang lainnya tampak memiliki beberapa pola yaitu pola trapesium yang berselang-seling dan pola jajaran genjang (Gambar 2c dan 3b).

Tabel 2 Rataan dimensi sel serabut dan sel pembuluh kayu surian

Bagi-an	Serat			Pembuluh		
	Panjang ( $\mu\text{m}$ )	Diameter ( $\mu\text{m}$ )	Diameter lumen ( $\mu\text{m}$ )	Tebal dinding sel ( $\mu\text{m}$ )	Panjang ( $\mu\text{m}$ )	Diameter ( $\mu\text{m}$ )
1	1282,17 $\pm$ 78,73	34,69 $\pm$ 2,70	30,40 $\pm$ 2,33	2,02 $\pm$ 0,37	407,62 $\pm$ 80,32	218,56 $\pm$ 37,68
2	1297,44 $\pm$ 93,01	32,69 $\pm$ 2,61	28,64 $\pm$ 2,36	2,06 $\pm$ 0,29	419,62 $\pm$ 91,54	215,72 $\pm$ 34,51
3	1374,23 $\pm$ 96,81	32,34 $\pm$ 2,08	28,21 $\pm$ 1,79	2,14 $\pm$ 0,23	503,25 $\pm$ 83,94	214,44 $\pm$ 40,76

Ket: 1) Kayu awal, 2) Peralihan kayu awal dan kayu akhir, 3) Kayu akhir

Beberapa kesamaan ditemukan pada sifat anatomi kayu surian dan *T. sureni* Merr diantaranya adalah memiliki lingkaran tumbuh yang jelas, sel pembuluh mengandung endapan berwarna merah, merah coklat sampai hitam, memiliki bau cedar (Gambar 2a). Endapan ini diduga berasal dari getah yang dihasilkan saluran interselluler aksial yang masuk ke dalam lumen sel pembuluh. Beberapa perbedaan juga ditemukan pada kedua jenis kayu ini dan perbedaan lebih banyak pada ukuran dimensi sel-sel penyusunnya dimana kayu *T. sureni* memiliki diameter pembuluh 130-200  $\mu\text{m}$  dengan frekuensi pembuluh dalam luasan 1  $\text{mm}^2$  terdapat 2-4 pembuluh (Martawijaya *et al.* 1989).

### Sel serabut

Rataan hasil pengukuran dimensi sel serabut kayu surian tercantum pada Tabel 2. Panjang sel serabut berkisar 1282,17-1374,23  $\mu\text{m}$  yang berdasarkan IAWA (Wheeler *et al.* 1989) termasuk kategori sedang (900-1600  $\mu\text{m}$ ). Tebal dinding sel serabut berkisar 2,02-2,14  $\mu\text{m}$  termasuk kategori sangat tipis karena diameter lumennya lebih besar sebanyak tiga kali lipat dari tebal dua dinding serabutnya. Kayu *T. sureni* memiliki serabut dengan panjang rata-rata 981  $\mu\text{m}$  dan diameternya 27  $\mu\text{m}$  (Martawijaya *et al.* 1989). *T. sureni* memiliki kategori panjang sel serabut yang sama dengan surian berdasarkan kategori IAWA.

Panjang sel serabut lebih bervariasi dibandingkan dengan dimensi serabut

lainnya (diameter maupun tebal dinding serabut). Hal ini tampak pada nilai simpangan bakunya yang lebih besar dibandingkan dengan dimensi lainnya (Tabel 1). Sel serabut hasil maserasi dapat dilihat pada Gambar 2f. Pada gambar tersebut, terlihat bahwa panjang serabut kayu surian ini bervariasi. Serabut kayusurian ada yang bersekat (Gambar 2c yang ditandai dengan anak panah).

### Sel parenkim

#### *Parenkim aksial*

Sel-sel parenkim aksial pada kayu surian termasuk dalam kategori parenkim aksial paratrakeal vasisentrik dimana sel-sel parenkim mengelilingi pembuluh soliter atau pembuluh bergabung secara lengkap (Gambar 2a). Selain itu, parenkim pada kayu surian juga berbentuk pita marginal terutama pada kayu awal (Gambar 2a dan 3a). Panjang untaian parenkim pada kayu ini sebanyak 5-8 sel. Panjang untaian sel parenkim pada bidang tangensial tertera pada Gambar 2c.

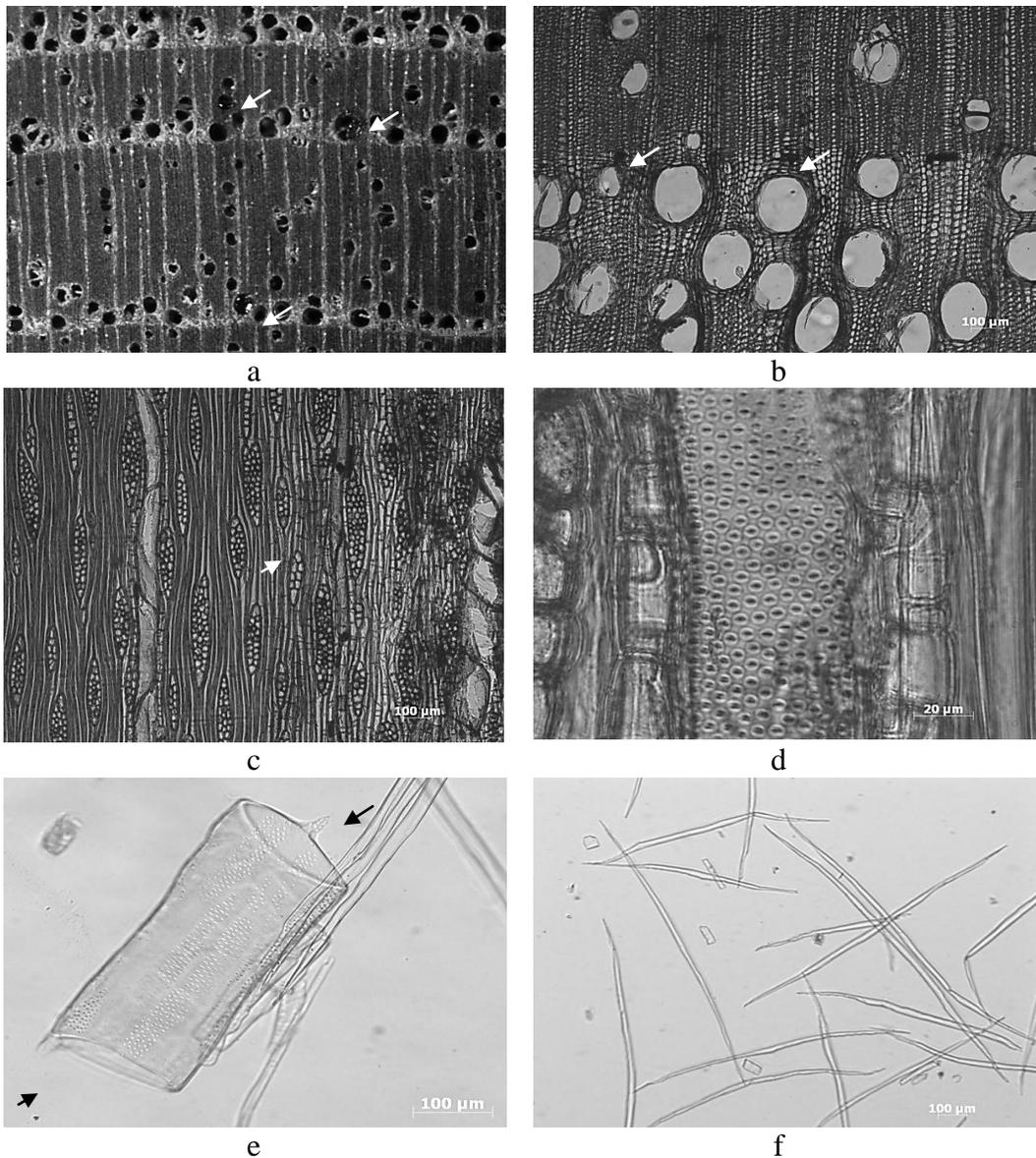
#### *Parenkim jari-jari*

Berdasarkan IAWA (Wheeler *et al.* 1989) lebar jari-jari kayu surian termasuk kategori 1-3 seri (Gambar 2c) dan rata-rata tinggi jari-jarinya 306,15  $\mu\text{m}$ . Komposisi sel jari-jari terdiri atas sel tegak dan sel baring. Badan jari-jari berupa sel-sel baring dengan satu sel marginal yang berupa sel tegak dan/atau persegi (Gambar 3a).

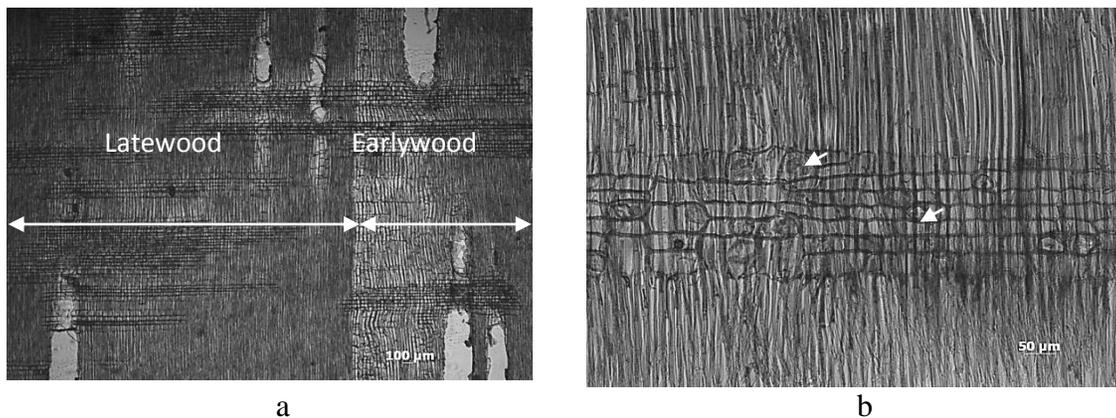
### Saluran interseluler

Kayu surian memiliki saluran interseluler aksial dalam deret tangensial pendek seperti halnya pada *T. sureni*. Saluran ini terdapat pada peralihan antara kayu awal dan kayu akhir (Gambar 2b). Saluran ini mengeluarkan getah berwarna coklat.

Getah ini diduga menjadi salah satu penyebab yang menimbulkan aroma yang khas pada kayu ini. Bila kayu digergaji, getah ini akan keluar dan menyebabkan kayu terasa lengket apabila dipegang.



Gambar 2 Struktur makroskopis (a), struktur mikroskopis bidang transversal menunjukkan sel pembuluh tersusun pola tata lingkar dan didominasi sel pembuluh soliter, terdapat saluran interseluler (b), bidang tangensial (c) menunjukkan serat bersekat, noktah/ceruk berselang-seling pada dinding pembuluh (d), elemen pembuluh (e), sel serabut (f).



Gambar 3 Bidang radial menunjukkan kayu akhir dan kayu awal (a) dan kristal pada sel jari-jari (b).

### Inklusi mineral

Pada kayu surian terdapat kristal-kristal prismatic yang berbentuk rhomboidal atau oktahedral yang terdiri atas kalsium oksalat, yang jika dilihat dengan sinar polarisasi memantulkan cahaya berkilauan. Keberadaan kristal ini banyak ditemukan pada sel parenkim jari-jari (Gambar 3b).

### Nilai turunan sel serabut

Nilai turunan dimensi sel serabut digunakan sebagai acuan untuk menentukan baik tidaknya suatu jenis kayu sebagai bahan baku pulp kertas. Nilai turunan tersebut antara lain bilangan *Runkell* (*runkell ratio*), bilangan *Muhlsteph* (*muhlsteph ratio*), daya tenun (*felting power*), koefisien kekakuan (*coefficient of rigidity*), dan nisbah fleksibilitas (*flexibility ratio*). Hasil

penghitungan nilai-nilai turunan sel serabut pada kayu surian disajikan pada Tabel 3.

Rerata bilangan *Runkel* secara keseluruhan adalah 0,14 yang artinya jauh dibawah 1, sehingga mutu serat kayu ini termasuk ke dalam kelas mutu I. Nilai bilangan *Runkel* dari sel serabut kayu yang baik untuk pulp dan kertas adalah di bawah 1 (Kasmujo 1994). Dengan demikian maka sel serabut kayu surian apabila digunakan sebagai bahan pulp dan kertas, maka produknya akan memiliki kekuatan tarik yang relatif tinggi dan tingkat kehalusan lembaran kertas yang baik.

Rerata bilangan *Muhlsteph* secara keseluruhan adalah 12,49%. Nilai tersebut < 30% sehingga serat kayu ini termasuk dalam kelas mutu sebagai bahan baku pulp dan kertas.

Tabel 3 Nilai turunan sel serabut kayu surian

Bagian	Nilai turunan serat				
	<i>Felting power</i>	<i>Muhlsteph ratio</i>	<i>Flexibility ratio</i>	<i>Runkel ratio</i>	<i>Coefficient of rigidity</i>
1	38,19 ± 3,86	12,35 ± 0,71	0,88 ± 0,02	0,14 ± 0,01	0,06 ± 0,01
2	40,16 ± 3,04	12,38 ± 2,06	0,88 ± 0,01	0,14 ± 0,03	0,06 ± 0,01
3	41,68 ± 3,95	12,75 ± 1,51	0,87 ± 0,02	0,15 ± 0,02	0,06 ± 0,004

Ket: 1) Kayu awal, 2) Peralihan kayu awal dan kayu akhir, 3) Kayu akhir

Nilai bilangan *Muhlsteph* berkaitan dengan plastisitas sel serabut yang berpengaruh pada tingkat kehalusan dan kerataan kertas yang dihasilkan. Kayu dengan bilangan *Muhlsteph* yang semakin besar maka hasil kertasnya makin plastis artinya apabila dilipat tidak mudah robek (Machmud 1991).

Rerata hasil perhitungan daya tenun serat adalah 40,01. Nilai ini berdasarkan klasifikasi mutu sel serabut sebagai bahan baku pulp dan kertas seperti yang ditampilkan pada Tabel 1 termasuk dalam kelas mutu III atau mutu kurang baik. Daya tenun menurut Kasmudjo (1994) berkaitan dengan kualitas kertas yang dihasilkan. Sel serabut dengan daya tenun yang tinggi akan mudah ditenun dan menjadikan kertas licin. Daya tenun yang rendah menyebabkan hasil anyaman sel serabut bergelombang dan kertasnya kurang halus atau licin.

Rerata koefisien kekakuan secara keseluruhan adalah 0,06. Dari rerata koefisien kekakuan yang berada pada kisaran  $< 0,1$  maka secara keseluruhan kayu serat kayu surian termasuk dalam kelas mutu I sebagai bahan baku pulp dan kertas (Tabel 1). Nilai koefisien kekakuan berbanding terbalik dengan daya tenun, dan nilai fleksibilitasnya. Kayu dengan koefisien kekakuan semakin rendah akan semakin baik karena kertasnya memiliki kekuatan tarik yang tinggi (Machmud 1991).

Rerata nilai fleksibilitas secara keseluruhan adalah 0,877. Dengan rerata tingkat fleksibilitas sel serabut, maka sel serabut kayu surian termasuk dalam kelas mutu I sebagai bahan baku pulp dan kertas. Semakin tinggi nilai fleksibilitas suatu sel serabut akan semakin baik untuk pulp dan kertas, karena sel serabut di dalam komposisi

kertasnya akan lebih fleksibel terhadap adanya tarikan (Deptan1976).

Bila dilihat secara keseluruhan dari nilai-nilai turunan sel serabutnya, maka serat kayu surian memiliki kelas mutu I. Informasi ini sangat penting dalam pemanfaatan kayu ini sebagai salah satu bahan alternatif untuk dijadikan produk kertas.

### **Kesimpulan**

Secara mikroskopis, kayu surian memiliki pembuluh yang berbentuk bundar sampai oval dan beberapa diantaranya berisi cairan berwarna coklat kemerahan yang menimbulkan aroma yang khas. Sebagian besar sel pembuluh kayu surian berbentuk soliter dan tersusun mengikuti pola tata lingkaran. Sel serabut kayu surian ada yang bersekat. Kayu surian memiliki sel parenkim aksial yang termasuk dalam kategori paratrakeal vasisentrik dan pita marginal pada kayu awal. Komposisi sel jari-jari kayu surian terdiri atas sel tegak dan sel baring, dan terdapat kristal prismatic yang berbentuk rhomboidal atau oktahedral. Berdasarkan nilai turunan dimensi sel serabutnya, kayu surian memiliki kelas mutu I untuk bahan baku pulp dan kertas.

### **Daftar Pustaka**

- [Deptan] Departemen Pertanian. 1976. *Vademecum Kehutanan Indonesia*. Jakarta: Departemen Pertanian Direktorat Jenderal Kehutanan.
- Kasmudjo. 1994. *Cara Penentuan Proporsi Tipe Sel dan Dimensi Sel Kayu*. Yogyakarta: Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada.
- Machmud MY. 1991. *Pulp and Paper*. Jilid 1. Pontianak: Universitas Tanjungpura.

- Martawijaya A, Kartasujana I, Mandang YI, Prawita SA, Kadir K. 1989. *Atlas Kayu Indonesia*. Jilid II. Bogor: Departemen Kehutanan.
- Nurachman, Siagian RM. 1976. *Dimensi Serat Jenis Kayu Indonesia*. Bogor: Lembaga Penelitian Kehutanan.
- Panshin AJ, De Zeeuw C. 1980. *Text Book of Wood Technology*. Vol I. 1st Edition. New York: Mc. Graw Hill Book Company.
- Rulliaty S. 2008. Karakteristik kayu muda pada mangium (*Acacia mangium* Willd) dan kualitas pengeringannya. *J Penelitian Hasil Hutan* 26(2):117-128.
- Wheeler EA, Baas P, Gasson PE. 1989. IAWA list of microscopic features for hardwood identification. *IAWA* 10(3):219-332.
- Riwayat naskah (*article history*)  
 Naskah masuk (*received*): 27 Maret 2012  
 Diterima (*accepted*): 1 Juni 2012