

**STRUKTUR ANATOMI KAYU TARIK (*TENSION WOOD*)
PADA JATI (*Tectona grandis* L.f.)**



OLEH :

L I S D A
M 121 01 024

14/08/07
Fak. KEHUTANAN
1 Satu prs
Hadiab
5
Slr-k407

LIS
S



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2007**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Skripsi : Struktur Anatomi Kayu Tarik (*Tension Wood*)
pada Jati (*Tectona grandia* L.f.)

Nama : Lisda

No. Pokok : M 121 01 024

Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

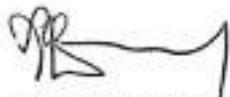
Skripsi ini sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kehutanan

Pada

Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Prof. DR. Ir. Djamal Sanusi
NIP. 130 369 539

Pembimbing II



9/8/07

A. Detti Yuniarti, S.Hut., M.P.
NIP. 132 133 947

Mengetahui,
Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin



Ir. Beta Putranto, M.Sc.

Tanggal : 9 Agustus 2007

ABSTRAK

Lisda (M 121 01 024). Struktur Anatomi Kayu Tarik (*Tension Wood*) pada Jati (*Tectona grandis* L.f.) di bawah bimbingan Djamal Sanusi dan A. Detti Yuniarti.

Pertumbuhan pohon yang tidak normal seperti pada pohon yang miring dari vertikal atau bengkok dapat menimbulkan pembentukan kayu reaksi. Kayu reaksi pada kayu daun lebar disebut kayu tarik karena terbentuk pada sisi atas atau sisi tarikan dari batang yang miring/bengkok. Adanya sejumlah kecil kayu reaksi atau sedikit saja modifikasi jaringan normal akan menghasilkan perubahan-perubahan dalam kualitas kayu.

Penelitian ini dilaksanakan dengan tujuan mengetahui struktur anatomi kayu tarik pada jati. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2006 sampai Januari 2007. Pengambilan sampel dilakukan pada areal Kawasan Hutan Rakyat, Desa Kassa, Kecamatan Batu Lappa, Kabupaten Pinrang. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Pengambilan sampel dilakukan pada tiga pohon yang memiliki batang yang bengkok atau miring. Pengukuran struktur anatomi pada daerah kayu tarik dan *opposite* dilakukan berdasarkan IAWA.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa frekuensi pori ($4,79 /\text{mm}^2$), diameter pori (133,84 mikron), penggabungan pori (0,72 %), diameter serat (18,87 mikron), dan diameter lumen (9,73 mikron) kayu tarik rata-rata lebih rendah daripada frekuensi pori ($5,08 /\text{mm}^2$), diameter pori (136,19 mikron), penggabungan pori (0,75 %), diameter serat (19,18 mikron) dan diameter lumen (10,92 mikron) kayu *opposite*.

Frekuensi jari-jari (4,34 /mm), lebar jari-jari (102,35 mikron), tinggi jari-jari (0,82 mm), panjang serat (1147,30 mikron), dan tebal dinding serat (4,57 mikron) kayu tarik rata-rata lebih tinggi daripada frekuensi jari-jari (4,20 /mm), lebar jari-jari (74,28 mikron), tinggi jari-jari (0,75 mm), panjang serat (1038,38 mikron), dan tebal dinding serat (4,13 mikron) kayu *opposite*. Sedangkan untuk penyebaran pori, bidang perforasi, dan tipe jari-jari kayu tarik dan *opposite* sama yaitu secara berturut-turut adalah tata baur, sederhana, homogen dan multiseriat. Nilai turunan serat pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* relatif sama yaitu *runkel ratio* (kelas III), *felting power* (kelas III), *muhlstep ratio* (kelas III), *flexibility ratio* (kelas III), dan *coefficient of rigidity* (kelas IV).

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur bagi Allah, Tuhan semesta alam karena atas berkah dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada junjungan dan tauladan kita, Muhammad Rasulullah, keluarga, dan para shahabatnya. *Wa Ba'du*.

Skripsi ini yang berjudul "Struktur anatomi Kayu Tarik (*Tension Wood*) pada Jati (*Tectona grandis L.f.*)" disusun sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin. Dalam penyusunan dan penyelesaian skripsi ini banyak pihak yang terlibat secara langsung maupun tidak langsung. Untuk itu pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada :

- 1) **Prof. DR. Ir. Djamal Sanusi**, selaku pembimbing pertama dan **A. Detti Yunianti, S.Hut., MP.**, selaku pembimbing kedua atas segala saran, petunjuk, bimbingan dan dorongan yang diberikan selama penelitian berlangsung dan selama penulisan skripsi ini.
- 2) **Suhasman, S.Hut., M.Si., Ir. Baharuddin**, dan **Ir. Bakri, M.Sc.**, selaku penguji yang telah memberikan koreksi dan petunjuk selama penulisan skripsi ini.
- 3) **Ir. Baharuddin** selaku Penasehat Akademik serta seluruh Dosen Pengajar dan Staf Pegawai administrasi yang telah memberikan dukungan dan tuntunan selama mengikuti pendidikan.

- 4) **Kedua Orang Tua** tercinta serta seluruh keluarga yang telah banyak memberikan dorongan moril maupun material hingga penulis dapat menyelesaikan Skripsi ini.
- 5) Seluruh teman-teman dan semua pihak yang telah memberikan bantuan kepada penulis yang tidak sempat saya sebutkan.

Penulis menyadari bahwa tidak tertutup kemungkinan dalam penyusunan skripsi ini terdapat kekurangan dan jauh dari kesempurnaan karena kesempurnaan itu hanyalah milik Allah SWT semata. Olehnya itu kritik dan saran yang sifatnya membangun sangat penulis harapkan demi kesempurnaan penulisan selanjutnya.

Semoga Allah SWT senantiasa memberikan Rahmat kepada kita semua. Amin.

Makassar, Agustus 2007

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Gambaran Umum Tanaman Jati	3
B. Kayu Tarik.....	5
C. Struktur Anatomi.....	8
1. Pori	9
2. Tipe Bidang Perforasi	10
3. Parenkim	11
4. Serabut	12
5. Jari-Jari.....	13
D. Dimensi Serat.....	14

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	16
B. Alat dan Bahan.....	16
C. Metode Penelitian	17
D. Pengamatan dan Pengukuran.....	21
E. Pengolahan Data	22

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur Anatomi.....	27
1. Pori.....	27
2. Jari-Jari.....	30
3. Parenkim	38
B. Dimensi Serat dan Turunan Serat	39
1. Panjang Serat.....	42
2. Diameter Serat.....	43
3. Tebal Dinding Serat.....	44
4. Diameter Lumen	45
5. Turunan Serat	46
C. Pembahasan Secara Umum.....	47

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	49
B. Saran.....	50

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	<i>Teks</i>	Halaman
1.	Karakteristik Pori Kayu Jati pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah <i>Opposite</i>	27
2.	Karakteristik Jari-Jari Kayu Jati pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah <i>Opposite</i>	31
3.	Karakteristik Serat dan Turunannya pada Daerah Kayu Tarik dan <i>Opposite</i>	39

DAFTAR GAMBAR

No.	Teks	Halaman
1.	Cara Pengambilan Sampel	18
2.	Cara Pembuatan Sampel	19
3.	Cara Pengukuran Serat.....	22
4.	Kayu Tarik pada Penampang Melintang Kayu yang Eksentrik	24
5.	Daerah Kayu Tarik dan <i>Opposite</i> pada Penampang Melintang Kayu dengan Pembesaran 4x.....	26
6.	Diagram Batang Persentase Frekuensi Pori (mm^2) pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal Dalam Batang.....	29
7.	Diagram Batang Persentase Diameter Pori (mikron) pada Daerah Kayu tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam batang.....	30
8.	Diagram Batang Persentase Frekuensi Jari-Jari (mm) pada Daerah Kayu tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam Batang	33
9.	Diagram Batang Persentase Tinggi Jari-Jari (mm) pada Daerah Kayu tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam Batang.....	34
10.	Diagram Batang Persentase Lebar Jari-Jari (mikron) pada Daerah Kayu tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam Batang	35
11.	Daerah Kayu Tarik dan <i>Opposite</i> pada Bidang Tangensial dengan Pembesaran 40x.....	36
12.	Bidang Radial	37
13.	Parenkim Paratrakeal Bentuk Pita Marjinal	38
14.	Serat Kayu Jati.....	41

No.	Teks	Halaman
15.	Diagram Batang Panjang Serat pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam Batang	42
16.	Diagram Batang Diameter Serat pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam Batang	44
17.	Diagram Batang Tebal Dinding Serat pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam Batang	45
18.	Diagram Batang Diameter Lumen pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah <i>Opposite</i> pada Arah Longitudinal dalam Batang	46

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Teks	Halaman
1.	Foto Penampang Melintang Kayu	52
2.	Hasil Data Pengamatan Frekuensi Pori (per mm ²).....	53
3.	Hasil Data Pengamatan Diameter Pori (mikron)	54
4.	Hasil Data Pengamatan Frekuensi Jari-Jari (per mm).....	55
5.	Hasil Data Pengamatan Tinggi Jari-Jari (mm)	56
6.	Hasil Data Pengamatan Lebar Jari-Jari (mikron)	57
7.	Hasil Data Pengamatan Panjang Serat (mikron)	58
8.	Hasil Data Pengamatan Diameter Serat (mikron)	59
9.	Hasil Data Pengamatan Tebal Dinding Serat (mikron)	60
10.	Hasil Data Pengamatan Diameter Lumen (mikron)	61
11.	Penggolongan Berdasarkan Susunan Pori.....	62
12.	Penggolongan Berdasarkan Ukuran Pori	62
13.	Penggolongan Berdasarkan Frekuensi Pori.....	62
14.	Penggolongan Berdasarkan Frekuensi Jari-Jari.....	63
15.	Penggolongan Berdasarkan Lebar Jari-Jari.....	63
16.	Penggolongan Berdasarkan Tinggi Jari-Jari	63
17.	Klasifikasi Panjang Serat Berdasarkan IAWA.....	64
18.	Klasifikasi Diameter Serat Berdasarkan Klemm.....	64

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Batang pohon dibentuk oleh proses pertumbuhan memanjang batang dan proses pertumbuhan ke arah diameter batang. Selama proses pertumbuhan, kayu sebagai produk organisme hidup yang dipengaruhi berbagai faktor mempunyai variabilitas yang tinggi karena cacat-cacat yang dikandungnya. Variasi dalam pohon dan antar pohon tidak hanya dipengaruhi oleh faktor genetik tetapi juga faktor lingkungan selama pertumbuhannya. Pohon yang tumbuh normal salah satu kriterianya adalah pohon dengan batang yang tumbuh vertikal lurus ke atas, diameter batang bulat dan silindris. Namun di alam banyak pohon yang tumbuh pada keadaan tidak normal, kayu yang mengalami pertumbuhan tidak normal, disebabkan oleh penyimpangan pertumbuhan dalam batang atau cabang kayu yang disebabkan pengaruh gaya berat atau gravitasi, keadaan tempat tumbuh dan pengaruh faktor-faktor dalam, selama proses pertumbuhan.

Pertumbuhan pohon yang tidak normal dapat menimbulkan pembentukan kayu dengan struktur dan sifat yang khusus. Salah satu tipe khusus ialah kayu reaksi. Kayu reaksi adalah kayu yang terbentuk apabila batang utama suatu pohon miring dari vertikal. Kayu reaksi dapat pula timbul mengikuti membeloknya batang lateral (atau cabang) dari arah yang normal. Kayu reaksi pada kayu daun jarum disebut kayu tekan karena terbentuk pada sisi bawah atau sisi tertekan, dan kayu reaksi pada kayu daun lebar disebut kayu tarik karena terbentuk pada sisi atas atau

sisi tarikan. Kayu reaksi harus dipandang sebagai salah satu cacat kayu karena mempengaruhi nilai pakainya dan ditemukan dalam jumlah yang cukup besar dalam pohon. Adanya sejumlah kecil kayu reaksi atau sedikit saja modifikasi jaringan normal akan menghasilkan perubahan-perubahan kualitas kayu. Sebagai contoh, perubahan-perubahan yang nampaknya kecil dalam persentase tipe-tipe sel dan dimensinya, struktur sel, perbandingan antara selulosa dan lignin, adalah penting untuk menilai kualitas pulp, sehingga perlu diketahui sifat dasarnya sebagai dasar penentuan kualitas kayu terutama struktur anatominya.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan mengetahui struktur anatomi kayu tarik (*tension wood*) pada jati. Hasil dari penelitian ini diharapkan sebagai bahan pertimbangan dalam pemanfaatan dan penggunaan kayu secara tepat untuk menghasilkan kualitas produk yang baik.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Gambaran Umum Tanaman Jati

Jati mempunyai klasifikasi menurut Sumarna (2001), sebagai berikut :

Divisio	: Spermatopyta
Subdivisio	: Angiospermae
Kelas	: Dicotyledonae
Ordo	: Verbenales
Familia	: Verbenaceae
Genus	: Tectona
Species	: <i>Tectona grandis</i> L.f.

Secara morfologis, tanaman jati memiliki tinggi yang dapat mencapai sekitar 30-45 m, diameter batang dapat mencapai 220 cm. Dengan pemangkasan, batang yang bebas cabang dapat mencapai antara 15-20 cm. Kulit kayu berwarna kecoklatan atau abu-abu yang mudah terkupas. Pohon jati cocok tumbuh di daerah dengan musim kering agak panjang yaitu berkisar 3-6 bulan per tahun. Besarnya curah hujan yang dibutuhkan rata-rata 1250-3000 mm per tahun dengan suhu rata-rata tahunan 22-26 °C, pada ketinggian 0-700 m dari permukaan laut. Daerah-daerah yang banyak ditumbuhi jati umumnya bertekstur tanah sedang dengan reaksi netral hingga asam. Bentuk batang tidak teratur serta beralur. Tanaman jati yang tumbuh di Indonesia berasal dari India. Tanaman ini mempunyai nama ilmiah *Tectona*

grandis L.f. Secara histori, nama *tectona* berasal dari bahasa portugis (tekton) yang berarti tumbuhan yang memiliki kualitas tinggi.

Kayu jati memiliki sifat-sifat yang secara fisik sangat kuat (BJ-nya 0,58-0,82), dekoratif, mudah digergaji, mudah dikeringkan, dan ketahanan alami kayunya dapat diandalkan. Kayu jati banyak digunakan untuk berbagai keperluan, terutama di Pulau Jawa. Beberapa kalangan masyarakat merasa bangga apabila tiang dan papan bangunan rumah serta perabotannya terbuat dari kayu jati. Berbagai konstruksi dari kayu jati seperti bantalan rel kereta api, tiang jembatan, balok dan gelagar rumah, serta kusen pintu dan jendela biasa digunakan. Pada industri kayu lapis, jati digunakan sebagai finis muka karena memiliki serat gambar yang indah. Adapun pada industri perkapalan, kayu jati sangat cocok dipakai untuk papan kapal yang beroperasi di daerah tropis (Atmosuseno dan Duljapar, 1996).

Ciri anatomi jati adalah pembuluh atau porinya tata lingkaran, bentuk bundar sampai bundar telur, diameter tangensial bagian kayu awal sekitar 340-370 mikron, pada kayu akhirnya sekitar 50-290 mikron, bidang perforasi sederhana, berisi tilosis atau endapan berwarna putih. Parenkim yang bertipe paratrakeal, bentuk selubung tipis, pada bagian kayu-awal selubung itu agak lebar sampai membentuk pita marjinal, yang bertipe apotrakeal jarang, umumnya membentuk rantai yang terdiri atas sekitar 4 sel. Jari-jari lebar, terdiri atas 4 seri atau lebih, jumlahnya sekitar 4-7 per mm, arahnya tangensial, komposisi selnya homoseluler (hanya sel-sel baring), tingginya dapat mencapai 0,9 mm (Mandang dan Pandit, 1997).

Menurut Martawijaya, dkk. (1981), susunan pori jati adalah tata lingkaran, penggabungan pori termasuk sebagian besar soliter, diameter pori 20 - 40 mikron, frekuensi pori 3-7 per mm². Jari-jari homogen, tinggi jari-jari 500-2000 mikron, lebar jari-jari 50-100 mikron, frekuensi 4-6 per mm. Panjang serat rata-rata 1.316 mikron dengan diameter 24,8 mikron, tebal dinding serat 3,3 mikron dan diameter lumen 18,2 mikron.

B. Kayu Tarik

Kayu tarik adalah kayu reaksi pada kayu daun lebar. Kayu ini terbentuk pada sisi atas atau sisi tarikan batang-batang yang miring. Suatu tanda adanya kayu tarik dalam suatu batang kayu adalah bentuk potongan melintang dan/atau susunan lingkaran-lingkaran di dalamnya. Batang-batang yang mengandung kayu tarik mempunyai lingkaran-lingkaran tahun yang lebih lebar daripada sisi yang berlawanan, yang sering menyebabkan suatu bentuk elips. Daerah-daerah kayu tarik jarang tersusun seluruhnya atas jaringan kayu tarik. Jaringan semacam ini tercampur dengan sel-sel normal, dengan proporsi kayu tarik tergantung pada derajat kemiringan batang (Haygreen dan Bowyer, 1989).

Menurut Fahn (1982), beberapa percobaan menunjukkan bahwa pembentukan kayu reaksi biasanya merupakan respon terhadap rangsangan gaya tarik bumi (gravitasi). Kayu tarik dapat berkembang pada batang vertikal dalam kondisi alamiah yang mungkin disebabkan pertumbuhan tak merata pada batang tersebut. Ada sedikit bukti untuk menduga gravitasi mempengaruhi distribusi hormon-hormon pada batang miring, yang menyebabkan pertumbuhan radial

eksentrik. Necesany (1958) dalam Fahn (1982), berpendapat bahwa konsentrasi tinggi IAA (Asam Indol-Asetat) mendorong pembentukan kayu tekan pada kayu daun jarum, tetapi konsentrasi rendah untuk kayu tarik pada kayu daun lebar, dan ternyata berkorelasi dengan tingkat auksin yang menyusut di sebelah atas dari batang horizontal, konsentrasi auksin pada batang horizontal lebih besar di sisi bawah daripada di sisi atas.

Auksin yang diproduksi oleh pemanjangan pucuk secara aktif bergerak dari tajuk ke pangkal pohon. Pada pohon vertikal, distribusi auksin di sekitar batang biasanya seragam dan kambium membelah diri pada kecepatan yang kurang lebih seragam di sekitar batang. Pada batang (dan percabangan) yang miring aliran auksin dipindahkan ke sisi oleh gravitasi dan terakumulasi pada konsentrasi yang lebih tinggi di sisi batang yang lebih rendah. Pada kayu daun lebar, konsentrasi auksin yang lebih rendah pada permukaan atas batang yang miring menyebabkan terbentuknya kayu tarik pada permukaan atas dan pertumbuhan radial yang eksentrik dan lagi pohon cenderung kembali ke posisi vertikal semula (Daniel dkk., 1979). Penelitian-penelitian kayu tropika menunjukkan bahwa kayu tarik mungkin berfungsi menggerakkan tajuk-tajuk ke ruang-ruang terbuka dalam suatu lapisan tajuk hutan yang lebat (Panshin *and* de Zeeuw, 1980).

Zobel and Van Buijtenen (1989), mengemukakan beberapa karakteristik kayu tarik yang sangat penting untuk membedakan dengan kayu normal :

1. Pembuluh atau pori lebih sedikit dan lebih kecil, serta serat yang lebih panjang dibanding kayu normal.

2. Kandungan lignin pada daerah kayu tarik dapat berbeda, dari rendah sampai normal. Sedangkan kandungan selulosa tinggi dimana selulosa seperti kristal-kristal dalam jumlah yang banyak, kayu yang memiliki lapisan gelatin kemungkinan memiliki lignin dan hemiselulosa yang sama dengan kayu normal. Pada kayu tarik, lapisan gelatin dengan sebagian besar selulosa menghasilkan kandungan lignin dan hemiselulosa yang lebih rendah menurut beratnya.
3. Lapisan gelatin yang terbentuk merupakan penentuan ciri utama dari kayu tarik. Lapisan ini hampir sebagian besar terdiri atas selulosa dan tidak berlignin.
4. Berat jenis kayu tarik biasanya lebih besar dibanding kayu normal.

Menurut Panshin *and* de Zeeuw (1980), modifikasi jaringan tidak terbatas pada daerah kayu tarik dalam batang miring. Daerah kayu *opposite* pada sisi bawah dari batang pohon miring memiliki serat pendek daripada kayu normal sebaliknya dalam kayu tarik seratnya lebih panjang daripada kayu normal. Dalam kayu tarik, serat dan pembuluh berubah dalam bentuk dan jumlah, tetapi hanya serat yang berpengaruh dalam kayu *opposite* pada beberapa batang pohon.

Rendemen pulp dari kayu tarik lebih tinggi daripada kayu normal karena secara mekanis kayu tarik lebih mudah diuraikan. Tetapi kertas yang diproduksi dari serabut kayu tarik tidak begitu kuat seperti kertas dari kayu normal. Kayu tarik sangat cocok untuk larutan pulp karena rendemennya tinggi dan kekuatan serabut tidak penting dalam tipe-tipe pulp ini (Panshin *and* de Zeeuw, 1980). Menurut

Haygreen dan Bowyer (1989), larutan pulp adalah pulp yang sangat murni terbuat dengan jalan memisahkan sisa hemiselulosa dan lignin dari pulp kimia. Pulp ini digunakan dalam pembuatan produk selulosa seperti selofan, rayon, dan nitroselulosa. Selanjutnya dikemukakan kayu tarik cenderung menghasilkan permukaan yang berserabut pada penggergajian atau pengetaman, terutama apabila mengolahnya masih segar. Hal ini menyebabkan gergaji menjadi panas dan menyulitkan penyelesaian akhir yang memuaskan. Menurut Goebel et al. (1960) dalam Zobel and Van Buijtenen (1989), pecah yang terjadi dalam batang yang memiliki serat gelatin, mungkin disebabkan penyusutan yang berlebihan sepanjang serat. Penyusutan longitudinal pada kayu tarik lebih besar dibanding kayu normal. Kayu tarik juga menyebabkan pelengkungan dan kadang-kadang "collapse" pada papan. Kayu reaksi juga menyebabkan ketidakstabilan di dalam produk kayu pada pengeringan. Serat gelatin juga menyebabkan penyusutan radial dalam jumlah yang berlebihan.

C. Struktur Anatomi

Pengenalan kayu dilakukan dengan memperhatikan struktur kayu dengan mata biasa atau dengan bantuan kaca pembesar (loupe) meliputi lingkaran tumbuh, kayu gubal dan teras, jari-jari kayu, parenkim kayu, pori, dan tekstur kayu. Apabila pengenalan secara makroskopis masih diragukan, maka diperlukan pengamatan komponen kayu secara mikroskopis meliputi pori kayu, bidang perforasi, isi pori, serabut, jari-jari kayu, dan tipe parenkim (Departemen Pertanian, 1976).

Perbedaan-perbedaan anatomi yang utama pada kayu tarik terdapat pada serabut. Serabut kayu tarik mengandung lapisan dinding khusus, yang disebut lapisan gelatin atau lapisan G. Tergantung pada spesies, lapisan G ada sebagai pengganti S₂, dinding tersier atau sebagai tambahan terhadap lapisan dinding normal (Fengel dan Wegener, 1984). Pembuluh pada daerah-daerah tertentu dalam kayu tarik tidak berbeda sifatnya dari pembuluh kayu normal, tetapi diameternya lebih kecil dan kurang banyak. Jari-jari dalam kayu tarik berkurang besarnya, dan parenkim aksial berkurang besarnya dan jumlahnya (Panshin and de Zeeuw, 1980). Hal yang sama disebutkan Haygreen dan Bowyer (1989), bahwa kayu tarik mengandung pembuluh-pembuluh yang lebih sedikit dan lebih kecil dengan jari-jari yang lebih sedikit daripada kayu normal.

1. Pori

Sel pembuluh (pori) adalah suatu sel berbentuk tabung, saling berhubungan secara vertikal, berfungsi sebagai pengantar masuknya cairan bahan makanan dari tanah ke daun. Pada bidang melintang kayu pori terlihat berbentuk lubang yang kecil bila dilihat dengan mata (Dumanauw, 1996). Berdasarkan variasi besarnya pembuluh dalam lingkaran pertumbuhan, maka kayu daun lebar dibagi ke dalam tiga kelompok yaitu pertama adalah kayu berpori tata lingkaran, jika pori yang dibentuk pada musim semi lebih besar daripada pori yang dibentuk pada akhir musim tumbuh. Kedua adalah kayu berpori tata baur, jika pori yang dibentuk memiliki ukuran yang sama dan tersebar secara merata di dalam lingkaran pertumbuhan. Ketiga adalah kayu berpori tata lingkaran setengah atau berpori tata

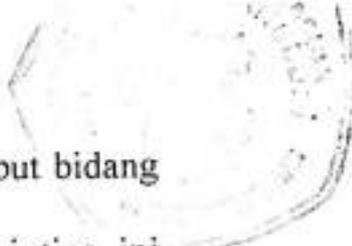
baur setengah, jika peralihan besarnya pori dari kayu awal ke kayu akhir berangsur-angsur (Sanusi, 1990^a).

Pembuluh dapat soliter, jika berdiri sendiri-sendiri. Dapat pula berupa gabungan dua pembuluh atau lebih, jika dua atau lebih pembuluh bersinggungan sedemikian rupa, sehingga dinding singgung tampak datar. Gabungan dua pembuluh sering juga disebut gabungan. Arah penggabungan dapat radial, tangensial, diagonal atau dapat pula ke berbagai arah (Mandang dan Pandit, 1997).

Pori bila diperhatikan baik pada penampang lintang, radial atau tangensial dapat berisi zat-zat tertentu. Isi pori ini terbentuk bersamaan waktunya pada saat berubahnya kayu gubal menjadi kayu teras. Tilosis adalah suatu zat yang dimampatkan di dalam pori, tidak padat dan juga tidak cair, tidak berwarna tetapi bening dan dapat memantulkan cahaya bila diarahkan kepada arah datangnya sinar. Zat pengisi lain selain tilosis dapat berupa padat atau amorf. Isi berupa amorf ini dapat mempunyai warna-warna tertentu, dan warna-warna ini sering khas menurut jenis tertentu (Pandit dan Ramdan, 2002).

2. Tipe Bidang Perforasi

Hubungan antar unsur-unsur pembuluh dilakukan melalui pembentukan lubang atau sederetan lubang yang berorientasi transversal pada dinding sel pembuluh yang berdekatan. Bidang persinggungan dua sel pembuluh disebut bidang perforasi, sedang lubang yang terdapat pada bidang singgung itu disebut perforasi. Jika bidang perforasi memiliki hanya satu lubang, maka bidang ini disebut bidang perforasi sederhana. Jika bidang perforasi memiliki sejumlah lubang



yang sejajar dan berorientasi transversal, maka bidang perforasi ini disebut bidang perforasi bentuk tangga. Beberapa anak tangga pada bidang perforasi tipe ini bercabang. Tipe lainnya adalah bidang perforasi bentuk jala dengan perforasi tak teratur pada jaringan anak tangga (Sanusi, 1990^a).

3. Parenkim

Parenkim merupakan jaringan yang berfungsi untuk menyimpan serta mengatur bahan makanan cadangan. Jaringan ini terdiri atas sel-sel berdinding tipis serta relatif pendek, dengan sumbu terpanjang mengarah vertikal. Lazimnya mempunyai noktah sederhana. Jumlah parenkim dalam bidang melintang kayu, sangat bervariasi dari sangat sedikit atau tidak sama sekali, sampai banyak (Pandit dan Ramdan, 2002). Menurut Mandang dan Pandit (1997), pada bidang lintang kayu, dengan bantuan lup, parenkim biasanya dapat dilihat berupa jaringan yang berwarna lebih cerah daripada jaringan serat, umumnya hampir putih dan lainnya agak coklat atau coklat merah.

Haygreen dan Bowyer (1989), membedakan dua macam susunan parenkim pada bidang melintang kayu yaitu parenkim apotrakeal dan parenkim paratrakeal. Parenkim apotrakeal adalah parenkim yang tidak berhubungan langsung dengan pori, yang meliputi parenkim diffus, kelompok diffus, dan bentuk pita. Parenkim paratrakeal yaitu semua bentuk parenkim yang berhubungan dengan pori, yang meliputi tipe paratrakeal jarang, paratrakeal sepihak, vasisentrik, aliform, konfluen aliform, konfluen berpita, inisial dan terminal. Parenkim inisial dan terminal biasanya sukar dibedakan, maka kedua tipe ini sering disebut parenkim marginal.

Mungkin saja ditemukan dua atau lebih bentuk parenkim pada satu jenis saja, tetapi biasanya hanya salah satu di antaranya yang menonjol.

Sel parenkim seringkali dijumpai isi yang berupa getah atau resin yang mungkin berwarna gelap atau tidak, atau berupa tepung pati, dan silika dengan ukuran mulai dari kecil sampai sangat halus. Kristal yaitu zat yang mengandung senyawa kalsium banyak dijumpai dalam sel parenkim dan biasanya memiliki bentuk jajaran genjang (Sanusi, 1990^a).

4. Serabut

Serabut adalah sel-sel yang berbentuk panjang dengan ujung-ujung yang mengecil sampai meruncing. Pada kayu daun lebar dinamakan serabut dan pada kayu daun jarum disebut trakeida. Serabut berfungsi sebagai pemberi tenaga mekanik pada batang (Departemen Pertanian, 1976).

Modifikasi yang paling khas pada serabut kayu tarik adalah terbentuknya lapisan gelatin (lapisan G). Kebanyakan definisi kayu tarik didasarkan kepada adanya tipe dinding ini dalam serabut. Lapisan gelatin adalah suatu selubung mikrofibril selulosa yang tersusun dengan membentuk sudut 5° dengan sumbu panjang sel. Lapisan istimewa ini biasanya sama atau lebih tebal dari pada lapisan S_2 dari dinding sel yang normal, letaknya pada sisi lumen dalam dinding sel, kerap kali nampak melengkung dan mengembung dan sebagian terlepas dari lapisan-lapisan di bawahnya. Lapisan gelatin lebih reaktif terhadap cahaya dibandingkan dengan lapisan-lapisan pada kayu normal dan bisa nampak seperti gel yang jernih yang hampir mengisi seluruh rongga sel (Panshin *and* de Zeeuw, 1980). Selanjutnya

dikemukakan derajat kemiringan batang mempunyai pengaruh yang paling penting dalam perkembangan jumlah serabut gelatin. Kemiringan dan kecepatan pertumbuhan radial pada sisi kayu tarik berkolerasi positif dengan banyaknya serabut gelatin. Ini menunjukkan bahwa pada umumnya kayu tarik akan bertambah dengan bertambahnya kemiringan batang dan eksentrisitas penampang melintangnya. Adanya lapisan gelatin dalam dinding sel, menghasilkan dinding sel yang selalu lebih tebal dari kayu normal.

5. Jari-jari

Haygreen dan Bowyer (1989), mengatakan semua kayu mengandung jari-jari yang berfungsi sebagai jalan angkutan bagi cairan pohon dalam arah horisontal dari dan ke lapisan floem. Jari-jari ikut memberikan gambaran pada kayu yang dicirikan dengan pola jari-jari yang jelas pada penampang radial dan tangensialnya. Jari-jari juga berpengaruh pada sifat-sifat kayu, misalnya saja menghambat perubahan dimensi pada arah radial dan kehadirannya berpengaruh atas kenyataan bahwa pada pengeringan, penyusutan kayu pada arah radial lebih kecil daripada penyusutan kayu pada arah tangensial. Jari-jari memanjang dari kambium dan kulit ke arah dalam. Beberapa jari-jari terlihat sampai ke pusat batang.

Jari-jari kayu daun lebar seluruhnya terdiri atas sel parenkim, dengan perkecualiaan tipe jari-jari khusus yang disebut jari-jari agregat yang merupakan struktur gabungan jari-jari kecil, serabut, dan kadang-kadang pembuluh. Sel jari-jari parenkim bervariasi ukuran dan bentuknya. Jika sel jari-jari memiliki bentuk dan ukuran yang kurang lebih sama, maka jari-jari disebut homosellular, sedang jika

jari-jari mengandung lebih dari satu sel jari-jari parenkim, maka jari-jari disebut heterosellular (Sanusi, 1990^a). Selanjutnya dikatakan bahwa sel jari-jari yang memanjang ke arah radial disebut sel berbaring, sedang sel jari-jari yang berarah vertikal disebut jari-jari berdiri atau jari-jari tegak. Jari-jari homoselluler mungkin terdiri atas seluruhnya jari-jari berbaring, atau seluruhnya jari-jari tegak.

D. Dimensi Serat

Dimensi serat meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding serat. Berdasarkan data dimensi serat dapat dihitung nilai turunan serat, yaitu daya tenun, koefisien fleksibilitas, perbandingan runkel dan koefisien kekasaran (Sanusi, 1990^b). Variasi dimensi serat tergantung pada jenis kayu, posisinya dalam pohon, keadaan faktor lingkungan dan sifat genetik pohon (Priasukmana dan Silitonga, 1972). Selanjutnya dikemukakan pada kayu-kayu abnormal seperti kayu tekan dan kayu tarik terdapat perbedaan ukuran dimensi serat dibandingkan dengan kayu normal. Pada umumnya kayu tarik mempunyai serat lebih panjang, dinding sel tebal, dan diameter kecil. Sedangkan pada kayu tekan, seratnya lebih pendek, dinding sel tebal dan diameter besar.

Menurut Sanusi (1990^b), terdapat hubungan antara panjang serat dan kekuatan sobek kertas, artinya makin panjang serat kekuatan sobek makin tinggi. Serat yang berdiameter lumen besar mudah mengalami "*collapse*" pada proses penggilingan sehingga meningkatkan ikatan antara serat, dan kertas yang dihasilkan lebih kompak dan porositasnya rendah. Tebal dinding serat berpengaruh negatif terhadap kekuatan tarik dan kekuatan pecah kertas dan berpengaruh positif terhadap

sheet bulk. Koefisien fleksibilitas serat sangat berpengaruh terhadap kekuatan kertas yang dihasilkan artinya makin tinggi koefisien fleksibilitas, sifat-sifat kekuatan kertas makin baik.

III. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Oktober 2006 sampai Januari 2007. Pengambilan sampel dilakukan pada areal Kawasan Hutan Rakyat, Desa Kassa, Kecamatan Batu Lappa, Kabupaten Pinrang. Pengukuran dilakukan di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

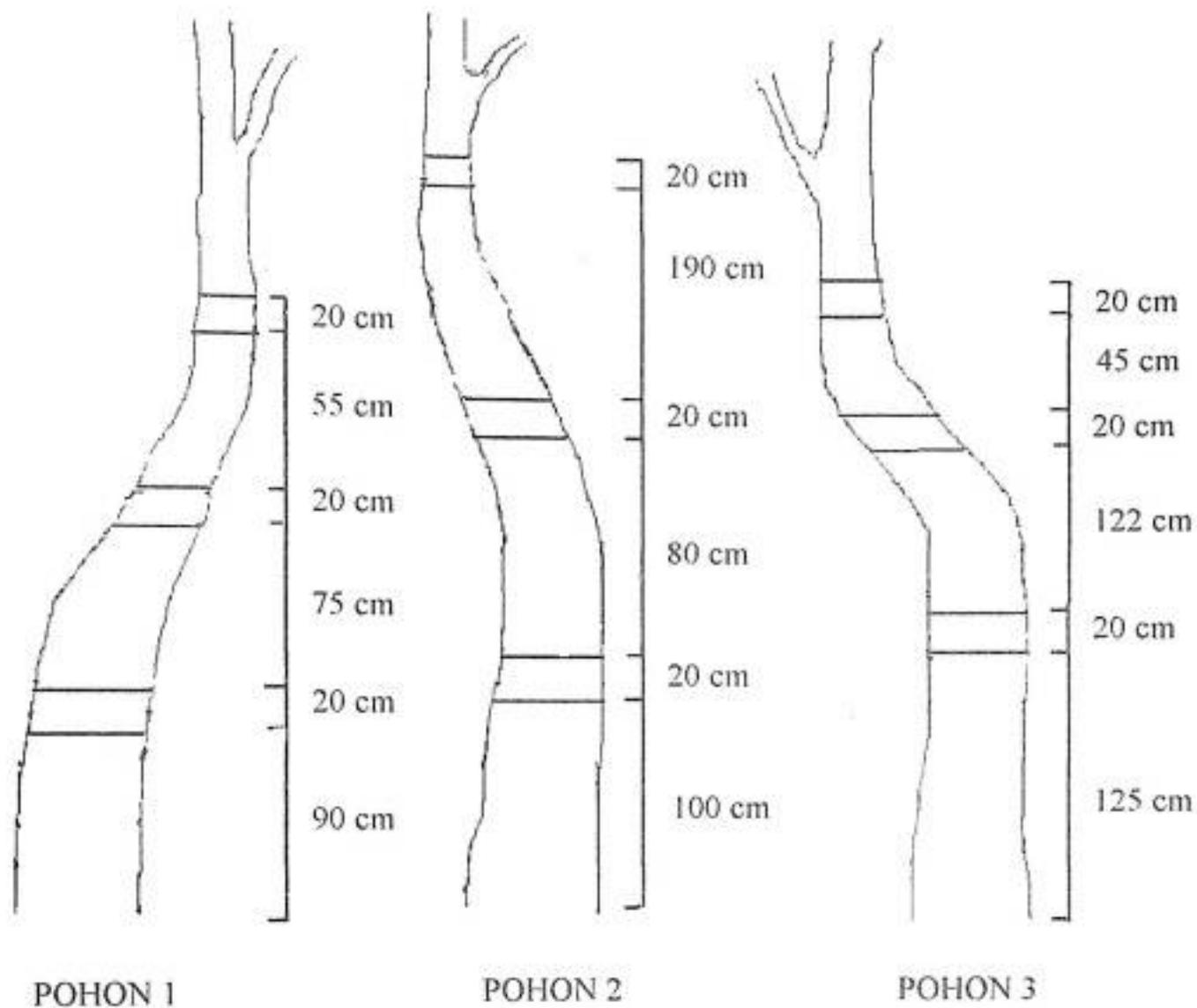
B. Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan meliputi peralatan di lapangan dan di laboratorium. Peralatan di lapangan berupa gergaji, parang, pita ukur, kantong plastik dan alat tulis menulis. Peralatan yang digunakan di laboratorium meliputi mikroskop dengan pembesaran 10x, dan 40x, foto-mikroskop, mikrotom, timbangan, *objek glass*, *deck glass*, pipet, cawan Petri, tabung reaksi, penangas air, stoples, label dan alat tulis menulis. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel kayu jati, alkohol 30%, 50%, 70%, 90%, asam asetat glacial (CH_3COOH), hydrogen peroksida (H_2O_2), zat pewarna safranin, aquades dan eukit.

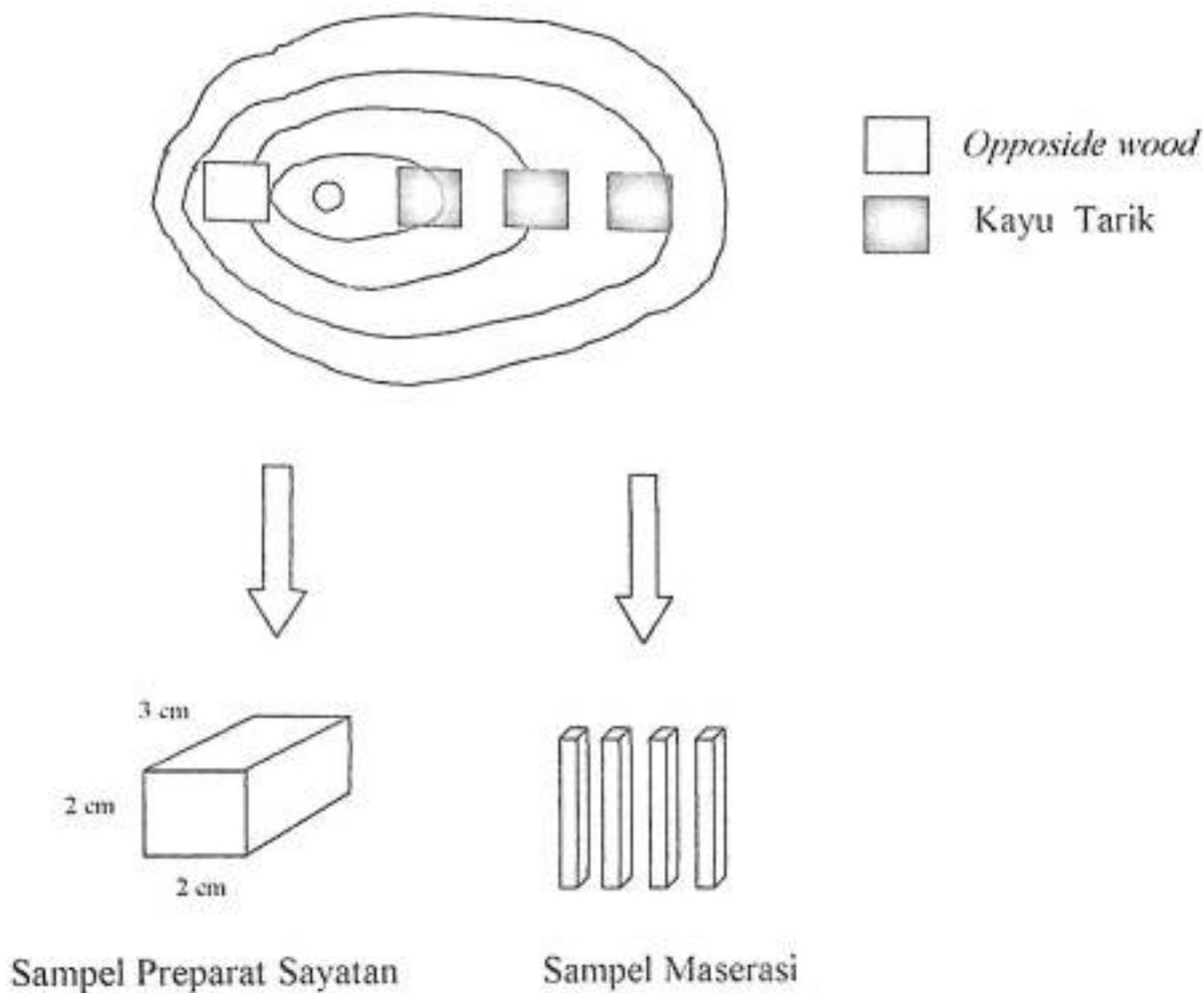
C. Metode Penelitian

1. Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan dengan memilih tiga pohon yang memiliki batang yang miring/bengkok. Masing-masing pohon kemudian dibuat lempengan setebal 5 cm pada tiga posisi, yaitu lempengan pada batang yang miring (bagian tengah batang), dan dua lempengan pada batang yang lurus (bagian bawah dan atas batang yang miring). Jarak antara lempengan dalam satu pohon maupun antara pohon lainnya tidak sama, ini disesuaikan dengan tinggi batang yang miring/bengkok. Cara pengambilan sampel dapat dilihat pada Gambar 1. Kemudian masing-masing lempengan dibuat contoh uji pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* sebagai pembanding. Jumlah contoh uji tergantung diameter batang yang menjadi sampel uji. Dari lempengan dibuat potongan berukuran (2x2x2,5) cm (Gambar 2) untuk keperluan pembuatan preparat sayatan dan untuk pembuatan preparat maserasi dibuat sampel berukuran sebesar tangkai korek api.



Gambar 1. Cara Pengambilan Sampel



Gambar 2. Cara pengambilan sampel.

2. Pembuatan Preparat Sayatan

Pengamatan struktur anatomi digunakan preparat sayatan yang dibuat dengan prosedur sebagai berikut : sampel direbus selama 2×6 jam dalam panci presto lalu direndam dalam alkohol gliserin 1:1 selama satu minggu. Setelah itu dilakukan penyayatan terhadap ketiga bidang pengamatan dengan menggunakan mikrotom setebal 15 – 25 mikron. Hasil sayatan diletakkan pada cawan Petri yang berisi aquadest kemudian dihidrasi dengan alkohol 30%, 10%, dan aquadest

masing-masing selama dua menit, kemudian memberikan zat warna safranin 2% selama 24 jam, lalu dicuci dengan aquades sampai bersih kemudian dihidrasi dengan alkohol 30%, 50%, 70%, dan 90% secara berturut-turut selama dua menit. Hasil sayatan tadi disusun pada *objek glass* kemudian ditetesi dengan eukit secukupnya lalu ditutupi dengan *deck glass*.

3. Maserasi

Preparat maserasi serat dilakukan dengan cara maserasi dengan prosedur sebagai berikut : sampel dibelah hingga sebesar batang korek api, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi, ditambahkan ke dalamnya campuran H_2O_2 dan CH_3COOH (1:1) sampai sampel kayu terendam. Setelah itu sampel dimasak hingga berwarna putih dan empuk. Kemudian sampel dikeluarkan dari tabung reaksi dan dimasukkan ke dalam cawan Petri lalu dicuci dengan aquades hingga bebas asam, dikeringkan airnya dengan cara disedot dengan menggunakan pipet. Kemudian serat dipisah-pisahkan, lalu ditambahkan safranin 2% dan dibiarkan beberapa jam. Setelah itu serat dicuci dengan aquades sampai zat warna yang berlebihan terbuang kemudian dihidrasi dengan alkohol 30%, 50%, 70%, dan 90% secara berturut-turut selama dua menit. Serat diatur pada *objek glass* dan ditetesi dengan eukit secukupnya kemudian ditutupi dengan *deck glass*.

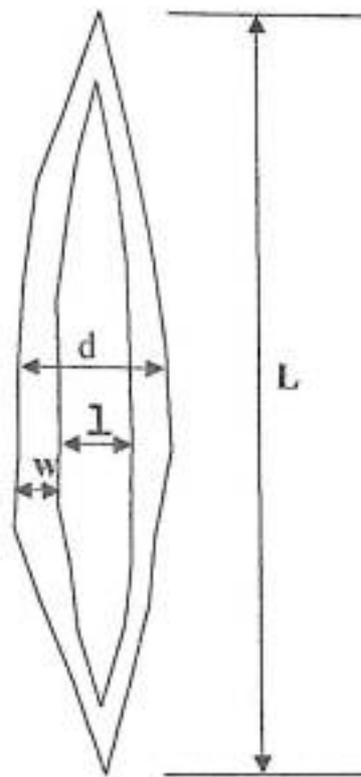
D. Pengamatan dan Pengukuran

I. Struktur Anatomi

Pengamatan dan pengukuran struktur anatomi dianalisis dengan hasil yang didapat melalui preparat mikrotom dengan menggunakan mikroskop berdasarkan komite Internasional Association of Wood Anatomist (IAWA) (Wheeler *et al.*, 1989). Pengamatan struktur anatomi meliputi pori, jari-jari, parenkim dan bidang perforasi. Pengukuran pori dilakukan dengan mengukur diameter pori sebanyak 25 pori per sampel dan frekuensi pori per mm² sebanyak 10 pori per sampel pada bidang lintang kayu. Di samping itu, dilakukan pengamatan terhadap penggabungan, dan susunan pori. Pengukuran jari-jari dilakukan dengan mengukur lebar sebanyak 25 jari-jari per sampel, tinggi jari-jari sebanyak 25 jari-jari per sampel dan frekuensi jari-jari per mm sebanyak 10 jari-jari per sampel pada bidang tangensial. Di samping itu juga dilakukan pengamatan terhadap tipe jari-jari. Pengamatan parenkim yaitu mengenai tipe parenkim yang dapat dilihat pada bidang lintang kayu.

2. Dimensi Serat

Dimensi serat ditetapkan berdasarkan hasil pengukuran dari preparat maserasi dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer. Adapun bagian-bagian yang diukur meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen, dan tebal dinding serat sebanyak 25 serat per sampel (Gambar 3). Banyaknya serat yang diukur pada masing-masing sampel ditentukan berdasarkan Wheeler *et al.* (1989). Serat yang diukur adalah serat utuh dan tidak terputus.



Gambar 3. Cara Pengukuran Serat

E. Pengolahan Data

Pengukuran dan pengamatan struktur anatomi dan dimensi serat dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan pilar dan mikrometer. Untuk pengamatan jumlah pori, jumlah jari-jari, parenkim, bidang perporasi dan panjang serat diukur dengan pembesaran 10x sedangkan untuk diameter serat, diameter lumen, tebal dinding serat, diameter pori, lebar jari-jari, dan tinggi jari-jari diukur dengan pembesaran 40x. Hasil yang diperoleh dari pengukuran panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding serat diolah lebih lanjut untuk mengetahui nilai turunan serat yaitu :

Runkel Ratio : $2w/l$

Felting Power : L/d

Flexibility Ratio : l/d

Coefficient of Rigidity : w/d

Muhlsteph Ratio : $\frac{d^2 - l^2}{d^2} \times 100 \%$

Keterangan :

L = panjang Serat

d = diameter serat

l = diameter lumen

w = tebal dinding

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

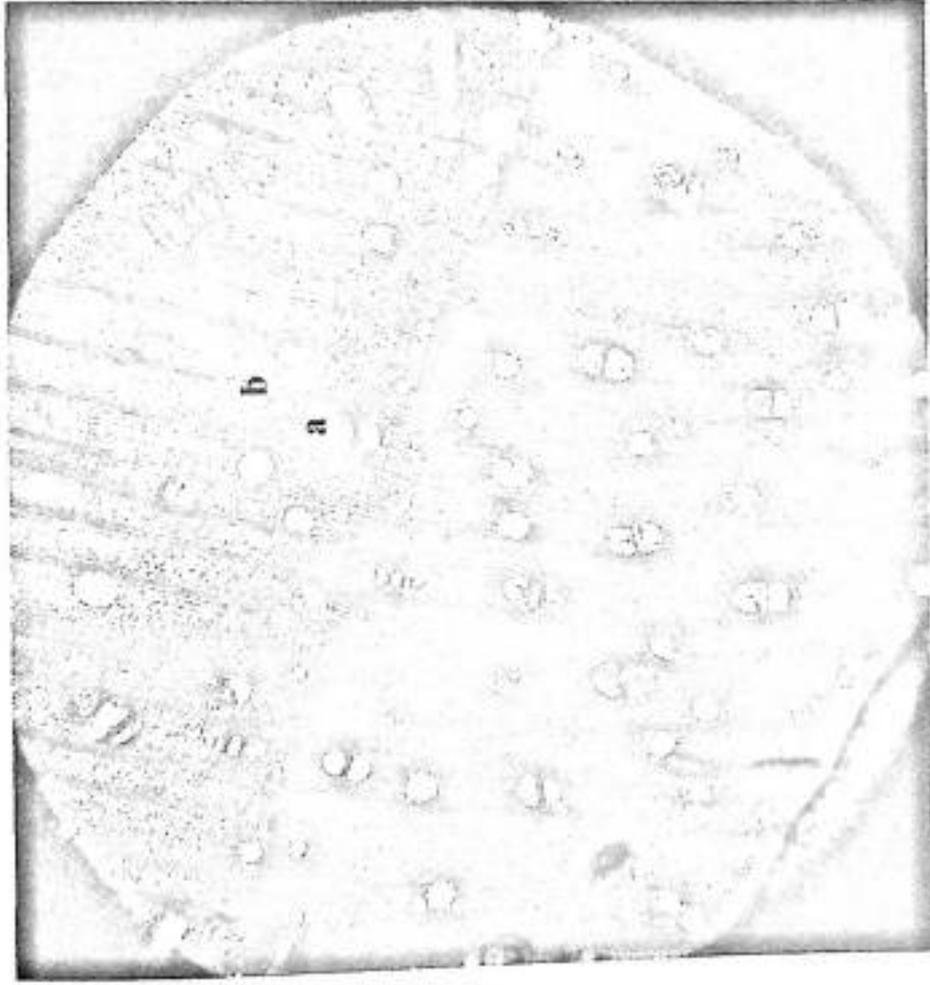
Hasil penelitian ini menunjukkan struktur anatomi kayu tarik dan *opposite*. Kayu tarik adalah kayu yang terbentuk pada sisi atas atau sisi tarikan batang-batang yang miring atau bengkok. Suatu tanda adanya kayu tarik pada potongan melintang yaitu mempunyai lingkaran-lingkaran tahun yang lebih lebar, sebaliknya daerah *opposite* terletak pada daerah pertumbuhan yang tertekan diseborang kayu tarik dengan lingkaran-lingkaran tahun yang lebih sempit (Gambar 4).



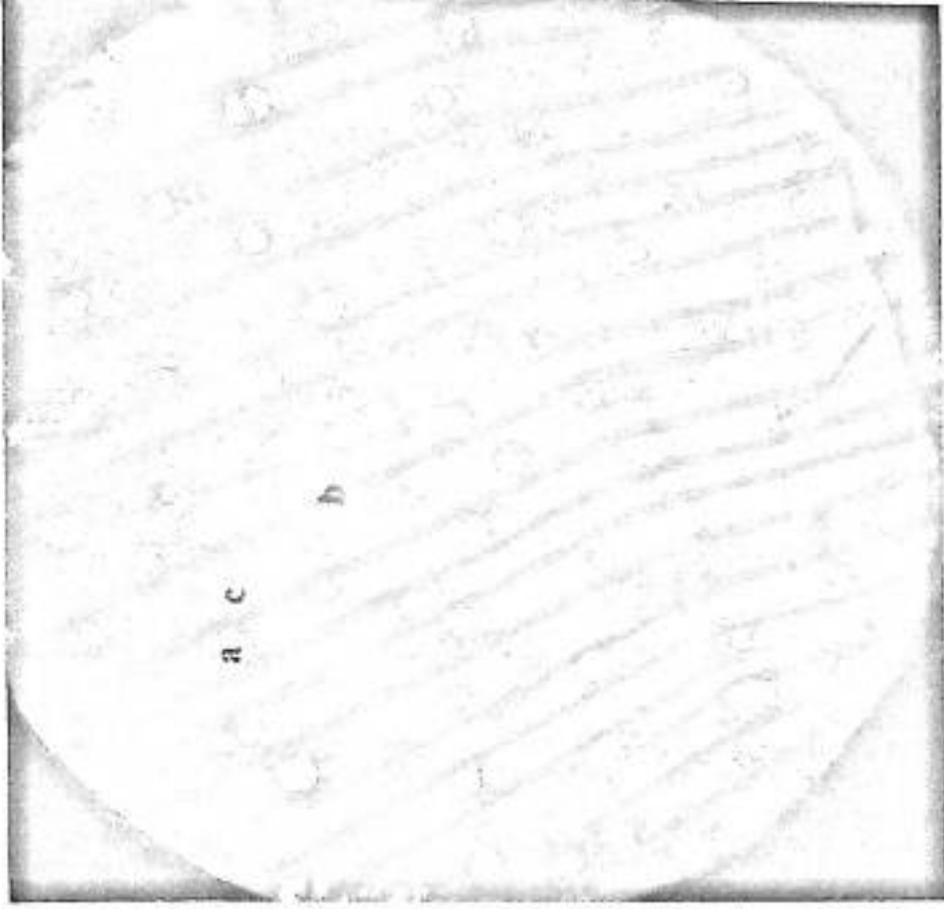
Gambar 4. Kayu Tarik pada Penampang Melintang Kayu yang Eksentrik

Hasil pengamatan pada penampang melintang batang (Gambar 4) menunjukkan bahwa ternyata lempeng bagian bawah, tengah dan atas mengandung kayu tarik dengan adanya lingkaran tumbuh yang lebih lebar, dengan lingkaran-lingkaran yang jauh lebih sempit pada sisi yang berlawanan (*opposite*). Sebagai akibatnya, empelur letaknya lebih dekat pada sisi bawah batang, dan ini menyebabkan batang menjadi eksentrik. Tampak bahwa kondisi eksentrik terdapat paling menyolok pada lempeng bagian tengah dan atas batang sedangkan lempeng bagian bawah batang agak konsentrik yaitu letak empelur agak ditengah batang.

Pada Gambar 5 dapat dilihat bahwa pada luasan $0,196 \text{ cm}^2$ (lingkaran), daerah kayu tarik memiliki satu lingkaran tumbuh (Gambar 5A), sebaliknya daerah *opposite* memiliki dua lingkaran tumbuh (Gambar 5B). Hal ini menunjukkan bahwa daerah kayu tarik memiliki lingkaran tumbuh yang lebih lebar daripada daerah *opposite*. Adanya lingkaran tumbuh yang lebih lebar pada daerah kayu tarik daripada daerah *opposite* disebabkan karena pada daerah kayu tarik mengalami pertumbuhan yang cepat sedangkan pada daerah *opposite* mengalami pertumbuhan yang lambat atau tertekan. Menurut Panshin *and* de Zeeuw (1980), kayu tarik biasanya terjadi pada bagian yang mengalami pertumbuhan yang paling cepat dari batang atau cabang yang kerap kali eksentrik bentuknya dengan radius yang lebih panjang pada sisi atas dari kemiringannya dan bagian yang pertumbuhannya tertekan terdapat di sisi bawah atau bagian yang berada disebelah kayu tarik disebut kayu *opposite*.



A (Daerah Kayu Tarik)



B (Daerah Opposite)

Keterangan :

- a : Pori
- b : Jari-jari
- c : Parenkim

Gambar 5. Daerah Kayu Tarik dan *Opposite* pada Penampang Melintang Kayu dengan Pembesaran 4x.

A. Struktur Anatomi

1. Pori

Berdasarkan hasil pengamatan pori secara kualitatif, diketahui bahwa frekuensi pori, diameter pori, penggabungan pori, dan penyebaran pori pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* relatif sama. Secara lengkap karakteristik pori pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* pada jati secara kuantitatif dan kualitatif disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Karakteristik Pori Kayu Jati pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite*.

Bagian Kayu	No.	Parameter Pengukuran / Pengamatan	Kuantitatif	Kualitatif
Kayu tarik	1.	Frekuensi pori (per mm ²)	4,79	Jarang
	2.	Diameter pori (μ)	133,84	Agak kecil
	3.	Penggabungan pori (%)	0.72	Soliter dan gabungan
	4.	Penyebaran pori	–	Tata baur
	5.	Bidang perforasi	–	Sederhana
<i>Opposite</i>	1.	Frekuensi pori (per mm ²)	5,08	Jarang
	2.	Diameter pori (μ)	136,19	Agak kecil
	3.	Penggabungan pori (%)	0.75	Soliter dan gabungan
	4.	Penyebaran pori	–	Tata baur
	5.	Bidang perforasi	–	Sederhana

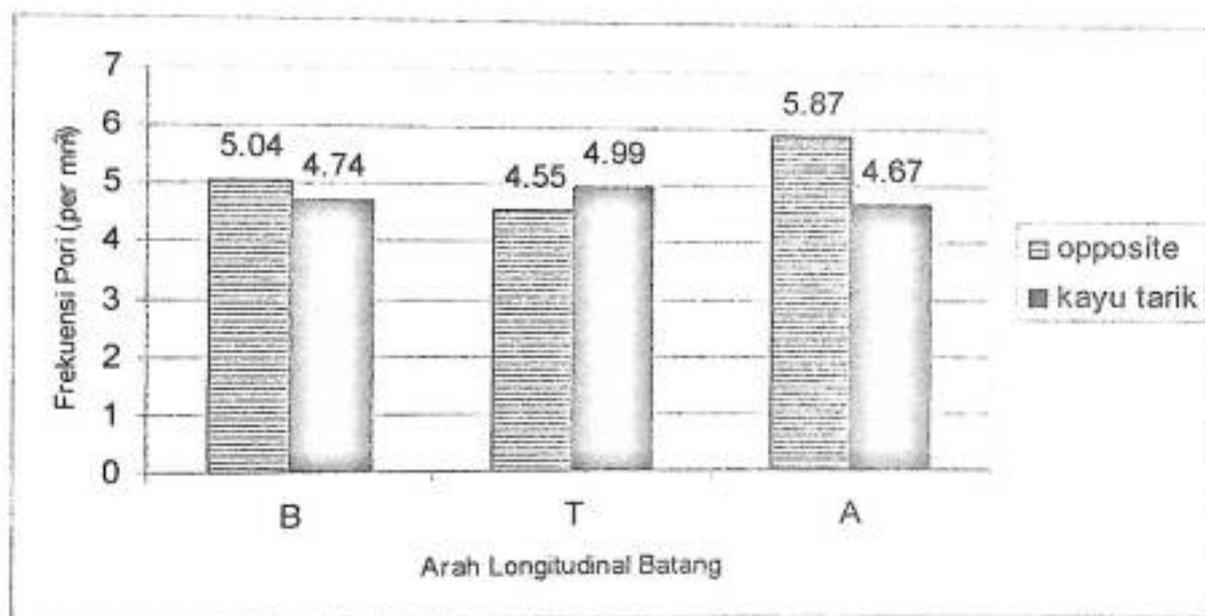
Pada Tabel 1 dapat dilihat bahwa secara kualitatif karakteristik pori pada daerah kayu tarik dan *opposite* relatif sama. Bila dibandingkan dengan kayu normal maka untuk frekuensi pori dan bidang perforasi relatif sama yaitu frekuensi pori jarang sampai agak jarang ($3-7/\text{mm}^2$), dan bidang perforasi sederhana sedangkan untuk diameter pori, penggabungan pori dan penyebaran pori tidak sama. Kayu normal memiliki diameter pori sangat kecil (20-40 mikron), Penggabungan pori sebagian besar soliter, penyebaran pori tata lingkaran.

a. Frekuensi Pori

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, frekuensi pori kayu tarik pada bagian bawah batang lebih rendah daripada bagian tengah batang kemudian menurun pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah $4,74 /\text{mm}^2$, $4,99 /\text{mm}^2$, dan $4,67 /\text{mm}^2$. Pada daerah *opposite* frekuensi pori pada bagian bawah batang lebih tinggi daripada bagian tengah batang kemudian meningkat pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan adalah $5,04 /\text{mm}^2$, $4,55 /\text{mm}^2$, dan $5,87 /\text{mm}^2$.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata frekuensi pori pada daerah kayu tarik lebih rendah daripada daerah *opposite* untuk bagian bawah batang dan bagian atas batang. Sedangkan pada bagian tengah batang frekuensi pori kayu tarik lebih tinggi daripada daerah *opposite* (Gambar 6). Menurut Zobel and Van Buijtenen (1989), frekuensi pori pada daerah kayu tarik lebih sedikit dan diameter lebih kecil daripada kayu normal. Pada bagian

tengah batang, frekuensi pori pada daerah kayu tarik lebih tinggi daripada daerah *opposite*, hal ini berlawanan dengan teori Zobel and Van Buijtenen (1989). Perbedaan ini mungkin disebabkan karena kayu pada masing-masing batang terbentuk dalam waktu yang tidak bersamaan sehingga menghasilkan frekuensi sel yang bervariasi. Menurut Panshin *and* de Zeeuw (1980), modifikasi jaringan tidak terbatas pada daerah kayu tarik dalam batang miring. Daerah *opposite* pada sisi bawah dari batang pohon miring memiliki serat pendek, tetapi hanya serat yang berpengaruh dalam kayu *opposite* pada beberapa batang pohon.



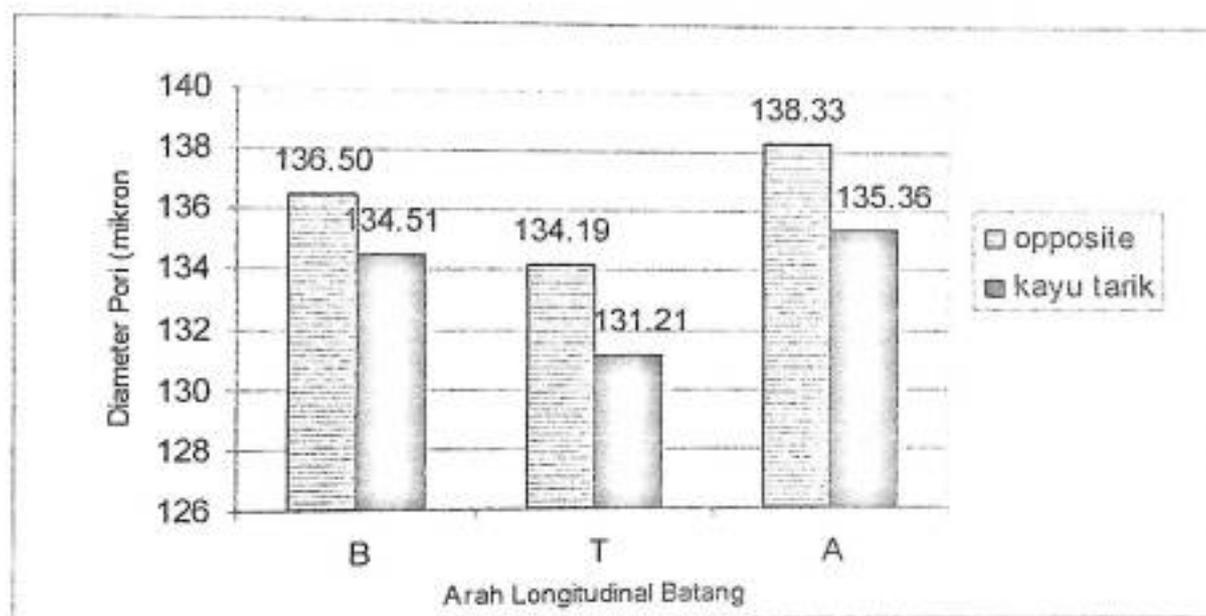
Gambar 6. Diagram Batang Frekuensi Pori pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.

b. Diameter Pori

Pada Gambar 7 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, diameter pori pada daerah kayu tarik dan *opposite* pada bagian bawah batang lebih besar daripada bagian tengah batang kemudian meningkat

pada bagian atas batang. Nilai diameter pori pada daerah kayu tarik secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 134,51 mikron, 131,21 mikron, dan 135,36 mikron. Sedangkan diameter pori pada daerah *opposite* adalah 136,50 mikron, 134,19 mikron, dan 138,33 mikron.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata diameter pori pada daerah kayu tarik lebih kecil daripada pada daerah *opposite*. Hal ini sesuai dengan pernyataan Panshin *and* de Zeeuw (1980), bahwa kayu tarik memiliki diameter pori lebih kecil daripada kayu normal.



Gambar 7. Diagram Batang Diameter Pori pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.

2. Jari-Jari

Berdasarkan hasil pengamatan jari-jari secara kualitatif, diketahui bahwa frekuensi jari-jari, tinggi jari-jari, dan tipe jari-jari pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* relatif sama sedangkan lebar jari-jari tidak sama. Secara lengkap

karakteristik jari-jari pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* pada jati secara kuantitatif dan kualitatif disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Karakteristik Jari-Jari Kayu Jati pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite*.

Bagian kayu	No.	Parameter Pengukuran / pengamatan	Kuantitatif	kualitatif
Kayu tarik	1.	Frekuensi jari-jari (per mm)	4,34	Jarang
	2.	Lebar jari-jari (μ)	102,35	Lebar
	3.	Tinggi jari-jari (mm)	0,82	Sangat pendek
	4.	Tipe jari-jari	–	Homogen (Radial) Multiseriat (Tangensial)
<i>opposite</i>	1.	Frekuensi jari-jari (per mm)	4,20	Jarang
	2.	Lebar jari-jari (μ)	74,28	Agak lebar
	3.	Tinggi jari-jari (mm)	0,75	Sangat pendek
	4.	Tipe jari-jari	–	Homogen (Radial) Multiseriat (Tangensial)

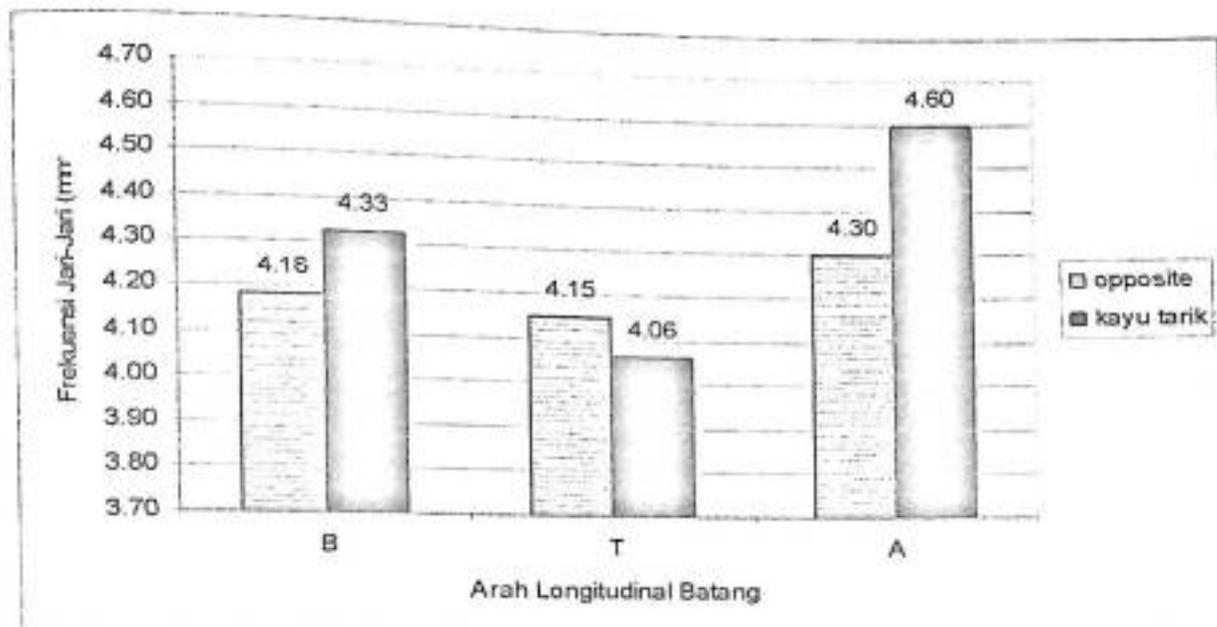
Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa secara kualitatif karakteristik jari-jari pada daerah kayu tarik dan *opposite* relatif sama untuk frekuensi, tinggi, dan tipe jari-jari sedangkan untuk lebar jari-jari tidak sama. Bila dibandingkan dengan kayu normal maka antara kayu normal dengan kayu tarik relatif sama untuk frekuensi, tinggi dan tipe jari-jari, dimana kayu normal memiliki frekuensi jari-jari jarang (4-6/mm), lebar jari-jari agak lebar (50-100 mikron), tinggi jari-jari sangat pendek sampai pendek (500-2000 mikron), dan tipe jari-jari adalah homogen. Sedangkan untuk

lebar jari-jari tidak sama dimana kayu normal memiliki lebar jari-jari agak lebar (50-100 mikron) dan kayu tarik lebar.

a Frekuensi Jari-Jari

Pada Gambar 8 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, frekuensi jari-jari pada daerah kayu tarik dan *opposite* pada bagian bawah batang lebih tinggi daripada bagian tengah batang kemudian meningkat pada bagian atas batang. Nilai frekuensi jari-jari pada daerah kayu tarik secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 4,33/mm, 4,06/mm dan 4,60/mm. Sedangkan frekuensi jari-jari pada daerah *opposite* adalah 4,18/mm, 4,15/mm dan 4,30/mm.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata frekuensi jari-jari pada daerah kayu tarik lebih tinggi daripada daerah *opposite* untuk bagian bawah batang dan bagian atas batang. Menurut Zobel and Van Buijtenen (1989), frekuensi jari-jari pada daerah kayu tarik lebih banyak daripada kayu normal. Sedangkan pada bagian tengah batang frekuensi jari-jari kayu tarik lebih rendah daripada daerah *opposite* (Gambar 8). Menurut Haygreen dan Bowyer (1987), kayu tarik memiliki jari-jari yang lebih sedikit daripada kayu normal. Hal ini berarti bahwa antara kayu tarik dan *opposite* memiliki frekuensi jari-jari yang bervariasi pada posisi yang berbeda dalam pohon yang sama.

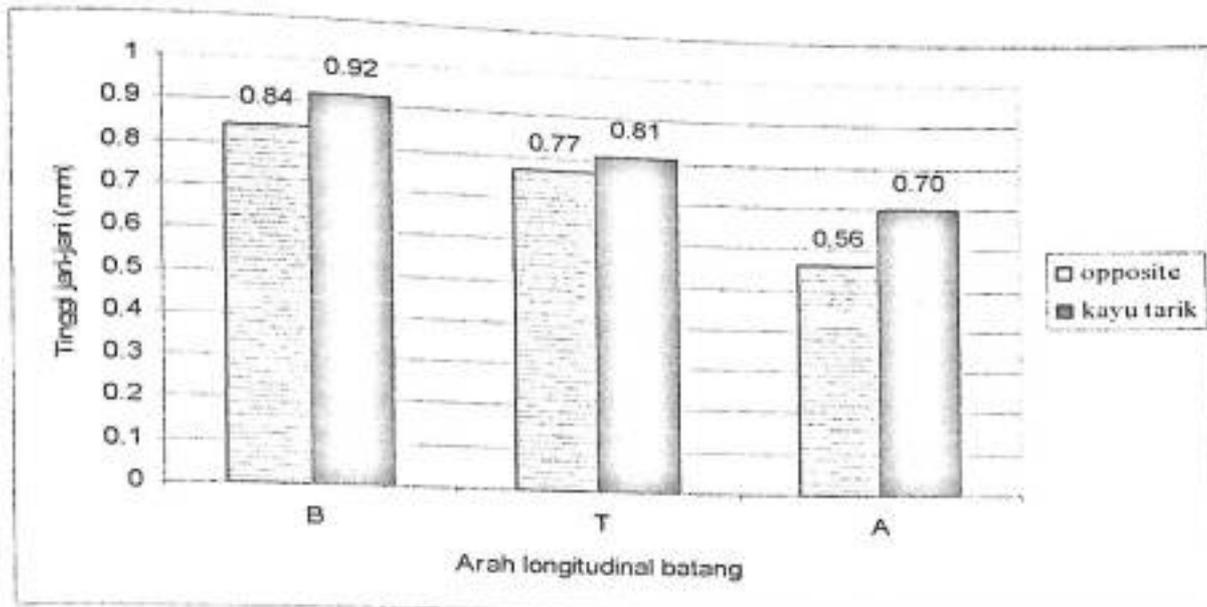


Gambar 8. Diagram Batang Frekuensi Jari-Jari pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.

b. Tinggi Jari-Jari

Pada Gambar 9 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, tinggi jari-jari pada daerah kayu tarik dan *opposite* pada bagian bawah batang lebih tinggi daripada bagian tengah batang kemudian menurun pada bagian atas batang. Nilai tinggi jari-jari pada daerah kayu tarik secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 0,92 mm, 0,81 mm dan 0,70 mm. Sedangkan tinggi jari-jari pada daerah *opposite* adalah 0,84 mm, 0,77 mm dan 0,56 mm.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata tinggi jari-jari pada daerah kayu tarik lebih tinggi daripada daerah *opposite*. Menurut Panshin and de Zeeuw (1980), jari-jari kayu daun lebar memiliki tinggi dan ukuran yang bervariasi pada posisi yang berbeda dalam pohon yang sama.



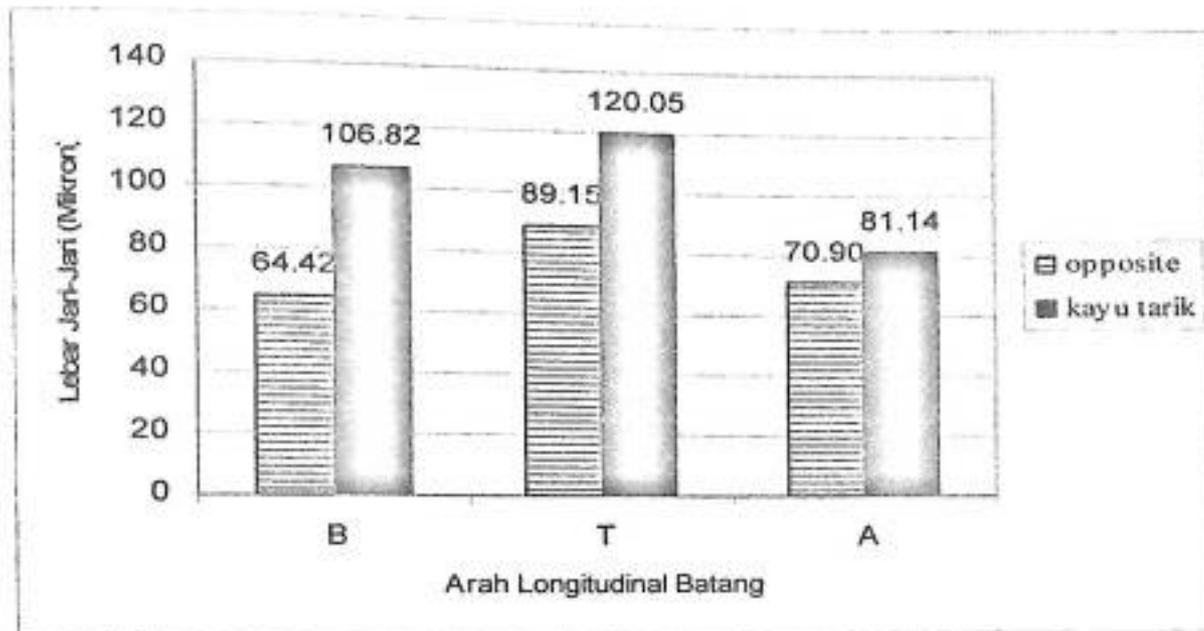
Gambar 9. Diagram Batang Tinggi Jari-Jari pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.

c. Lebar Jari-Jari

Pada Gambar 10 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, lebar jari-jari pada daerah kayu tarik dan *opposite* pada daerah kayu tarik pada bagian bawah batang lebih sempit daripada bagian tengah batang kemudian menurun pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 106,82 mikron, 120,05 mikron dan 81,14 mikron. Pada daerah *opposite* lebar jari-jari pada bagian bawah batang lebih sempit daripada bagian tengah batang kemudian agak sempit pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan adalah 64,42 mikron, 89,15 mikron dan 70,90 mikron.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata lebar jari-jari pada daerah kayu tarik lebih lebar daripada pada daerah *opposite*, ternyata hal ini berlawanan dengan teori Panshin and de Zeeuw (1980) yang menyatakan

bahwa jari-jari dalam kayu tarik berkurang besarnya. Perbedaan ini diduga karena perbedaan di antara spesies. Lebar jari-jari antara kayu tarik dan *opposite* dapat dilihat pada Gambar 10 dan 11.



Gambar 10. Diagram Batang Lebar Jari-Jari pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.



Daerah Kayu Tarik



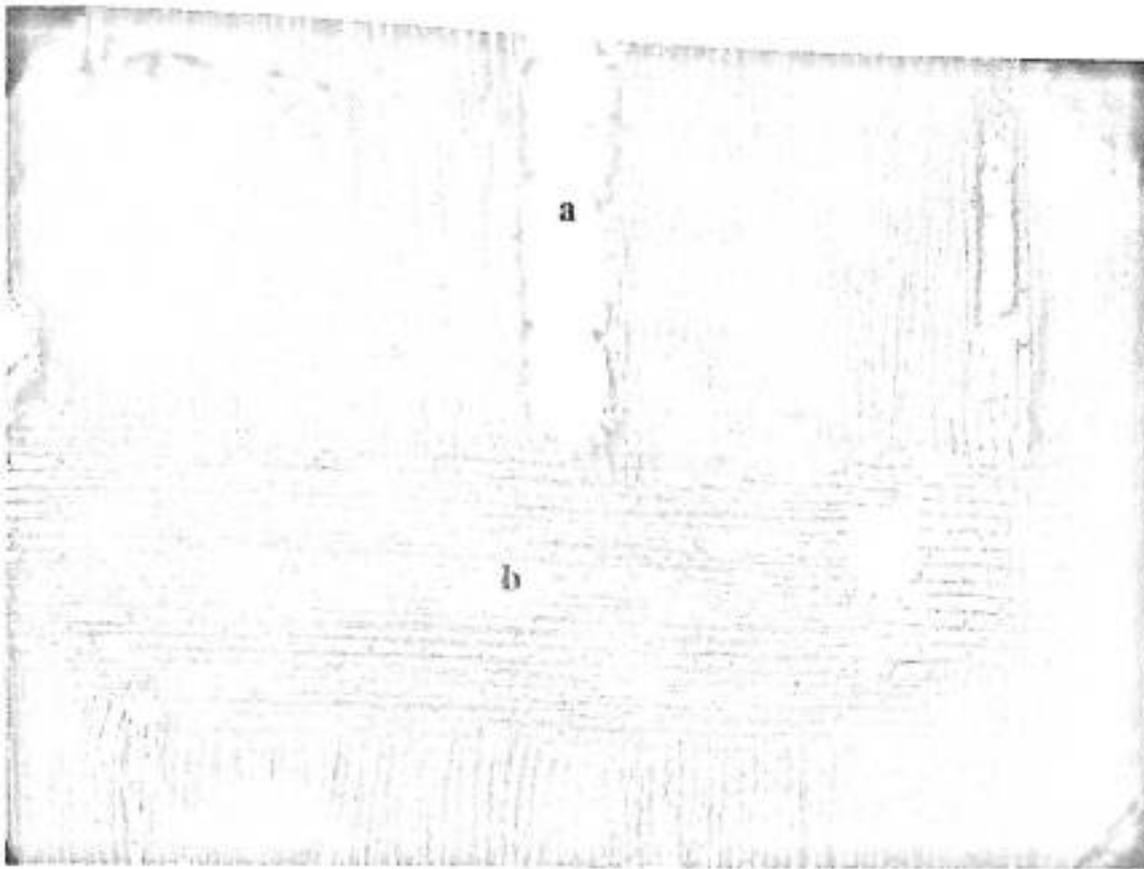
Daerah *Opposite*

Keterangan :

a : Pori

b : Jari-jari multiseriat

Gambar 11. Daerah Kayu Tarik dan *Opposite* pada Bidang Tangensial dengan Pembesaran 40x



Keterangan :

a : Pori

b : Jari-jari homogen

Gambar 12. Bidang Radial

3. Parenkim

Hasil pengamatan pada bidang melintang batang menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan parenkim antara daerah kayu tarik dan daerah *opposite*. Parenkim pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* adalah tipe parenkim bentuk pita marjinal. Parenkim marjinal adalah parenkim pita yang letaknya pada awal lingkaran tahun atau akhir lingkaran tahun, seperti ditunjukkan dalam Gambar 13.



Parenkim Pita Marjinal

Gambar 13. Parenkim Bentuk Pita Marjinal.

B. Dimensi Serat dan Turunannya

Berdasarkan hasil pengamatan dimensi serat dan turunannya diketahui bahwa panjang serat, diameter serat, tebal dinding serat, diameter lumen, *Runkel Ratio*, *Felting Power*, *Muhlstep Ratio*, *Flexibility Ratio* dan *Coefficient of Rigidity* pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* relatif sama. Secara lengkap karakteristik dimensi serat dan turunannya pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Karakteristik Serat dan Turunannya pada Daerah Kayu Tarik dan *Opposite*.

Bagian kayu	Karakteristik Serat dan Turunannya	Kuantitatif	Kualitatif
Kayu tarik	Panjang serat (μ)	1147,30	Sedang (IAWA)
	Diameter serat (μ)	18,87	Sedang (Klemm)
	Tebal dinding serat (μ)	4,57	-
	Diameter Lumen (μ)	9,73	-
	<i>Runkel Ratio</i>	0,94	Kelas III
	<i>Felting Power</i>	60,80	Kelas III
	<i>Muhlstep Ratio</i> (%)	73,41	Kelas III
	<i>Flexibility Ratio</i>	0,52	Kelas III
<i>Opposite</i>	<i>Coefficient of Rigidity</i>	0,24	Kelas IV
	Panjang serat (μ)	1038,38	Sedang (IAWA)
	Diameter serat (μ)	19,18	Sedang (Klemm)
	Tebal dinding serat (μ)	4,13	-
	Diameter Lumen (μ)	10,92	-
	<i>Runkel Ratio</i>	0,76	Kelas III
	<i>Felting Power</i>	54,14	Kelas III

Bagian kayu	Karakteristik Serat dan Turunannya	Kuantitatif	Kualitatif
<i>Opposite</i>	<i>Muhlstep Ratio (%)</i>	67,59	Kelas III
	<i>Flexibility Ratio</i>	0,57	Kelas III
	<i>Coefficient of Rigidity</i>	0,22	Kelas IV

Pada Tabel 3 dapat dilihat bahwa secara kualitatif karakteristik serat dan turunannya pada daerah kayu tarik dan *opposite* relatif sama. Bila dibandingkan dengan kayu normal maka untuk panjang serat dan diameter serat relatif sama yaitu panjang serat sedang (1316 mikron) dan diameter serat (24,8 mikron) sedangkan untuk tebal dinding serat, diameter lumen dan turunan serat tidak sama dimana kayu normal memiliki tebal dinding serat lebih tipis (3,3 mikron) daripada kayu tarik dan *opposite*, diameter lumen lebih lebar (18,2 mikron) daripada kayu tarik dan *opposite*. Nilai turunan serat kayu normal adalah *Runkel ratio* (kelas III), *felting power* (kelas III), *muhlstep ratio* (kelas III), *flexibility ratio* (kelas III), dan *coeficient of rigidity* (kelas IV).

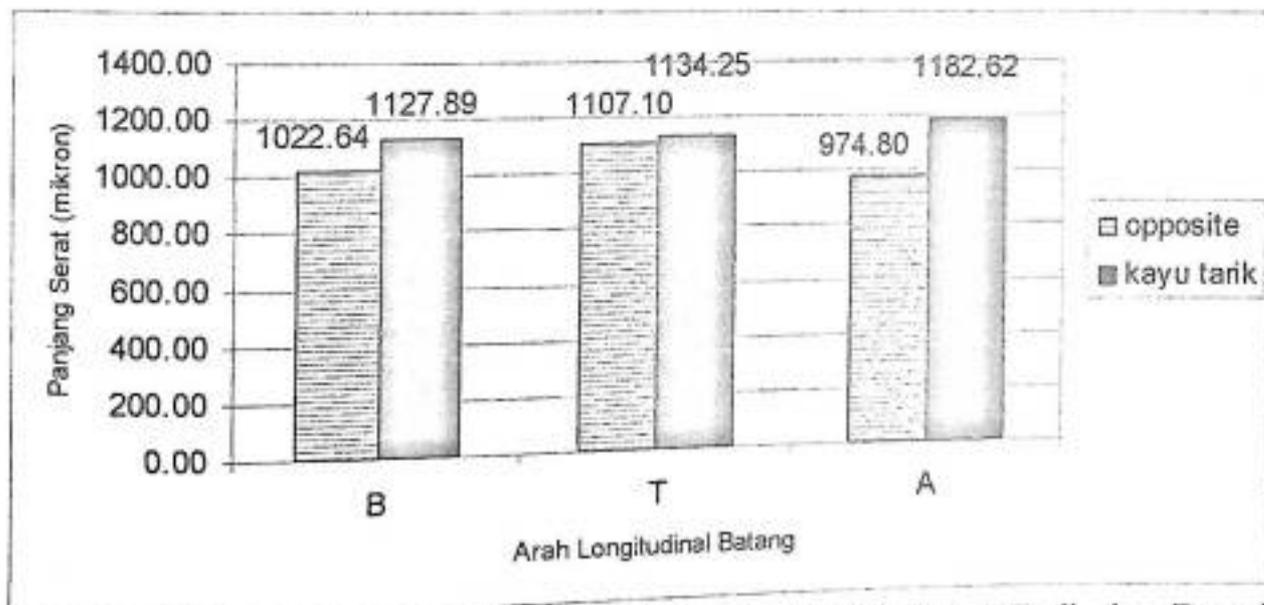


Gambar 14. Serat Kayu Jati

1. Panjang serat

Pada Gambar 15 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, panjang serat pada daerah kayu tarik pada bagian bawah batang ke bagian atas batang semakin panjang, dengan nilai secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 1127,89 mikron, 1134,25 mikron dan 1182,62 mikron. Pada daerah *opposite* panjang serat pada bagian bawah batang lebih rendah daripada bagian tengah batang kemudian menurun pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan adalah 1022,64 mikron, 1107,10 mikron dan 974,80 mikron.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata panjang serat pada daerah kayu tarik lebih panjang daripada pada daerah *opposite* (Gambar 15). Menurut Panshin *and* de Zeeuw (1980), serat kayu tarik lebih panjang, sebaliknya daerah pertumbuhan yang tertekan disebelah kayu tarik mempunyai serat yang lebih pendek.



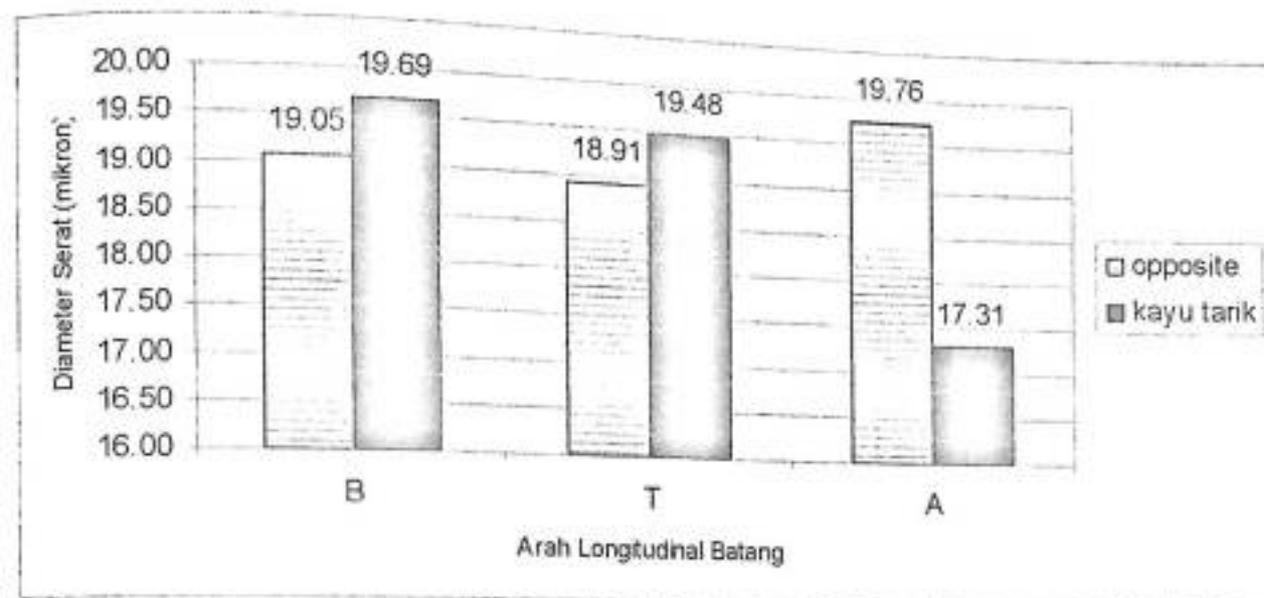
Gambar 15. Diagram Batang Panjang Serat pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang

2. Diameter Serat

Pada Gambar 16 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, diameter serat pada daerah kayu tarik pada bagian bawah batang ke bagian atas batang semakin kecil, dengan nilai secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 19,69 mikron, 19,48 mikron dan 17,31 mikron. Pada daerah *opposite* diameter serat pada bagian bawah batang lebih lebar daripada bagian tengah batang kemudian meningkat pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan adalah 19,05 mikron, 18,91 mikron dan 17,31 mikron.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata diameter serat pada daerah kayu tarik lebih lebar daripada pada daerah *opposite* untuk bagian bawah batang dan bagian tengah batang. Kemudian pada bagian atas batang diameter serat pada daerah kayu tarik lebih sempit daripada daerah *opposite*. Panshin *and de Zeeuw* (1980) menyatakan bahwa serat kayu tarik mempunyai diameter yang lebih kecil dan persentase serat jauh lebih besar daripada dalam kayu normal. Pada bagian bawah batang dan tengah batang diameter serat pada daerah kayu tarik lebih lebar daripada daerah *opposite*, hal ini berlawanan dengan pernyataan Panshin *and de Zeeuw* (1980). Hal ini diduga karena pada bagian bawah batang dan tengah batang pada daerah kayu tarik tidak seluruhnya tersusun atas jaringan kayu tarik. Selanjutnya dikemukakan bahwa kayu tarik dapat terbentuk setiap saat selama kehidupan pohon, tetapi pohon-pohon muda terutama peka terhadap pembentukannya, ini disebabkan terutama karena pohon muda adalah

lentur, kecil dan mudah dilengkungkan oleh salju es, angin atau karena perubahan-perubahan cahaya (Panshin and de Zeeuw, 1980).



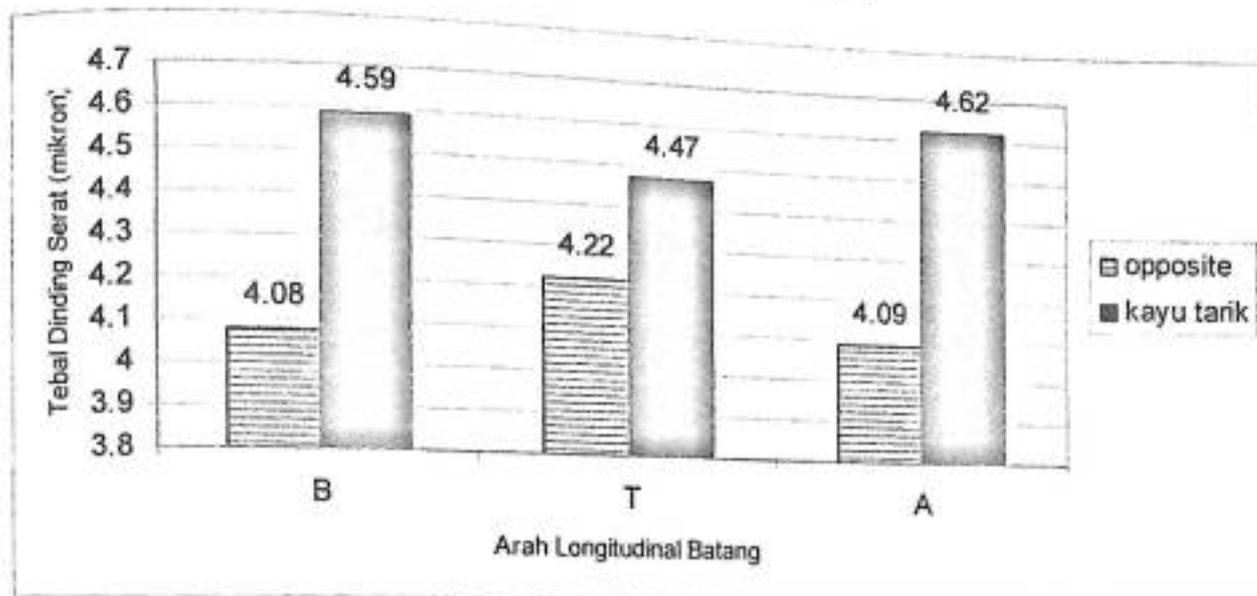
Gambar 16. Diagram Batang Diameter Serat pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.

3. Tebal Dinding Serat

Pada Gambar 17 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, tebal dinding serat pada daerah kayu tarik pada bagian bawah batang lebih tebal daripada bagian tengah batang kemudian meningkat pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 4,59 mikron, 4,47 mikron dan 4,62 mikron. Pada daerah *opposite* tebal dinding serat pada bagian bawah batang lebih tipis daripada bagian tengah batang kemudian agak menurun pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan adalah 4,08 mikron, 4,22 mikron dan 4,09 mikron.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata tebal dinding serat pada daerah kayu tarik lebih tebal dari pada daerah *opposite* (Gambar

17). Hal ini sejalan yang dikemukakan Priasukmana dan Silitonga (1972) bahwa pada umumnya kayu tarik mempunyai dinding sel tebal.



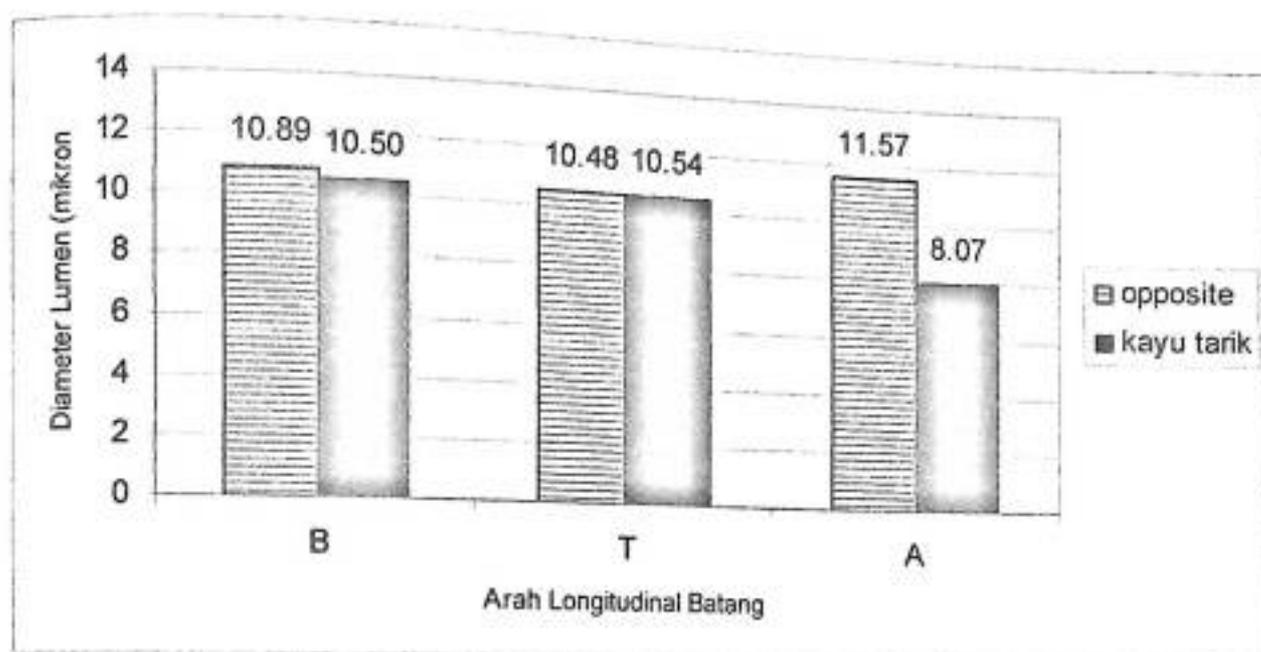
Gambar 17. Diagram Batang Tebal Dinding Serat pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.

4. Diameter Lumen

Pada Gambar 18 menunjukkan bahwa pada berbagai posisi ketinggian dalam batang, diameter lumen pada daerah kayu tarik pada bagian bawah lebih kecil daripada bagian tengah batang kemudian menurun pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan dari bawah ke atas batang adalah 10,50 mikron, 10,54 mikron dan 8,07 mikron. Pada daerah *opposite* diameter lumen pada bagian bawah batang lebih lebar daripada bagian tengah batang kemudian meningkat pada bagian atas batang, dengan nilai secara berurutan adalah 10,87 mikron, 10,48 mikron dan 11,57 mikron.

Pada daerah kayu tarik dan *opposite* di setiap lempeng ternyata diameter lumen pada daerah kayu tarik lebih kecil daripada pada daerah *opposite* untuk

bagian bawah batang dan bagian atas batang. Sedangkan pada bagian tengah batang diameter lumen kayu tarik lebih besar daripada daerah *opposite*.



Gambar 18. Diagram Batang Diameter Lumen pada Daerah Kayu Tarik dan Daerah Kayu *Opposite* pada Arah Longitudinal dalam Batang.

5. Turunan Serat

Berdasarkan pengamatan dimensi serat dapat diketahui klasifikasi turunan serat pada daerah kayu tarik dan *opposite*. Nilai *Runkel Ratio* pada daerah kayu tarik dan *opposite* adalah 0,94 dan 0,76 sehingga jika dihubungkan dengan kelas *Runkel Ratio* termasuk kelas III. Nilai *Felting Power* pada daerah kayu tarik dan *opposite* adalah 60,80 dan 54,14 termasuk kategori kelas III dan nilai *Muhlstep Ratio (%)* pada daerah kayu tarik dan *opposite* adalah 73,41 dan 67,59 termasuk dalam kelas III. Sedangkan nilai *Flexibility Ratio* pada daerah kayu tarik dan *opposite* adalah 0,52 dan 0,57 termasuk kelas III dan nilai *Coefisien of Rigidity* pada daerah kayu tarik dan *opposite* adalah 0,24 dan 0,22 termasuk kelas IV. Hal

ini berarti bahwa kayu tarik dan *opposite* merupakan kayu yang kurang baik digunakan untuk pulp atau kertas karena menghasilkan kekuatan yang rendah pada lembaran pulp dan kertas. Jayme dan Harders-Steinhauser (1953) dalam Haygreen dan Bowyer (1989), menyatakan bahwa pulp yang banyak mengandung kayu tarik menghasilkan kertas yang lebih lemah daripada pulp normal.

C. Pembahasan Secara Umum

Secara umum bahwa pori, jari-jari kecuali lebar jari-jari, dan dimensi serat secara kualitatif pada kayu tarik dan *opposite* relatif sama sedangkan secara kuantitatif tidak sama, dimana untuk frekuensi pori kayu tarik (4,79/mm²) rata-rata lebih rendah daripada *opposite* (5,08/mm²). Hal ini sesuai dengan pernyataan Zobel and Van Buijtenen (1989) bahwa frekuensi pori pada daerah kayu tarik lebih sedikit dan diameter lebih kecil daripada kayu normal. Tetapi dilihat dari masing-masing bagian batang yaitu bawah, tengah, dan atas batang memperlihatkan adanya variasi frekuensi pori. Untuk diameter pori kayu tarik (133,84 mikron) rata-rata lebih kecil daripada *opposite* (136,19 mikron). Frekuensi jari-jari kayu tarik (4,34/mm) rata-rata lebih tinggi daripada *opposite* (4,20/mm). Hal ini sesuai dengan pernyataan Zobel and Van Buijtenen (1989) bahwa frekuensi jari-jari pada kayu tarik lebih banyak daripada kayu normal. Tetapi dilihat dari masing-masing bagian batang yaitu bawah, tengah, dan atas batang memperlihatkan adanya variasi frekuensi jari-jari. Lebar jari-jari (102,35 mikron) kayu tarik rata-rata lebih tinggi daripada lebar jari-jari (74,28 mikron) kayu *opposite*. Ternyata hal ini berlawanan dengan teori

Panshin and de Zeeuw (1980) yang menyatakan bahwa jari-jari dalam kayu tarik berkurang besarnya. Perbedaan ini diduga karena perbedaan di antara spesies. Tinggi jari-jari (0,82 mm) kayu tarik rata-rata lebih tinggi daripada tinggi jari-jari (0,75 mm) kayu *opposite*. Panjang serat (1147,30 mikron), dan tebal dinding serat (4,57 mikron) kayu tarik rata-rata lebih tinggi daripada panjang serat (1038,38 mikron), dan tebal dinding serat (4,13 mikron) kayu *opposite*. Menurut Panshin and de Zeeuw (1980), serat kayu tarik lebih panjang, sebaliknya daerah pertumbuhan yang tertekan diseberang kayu tarik mempunyai serat yang lebih pendek. Diameter serat (18,87 mikron), dan diameter lumen (9,73 mikron) kayu tarik rata-rata lebih rendah daripada diameter serat (19,18 mikron), dan diameter lumen (10,92 mikron) kayu *opposite*. Dilihat dari turunan serat, maka kayu tarik dan *opposite* memiliki *Runkel ratio* dalam kelas III, *felting power* dalam kelas III, *muhlstep ratio* dalam kelas III, *flexibility ratio* dalam kelas III, dan *coeficient of regidity* dalam kelas IV. Hal ini berarti bahwa kayu tarik dan *opposite* pada jati kurang baik jika digunakan untuk kertas karena kertas yang dibuat dari serbut kayu tarik memiliki kekuatan yang rendah.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Daerah kayu tarik pada permukaan melintang batang ditunjukkan dengan lingkaran tahun yang lebih lebar dibandingkan dengan daerah *opposite*.
2. Frekuensi pori, diameter pori, diameter serat, diameter lumen pada daerah kayu tarik lebih rendah daripada daerah *opposite*.
3. Frekuensi jari-jari, tinggi jari-jari, lebar jari-jari, panjang serat, tebal dinding serat pada daerah kayu tarik lebih tinggi daripada daerah *opposite*.
4. Nilai turunan serat pada daerah kayu tarik dan daerah *opposite* relatif sama yaitu *Runkel ratio* (kelas III), *felting power* (kelas III), *muhlstep ratio* (kelas III), *flexibility ratio* (kelas III), dan *coeficient of rigidity* (kelas IV).

B. Saran

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada bagian bawah dan bagian atas batang yang dianggap batang normal masih terdapat kayu tarik, sehingga perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap persen kayu tarik dan normal serta sifat-sifat kayu sepanjang bagian pohon.

DAFTAR PUSTAKA

- Atmosuseno, B.S. dan Duljapar, K. 1996. **Kayu Komersial**. PT Penebar Swadaya. Jakarta.
- Daniel, T.W., Helms, J.A. dan Baker, F.S. 1979. **Prinsip-Prinsip Silvikultur**. Diterjemahkan Oleh Dr. Ir. Djoko Marsono. Gadjah Madah University Press. Yogyakarta.
- Departemen Pertanian. 1976. **Vedemecum Kehutanan Indonesia**. Direktorat Jenderal Kehutanan Departemen Pertanian, Jakarta.
- Dumanauw, J.F. 1996. **Mengenal Kayu**. Penerbit Kanisius, Yogyakarta.
- Fahn, A. 1982. **Anatomi Tumbuhan**. Diterjemahkan Oleh Ir. Ahmad Soediarso. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Fengel D., dan Wegener G. 1984. **Kayu; Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi**. Diterjemahkan Oleh Dr. Hardjono Sastrohamidjojo. Gadjah Madah University Press. Yogyakarta.
- Haygreen, J.G., dan Bowyer J.L. 1989. **Hasil Hutan dan Ilmu Kayu**. Suatu Pengantar. Diterjemahkan Oleh S. A. Hadikusuma. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Mandang, Y.I. dan Pandit, I.K.N. 1997. **Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di Lapangan**. Yayasan PROSEA, Bogor.
- Martawijaya, A., Kartasujana, I., Kadir, K., Prowira, S.A. 1981. **Atlas Kayu Indonesia**. Departemen Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Pandit, I.K.N. dan Ramdan H. 2002. **Anatomi Kayu**. Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan, IPB. Bogor.
- Panshin, A.J. dan C. de Zeeuw. 1980. **Textbook of Wood Technology**. 14 Ed. McGrawHill Book Co. New York.
- Priasukmana, S., dan Silitonga, T. 1972. **Dimensi Serat Beberapa-Jenis Kayu Jawa Barat**. Direktorat Jenderal Kehutanan Departemen Pertanian, Bogor.

- Sanusi, Dj., 1990^a. **Bahan Kuliah, Anatomi Kayu**. Jurusan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Tidak Dipublikasikan.
- Sanusi, Dj. 1990^b. **Kajian Aspek Teknologi Jenis-Jenis Kayu Hutan Tanaman Industri**. Makalah Disampaikan Pada Seminar Sehari HTI di Gedung Pertemuan Ilmiah . Universitas hasanuddin. Ujung Pandang.
- Sumarna, Y. 2001. **Budidaya Jati**. PT. Penebar Swadaya, Anggota Ikapi. Jakarta.
- Wheeler, E.A., Baas, P. And Gasson, P.E. 1989. **IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification**. IAWA Bull. n.s.
- Zobel, B.J. dan Van Buijtenen, J.P. 1989. **Wood Variation (Its Causes and Control)**. Springer-Verlag.

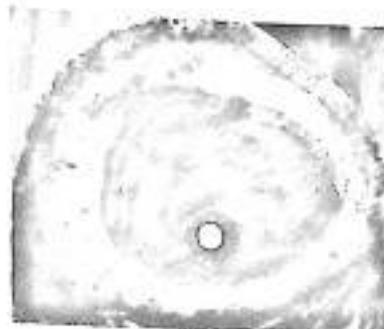
ampiran 1. Foto Penampang Melintang Kayu



P1A1



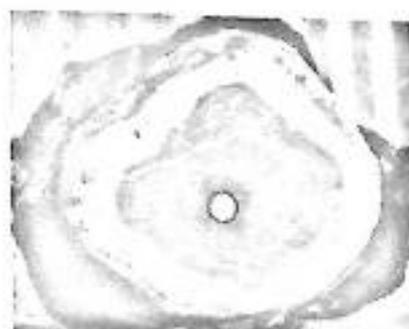
P1T1



P1B1



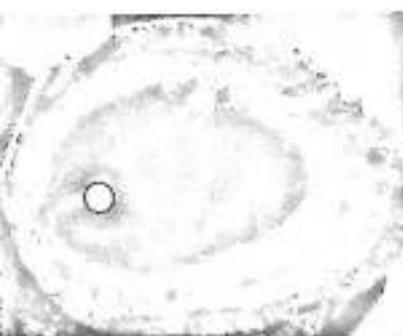
P2A2



P2T2



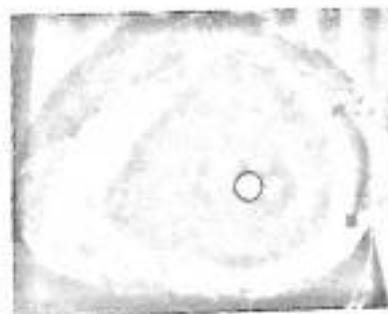
P2B2



P3A3



P3T3



P3B3

Keterangan : P1A1 = Pohon pertama bagian atas batang
P1T1 = Pohon pertama bagian tengah batang
P1B1 = Pohon pertama bagian bawah batang
P2A2 = Pohon kedua bagian atas batang
P2T2 = Pohon kedua bagian tengah batang
P2B2 = Pohon kedua bagian bawah batang
P3A3 = Pohon ketiga bagian atas batang
P3T3 = Pohon ketiga bagian tengah batang
P3B3 = Pohon ketiga bagian bawah batang

Lampiran 2. Hasil Data Pengamatan Frekuensi Pori (per mm²)

Vertikal Horizontal	B		T		A	
	O	T	O	T	O	T
P1	5.30	7.60	4.70	5.30	5.50	5.20
	5.10	4.40		4.80		
		4.50		4.70		
		4.90		5.50		
Sub Total	10.40	21.40	4.70	20.30	5.50	14.80
Rata-rata	5.20	5.35	4.70	5.08	5.50	4.93
P2	4.60	4.90	4.30	4.20	5.40	5.20
		5.10		4.80		
		4.70		4.80		
		3.80				
Sub Total	4.60	18.50	9.10	9.00	5.40	13.50
Rata-rata	4.60	4.63	4.55	4.50	5.40	4.50
P3	6.40	4.00	4.40	4.60	6.70	4.20
	3.80	3.90		6.00		
		4.30				
Sub Total	10.20	12.20	4.40	10.60	6.70	13.70
Rata-rata	5.10	4.07	4.40	5.30	6.70	4.57
Total	25.20	52.10	18.20	39.90	17.60	42.00
Rata-rata	5.04	4.74	4.55	4.99	5.87	4.67

Keterangan :
 B = Bagian bawah batang
 T = Bagian tengah batang
 A = Bagian atas batang
 O = Opposite
 T = Kayu tarik

Lampiran 3. Hasil Data Pengamatan Diameter Pori (mikron)

Vertikal	B		T		A	
Horizontal	O	T	O	T	O	T
P1	125.750	123.850	130.350	123.600	143.300	129.700
	145.050	144.850		138.250		
		142.100		123.650		
		149.850		133.900		
Sub Total	270.800	560.650	130.350	519.400	143.300	398.350
Rata-rata	135.400	140.163	130.350	129.850	143.300	132.783
P2	145.100	109.000	145.300	128.800	133.900	141.950
		149.850	113.950	149.700		
		130.300				
		140.750				
Sub Total	145.100	529.900	259.250	278.500	133.900	409.750
Rata-rata	145.100	132.475	129.625	139.250	133.900	136.583
P3	127.050	134.800	147.150	127.950	137.800	142.300
	139.550	123.100		123.800		
		131.200				
Sub Total	266.600	389.100	147.150	251.750	137.800	410.150
Rata-rata	133.300	129.700	147.150	125.875	137.800	136.717
Total	682.500	1479.650	536.750	1049.650	415.000	1218.250
Rata-rata	136.500	134.514	134.188	131.206	138.333	135.361

Lampiran 4. Hasil Data Pengamatan Frekuensi Jari-Jari (per mm)

Vertikal Horizontal	B		T		A	
	O	T	O	T	O	T
P1	3.90	4.40	4.20	3.10	3.70	4.90
	4.80	3.90		3.60		
		4.20		3.80		
		4.10		4.10		
Sub Total	8.70	16.60	4.20	14.60	3.70	13.30
Rata-rata	4.35	4.15	4.20	3.65	3.70	4.43
P2	4.40	4.30	4.30	4.40	4.50	4.70
		4.10		4.70		
		4.70				
		4.60				
Sub Total	4.40	17.70	8.40	9.10	4.50	13.10
Rata-rata	4.40	4.43	4.20	4.55	4.50	4.37
P3	4.10	4.10	4.00	4.20	4.70	5.00
	3.70	4.60		4.60		5.40
		4.60				4.60
Sub Total	7.80	13.30	4.00	8.80	4.70	15.00
Rata-rata	3.90	4.43	4.00	4.40	4.70	5.00
Total	20.90	60.90	16.60	32.50	12.90	41.40
Rata-rata	4.18	4.33	4.15	4.06	4.30	4.60

Lampiran 5. Hasil Data Pengamatan Tinggi Jari-Jari (mm)

Vertikal Horizontal	B		T		A	
	O	T	O	T	O	T
P1	0.66	0.82	0.96	1.04	0.51	0.69
	0.58	1.01		1.06		
		0.94		0.70		
		1.31		1.06		
Sub Total	1.24	4.08	0.96	3.87	0.51	1.94
Rata-rata	0.62	1.02	0.96	0.97	0.51	0.65
P2	0.60	0.73	0.72	0.60	0.53	0.56
		0.63	0.72	0.60		
		0.64				
		0.80				
Sub Total	0.60	2.81	1.44	1.20	0.53	2.38
Rata-rata	0.60	0.70	0.72	0.60	0.53	0.79
P3	1.47	1.95	0.66	0.70	0.65	0.66
	0.88	0.57		0.70		
		0.74				
Sub Total	2.35	3.26	0.66	1.39	0.65	1.97
Rata-rata	1.17	1.09	0.66	0.70	0.65	0.66
Total	4.19	13.42	3.07	6.46	1.69	6.28
Rata-rata	0.84	0.92	0.77	0.81	0.56	0.70

Lampiran 6. Hasil Data Pengamatan Lebar Jari-Jari (mikron)

Vertikal Horizontal	B		T		A		
	O	T	O	T	O	T	
P1	69.70	104.00	103.40	210.40	73.90	72.10	
	78.90	136.90		171.30			82.10
		118.40		113.50			75.20
		160.90		116.20			
Sub Total	148.60	520.20	103.40	611.40	73.90	229.40	
Rata-rata	74.30	130.05	103.40	152.85	73.90	76.47	
P2	65.50	103.00	64.40	77.10	72.40	70.20	
		102.60	72.70	68.70			87.90
		74.10					128.90
		123.20					
Sub Total	65.50	402.90	137.10	145.80	72.40	287.00	
Rata-rata	65.50	100.73	68.55	72.90	72.40	95.67	
P3	36.50	80.30	116.10	135.00	66.40	49.40	
	71.50	92.00		68.20			82.30
		79.60					82.20
Sub Total	108.00	251.90	116.10	203.20	66.40	213.90	
Rata-rata	54.00	83.97	116.10	101.60	66.40	71.30	
Total	322.10	1426.90	356.60	960.40	212.70	730.30	
Rata-rata	64.42	106.82	89.15	120.05	70.90	81.14	

Lampiran 7. Hasil Data Pengamatan Panjang Serat (mikron)

Vertikal Horizontal	B		T		A		
	O	T	O	T	O	T	
P1	783.20	931.60	1012.80	1052.40	899.20	1108.00	
	1140.00	1032.00		1073.20			1126.80
		1111.60		1172.80			1231.20
		1072.80		1150.80			
Sub Total	1923.20	4148.00	1012.80	4449.20	899.20	3466.00	
Rata-rata	961.60	1037.00	1012.80	1112.30	899.20	1155.33	
P2	1091.60	1129.20	1312.40	1208.80	1025.60	1186.40	
		1137.60	1121.20	1380.40			1160.80
		1179.20					1239.60
		1332.40					
Sub Total	1091.60	4778.40	2433.60	2589.20	1025.60	3586.80	
Rata-rata	1091.60	1194.60	1216.80	1294.60	1025.60	1195.60	
P3	1066.40	1067.20	982.00	1018.40	999.60	1157.60	
	1032.00	1226.80		1017.20			1173.60
		1186.40					1259.60
Sub Total	2098.40	3480.40	982.00	2035.60	999.60	3590.80	
Rata-rata	1049.20	1160.13	982.00	1017.80	999.60	1196.93	
Total	5113.20	12406.80	4428.40	9074.00	2924.40	10643.60	
Rata-rata	1022.64	1127.89	1107.10	1134.25	974.80	1182.62	

Lampiran 8. Hasil Data Pengamatan Diameter Serat (mikron)

Vertikal	B		T		A	
Horizontal	O	T	O	T	O	T
P1	19.50 19.43	18.5 20.87 21.73 19.63	21.57	21.87 20.93 19.83 19.67	18.17	17.3 16.9 19.3
Sub Total	38.93	80.73	21.57	82.3	18.17	53.5
Rata-rata	19.47	20.18	21.57	20.58	18.17	17.83
P2	19.80	21.33 21.37 20.07 17.73	17.00 20.93	18.6 17.00	20.77	19.03 18.07 17.27
Sub Total	19.80	80.5	37.93	35.60	20.77	54.37
Rata-rata	19.80	20.13	18.97	17.80	20.77	18.12
P3	17.70 18.83	18.20 17.27 19.90	16.13	19.77 18.20	20.33	16.97 15.33 15.67
Sub Total	36.53	55.37	16.13	37.97	20.33	47.97
Rata-rata	18.27	18.46	47.27	18.98	39.51	15.99
Total	95.27	216.60	75.63	155.87	59.27	155.83
Rata-rata	19.05	19.69	18.91	19.48	19.76	17.31

Lampiran 9. Hasil Data Pengamatan Tebal Dinding Serat (mikron)

Vertikal Horizontal	B		T		A		
	O	T	O	T	O	T	
P1	4.00	4.57	4.75	4.60	4.43	3.93	
	4.15	4.32		4.35			5.38
		4.58		4.57			5.22
		4.23		4.77			
Sub Total	8.15	17.70	4.75	18.28	4.43	14.53	
Rata-rata	4.08	4.43	4.75	4.57	4.43	4.84	
P2	3.92	4.15	4.20	4.60	3.60	4.20	
		4.18	3.68	4.60			4.45
		4.93					3.77
		4.73					
Sub Total	3.92	18.00	7.88	9.20	3.60	12.42	
Rata-rata	3.92	4.5	3.94	4.60	3.60	4.14	
P3	3.50	4.87	4.23	3.37	4.25	4.63	
	4.83	5.22		4.93			4.88
		4.75					5.12
Sub Total	8.33	14.83	4.23	8.30	4.25	14.63	
Rata-rata	4.17	4.94	4.23	4.15	4.25	4.88	
Total	20.40	50.53	16.87	35.78	12.28	41.58	
Rata-rata	4.08	4.59	4.22	4.47	4.09	4.62	

Lampiran 10. Hasil Data Pengamatan Diameter Lumen (mikron)

Vertikal Horizontal	B		T		A	
	O	T	O	T	O	T
P1	11.50	9.37	12.07	12.67	9.30	9.43
	11.13	12.23		12.23		6.13
		12.57		10.7		8.87
		11.17		10.13		
Sub Total	22.63	45.33	12.07	45.73	9.30	24.43
Rata-rata	11.32	11.33	12.07	11.43	9.30	8.14
P2	11.97	13.03	8.60	9.40	13.57	10.63
		13.00	13.57	7.80		9.17
		10.20				9.73
		8.27				
Sub Total	11.97	44.50	22.17	17.20	13.57	29.53
Rata-rata	11.97	11.13	11.08	8.60	13.57	9.84
P3	10.70	8.47	7.67	13.03	11.83	7.70
	9.17	6.83		8.33		5.57
		10.40				5.43
Sub Total	19.87	25.70	7.67	21.37	11.83	18.70
Rata-rata	9.93	8.57	7.67	10.68	11.83	6.23
Total	54.47	115.53	41.90	84.30	34.70	72.67
Rata-rata	10.89	10.50	10.48	10.54	11.57	8.07

Lampiran 11. Penggolongan Berdasarkan Susunan Pori.

No.	Susunan Pori	%Pori Soliter
1	Hampir seluruhnya soliter	> 95
2	Sebagian besar soliter	80 - 95
3	Soliter dan bergabung	65 - 80
4	Sebagian besar bergabung	25 - 65
5	Hampir seluruhnya bergabung	< 25

Lampiran 12. Penggolongan Berdasarkan Ukuran Pori.

No.	Ukuran Pori	Diameter tangensial (mikron)
1	Luar biasa kecil	< 20
2	Sangat kecil	20 - 50
3	kecil	50 - 200
4	agak kecil	100 - 200
5	Agak besar	200 - 300
6	Besar	300 - 400
7	Sangat besar	> 400

Lampiran 13. Penggolongan Berdasarkan Frekuensi Pori.

No.	Frekuensi Pori	Jumlah per mm^2
1	Sangat jarang	< 2
2	Jarang	2 - 5
3	Agak jarang	6 - 10
4	Agak banyak	10 - 20
5	Banyak	20 - 40
6	Sangat banyak	> 40

Lampiran 14. Penggolongan Berdasarkan Frekuensi Jari-Jari.

No.	Frekuensi Jari-Jari	Jumlah per mm
1	sangat jarang	≤ 3
2	Jarang	4 - 5
3	Agak jarang	6 - 7
4	Agak banyak	8 - 10
5	Banyak	11 - 15
6	Sangat Banyak	≥ 15

Lampiran 15. Penggolongan Berdasarkan Lebar jari-Jari.

No.	Golongan	Lebar (mikron)
1	Sangat sempit	< 15
2	Sempit	15 - 30
3	Agak sempit	30 - 50
4	Agak lebar	50 - 100
5	Lebar	100 - 200
6	Sangat lebar	200 - 400
7	Luar biasa lebar	> 400

Lampiran 16. Penggolongan Berdasarkan Tinggi Jari-Jari.

No.	Golongan	Tinggi (mm)
1	Luar biasa pendek	$< 0,5$
2	Sngat pendek	0,5 - 1
3	Pendek	1 - 2
4	Agak pendek	2 - 5
5	Agak tinggi	5 - 10
6	Tinggi	10 - 20
7	Luar Biasa tinggi	> 20

Lampiran 17. Klasifikasi Panjang Serat Berdasarkan IAWA.

No.	Kelas	Ukuran (mikron)
1.	Serat Pendek	< 900
2.	Serat Sedang	900-1600
3.	Serat Panjang	> 1600

Lampiran 18. Klasifikasi Diameter Serat Berdasarkan Klemm.

No.	Kelas	Ukuran (mikron)
1.	Diameter Lebar	25 - 40
2.	Diameter Sedang	10 - 25
3.	Diameter Kecil	2 - 10