

VARIASI STRUKTUR ANATOMI BERDASARKAN TINGKAT KETINGGIAN DAN ARAH RADIAL DARI KAYU MERANTI MERAH (*Shorea parvistipulata*)
*(Anatomical structure variation based on height level and radial direction of Red Meranti (*Shorea parvistipulata*) wood)*

Oleh/By :
Supartini dan Agus Kholik

Balai Besar Penelitian Dipterokarpa Samarinda

ABSTRACT

*Wide prospects of utilization will be obtainable when complete data of *Shorea parvistipulata* and their properties are available. The objective of this research was to determine the variation of the anatomical properties of *S. parvistipulata*. Wood sample was taken from cultivated dipterocarp of PT. Balikpapan Forest Industries East Kalimantan. The research used completely randomized design with two factors i.e. axial and radial directions in the stem. Observations of wood anatomical structures were in accordance to International Association of Wood Anatomist Standard; included diameter, height and amount of vessel; also height, width and amount of wood rays; percentage of vessel, percentage of rays, axial parenchyma and percentage of fiber, fiber diameter, fiber lumina, and fiber wall thickness. Result of the research revealed that wood vessels are solitary, diffuse porous and consisted of rare tylosis. Wood rays are multiseriate heterogenous, two types of axial parenchyma, i.e.: apotracheal scalariform and paratracheal with narrow long bands. The wood has medium size fibers with thin walled and wide of lumina. Furthermore, the results showed that axial and radial direction factors in the stem had significant effect towards anatomical properties on *S. parvistipulata*. There was uniformity for fiber quality, included in category class II. It is predicted that wood fiber of *S. parvistipulata* can be used as raw material for paper with smooth surface and medium strength.*

Key Words : *Shorea parvistipulata*, anatomical structure, height level, radial direction.

ABSTRAK

Kelengkapan data dari *Shorea parvistipulata* akan membuka peluang yang lebih baik bagi prospek pemanfaatan kayu ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui variasi sifat anatomi kayu *S. parvistipulata*. Kayu ini diambil dari areal HPH PT. Balikpapan Forest Industri di Kalimantan Timur. Penelitian ini menggunakan analisis random acak dengan dua faktor yaitu arah aksial dan radial pada batang. Pengukuran struktur anatomi kayu menggunakan standar *International Assosiation of Wood Anatomist* (IAWA), yang meliputi pori (diameter, tinggi, jumlah), jari-jari (tinggi, lebar, jumlah), persentase (pori, jari-jari, parenkim aksial, serat) dan dimensi serat (diameter serat, diameter lumen, tebal dinding serat). Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa pori kayu soliter pola tata baur dengan tylosis dalam jumlah sedikit. Jari-jari heterogen, sel parenkim aksial bertipe paratrakeal sepihak dan pita tangensial panjang. Panjang serat termasuk sedang, diameter serat besar, diameter lumen sangat besar dan tebal dinding serat tergolong sangat tipis. Lagipula, faktor aksial dan arah radial batang menunjukkan hasil yang signifikan terhadap sifat anatomi kayu *S. parvistipulata*. Kualitas serat pada tingkat ketinggian dan arah radial batang adalah seragam, termasuk kelas kualita

II. Kayu dengan kelas kwalita serat ini bila digunakan untuk bahan baku kertas menghasilkan lembaran kertas yang halus dan kekuatan tarik sedang.

Kata Kunci : *S. parvistipulata*, struktur anatomi, tingkat ketinggian, arah radial batang.

I. PENDAHULUAN

Hutan hujan tropis didominasi oleh jenis-jenis Dipterokarpa. Sebagian besar jenis-jenis tersebut merupakan pohon penghasil kayu komersial tinggi yang digunakan sebagai bahan baku industri perkayuan dan non kayu.

Kayu berasal dari berbagai jenis pohon, yang antar pohon dan bahkan dari satu pohon kadang-kadang memiliki sifat yang berbeda-beda. Perbedaan tersebut dipengaruhi oleh proses pembentukan kayu selama pertumbuhan pohon dari sel induk (*initial cell*) menjadi sel dewasa. Tahap awal dari pembentukan kayu adalah pembesaran ke arah radial atau pembesaran diameter. Tahap selanjutnya adalah penambahan panjang pada arah ketinggian pohon. Hasil pertumbuhan ini menyebabkan struktur anatomi kayu yang dibentuknya bervariasi menurut tingkat ketinggian dan arah radial batang, yang selanjutnya mempengaruhi turunan sifat-sifat kayu dan pengolahannya. Dalam hubungan itu maka ada baiknya jika sifat-sifat kayu tersebut diketahui lebih dahulu sebelum digunakan (Dumanauw, 1990). Pengetahuan mengenai struktur anatomi kayu merupakan hal penting dalam kaitannya dengan identifikasi dan penggunaan suatu jenis kayu secara lebih luas.

Famili Dipterocarpaceae dilaporkan terdiri dari 19 genus dan sekitar 470 - 580 spesies (Appanah dan Turnbull, 1998). Berdasarkan hasil-hasil penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa kurang dari 100 spesies atau sekitar 20% Dipterokarpa sudah diketahui sifat dasar kayunya (Martawijaya *et al.*, 2005; Supartini, 2008) sehingga masih banyak spesies yang belum diketahui dan perlu diteliti lebih lanjut.

Shorea parvistipulata merupakan salah satu spesies yang belum diketahui sifat-sifat kayunya, sedangkan penggunaan kayu ini terus berjalan. Jenis ini banyak tumbuh tersebar di Indonesia terutama di Pulau Kalimantan dan menghasilkan kayu komersial yang diminati pasar. Di dunia perdagangan, spesies ini termasuk dalam kelompok kayu meranti merah (Appanah dan Turnbull, 1998). Kendati peranan kayu ini cukup besar, namun pemanfaatannya masih dirasakan belum maksimal. Kelengkapan data mengenai sifat-sifat kayu akan membuka peluang yang lebih baik bagi prospek pemanfaatan kayu tersebut.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur anatomi dan variasinya berdasarkan tingkat ketinggian dan arah radial batang pada kayu *S. parvistipulata*. Diharapkan hasil penelitian ini dapat

memberikan informasi tentang hal tersebut dan dapat menjadi acuan penelitian lainnya yang sejenis serta sebagai dasar dalam penentuan pemanfaatan dan pengolahannya lebih lanjut.

II. METODOLOGI

A. Bahan dan Alat

Bahan penelitian berupa kayu *S. parvistipulata* yang diambil dari hutan alam di areal HPH PT. Balikpapan Forest Industries (BFI) Kalimantan Timur dengan tinggi total pohon 25,6 m, tinggi bebas cabang 12 m, diameter batang 38 cm (dbh) dan tumbuh pada daerah lembah yang datar. Untuk keperluan pembuatan preparat maserasi dan preparat mikrotom digunakan bahan kimia asam nitrat (HNO_3), safranin (zat warna), alkohol, xylol, canada balsam, aquades, entellan, kalium klorat (KClO_3).

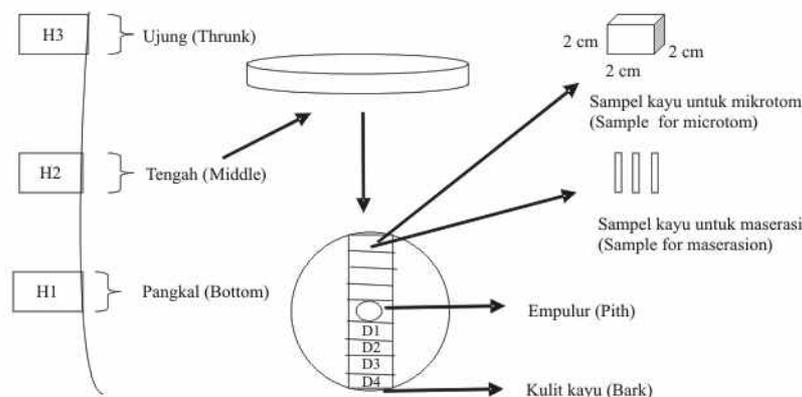
Alat-alat yang digunakan antara lain chain saw, loupe, mikroskop layer Olympus, fotomikroskop, slice mikrotom, kompor, tabung reaksi, penjepit dan gelas piala, kaca objek, kaca penutup, kertas buram, tabung film, pinset, warmer, bunsen dan kertas lakmus.

B. Lokasi dan Waktu

Penelitian dilakukan di Laboratorium Hasil Hutan, Balai Besar Penelitian Dipterokarpa (B2PD) dan Laboratorium Anatomi dan Identifikasi Kayu, Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda selama kurang lebih 6 bulan dari bulan Juli hingga Desember 2008.

C. Prosedur Penelitian

1. **Pembuatan contoh uji:** Contoh uji diambil dari pohon yang tumbuh normal berupa lempengan (*disk*) setebal 5 cm dari bagian pangkal (H1), tengah (H2) dan ujung batang pohon (H3) yang ditebang 20 cm di atas banir, seperti terlihat pada Gambar 1.



Keterangan (Remark):

H1, H2, H3 = tingkat ketinggian pada batang (pangkal, tengah, ujung) . *Stem height level (bottom, middle, thruak)*
D1, D2, D3, D4 = arah radial (arah empulur ke kambium). *Radial direction (from pith to bark)*

Gambar (Figure) 1. Bagan pengambilan contoh uji (*Schematic pattern for wood sample collection*).

Dari setiap lempengan diambil sebanyak 4 contoh uji pada penampang melintang mulai dari empulur sampai ke lapisan kambium. Jadi dalam satu batang terdapat 12 sampel. Guna keperluan pembuatan slide mikrotom, dibuat potongan kayu berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm dan untuk pembuatan slide maserasi dibuat contoh uji berukuran sebesar tangkai korek api.

2. **Pengamatan makroskopis:** Pengamatan makroskopis dilakukan pada lempengan (*disk*) setebal 5 cm dengan mata telanjang atau dengan bantuan loupe. Sifat makroskopis yang diamati meliputi warna, corak, tekstur, arah serat, kilap, kesan raba, bau dan ciri-ciri khusus lainnya.
3. **Pengamatan mikroskopis:** Pengamatan sifat-sifat mikroskopis kayu dilakukan dengan bantuan mikroskop terhadap preparat hasil slide mikrotom dan slide maserasi. Sifat mikroskopis yang diamati meliputi pori, jari-jari, parenkim dan sel serabut. Pengukuran dimensi serat masing-masing sel dilakukan sebanyak 20 kali pengukuran. Pengamatan dan pengukuran sifat anatomi dari slide mikrotom dan slide maserasi dilakukan menurut standar *International Association of Wood Anatomist*, IAWA (Wheeler *et al.*, 1989).
 - a. **Pori:** Pada pengamatan pori yang dilakukan adalah pengukuran tinggi, diameter, jumlah pori, penyebaran, pengelompokan dan isi pori. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan mikroskop Olympus dengan micrometer pada lensa okuler dengan pembesaran 100 kali. Tinggi pori diukur dari pori utuh hasil maserasi. Pengukuran diameter pori dilakukan pada bidang transversal dengan menggunakan mistar (mm) pada mikroskop layar dan konversinya 9,346 μm . Untuk pengukuran jumlah pori dilakukan pada bidang transversal juga dengan menggunakan kertas yang dilubangi persegi empat sesuai dengan ukuran yang telah dikonversikan di mikroskop layar (1 mm x 1 mm). Dari lubang kertas tersebut kemudian jumlah pori dihitung. Apabila terdapat sel pori yang tidak terlihat secara utuh dalam skala tersebut, maka sel pori dihitung setengah. Sedangkan yang terlihat utuh dihitung satu.
 - b. **Jari-jari:** Pengamatan jari-jari meliputi tinggi, lebar dan jumlah jari-jari pada lebar 1 mm. Pengukuran tinggi dan lebar jari-jari dilakukan pada bidang tangensial dengan menggunakan mikroskop layar. Pengukuran tinggi diukur dari kedua ujung jari-jari tersebut dan lebar jari-jari diukur pada bagian tengah. Jumlah jari-jari diukur memakai kertas persegi empat sesuai skala yang dikonversikan, dengan pertolongan garis yang dibuat pada tengah segi empat tersebut. Jari-jari yang masuk dalam kotak segi empat itu saja yang dihitung.
 - c. **Persentase sel kayu:** Pengukuran persentase pori atau sel pori, sel parenkim dan jari-jari dilakukan dengan menggunakan metode *dot grid* pada mikroskop layar, yaitu dengan cara menghitung titik-titik yang terdapat dalam sel. Jumlah titik-titik dalam *dot grid* seluruhnya sebanyak 441 titik (yang berarti 100%). Pengukuran persentase pori dan parenkim aksial dilakukan pada bidang transversal, sedangkan sel jari-jari diukur pada bidang tangensial. Perhitungan persentase sel pori, sel parenkim dan sel jari-jari dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Persentase sel} = \frac{\text{Jumlah titik } \textit{dot grid} \text{ yang ada dalam sel}}{441} \times 100\%$$

Untuk persentase sel serat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Persentase sel serat} = 100\% - \% \text{ sel pori} - \% \text{ sel jari-jari} - \% \text{ sel parenkim aksial}$$

- d. **Dimensi serat:** Pengukuran dimensi serat meliputi panjang, tebal dinding, diameter serat dan lumen. Pengukuran dilakukan dengan menggunakan mikroskop Olympus yang dilengkapi micro- meter pada lensa okulernya. Pembesaran 100 kali untuk pengukuran panjang serat dan pembesaran 400 kali untuk pengukuran diameter serat dan lumen. Untuk nilai panjang serat, diameter serat dan lumen langsung dikonversikan ke dalam satuan micron, sedang untuk tebal dinding serat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$W = \frac{D - I}{2}$$

Keterangan :

W = Tebal dinding serat

L = Panjang serat

D = Diameter serat

I = Diameter lumen

Nilai turunan serat dapat dihitung dari nilai dimensi serat dengan menggunakan rumus sebagai berikut :

$$\text{Bilangan Runkel (} \textit{Runkel ratio} \text{)} = 2W/I$$

$$\text{Daya tenun serat (} \textit{felting power} \text{)} = L/D$$

$$\text{Fleksibilitas serat (} \textit{flexibility ratio} \text{)} = I/D$$

$$\text{Koefisien kekakuan (} \textit{coefisien of rigidity} \text{)} = W/D$$

$$\text{Bilangan Muhlsteph (} \textit{Muhlsteph ratio} \text{)} = \frac{(D^2 - I^2)}{D^2} \times 100\%$$

D. Analisis Data

Untuk melihat pengaruh faktor tingkat ketinggian dan arah radial terhadap struktur anatomi kayu *S. parvistipulata* maka dilakukan analisis varian menggunakan *software SPSS 17 for Windows*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ciri-ciri Makroskopis Kayu

Shorea parvistipulata memiliki warna kayu teras agak kemerahan, kayu gubal agak kemerah-mudaan. Kayu bertekstur kasar, berserat lurus, saat diraba memberi kesan kasar.



Gambar (Figure) 2. Penampang kayu meranti merah (*S. parvistipulata*)
Wood section profile of red wood (*S. parvistipulata*).

B. Struktur Anatomi Kayu

Hasil pengamatan dan pengukuran mengenai struktur anatomi kayu *S. parvistipulata* meliputi sel pori, jari-jari, parenkim aksial dan serat kayu yang dapat dilihat pada Tabel 1 s/d 8.

1. Sel Pori

Dari hasil pengamatan secara mikroskopis, *S. parvistipulata* berpori tata baur, hampir seluruhnya soliter (90%), kadang-kadang bentuk ganda radial. Bidang perforasi sederhana. Ceruk antar pembuluh bentuk berhalaman, tersusun selang-seling dengan bentuk poligonal. Ceruk jejari pembuluh mirip bentuk ceruk antar pembuluh, bentuk sederhana. Tylosis dan zat endapan kadang ditemui (dalam jumlah sedikit). Rataan diameter pori berkisar antara 159,61 - 232,66 μ , tinggi pori berkisar antara 486,21 - 555,02 μ , jumlah pori berkisar antara 3,73 - 5,68 buah per mm² dan persentase pori berkisar antara 12,41 - 18,37%.

Ukuran diameter pori berdasarkan letak ketinggian dan arah radial batang dapat dilihat pada Tabel 1 dan Tabel 2. Berdasarkan klasifikasi IAWA (Wheeler *et al.*, 1989), diameter pori kayu *S. Parvistipulata* sebesar 196,24 μ termasuk kategori besar, tinggi pori 520,96 μ termasuk kategori sedang, jumlah pori 4,68 buah per mm² dan persentase sel pori 14,91% termasuk kategori sangat jarang.

Hasil analisis keragaman Tabel 1 menunjukkan bahwa diameter, tinggi dan jumlah pori berbeda nyata berdasarkan tingkat ketinggian batang, sedangkan persentase pori tidak berbeda nyata. Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa diameter, tinggi, jumlah dan persentase pori berbeda nyata berdasarkan arah radial batang. Perbedaan dimensi pori disebabkan oleh perbedaan sel-sel kayu pada masing-masing bagian kayu dari hasil proses pembentukan kayu selama pertumbuhan tinggi dan diameter pohon. Menurut Haygreen dan Bowyer (1996), kayu pada bagian mendekati ujung batang dan mendekati kulit batang cenderung memiliki proporsi kayu gubal yang tinggi dengan sel-sel muda sehingga dimensi porinya berbeda. Persentase pori dipengaruhi oleh variasi diameter dan jumlah pori yang ada. Bagian pangkal batang memiliki diameter pori terkecil namun dengan jumlah yang banyak,

pada bagian tengah memiliki diameter sedang dengan jumlah sedikit, sedangkan pori bagian ujung meskipun berdiameter besar namun jumlahnya sedang.

Tabel (Table) 1. Nilai rata-rata dimensi sel pori berdasarkan tingkat ketinggian batang
(Average value of vessels dimension based on stem height level).

Tingkat ketinggian batang (Stem height level)	Diameter (Diameter) (μ)	Tinggi (High) (μ)	Jumlah (Total) /mm ²	Persentase (Percentage) (%)
Pangkal (Bottom)	189,00a	523,69a	4,94a	14,37a
Tengah (Middle)	197,42a	552,97a	4,24b	15,51a
Ujung (ThrunK)	202,29b	486,21b	4,86a	14,85a
Rataan (Average)	196,24	520,96	4,68	14,91

Keterangan (Remarks) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level).

Tabel (Table) 2. Nilai rata-rata dimensi sel pori berdasarkan arah radial batang
(Average value of vessels dimension based on radial direction in the stem).

Arah Radial (Radial direction)	Diameter (Diameter) (μ)	Tinggi (High) (μ)	Jumlah (Total) /mm ²	Persentase (Percentage) (%)
1	159,61a	513,25ab	5,68a	12,41a
2	178,01b	487,64b	5,00b	13,41ab
3	214,67c	527,92ac	4,30c	15,44b
4	232,66d	555,02c	3,73c	18,37c
Rataan (Average)	196,24	520,96	4,68	14,91

Keterangan (Remarks) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level). 1- 4 = dari empulur ke kambium (from pith to bark).

Perubahan nilai rata-rata sel pori berdasarkan arah vertikal dan radial batang sangat bervariasi. Perubahan nilai rata-rata diameter pori dari pangkal, tengah dan ujung terus meningkat, sedangkan nilai rata-rata tinggi dan persentase pori dari pangkal ke bagian tengah batang meningkat kemudian menurun pada bagian ujung batang. Sebaliknya nilai rata-rata jumlah pori dari pangkal menurun ke bagian tengah kemudian meningkat pada bagian ujung batang. Demikian pula nilai rata-rata diameter, tinggi dan persentase pori dari arah empulur ke kulit cenderung meningkat, namun nilai rata-rata jumlah pori dari arah empulur ke kulit cenderung menurun. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian Rahmanto (1996) terhadap kayu meranti merah (*Shorea ovalis* Blume.). Variasi tersebut juga sesuai dengan yang dikemukakan oleh Haygreen dan Bowyer (1996) bahwa perbedaan antara tipe sel baik dalam dimensi maupun jumlah terjadi dalam pohon, bagian pangkal, tengah dan ujung mempunyai sel dewasa yang berbeda, hal ini sejalan dengan sejarah pertumbuhan pohon.

Besarnya diameter pori pada bagian ujung karena pada bagian ini sebagian besar merupakan kayu gubal dengan sel-sel muda. Butterfield dan Meyland (1988) menyebutkan bahwa kayu gubal merupa-

kan xilem sekunder di mana sel-sel pori masih berperan dalam pengangkutan dan aktivitas fisiologi dilakukan oleh sel parenkim aksial dan parenkim jari-jari serta serat yang hidup sehingga dimensi porinya lebih besar. Demikian juga pada arah radial batang, rata-ran diameter, tinggi dan persentase pori terbesar pada bagian yang mendekati kulit karena pada bagian itu merupakan bagian kayu yang masih muda. Keadaan ini sejalan dengan yang diungkapkan oleh Haygreen dan Bowyer (1996), diameter sel pori pada kayu daun lebar meningkat dengan bertambah jauh jarak bagian kayu dari empulur.

2. Sel jari-jari

Shorea parvistipulata memiliki jari-jari yang heterogen, lebar jari-jari sampai dengan 3 sel baring. Nilai pengukuran jari-jari kayu terhadap tingkat ketinggian dan arah radial batang disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Nilai rata-ran tinggi jari-jari berkisar antara 557,43 - 730,17 μ , lebar jari-jari berkisar antara 34,29 - 47,99 μ , jumlah jari-jari per mm^2 berkisar antara 4,32 - 5,04 dengan persentase berkisar antara 10,27 - 13,38%. Berdasarkan klasifikasi Den Berger (1926) dalam Hernandi (1996), *S. parvistipulata* memiliki tinggi jari-jari 635,45 μ , termasuk dalam kategori sangat pendek, lebar jari-jari 40,85 μ (termasuk kategori agak sempit), sedangkan jumlah jari-jari sebesar 4,64 per mm^2 dengan persentase jari-jari 11,76% (termasuk kategori sedang menurut klasifikasi IAWA) (Wheeler *et al.*, 1989).

Tabel (Table) 3. Nilai rata-ran dimensi jari-jari berdasarkan tingkat ketinggian batang (Average value of rays dimension based on stem height level).

Tingkat ketinggian batang (Stem height level)	Tinggi (High) (μ)	Lebar (Wide) (μ)	Jumlah (Total) / mm^2	Persentase (Percentage) (%)
Pangkal (Bottom)	643,50a	36,32a	4,53a	11,62a
Tengah (Middle)	686,11a	34,29b	4,51a	10,27b
Ujung (Thrunck)	571,16b	47,99c	5,04b	13,38c
Rataan (Average)	635,45	40,85	4,64	11,76

Keterangan (Remarks) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level).

Tabel (Table) 4. Nilai rata-ran dimensi jari-jari berdasarkan arah radial batang (Average value of rays dimension based on radial direction in the stem).

Arah radial (Radial direction)	Tinggi (High) (μ)	Lebar (Wide) (μ)	Jumlah (Total) / mm^2	Persentase (Percentage) (%)
1	557,43a	39,50a	4,80a	12,35a
2	604,36ab	41,12a	4,78a	11,83ab
3	649,82b	38,031a	4,32b	10,88b
4	730,17c	44,77b	4,67a	11,96a
Rataan (Average)	635,45	40,85	4,64	11,76

Keterangan (Remarks) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level). 1- 4 = dari empulur ke kambium (from pith to bark).

Hasil analisis keragaman seperti pada Tabel 3 dan Tabel 4 menunjukkan tinggi, lebar, jumlah dan persentase jari-jari berbeda nyata, baik pada tingkat ketinggian batang maupun arah radial batang. Perbedaan ini disebabkan oleh perbedaan struktur jari-jari di sepanjang batang sebagai hasil dari perkembangan kambium selama proses pertumbuhan pohon. Pada Tabel 3 diperlihatkan bahwa tinggi jari-jari pada bagian pangkal ke tengah meningkat kemudian menurun pada bagian ujung batang, sedangkan lebar, jumlah dan persentase jari-jari dari bagian pangkal ke tengah batang menurun dan selanjutnya meningkat pada bagian ujung. Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa pada arah radial batang, tinggi dan lebar jari-jari dari arah empulur ke kulit meningkat, namun jumlah dan persentase jari-jari cenderung menurun.

Perkembangan kambium melalui serangkaian pembelahan dan diferensiasi sel memberikan variasi pertumbuhan yang menyebabkan perubahan struktur jari-jari (Fahn, 1991). Sel jari-jari ber-diferensiasi di sepanjang saluran dalam suatu rangsangan yang bergerak di antara floem dan xilem yang berdeferensiasi dan penjarakannya diatur bukan dalam kambium melainkan dalam jaringan vaskuler yang berdeferensiasi. Rangsangan yang berlebihan inilah yang tidak disalurkan oleh sel jari-jari yang ada dan dapat membentuk saluran baru melalui kambium sehingga berakibat adanya peningkatan ukuran sel jari-jari.

3. Sel Parenkim Aksial

Sel parenkim aksial pada kayu selalu berhubungan dengan pembuluh kayu (parenkim paratrakeal). Ada dua tipe sel parenkim yang dimiliki yaitu paratrakeal sepihak dan pita tangensial panjang, bersambung atau bergabung dengan sel epitel. Persentase sel parenkim berkisar antara 5,21 - 6,23% dengan nilai rata-rata 5,87% seperti disajikan pada Tabel 5 dan 6. Nilai rata-rata sel parenkim pada kayu *S. parvistipulata* tersebut seperti pendapat Tsoumis (1991), telah sesuai dengan rata-rata sel parenkim secara umum, yakni kayu daun lebar rata-rata memiliki persentase parenkim aksial berkisar 2 - 10% dari total volume kayu.

Tabel (Table) 5. Nilai rata-rata persentase sel parenkim aksial berdasarkan ketinggian batang (*Average percentage value of axial parenchyma cell based on stem height level*).

Tingkat ketinggian batang (<i>Stem height level</i>)	Parenkim Aksial (<i>Axial parenchyma</i>) (%)
Pangkal (<i>Bottom</i>)	6,17a
Tengah (<i>Middle</i>)	6,23a
Ujung (<i>Thrunck</i>)	5,22b
Rataan (<i>Average</i>)	5,87

Keterangan (*Remarks*) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (*Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level*).

Tabel (Table) 6. Nilai rata-rata persentase sel parenkim aksial berdasarkan arah radial batang (*Average percentage value of axial parenchyma cell based on radial direction in the stem*).

Arah Radial Batang (<i>Radial direction</i>)	Parenkim Aksial (<i>Axial parenchyma</i>) (%)
1	6.26a
2	6.09a
3	5.21b
4	5.94ac
Rataan (<i>Average</i>)	5.87

Keterangan (Remarks) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (*Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level*). 1- 4 = dari empulur ke kambium (*from pith to bark*).

Hasil analisis keragaman seperti pada Tabel 5 dan Tabel 6 menunjukkan persentase parenkim berbeda signifikan berdasarkan tingkat ketinggian dan arah radial batang. Persentase parenkim aksial berdasarkan tingkat ketinggian dan arah radial batang cenderung menurun. Persentase tertinggi terdapat pada bagian tengah dan dekat empulur batang. Hal ini diduga karena fungsi sel-sel parenkim itu sendiri, dimana sel-sel yang berada pada bagian tengah batang merupakan puncak perkembangan sel atau masih dalam taraf pengembangan berikutnya, sedangkan sel-sel di daerah dekat empulur mewakili proses awal pertumbuhan. Sesuai dengan pendapat Haygreen dan Bowyer (1996) yang menyatakan bahwa parenkim aksial terbentuk dari initial kambium bentuk kumpuran. Pada awal pertumbuhan, laju pertumbuhan sel-sel yang berguna sebagai penopang kehidupan pohon (untuk transportasi dan persediaan makanan bagi pertumbuhan selanjutnya) sangat cepat dalam tahun-tahun pertama yang kemudian berangsur-angsur mengikuti ciri kayu dewasa yaitu mulai terjadinya lignifikasi, sehingga pembelahan sel ke arah panjang dan lebar tidak secepat pada awal pertumbuhan.

4. Serat Kayu

Dimensi serat kayu *S. parvistipulata* meliputi panjang yakni 1199,07 - 1359,21 μ , diameter 26,99 - 30,90 μ , diameter lumen 18,90 - 23,25 μ dan tebal dinding 3,56 - 4,05 μ . Berdasarkan klasifikasi IAWA (Wheeler *et al.*, 1989) nilai rata-rata panjang serat 1290,14 μ termasuk kategori sedang. Diameter serat sebesar 29,01 μ termasuk kategori besar, diameter lumen sebesar 21,27 μ termasuk sangat besar dan tebal dinding serat sebesar 3,87 μ dengan persentase serat 67,46% tergolong sangat tipis (Wagenfuehr, 1984). Saluran intraseluler aksial (SIA) sangat padat (tersusun secara tangensial), kadang-kadang berdiameter agak lebar, namun tidak ditemukan silika maupun kristal.

Berdasarkan hasil pengukuran, diperoleh nilai rata-rata dimensi serat terhadap tingkat ketinggian dan arah radial batang kayu disajikan pada Tabel 7 dan Tabel 8.

Tabel (Table) 7. Nilai rata-rata dimensi serat berdasarkan tingkat ketinggian batang (*Average value of fiber dimension based on stem height level*).

Tingkat ketinggian batang (<i>Stem height level</i>)	Panjang serat (<i>Fiber length</i>) (μ)	Diameter serat (\varnothing <i>Fiber</i>) (μ)	Diameter lumen (\varnothing <i>Lumen</i>) (μ)	Tebal dinding serat (<i>Thickness</i>) (μ)	Persentase serat (% <i>Fiber</i>)
Pangkal (<i>Bottom</i>)	1351.94a	29.26a	22.13a	3.56a	67.85a
Tengah (<i>Middle</i>)	1241.53b	30.78b	22.78a	4.00b	67.99a
Ujung (<i>Thrunck</i>)	1276.97b	26.99c	18.90b	4.05b	66.55a
Rataan (<i>Average</i>)	1290.14	29.01	21.27	3.87	67.46

Keterangan (*Remarks*) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (*Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level*).

Tabel (Table) 8. Nilai rata-rata dimensi serat berdasarkan arah radial batang (*Average value of fiber dimension based on radial direction in the stem*).

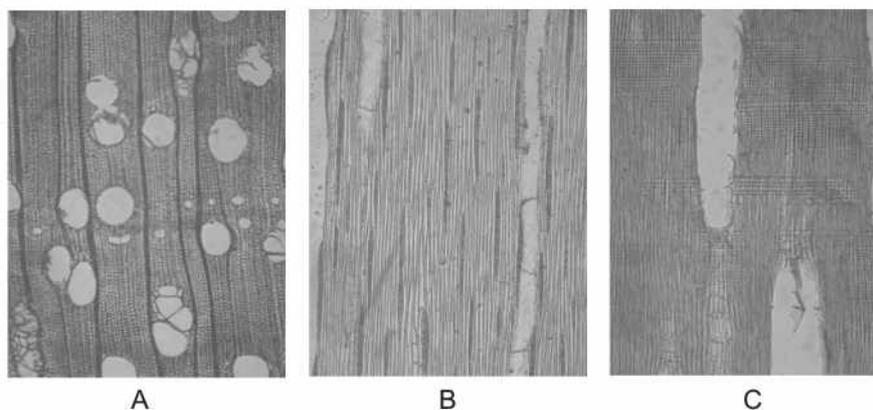
Arah Radial Batang (<i>Radial direction</i>)	Panjang serat (<i>Fiber length</i>) (μ)	Diameter serat (\varnothing <i>Fiber</i>) (μ)	Diameter lumen (\varnothing <i>Lumen</i>) (μ)	Tebal dinding serat (<i>Thickness</i>) (μ)	Persentase serat (% <i>Fiber</i>)
1	1199.07a	30.13a	22.35a	3.88a	68.98a
2	1254.02b	30.90b	23.25b	3.83ab	68.67a
3	1348.27c	27.04a	19.46a	3.79b	68.47a
4	1359.21c	27.97a	20.01a	3.98b	63.74b
Rataan (<i>Average</i>)	1290.14	29.01	21.27	3.87	67.46

Keterangan (*Remarks*) : Angka-angka yang diikuti oleh satu atau lebih huruf yang sama tidak berbeda signifikan pada taraf kepercayaan 5% (*Values followed by one or more the same letters are not significantly different at 5% significant level*). 1- 4 = dari empulur ke kambium (*from pith to bark*).

Hasil analisis keragaman pada Tabel 7 dan Tabel 8 menunjukkan bahwa panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding sel berbeda nyata berdasarkan tingkat ketinggian dan arah radial batang. Persentase serat tidak berbeda nyata berdasarkan ketinggian batang, akan tetapi menurut arah radial batang berbeda nyata. Hal ini dipengaruhi oleh persentase pori, jari-jari dan parenkim.

Nilai rata-rata dimensi serat pada tingkat ketinggian dan arah radial batang terlihat bahwa diameter, diameter lumen dan persentase serat cenderung menurun, sedangkan panjang dan tebal dinding serat meningkat. Perubahan dimensi serat terhadap ketinggian dan arah radial batang menunjukkan adanya variasi pertumbuhan pohon yang disebabkan oleh perkembangan kambium dan sifat genetis lainnya, sebagaimana dikemukakan oleh Koch (1972) dalam Erwin (1997) bahwa variasi dimensi serat di sepanjang batang pohon disebabkan oleh sifat kambium yang berubah-ubah menurut umur dan letaknya pada bagian batang, penggunaan karbohidrat, kegiatan metabolisme dan kecepatan pembelahan sel pada daerah kambium, lamanya serat yang baru hidup, kecepatan transpirasi serta kekuatan tegangan jaringan sewaktu sel berdiferensiasi.

Adapun struktur anatomi batang kayu *S. parvistipulata* pada penampang transversal, tangensial dan radial dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar (Figure) 3. Struktur anatomi kayu meranti merah (*S. parvistipulata*) (*Anatomical structure of red wood (S. parvistipulata)*): (A) bidang transversal (*transversal section*); (B) bidang tangensial (*tangential section*); (C) bidang radial (*radial section*).

C. Nilai Turunan Serat

Panjang dan nilai turunan serat digunakan untuk menduga kualitas bahan baku melalui pendekatan rumus-rumus perhitungan nilai turunan serat secara standar (Anonim, 1976) sebelum memilih bahan baku yang akan digunakan secara pasti di pabrik agar terjadi efisiensi dan terjaganya kualitas kertas yang dihasilkan dan diinginkan. Rataan nilai turunan serat kayu *S. parvistipulata* tercantum pada Tabel 9 dan Tabel 10.

Tabel (Table) 9. Nilai turunan serat berdasarkan ketinggian batang (*Determination value of fiber based on stem height level*).

Aspek (<i>Aspects</i>)	Pangkal (<i>Bottom</i>)	Nilai (<i>Value</i>)	Tengah (<i>Middle</i>)	Nilai (<i>Value</i>)	Ujung (<i>Thrunck</i>)	Nilai (<i>Value</i>)	Rataan (<i>Average</i>)
Panjang serat (<i>Fiber length</i>) (μ)	1351.94	50	1241.53	50	1276.97	50	1290.15
Bilangan Runkel (<i>Runkel ratio</i>)	0.32	75	0.35	75	0.43	75	0.37
Daya tenun serat (<i>Felting power</i>)	46.20	50	40.34	50	47.31	50	44.62
Bilangan Muhlsteph (<i>Muhlsteph ratio</i>) (%)	42.80	75	45.23	75	50.96	75	46.33
Fleksibilitas serat (<i>Flexibility ratio</i>)	0.76	75	0.74	75	0.70	75	0.73
Koefisien kekakuan (<i>Coefisien of Rigidity</i>)	0.12	75	0.13	75	0.15	75	0.13
Jumlah (<i>Total</i>)		400		400		400	
Kualita (<i>Class</i>)		II		II		II	

Tabel (Table) 10. Nilai turunan serat berdasarkan arah radial batang (*Determination value of fiber based on radial direction in the stem*).

Aspek (Aspects)	D1	Nilai (Value)	D2	Nilai (Value)	D3	Nilai (Value)	D4	Nilai (Value)	Rataan (Average)
Panjang serat (<i>Fiber length</i>) (μ)	1199.07	50	1254.02	50	1348.27	50	1359.21	50	1290.14
Bilangan Runkel (<i>Runkel ratio</i>)	0.35	75	0.33	75	0.39	75	0.40	75	0.37
Daya tenun serat (<i>Felting power</i>)	39.80	25	40.58	50	49.86	50	48.60	50	44.71
Bilangan Muhlsteph (<i>Muhlsteph ratio</i>) (%)	44.98	75	43.39	75	48.21	75	48.82	75	46.35
Fleksibilitas serat (<i>Flexibility ratio</i>)	0.74	75	0.75	75	0.72	75	0.72	75	0.73
Koefisien kekakuan (<i>Coefisien of Rigidity</i>)	0.13	75	0.12	75	0.14	75	0.14	75	0.13
Jumlah (<i>Total</i>)		375		400		400		400	
Kualita (<i>Class</i>)		II		II		II		II	

Nilai kualitas serat berdasarkan tingkat ketinggian (Tabel 9) dan arah radial (Tabel 10) batang kayu *S. parvistipulata* menunjukkan tidak berbeda signifikan. Berdasarkan klasifikasi Direktorat Jenderal Kehutanan (1976) maka nilai rata-rata bilangan Runkel (*Runkel ratio*) sebesar 0,37 termasuk kelas II, daya tenun serat (*felting power*) sebesar 44,62/44,71 termasuk kelas III, bilangan Muhlsteph (*Muhlsteph ratio*) sebesar 46,33% (46,35%) termasuk kelas II, daya lentur serat (*flexibility ratio*) sebesar 0,73 termasuk kelas II dan koefisien kekakuan serat (*coefisien of rigidity*) sebesar 0,13 termasuk kelas II. Hasil perhitungan nilai kualitas serat berjumlah 375 - 400 termasuk kelas kualita II. Sifat serat yang memiliki kualita II yaitu serat akan mudah memipih pada waktu digiling dan ikatan seratnya baik bila digunakan untuk bahan baku kertas. Serat jenis ini diduga dapat menghasilkan lembaran kertas dengan kekuatan tarik, lipat dan retak yang tinggi.

IV. KESIMPULAN

1. *Shorea parvistipulata* memiliki warna kayu teras agak kemerahan, kayu gubal agak kemerah-mudaan, bertekstur kasar, berserat lurus, serta memberi kesan diraba yang kasar. Pori kayu soliter pola tata baur dengan diameter besar, tinggi sedang, jumlah yang sangat jarang, terdapat tylosis dalam jumlah sedikit. Jari-jari heterogen berseri tiga yang pendek dan sempit dalam jumlah sedang. Sel parenkim aksial bertipe paratrakeal sepihak dan pita tangensial panjang. Panjang serat termasuk sedang, diameter serat besar, diameter lumen sangat besar dan tebal dinding serat tergolong sangat tipis.
2. Struktur anatomi bervariasi pada tingkat ketinggian dan arah radial batang. Dimensi pori meningkat dari pangkal, tengah dan ujung, demikian halnya dari arah empulur ke kulit cenderung meningkat. Persentase parenkim aksial dan dimensi serat (diameter, diameter lumen dan persentase

serat) cenderung menurun dari pangkal, tengah dan ujung serta dari arah empulur ke kulit, sedangkan panjang dan tebal dinding serat meningkat dari arah empulur ke kulit.

3. Kualitas serat pada tingkat ketinggian dan arah radial batang adalah seragam, termasuk kelas kualita II yang baik bila digunakan untuk bahan baku kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- Appanah, S. dan J.M. Turnbull. 1988. A review of dipterocarps: taxonomy, ecology and silviculture. CIFOR Bogor.
- Butterfield, B.E. dan B.A. Meylan. 1988. Struktur kayu dalam tiga dimensi. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. (Diterjemahkan oleh E. Budiarmo).
- Direktorat Jenderal Kehutanan. 1976. Vademecum Kehutanan Indonesia. Departemen Pertanian. Jakarta.
- Erwin. 1997. Variasi struktur anatomi berdasarkan tingkat ketinggian dan arah radial batang dari Kayu Terap (*Artocarpus elasticus* Reinw.). Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Fahn, A. 1991. Anatomi tumbuhan, edisi ke-3. Gajah Mada University Press. Yogyakarta. (Diterjemahkan oleh A. Soediarso, T. Koesoemaningrat, M. Natasaputra, H. Akmal).
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. 1996. Hasil hutan dan ilmu kayu, suatu pengantar. Gajah Mada University Press. Yogyakarta.
- Hernandi, M.F. 1996. Variasi serat arah radial, longitudinal dan umur pohon serta penentuan kualita pulp pada Kayu Leda (*Eucalyptus deglupta* Blume). Skripsi Sarjana Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda. Tidak diterbitkan.
- Martawijaya, A., I. Kartasujana, K. Kadir dan S.A. Prawira. 2005. Atlas Kayu Indonesia Jilid I. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Rahmanto, R.G.H. 1996. Variasi radial sifat anatomis Kayu Meranti Merah (*Shorea ovalis* Blume). Makalah penunjang ekspose hasil-hasil dan Program Litbang Kehutanan Wilayah Kalimantan. Balai Penelitian Kehutanan. Samarinda.
- Supartini. 2008. Sifat dasar dan kegunaan Kayu Jenis Dipterocarpaceae. Laporan Hasil Penelitian. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda.
- Tsoumis, G. 1969. Wood as raw material. Pergamon Press. Oxford. London.
- Wagenfuehr, R. 1984. Anatomie des holzes. Veb. Fachbich. Verlag. Leipzig.
- Wheeler, E.A., P. Baas dan P.E. Gasson. 1989. IAWA. List of microscopic features for hardwood identification. Rijksherbarium, Leiden, The Netherlands.