



Struktur Anatomi dan Dimensi Serat Kayu Kumea (*Calophyllum* sp.)

ANDRIADI
M 121 04 031



PERPUSTAKAAN	
Tgl. Pinjam	23 - 11 - 09
Tgl. Kembali	
Dasar	(2009)
Marga	Hasanudin
No. Inventaris	26
No. Klas	

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL HUTAN
FAKULTAS KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2009

HALAMAN PENGESAHAN

Judul : Struktur Anatomi dan Dimensi Serat Kayu Kumea
(*Calophyllum* sp.)

Nama : Andriadi

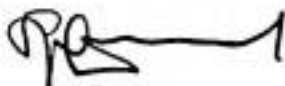
NIM : M 121 04 031

Program Studi : Teknologi Hasil Hutan

Skripsi ini Disusun sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh
Gelar Sarjana Kehutanan
Pada
Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin

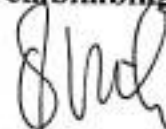
Menyetujui,
Komisi Pembimbing

Pembimbing I



Prof. Dr. Ir. H. Djamal Sanusi
NIP. 19480927 197303 1 001

Pembimbing II



Syahidah, S.Hut., M.Si.
NIP. 19700815 200501 2 001

Mengetahui,

**Ketua Program Studi Teknologi Hasil Hutan
Fakultas Kehutanan
Universitas Hasanuddin**



Ir. Beta Putranto, M.Sc

NIP. 19540418 197903 1 001

Tanggal lulus : 18 November 2009

ABSTRAK

Andriadi (M 121 04 031). Struktur Anatomi dan Dimensi Serat Kayu Kumea (*Calophyllum* sp.). Di bawah bimbingan Djamal Sanusi dan Syahidah.

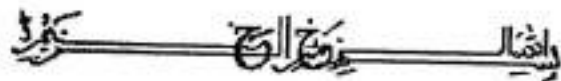
Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur anatomi dan dimensi serat kayu kumea. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi mengenai struktur anatomi dan dimensi serat kayu kumea agar dapat menjadi bahan penelitian lebih lanjut kemungkinan penggunaan kayu kumea.

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari sampai April 2009 bertempat di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin Makassar. Sampel kayu diperoleh dari Desa Mahalona, Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.

Prosedur penelitian dimulai dengan menentukan 3 lempengan kayu setebal 7 cm yang diambil pada setiap pohon untuk posisi vertikal yaitu bagian pangkal, tengah dan ujung. Pada setiap lempengan dilakukan pembagian secara horizontal sebanyak 4 diagram. Setiap diagram dibuat sampel dengan ukuran 2 x 2 x 2 cm. Sampel-sampel tersebut digolongkan dengan taraf sebagai berikut: bagian dalam yaitu bagian yang dekat empulur (teras), bagian tengah yaitu bagian yang terletak antara bagian empulur dan bagian dekat kulit (gubal teras), dan bagian luar yaitu bagian yang dekat kulit (gubal), selanjutnya masing-masing contoh uji tersebut dibuat preparat sayatan dan maserasi untuk sampel pengamatan struktur anatomi dan dimensi serat dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer. Pengamatan struktur anatomi meliputi diameter pori, frekuensi pori, persen pori soliter, penggabungan, isi, susunan pori lebar jari-jari, tinggi jari-jari dan frekuensi jari-jari serta tipe jari-jari. Sedangkan untuk pengamatan dimensi serat meliputi, panjang, diameter, tebal dinding serat dan diameter lumen, serta menghitung turunan seratnya. Analisis data sekunder struktur anatomi dan dimensi serat dan turunannya menggunakan rancangan tersarang (*Nested Experimental Design*) dengan tiga kali ulangan.

Kayu kumea mempunyai jumlah pori yang tergolong dalam kategori jarang dan tersebar secara tata baur. Diameter pori termasuk kategori agak kecil, penggabungan pori termasuk kategori sebagian besar soliter, jumlah jari-jari tergolong banyak, lebar jari-jari agak semit. Jari-jari tergolong tinggi, jari-jari pada bidang tangensial bertipe heterogen, umumnya monoseriat dan jarang yang uniseriat, sedang pada bidang radial bertipe heteroselluler. Parenkim umumnya tipe paratrakheal scanty dan yang jarang ditemukan adalah tipe parenkim paratrakheal selubung. Panjang serat termasuk kategori panjang, diameter serat dan diameter lumen cenderung meningkat mulai dari bagian ujung hingga ke bagian pangkal. Sedangkan untuk turunan serat *Runkel ratio*, *felting power*, *muhlsteph ratio*, *flexibility ratio*, dan *coefficient of rigidity* termasuk dalam Kelas II.

KATA PENGANTAR



Alhamdulillah, segala puji dan syukur penulis haturkan kehadirat Allah S.W.T karena atas rahmat dan hidayatNya sehingga penelitian dan penyusunan skripsi dengan judul **“Struktur Anatomi dan Dimensi Serat Kayu Kumea (*Calophyllum* sp.)”** dapat terselesaikan dengan baik sebagai salah satu persyaratan dalam menyelesaikan pendidikan pada Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, banyak kendala dan tantangan yang dihadapi, namun berkat bantuan dari berbagai pihak akhirnya skripsi ini dapat terselesaikan.

Sembah sujud untuk Ayahanda M. Saleh P dan Ibunda Handaria, karena keberhasilan penulis tidak lepas dari do'a dan harapan mereka, dan kepada kakak-kakaku Hasia Susanti., Isman Saleh SH. S.Ag., dan adikku Isdayanti serta keluarga tercinta atas dorongan, pengertian, pengorbanan dan doa restu selama penulis menempuh pendidikan. semoga Allah SWT senantiasa melimpahkan rahmat dan ampunanNya kepada kita.

Pada kesempatan ini penulis dengan tulus menyampaikan ucapan terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada Bapak Prof. Dr. Ir. H. Djamil Sanusi pembimbing I dan Ibu Syahidah, S.Hut., M.Si., selaku Pembimbing II sekaligus sebagai Penasehat Akademik yang dengan ikhlas meluangkan waktu, tenaga dan pikirannya dalam memberikan bimbingan kepada penulis sejak awal hingga selesainya skripsi ini.

Kepada para penguji skripsi ini, masing – masing Bapak Ir. Beta Putranto, M.Sc., Bapak. Ir. Bakri, M.Sc dan Ibu Makkarennu, S.Hut., M.Si penulis ucapkan terima kasih atas saran dan perbaikan skripsi ini.

Melalui kesempatan ini, penulis menyampaikan terima kasih dan penghargaan yang tak terhingga kepada :

1. Bapak Prof. Dr. H. Muh. Restu, M.P selaku Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar.
2. Bapak dan ibu staf akademik fakultas kehutanan Universitas Hasanuddin Makassar
3. Teman-teman seperjuangan Isa Imanullah Anshari, Indrawan, Bayu Arief Pratama, Rizal, Emban Ibnu Rusid Mas'ud, Ihksan D Hariseni, Agus Salim Talebe, Muhardi, Muhlis Dahlan, Ahmad Amiruddin, Jum awaliala yusuf, Bahra rapid, Maharani, Iramayana, Ayu Astrianingsi, Nurjanna Salam, Roslina dan rekan-rekan BK-BK, BK-PAL, GAMIS, PMK, serta Alumni SAMN 1 Enrekang '04.
4. Teman-teman KKN dan PU GEL. XVII Mamuju
5. Kanda, Muhammad Daud S. Hut., Agus Salim S. Hut, Andi Retna S. Hut., Almarmum Muh. Al Azim S. Hut., Almarhumah Asriana S. Hut.
6. The Big Family Angkatan 2004, teman-teman angkatan '05, angkatan '03 dan '02 yang tidak sempat saya sebutkan satu persatu terima kasih atas semuanya.
7. Terkhusus Fitri Suyanti Sekeluarga dan Pondok INBAR family, yang bisa menjadi keluarga bagi saya di Makassar.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan sehingga saran dan masukan yang sifatnya membangun dari semua pihak sangat penulis hargai.

Akhir kata penulis menaruh harapan besar semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi semua pihak.

Billahi Taufik Walhidayah Wassalamu Alaikum Wt. Wb.

Makassar, November 2009

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
I. PENDAHULUAN	
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
A. Deskripsi Pohon Kumea (<i>Calophyllum sp</i>)	4
B. Struktur Anatomi	5
C. Dimensi Serat	14
III. METODE PENELITIAN	
A. Waktu dan Tempat	18
B. Alat dan Bahan	18
C. Metode Penelitian	19
D. Variabel Pengamatan	24
E. Pengolahan Data	26

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil	28
B. Pembahasan	60

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan	70
B. Saran	71

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

No.	<u>Teks</u>	Halaman
1.	Pengelompokan Berdasarkan Penggabungan Pori	7
2.	Pengelompokan Berdasarkan Diameter Pori.....	7
3.	Penggolongan Berdasarkan Jumlah Pori.....	8
4.	Penggolongan Berdasarkan Jumlah Jari-Jari.....	13
5.	Penggolongan Berdasarkan Lebar Jari-Jari.....	13
6.	Penggolongan Berdasarkan Tinggi Jari-Jari	13
7.	Klasifikasi kelas kualitas serat kayu untuk bahan baku pulp dan kertas.	15
8.	<i>The International Ascociation of Wood Anatomist (LAWA)</i> mengklasifikasikan serat kayu daun lebar berdasarkan panjangnya	16
9.	Klemm mengklasifikasikan serat berdasarkan diameternya	16
10.	Karakteristik Pori Kumea pada Bagian Pangkal, Tengah, dan Ujung	28
11.	Hasil Uji BNJ Frekuensi Pori Kumea pada Berbagai Posisi dalam Batang Arah Horisontal.....	31
12.	Karakteristik Jari-jari Kayu Kumea pada Bagian Pangkal, Tengah dan Ujung.....	35
13.	Hasil Uji BNJ Tinggi Jari-Jari Kumea pada Posisi dalam Batang Arah Vertikal.....	36
14.	Hasil Uji BNJ Tinggi Jari-Jari pada Kumea pada Posisi dalam Batang Arah Horisontal	37
15.	Hasil Uji BNJ Lebar Jari-Jari Kumea Berdasarkan Posisi dalam Batang Arah Horisontal.....	39

16.	Hasil Uji BNJ Frekuensi Jari-Jari Kumea pada Posisi dalam Batang Arah Horizontal	41
17.	Karakteristik Serat dan Turunannya pada Bagian Pangkal, Tengah dan Ujung Batang Kayu Kumea	44



DAFTAR LAMPIRAN

- | No. | <u>Teks</u> |
|-----|---|
| 1. | Hasil Perhitungan Diameter Pori-Pori Kayu Kumea |
| 2. | Hasil Analisis Ragam untuk Diameter Pori-pori |
| 3. | Hasil Perhitungan Frekuensi Pori-Pori Kayu Kumea |
| 4. | Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Frekuensi Pori-pori. |
| 5. | Hasil Perhitungan Persen pori Kayu Kumea |
| 6. | Hasil Analisis Ragam untuk Persentase Pori-pori |
| 7. | Hasil Perhitungan untuk Tinggi Jari-jari |
| 8. | Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Tinggi Jari-jari |
| 9. | Hasil Perhitungan Lebar jari-jari Kayu Kumea |
| 10. | Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Lebar Jari-jari |
| 11. | Hasil Perhitungan frekuensi jari-jari Kayu Kumea |
| 12. | Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Frekuensi Jari-jari |
| 13. | Hasil Perhitungan Panjang Serat Kayu Kumea |
| 14. | Hasil Analisis Ragam untuk Panjang Serat |
| 15. | Hasil Perhitungan Diameter Serat Kayu Kumea |
| 16. | Hasil Analisis Ragam untuk Diameter Serat |
| 17. | Hasil Perhitungan tebal dinding sel Kayu Kumea |
| 18. | Hasil Analisis Ragam untuk Tebal Dinding Serat |
| 19. | Hasil Perhitungan tebal dinding sel Kayu Kumea |

20. Hasil Analisis Ragam untuk Diameter Lumen.
21. Hasil Perhitungan runkel ratio Kayu Kumea
22. Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk *Runkel Ratio*
23. Hasil Perhitungan Felting Power Kayu Kumea
24. Hasil Analisis Ragam untuk *Felting Power*
25. Hasil Perhitungan Flexibility Ratio Kayu Kumea
26. Hasil Analisis Ragam untuk *Flexibility Ratio*
27. Hasil Perhitungan Coeficient of Rigidity Kayu Kumea
28. Hasil Analisis Ragam untuk *Coeficient of Rigidity*
29. Hasil Perhitungan Muhlsteph Ratio Kayu Kumea
30. Hasil Analisis Ragam untuk *Muhlsteph Ratio*

BAB I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kayu telah dimanfaatkan untuk berbagai keperluan manusia sejak zaman dahulu karena kayu memiliki banyak kegunaan. Kegunaannya tidak terbatas untuk peralatan rumah tangga (*interior*) saja, tetapi digunakan juga untuk keperluan *eksterior* misalnya pembuatan jembatan. Bila dibandingkan dengan bahan baku lainnya, kayu memiliki ciri khas yang tidak dimiliki bahan baku lainnya misalnya warna dan corak dekoratifnya. Beberapa jenis kayu digunakan untuk membuat benda-benda yang bernilai seni tinggi. Namun demikian ketersediaan kayu di alam semakin berkurang oleh karena disebabkan pengelolaan hutan yang kurang tepat, perusakan hutan, bencana alam dan eksploitasi yang berlebihan.

Permasalahan ini cukup serius, sehingga industri yang menggunakan bahan baku kayu terutama dalam bentuk *log* mencari solusi, baik dari kuantitas kayu yang dapat diperoleh maupun jenis kayu yang tersedia. Masalah ini mendorong berbagai pihak untuk melakukan upaya peningkatan efisiensi produksi dan penggunaan kayu, terutama pemanfaatan jenis-jenis kayu yang selama ini kurang dikenal dan belum dimanfaatkan secara optimal. Di Indonesia tumbuh lebih kurang 4000 jenis pohon. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan sudah menyimpan contoh kayu lebih kurang 3233 jenis pohon yang tercakup dalam 785 marga dan 106 suku. Pohon yang kayunya sudah dikenal dan diperdagangkan selama ini terdapat 400 jenis atau spesies (Alfiani, 2002), artinya masih kurang lebih 90% kayu yang belum dikenal

untuk diperdagangkan. Perubahan kebijakan pemerintah dari *timber management* menjadi *multipurpose forest management* pada era reformasi dalam bidang kehutanan telah mendorong Departemen Kehutanan untuk melakukan diversifikasi penggunaan sumberdaya alam yang tersedia.

Salah satu jenis kayu yang kurang dikenal dan potensial untuk dikembangkan adalah kayu kumea yang merupakan nama lokal yang digunakan oleh masyarakat di daerah Luwu Timur . Kayu kumea merupakan salah satu jenis endemik dari 41 jenis kayu yang ada di Sulawesi Selatan, di mana penyebarannya hanya terdapat pada daerah Malili, Luwu Utara (Departemen Kehutanan, 2008). Sedangkan di Indonesia tanaman yang memiliki familiy *Clusiaceae* ini penyebarannya hampir meluas ke seluruh kawasan Indonesia seperti Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara Timur, dan juga daerah di kawasan Malesia seperti Malaysia, Filipina, Thailand dan Papua Nugini (Badan Revitalisasi Industri Kehutanan, 2007)

Pemanfaatan kayu secara tepat memerlukan informasi atau pengetahuan mengenai sifat-sifatnya. Kesalahan pemilihan penggunaan suatu kayu akan mendapatkan hasil yang tidak memuaskan. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai struktur anatomi dan dimensi serat kayu kumea sebagai bahan informasi untuk penggunaan lebih lanjut dari jenis kayu ini.

B. Tujuan dan Kegunaan

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui struktur anatomi dan dimensi serat kayu kumea. Adapun kegunaan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan data dan informasi mengenai struktur anatomi dan dimensi serat kayu kumea agar dapat menjadi bahan penelitian lebih lanjut kemungkinan penggunaan kayu kumea.



BAB II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Deskripsi Pohon Kumea (*Calophyllum* sp)

Menurut identifikasi yang dilakukan oleh Laboratorium Konservasi, Biologi dan Dendrologi, Universitas Hasanuddin kayu kumea yang dijadikan bahan dalam penelitian ini adalah spesies dari *Calophyllum* sp. Menurut Wikipedia (2008), sistematika kayu kumea adalah sebagai berikut :

- Kingdom : *Plantae*
- Divisi : *Spermatophyta*
- Sub divisi : *Angiospermae*
- Class : *Dicotyledonae*
- Ordo : *Malpighiales*
- Famili : *Clusiaceae*
- Sub Famili : *Kielmeyeroideae*
- Genus : *Calophyllum*
- Species : *Calophyllum* sp

Spesies ini tumbuh di berbagai habitat, dari gunung, pantai, rawa-rawa, hutan dataran rendah dan bahkan pada pesisir pantai. Tingginya mencapai 30 m dan diameternya mencapai 0,8 m. Daunnya keras dan mengkilap. Kulit batangnya putih sampai abu-abu. Kayu terasnya berwarna pink-merah, atau hampir coklat, sementara kayu gubalnya bervariasi dari jenis ke jenis, biasanya berwarna kuning, coklat atau berwarna kuning jeruk (Wikipedia, 2008).

Penyebaran kayu ini hampir menyeluruh di daerah Indonesia seperti Sumatera Barat, Riau, Jambi, Sumatera Selatan, Lampung, Jawa, Kalimantan Barat, Kalimantan Tengah, Sulawesi, Maluku, Nusa Tenggara Timur. Kayunya dipakai untuk berbagai kebutuhan seperti konstruksi, *furniture* dan pembuatan lemari, kapal, alat musik, dan perahu. Minyak yang berasal dari bijinya dapat dipakai untuk pembuatan sabun dan obat. Getah dari kulit kayunya yang telah dipipihkan digunakan untuk obat. Menurut penelitian 16 dari pohon bergenus *Calophyllum* memiliki senyawa *calanolides* yang digunakan sebagai bahan obat anti HIV (Prohati, 2009).

B. Struktur Anatomi

Struktur anatomi bervariasi bergantung pada spesies kayu, posisi, dan tempat tumbuhnya. Faktor-faktor tersebut secara fundamental berpengaruh terhadap kualitas pulp dan kertas yang dihasilkan. Pertumbuhan kayu antara lain dipengaruhi oleh umur, tingkat kesuburan tanah, iklim atau musim serta letak geografis tanah (Casey, 1960).

Pengamatan dan pemeriksaan sifat-sifat untuk identifikasi kayu dilakukan pada tiga bidang orientasi, yaitu bidang lintang (*cross section*), bidang radial (*radial section*), dan bidang tangensial (*tangensial section*). Bidang lintang atau bidang transversal adalah bidang yang nampak bila pohon dipotong tegak lurus sumbunya. Pada bidang ini akan nampak susunan, penggabungan, jumlah, ukuran, dan isi pori, susunan dan tipe parenkim, frekuensi jari-jari dan susunan saluran interseluler aksial. Bidang radial adalah bidang yang nampak bila batang kayu dipotong memanjang melalui empulur. Pada bidang ini akan nampak bidang perporasi, isi pori, bentuk sel jari-jari, parenkim, sel bersekat dan sel bertingkat pada jari-jari. Bidang tangensial yaitu bidang yang nampak bila kayu dipotong dalam arah memanjang tegak lurus jari-jari dan sejajar sumbu batang. Pada bidang ini akan nampak bidang perporasi, isi pori, susunan dan tipe jari-jari saluran interseluler radial, serat berkesat dan sel berselubung (Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, 1986).

1. Pori

Pori adalah sel yang berbentuk pembuluh / lubang-lubang yang beraturan maupun tidak. Pori dapat tersebar secara tata lingkaran, tata baur dan semi tata lingkaran. Kayu pori tata lingkaran adalah pori pada kayu awal yang tidak mempunyai ukuran yang sama dengan bagian kayu akhirnya. Pori pada kayu awal terdiri atas satu sampai beberapa lingkaran pori yang besar dan rapat dibandingkan dengan keberadaan pori di kayu akhir. Pori tersebar mempunyai variasi besar pori yang kecil dengan kepadatan yang sama pada seluruh bagian lingkaran tumbuhnya. Pori semi tata

lingkar tidak mempunyai pori yang besar pada kayu awalnya. Pori dapat dikategorikan atas pori soliter atau tunggal, berpasangan, dalam barisan radial, barisan diagonal dan barisan tangensial (Sulistyo, 1995).

Pengelompokan berdasarkan penggabungan pori dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengelompokan Berdasarkan Penggabungan Pori

No	Penggabungan Pori	% Pori Soliter
1	Hampir semuanya 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

Sumber : Martawijaya dkk. (1981).

Pengelompokan berdasarkan ukuran pori sebagaimana terlihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Pengelompokan Berdasarkan Diameter Pori

No	Diameter Pori	Diameter Tangensial (μ)
1	Luar biasa kecil	< 20
2	Sangat kecil	20 – < 50
3	Kecil	50 – < 100
4	Agak kecil	100 – < 200
5	Agak besar	200 – < 300
6	Besar	300 – < 400
7	Sangat besar	≥ 400

Sumber : Martawijaya dkk. (1981).

Jumlah pori adalah jumlah pori per satuan luas bidang permukaan lintang, di mana jumlah pori ini memiliki nilai yang cukup besar dalam identifikasi kayu.

Pengelompokan jumlah pori dapat dilihat pada Table 3.

Tabel. 3. Penggolongan Berdasarkan Jumlah Pori

No	Jumlah Pori	Diameter Tangensial (μ)
1	Sangat jarang	≤ 1
2	Jarang	2 - 5
3	Agak jarang	6 - < 10
4	Agak banyak	10 - < 20
5	Banyak	20 - < 40
6	Sangat banyak	≥ 40

Sumber : Martawijaya dkk. (1981).

Pori dapat kelihatan kosong tetapi dapat pula berisi sesuatu. Isi pori dapat berupa tilosis yaitu suatu zat yang dapat menyerupai selaput tipis letaknya tidak beraturan dan dapat memantulkan dan membiaskan cahaya dengan sudut yang tepat (Departemen Pertanian, 1976). Di samping itu, isi pori dapat pula berupa endapan yang berwarna putih, kuning, coklat atau hitam. Endapan berkapur biasanya terdapat pada mahoni, jati dan kadang-kadang pada murbei. Hanya sedikit yang diketahui tentang susunan kimia endapan ini, sedang yang terdapat pada kayu jati adalah kalsium fosfat (Panshin dan de Zeeuw, 1980).

2. Tipe Bidang Perporasi

Bidang perporasi adalah lubang-lubang yang terdapat pada ujung sel pembuluh yang merupakan sekat di antara dua sel pembuluh yang berhubungan (Departemen Pertanian, 1976). Menurut Pandit (1992), terdapat empat macam bentuk bidang perporasi pada kayu daun lebar yaitu bidang perporasi sederhana (*simple perporation plate*), bentuk tangga (*scalariform perporation plates*), bentuk saringan (*reticulate perporation plates*) dan *perporation plates*.

Bidang perporasi yang hanya mempunyai satu lubang disebut bentuk sederhana, sedangkan peleburan yang terjadi menghasilkan beberapa lubang dalam satu bidang perporasi. Kebanyakan kayu mempunyai bidang sederhana sedangkan bidang perporasi yang berlubang banyak diduga mempunyai hubungan sejarah perkembangan struktur kayu atau umur satu jenis pohon. Bidang perporasi yang berlubang banyak berbentuk tangga, dimana dari bidang lintang tersusun garis –garis paralel. Jumlah tangga dalam satu bidang perporasi juga bervariasi dan merupakan ciri khas yang berguna dalam pengenalan jenis kayu (Sulistyo, 1995).

Jenis-jenis komersil di Indonesia mempunyai bentuk perporasi sederhana atau perporasi bentuk tangga. Sebagian besar dari jenis-jenis komersil itu mempunyai perporasi sederhana. Jenis-jenis kayu yang mempunyai perporasi bentuk tangga misalnya kayu rasamala dan kayu cempaka (Pandit, 1992).

3. Parenkim

Sel parenkim adalah sel gemuk pendek dengan ujung-ujung tumpul. Jumlah sel parenkim dalam kayu daun lebar lebih besar dibandingkan dengan kayu daun jarum, yang menampakkan jari-jari besar dan parenkim longitudinal. Pada kayu keras tropika parenkim longitudinal mempunyai persentase yang tinggi (Fengel dan Wegener, 1995).

Menurut Pandit (1992), di dalam jaringan berkayu sel-sel parenkim berfungsi untuk menyimpan serta mengatur bahan makanan. Berdasarkan pola penyusunannya di dalam batang sel parenkim ada dua macam yaitu parenkim aksial yang terdiri atas sel-sel parenkim yang disusun vertikal dan parenkim jari-jari yang terdiri atas sel-sel parenkim yang disusun horizontal.

Bentuk parenkim dapat bervariasi yakni parenkim beruntai dimana terdiri atas dua atau lebih sel dalam satu kambium *insial fusiform* dengan sel anak yang dibatasi oleh beberapa dinding batang. Sel-selnya sendiri kebanyakan berbentuk prismatik siku dan hanya sel ujung saja yang berbentuk runcing. Sel anak tetap tidak mengadakan pembelahan lintang dan meruncing pada ujung-ujungnya tersusun seperti jendela (Sulistyo, 1995).

Haygreen dan Bowyer (1996), membedakan dua macam susunan parenkim pada kayu yaitu parenkim *apotracheal* dan parenkim *paratracheal*. Parenkim *apotracheal* adalah parenkim yang tidak berhubungan langsung dengan pori, yang meliputi parenkim diffuse, kelompok diffuse, dan bentuk pita. Parenkim *paratracheal* yaitu semua bentuk parenkim yang berhubungan dengan pori, yang meliputi tipe *paratracheal* jarang, *paratracheal* sepihak, *vasisentrik*, *aliform*, *konfluen aliform*, *konfluen* berpita, inisial dan terminal. Parenkim *inisial* dan terminal biasanya susah dibedakan, maka kedua tipe ini sering disebut parenkim *marginal*. Mungkin saja ditemukan dua atau lebih bentuk parenkim pada satu jenis kayu, tetapi biasanya hanya salah satu di antaranya yang menonjol.

4. Trakeid

Menurut Panshin dan Zeeuw (1980), ada dua macam trakeid kayu daun lebar yaitu trakeid *vascular* dan trakeid *vasisentrik*. Trakeid *vascular* memiliki ukuran, bentuk, dan letak yang sangat mirip dengan unsur pembuluh kayu akhir, tersusun dalam baris vertikal seperti halnya unsur pembuluh kecil yang bergabung dengannya, dan dinding lateral trakeid *vascular* mengandung banyak noktah berhalaman yang memiliki tipe sama dengan noktah antar pembuluh serta seringkali memiliki penebalan spiral yang terlihat jelas. Sedangkan trakeid *vasisentrik* berukuran pendek, memiliki bentuk yang tidak teratur, kedua ujungnya tidak berperporasi, banyak terdapat di sekitar pembuluh kayu awal dari kayu berpori tata lingkaran, dinding radikal memiliki banyak noktah berpasangan yang nampak sangat menyolok dan trakeid *vasisentrik* memiliki ujung yang menonjol atau berbentuk bulat dan tidak tersusun dalam baris longitudinal.

5. Jari-Jari

Menurut Haygreen dan Bowyer (1996), semua kayu mengandung jari-jari yang berfungsi sebagai jalan angkutan bagi cairan pohon dalam arah horisontal. Jari-jari ikut memberikan gambar 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 di mana penyusutan kayu pada arah radial lebih kecil dibanding dengan arah tangensial.

Jari-jari memanjang dari kambium dan kulit ke arah dalam. Beberapa jari-jari terlihat sampai ke pusat batang. Jarak antara jari-jari hampir selalu konstan di semua tempat pada jarak yang berbeda dari empulur.

Bentuk sel jari-jari sangat bervariasi. Sel baring adalah sel yang terletak horisontal, mengarah radial atau tegak lurus sumbu utama pohon, sedangkan sel tegak adalah sel jari-jari yang terletak memanjang sejajar dengan sumbu pohon, searah dengan arah aksial (berdiri). Bentuk yang ketiga adalah sel yang berbentuk bujur sangkar yang terlihat jelas pada bidang radial (Sulistyo, 1995).

Jari-jari kayu daun lebar seluruhnya terdiri atas sel parenkim, dengan perkecualian tipe jari-jari khusus yang disebut jari-jari agregat yang merupakan struktur gabungan jari-jari kecil, serabut dan kadang-kadang pembuluh. Jika sel jari-jari memiliki bentuk dan ukuran yang kurang lebih sama, maka disebut jari-jari *homoseluler*, sedangkan jika jari-jari mengandung lebih dari satu sel jari-jari parenkim, maka disebut jari-jari *heteroseluler*. Jarak jari-jari kayu daun lebar sangat mudah diamati melalui penampang melintang kayu (Panshin dan De Zeeuw, 1980).

Sifat jari-jari sangat penting untuk identifikasi kayu meliputi lebar, jumlah, dan tinggi jari-jari. Adapun penggolongannya dapat dilihat pada Tabel 4, Tabel 5, dan Tabel 6.

Tabel 4. Penggolongan Berdasarkan Jumlah Jari-Jari

No	Jumlah Jari-Jari	Jumlah jari-jari (per mm ²)
1	Sangat jarang	≤ 3
2	Jarang	4 – < 5
3	Agak jarang	5 – 7
4	Agak banyak	8 – 10
5	Banyak	11 – < 15
6	Sangat banyak	≥ 15

Sumber : Mandang (1991).

Tabel 5. Penggolongan Berdasarkan Lebar Jari-Jari

No	Lebar Jari-Jari	Lebar (μ)
1	Sangat sempit	< 15
2	Sempit	15 – < 50
3	Agak sempit	50 – < 100
4	Agak lebar	100 – < 200
5	Lebar	200 – < 300
6	Sangat lebar	300 – < 400
7	Luar biasa lebar	≥ 400

Sumber : Mandang (1991).

Tabel 6. Penggolongan Berdasarkan Tinggi Jari-Jari

No	Tinggi Jari-Jari	Tinggi (μ)
1	Luar biasa pendek	< 500
2	Sangat pendek	500 – < 1000
3	Pendek	1000 – < 2000
4	Agak pendek	2000 – < 5000
5	Agak tinggi	5000 – < 10000
6	Tinggi	10000 – < 20000
7	Sangat tinggi	20000 – < 50000
8	Luar biasa tinggi	≥ 50000

Sumber : Mandang (1991).

6. Saluran Interseluler

Saluran interseluler adalah saluran yang berada di antara sel-sel kayu yang berfungsi sebagai saluran khusus. Saluran interseluler ini tidak selalu ada pada setiap jenis kayu, tetapi hanya terdapat pada jenis-jenis tertentu, misalnya beberapa jenis kayu dalam famili *Dipterocarpaceae*. Berdasarkan arahnya, saluran interseluler dibedakan atas saluran interseluler aksial (arah longitudinal) dan saluran interseluler radial (arah sejajar jari-jari). Pada bidang lintang, dengan mempergunakan lup, pada umumnya saluran interseluler aksial terlihat sebagai lubang-lubang yang terletak di antara sel-sel kayu dengan ukuran yang jauh lebih kecil. Kehadiran saluran interseluler pada satu jenis kayu oleh karena sifat keturunan seperti pada jenis-jenis kayu yang tergolong pada suku *Dipterocarpaceae*, dan kemungkinan juga oleh kombinasi faktor luar. Saluran yang hadir karena faktor keturunan dinamakan saluran normal sedangkan saluran yang disebabkan oleh faktor luar dinamakan saluran traumatik (Mandang, 1991).

C. Dimensi Serat

Dimensi serat meliputi panjang serat, lebar serat, tebal dinding sel dan diameter lumen. Berdasarkan data dimensi serat dapat dihitung nilai turunan serat yaitu daya tenun, koefisien fleksibilitas, perbandingan *runkel*, dan koefisien kekasaran (Sanusi 1990). Variasi dimensi serat bergabung pada jenis kayu, posisinya dalam pohon, keadaan faktor lingkungan dan sifat genetik pohon (Priasukmana dan Silitonga, 1972).

Panjang serat juga bervariasi pada jenis tanah dimana pohon tumbuh, pada tanah subur dan kelembaban tinggi seratnya lebih panjang dibanding dengan pohon yang tumbuh pada tanah kering. Hal ini dibuktikan dengan penelitian Lee dan Smit (1949) yang dikutip oleh Tamolang dan Wangaard (1961) dalam Priasukmana dan Silitonga (1972).

Tabel 7. Klasifikasi kelas kualitas serat kayu untuk bahan baku pulp dan kertas

Kualitas	Keterangan
Kelas I	Serat panjang sampai panjang sekali, dinding sel tipis sekali dan diameter lumen lebar. Serat akan mudah digiling. Diduga menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak dan tarik yang tinggi.
Kelas II	Serat kayu sedang sampai panjang, mempunyai dinding sel tipis dan lumen agak lebar. Serat akan mudah menggepeng waktu digiling dan ikatan seratnya baik. Serat jenis ini diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak dan tarik cukup tinggi.
Kelas III	Serat kayu berukuran pendek sampai sedang, dinding sel dan lumen sedang. Dalam lembaran pulp kertas, serat agak menggepeng dan ikatan antar serat masih baik. Diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak dan tarik sedang.
Kelas IV	Serat kayu pendek, dinding sel tebal dan lumen serat sempit. Serat akan sulit menggepeng waktu digiling. Jenis ini diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak dan tarik yang rendah.

Sumber : Simon (1988).

Perbedaan dimensi serat pada satu lingkaran tahun yang telah diteliti oleh Bisset (1974) dalam Priasukmana dan Silitonga (1972) kayu *Eucalyptus regrans* F.v.m, dimana terdapat dimensi serat antara kayu awal dan kayu akhir. Kemungkinan perbedaan tersebut disebabkan adanya perbedaan kecepatan tumbuh dimana kayu awal lebih cepat pertumbuhannya dibanding dengan kayu akhir.

Tabel 8. *The International Association of Wood Anatomist* (IAWA) mengklasifikasikan serat kayu daun lebar berdasarkan panjangnya.

No	Kategori	Panjang
1	Pendek	< 900 μ
2	Sedang	900 μ - 1600 μ
3	Panjang	1,6 mm

Sumber : Priasukmana dan Silitonga (1972).

Tabel 9. Klemm mengklasifikasikan serat berdasarkan diameternya

No	Kategori	Diameter
1	Tipis	2 - < 10 μ
2	Sedang	10 - < 25 μ
3	Lebar	25 - 40 μ

Sumber : Priasukmana dan Silitonga (1972).

Terdapat hubungan antara panjang serat dan kekuatan sobek kertas, artinya makin panjang serat kekuatan sobek (*tearing strength*) makin tinggi. Serat yang diameter lumennya besar mudah mengalami *collaps* pada proses penggilingan (*beating*) sehingga meningkatkan ikatan antara serat (*interfiber bonding*) dan kertas yang dihasilkan lebih kompak dan porositasnya rendah. Tebal dinding serat

berpengaruh negatif terhadap kekuatan tarik (*tensile strength*) dan kekuatan pecah (*bursting strength*) 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 (Sanusi, 1990).

Pengaruh turunan serat, misalnya *flexibility ratio* mempunyai hubungan parabolis dengan kekuatan panjang putus (*breaking length*). Apabila koefisien fleksibilitas tinggi, maka pulp mempunyai kekuatan tarik yang tinggi. Perbandingan tebal dinding serat terhadap diameter serat (*coefficient of rigidity*) diduga mempunyai korelasi yang negatif dengan kekuatan tarik (Tamolang dan Wangaard (1961) dalam Priasukmana dan Silitonga (1972)).

Soenardi (1976), Sudrajat dan Rahman (1980) dalam Nurmaeni (1997), menyatakan bahwa peranan diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding serat secara bersama-sama juga penting, karena dapat mempengaruhi perlakuan pencucian dan penyaringan di dalam proses pembuatan pulp. Serat yang berdiameter kecil, apalagi tipis dinding selnya akan dengan mudah dibentuk menjadi lembaran kertas yang lebih tipis.

III. BAHAN DAN METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – April 2009 bertempat di Laboratorium Sifat Dasar dan Teknologi Kimia Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Universitas Hasanuddin Makassar. Sampel kayu diperoleh dari Desa Mahalona, Kecamatan Towuti, Kabupaten Luwu Timur, Sulawesi Selatan.

B. Bahan dan Alat Penelitian

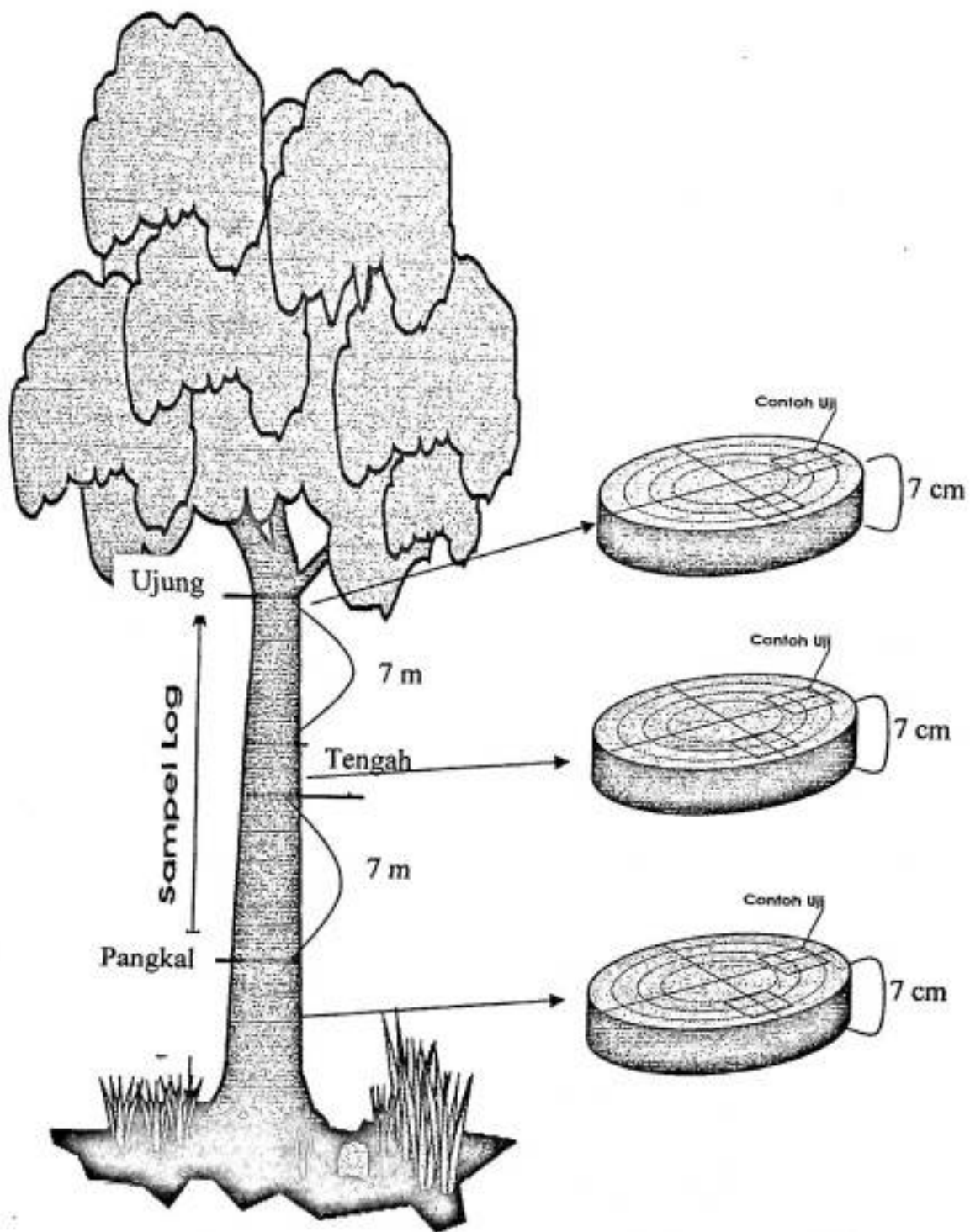
Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kayu kumea yang berdiameter sekitar 30 cm. Bahan kimia yang digunakan dalam penelitian ini adalah : alkohol 30%, 50%, 70%, 90%, aquades, asam asetat glacial (CH_3COOH), hidrogen peroksida (H_2O_2), zat pewarna safranin, eukit. Peralatan yang digunakan dalam penelitian berupa gergaji mesin, meteran, kantong plastik, mikrotom, mikroskop, *cutter*, label, *object glass*, *deck glass*, pipet, pinset, gelas ukur, penangas air, cawan petri, tabung reaksi, gelas tahan panas dan alat tulis.



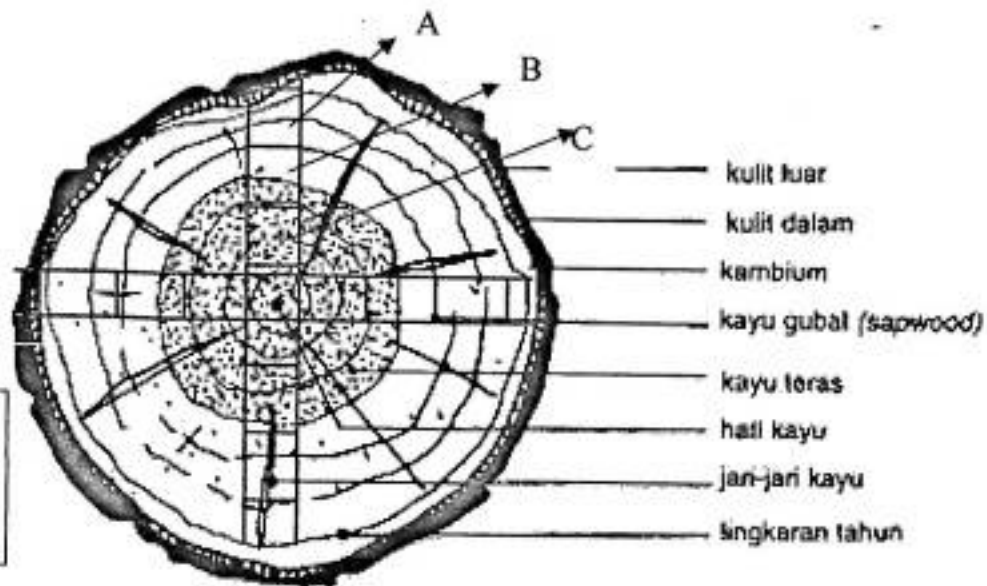
C. Metode Penelitian

1. Pengambilan Contoh Uji

Setiap pohon diambil 3 lempengan kayu setebal 7 cm untuk posisi vertikal yaitu bagian pangkal, tengah dan ujung (Gambar 1). Pada setiap lempengan dilakukan pembagian secara horizontal sebanyak 4 diagram (Gambar 2). Setiap diagram dibuat sempel dengan ukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm. Sampel-sampel tersebut digolongkan dengan taraf sebagai berikut: bagian dalam yaitu bagian yang dekat empulur (teras), bagian tengah yaitu bagian yang terletak antara bagian empulur dan bagian dekat kulit (gubal teras), dan bagian luar yaitu bagian yang dekat kulit (gubal), selanjutnya masing-masing contoh uji tersebut dibuat preparat sayatan dan maserasi.



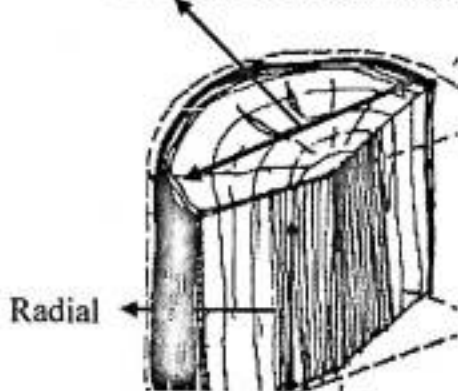
Gambar 1. Cara pengambilan sampel menurut posisi vertikal yaitu pangkal, tengah dan ujung batang



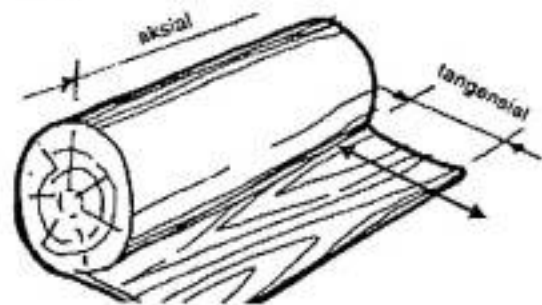
Keterangan:
 A = Gubal
 B = Gubal teras
 C = Teras

Penampang batang pohon secara melintang

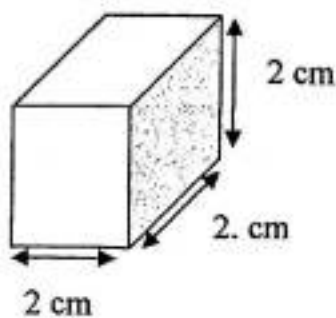
Melintang / longitudinal



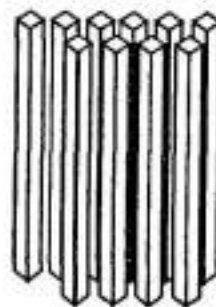
Bidang melintang dan radial batang



Bidang tangensial batang



Bentuk sampel preparat sayatan



Bentuk sampel preparat dimeni serat

Gambar 2. Cara pengambilan sampel menurut arah horisontal dari dekat empulur hingga bagian dekat kulit, sehingga memperlihatkan 3 penampang dari kayu yaitu longitudinal, radial dan tangensial.

2. Pembuatan Preparat

Untuk pengamatan struktur anatomi kayu digunakan preparat mikrotom yang dibuat dengan prosedur sebagai berikut:

- a. sampel kayu digergaji berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm menurut arah sumbu anisotropiknya.
- b. sampel diberi label dan dimasukkan ke dalam gelas yang tahan panas lalu diberi air secukupnya kemudian direbus.
- c. sampel kayu yang telah direbus dimasukkan ke dalam alkohol 50% untuk menunggu proses penyayatan dengan menggunakan mikrotom.
- d. hasil sayatan diletakkan pada cawan petri yang berisi alkohol 50% untuk memberi ketajaman dalam pengamatan pada mikroskop maka dilakukan pewarnaan dengan safranin.
- e. hasil sayatan dihidrasi dengan aquades dan alkohol masing-masing 10%, 30% selama dua menit, diberikan zat warna safranin 2% dan selama 24 jam didiamkan.
- f. dicuci dengan aquades sampai bersih dan dihidrasi secara berurutan masing-masing dengan alkohol (10%, 30%, 50%, 70%, 90% dan 100%) selama 2 menit.
- g. sayatan disusun pada *object glass*.
- h. masing-masing diberikan label dan siap diamati.

Untuk preparat dimensi serat dilakukan dengan menggunakan prosedur sebagai berikut:

- a. sampel dibuat berbentuk korek api, kemudian dimasukkan ke dalam tabung reaksi dan ditambah asam asetat glasial (CH_3COOH) dan hidrogen peroksida (H_2O_2) dengan perbandingan 1 : 1 bagian sampai tenggelam.
- b. sampel direbus di dalam penangas air sampai berwarna putih dan terlihat serabut mulai lepas.
- c. sampel dicuci beberapa kali dengan air sampai bebas asam, kemudian dikocok untuk mendapatkan serabut-serabut yang terlepas. Serat yang diperoleh lalu dipindahkan ke dalam cawan petri dan diberi safranin 2%, kemudian dibiarkan selama 6-12 jam.
- d. sampel kemudian dicuci dengan air sampai warna berlebih terbuang. Setelah itu dicuci lagi dengan alkohol (etanol) secara berurutan yaitu 30%, 50%, 70% dan 90%.
- e. sampel diletakkan di *object glass* dan ditutup dengan menggunakan *deck glass*. Selanjutnya dilakukan pengukuran dimensi serat sampel tersebut sebanyak 25 serat dengan menggunakan mikroskop yang telah dilengkapi mikrometer

D. Variabel Pengamatan

1. Struktur Anatomi

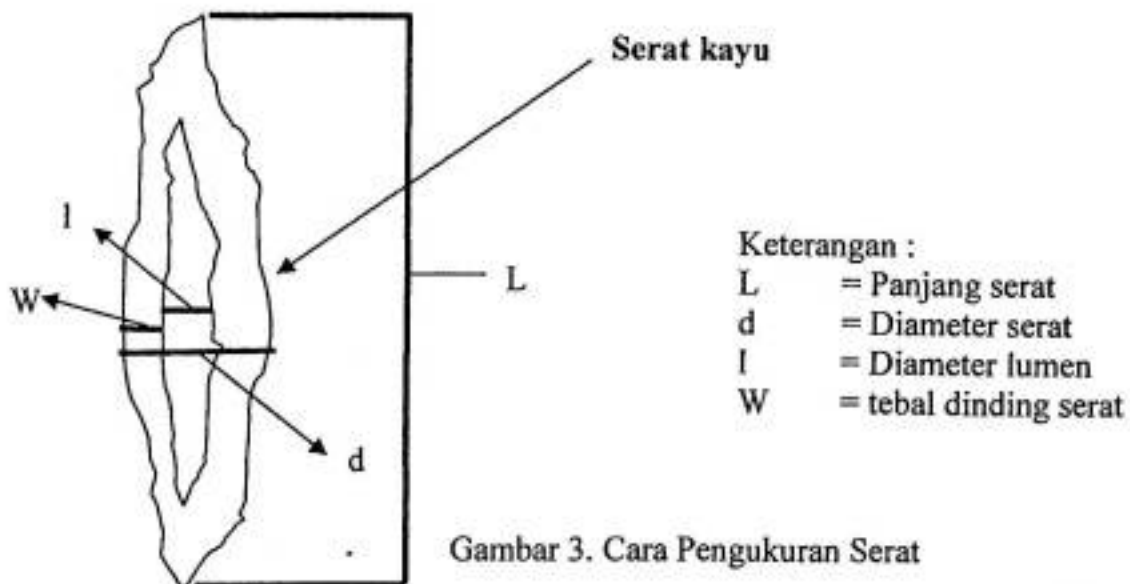
Pengamatan dan pengukuran struktur anatomi dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer. Pengamatan struktur anatomi meliputi pori, jari-jari, parenkim dan bidang perporasi. Pengukuran pori dilakukan dengan mengukur diameter pori, frekuensi pori dan persen pori soliter sedangkan untuk parenkim dilakukan pengamatan mengenai tipenya dari tiap preparat sayatan yang diamati. Di samping itu dilakukan pengamatan terhadap penggabungan, isi, susunan pori.

Pengukuran jari-jari meliputi lebar, tinggi dan frekuensi jari-jari. Lebar jari-jari diukur yang terlebar dan sempit sedangkan untuk tinggi jari-jari diukur yang tertinggi, sedang dan terpendek. Di samping itu juga dilakukan pengamatan terhadap tipe jari-jari. Pengamatan parenkim yaitu mengenai tipe parenkim yang dapat dilihat pada lintang kayu, selain itu juga dilakukan pengamatan terhadap bidang perporasi.

2. Dimensi Serat dan Turunannya.

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, sedangkan untuk turunan serat meliputi *Runkel Ratio*, *Felting Power*, *Flexibility Ratio*, *Coeficient of Rigidity*, dan *Muhlsteph Ratio* (gambar 3). Serat yang diukur adalah serat utuh dan tidak putus.

Pengukuran dan pengamatan struktur anatomi dan dimensi serat dilakukan dengan menggunakan mikroskop yang dilengkapi dengan mikrometer. Preparat maserasi dan sayatan diukur di bawah mikroskop dengan pembesaran 4x, pembesaran 10x dan pembesaran 40x.



Gambar 3. Cara Pengukuran Serat

E. Pengolahan Data

1. Konversi Data Pengukuran

Hasil pengukuran serat kemudian dikonversi ke dalam satuan mikrometer dan satuan per mm² sesuai dengan pembesaran yang digunakan. Untuk pembesaran 4x, 10x, dan 40x data yang diperoleh dikalikan masing-masing dengan 25, 10 dan 2.5. Khusus untuk jumlah pori dan jumlah jari-jari data yang diperoleh dibagi dengan 6,25 dan 2,5.

Hasil yang diperoleh dari pengukuran panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding serat diajiah lebih lanjut untuk mengetahui nilai turunan serat yaitu :

Rumus turunan serat :

- **Runkel Ratio (RR)**

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

- **Felting Power (FP)**

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

- **Flexibility Ratio (FR)**

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

- **Muhlstep Ratio (MR)**

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

- **Coefficient of Rigidity (CR)**

$$CR = \frac{W}{D}$$

Keterangan :

- L = Panjang serat
- D = Diameter serat
- l = Diameter lumen
- W = tebal dinding serat

2. Rancangan Percobaan

Analisis data sekunder struktur anatomi dan dimensi serat dan turunannya menggunakan rancangan tersarang (*Nested Experimental Design*) dengan tiga kali ulangan. Ada tiga faktor pada penelitian ini yaitu faktor A adalah pohon, faktor B adalah posisi vertikal dalam batang dan C adalah posisi horisontal. Model matematis untuk analisis ini adalah sebagai berikut (Montgomery, 2001):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j(i) + \epsilon_{k(ij)} \quad ; \quad \begin{array}{l} i = 1, 2, \dots, a \\ j = 1, 2, \dots, b \\ k = 1, 2, \dots, c \end{array}$$

dimana ;

- Y_{ijk} = Nilai pengamatan/pengujian pada ulangan ke-k faktor B ke-j (arah horisontal) yang diambil dari faktor A ke-i (arah vertikal)
- μ = Rata-rata umum hasil pengamatan
- α_i = Pengaruh faktor A (Arah Vertikal) ke- i
- $\beta_j(i)$ = Pengaruh faktor B (Arah Horisontal) ke-j yang ada pada faktor A
- $\epsilon_{k(ij)}$ = efek galat eksperimen karena ulangan ke-k dari faktor asal arah vertikal ke-i, faktor ke-j (arah vertikal dalam arah horisontal)



Menurut Gasperz (1989), untuk mengetahui pengaruh dari masing-masing perlakuan uji yaitu uji Tukey (*Honestly Significant Defference*), yang disebut juga uji beda nyata jujur (BNJ). Formula untuk BNJ ini adalah :

$$W = Q_{\alpha}(p, fe) S_y$$

Keterangan ;

W = nilai BNJ (nilai pembanding)

Q = nilai table tukey

p = jumlah perlakuan

fe = derajat bebas galat

Sy = galat nilai tengah $(KTG/r)^{1/2}$

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Struktur Anatomi

a. Pori

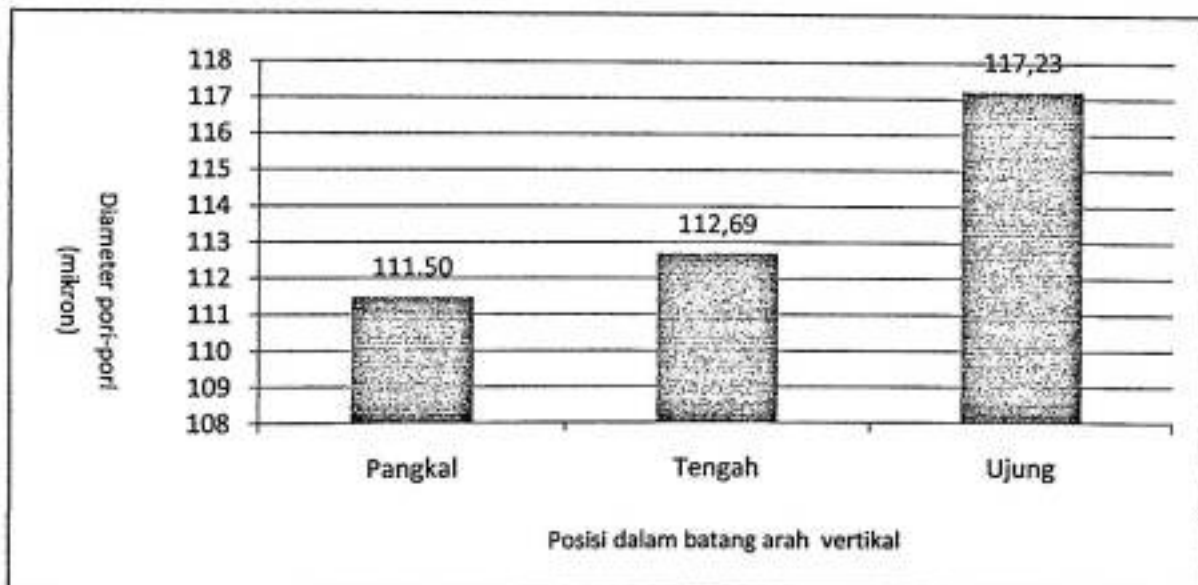
Pengukuran dan pengamatan pori dilakukan pada ketiga bidang penampang kayu. Berdasarkan hasil pengukuran pori tersebut diperoleh data mengenai diameter pori, frekuensi pori, persen pori soliter dan penyebaran pori. Secara lengkap karakteristik pori kayu kumea pada bagian pangkal, tengah, dan ujung secara kuantitatif dan kualitatif disajikan pada Tabel 10.

Tabel 10. Karakteristik Pori Kumea pada Bagian Pangkal, Tengah, dan Ujung.

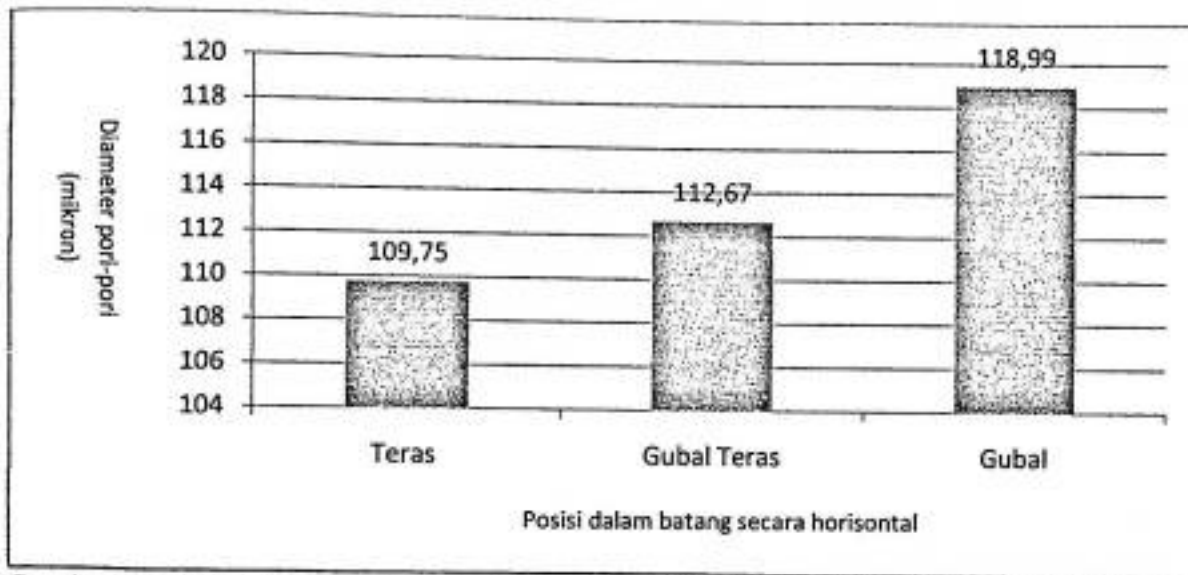
Bagian batang	No	Parameter Pengukuran/pengamatan	Kuantitatif	Kualitatif
Pangkal	1.	Diameter pori (μ)	133,41	Agak kecil
	2.	Frekuensi pori (per mm^2)	3,77	Jarang
	3.	Persentase pori soliter	81,34%	Sebagian besar soliter
	4.	Persentase pori Bergabung	18,66%	
	5.	Penyebaran pori		Tata baur
Tengah	1.	Diameter pori (μ)	135,19	Agak kecil
	2.	Frekuensi pori (per mm^2)	3,78	Jarang
	3.	Persentase pori soliter	85,56%	Sebagian besar soliter
	4.	Persentase pori Bergabung	14,66%	
	5.	Penyebaran pori		Tata baur
Ujung	1.	Diameter pori (μ)	140,45	Agak kecil
	2.	Frekuensi pori (per mm^2)	3,92	Jarang
	3.	Persentase pori soliter	86,67%	Sebagian besar soliter
	4.	Persentase pori Bergabung	13,33%	
	5.	Penyebaran pori		Tata baur

1. Diameter pori

Hasil perhitungan diameter pori kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 1, sedangkan sidik ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 2. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap diameter pori kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata diameter pori perlakuan pada arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Diameter pori rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

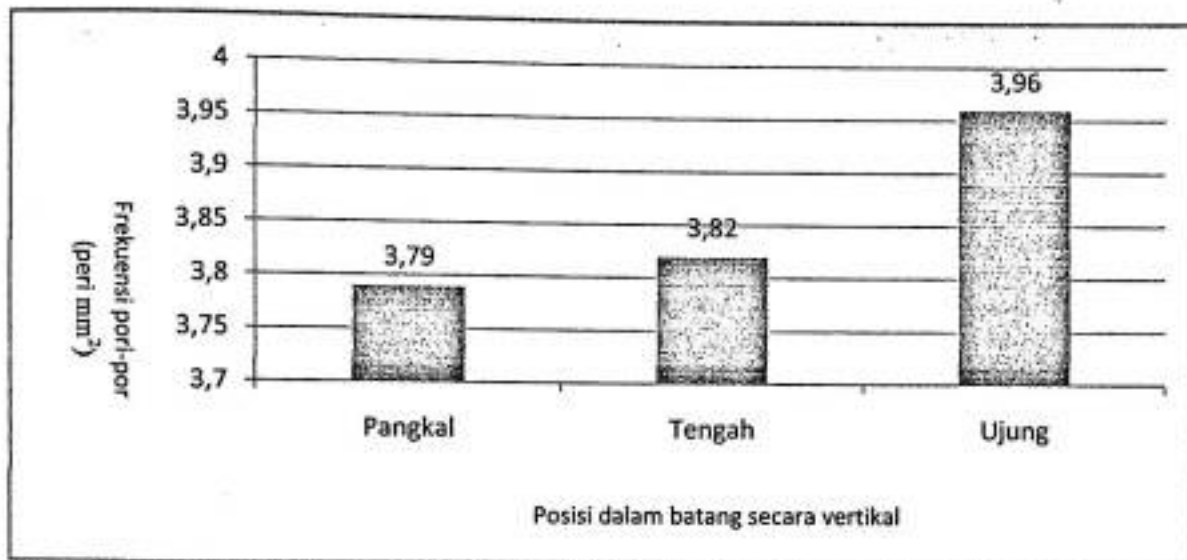


Gambar 5. Diameter pori rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal.

Gambar 4, memperlihatkan bahwa diameter pori rata-rata terbesar pada bagian ujung ($117,23 \mu$), kemudian diikuti bagian tengah ($112,69 \mu$) dan bagian pangkal ($111,50 \mu$). Gambar 5, memperlihatkan bahwa diameter pori rata-rata terbesar pada bagian gubal ($118,99 \mu$), kemudian bagian gubal teras ($112,67 \mu$) dan bagian teras ($109,75 \mu$).

2. Frekuensi Pori

Hasil perhitungan frekuensi pori kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 3, sedangkan sidik ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 4. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, sedangkan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal berpengaruh sangat nyata terhadap frekuensi pori kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata frekuensi pori perlakuan pada arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Frekuensi pori rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

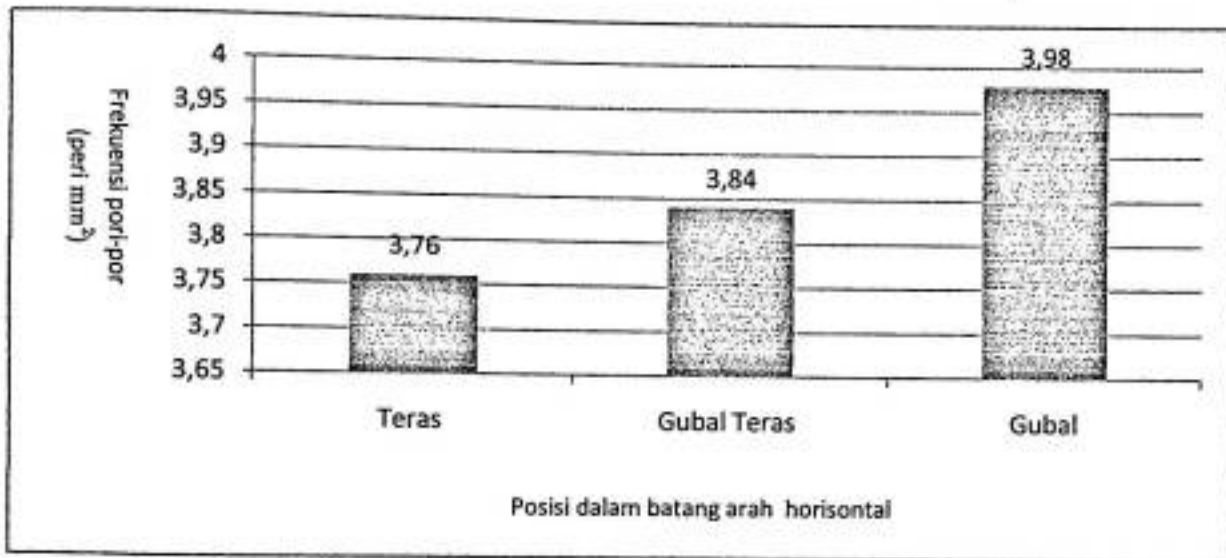
Gambar 6 memperlihatkan bahwa frekuensi pori rata-rata terbesar terdapat pada bagian ujung (3,96 per mm²), kemudian diikuti bagian tengah (3,82 per mm²) dan bagian pangkal (3,79 per mm²). Hasil BNJ frekuensi pori untuk perlakuan posisi dalam batang arah horisontal dapat dilihat pada Tabel 11.

Tabel 11. Hasil Uji BNJ Frekuensi Pori Kumea pada Berbagai Posisi dalam Batang Arah Horisontal.

Arah Horisontal	Diameter Pori Rata-rata (mikron)	<u>BNJ 0,01</u> W= 0,193
Teras	3,76	a
Gubal Teras	3,84	a
Gubal	3,98	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf-huruf yang sama berbeda tidak nyata.

Tabel 11, memperlihatkan bahwa frekuensi pori rata-rata bagian teras berbeda tidak nyata dengan bagian gubal teras tetapi berbeda sangat nyata dengan bagian gubal. Bagian gubal teras berbeda sangat nyata dengan bagian gubal. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 7.

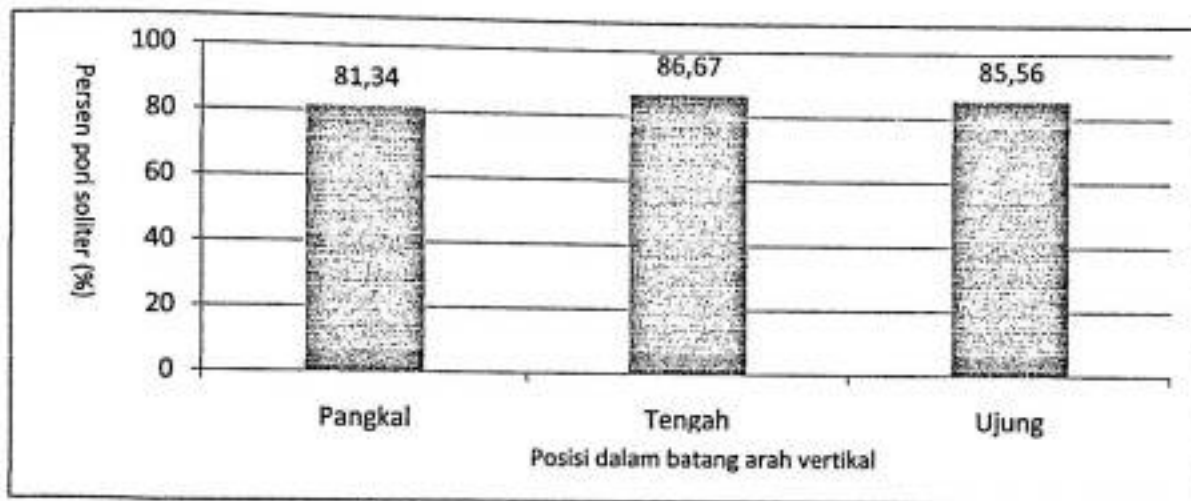


Gambar 7. Frekuensi pori rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal.

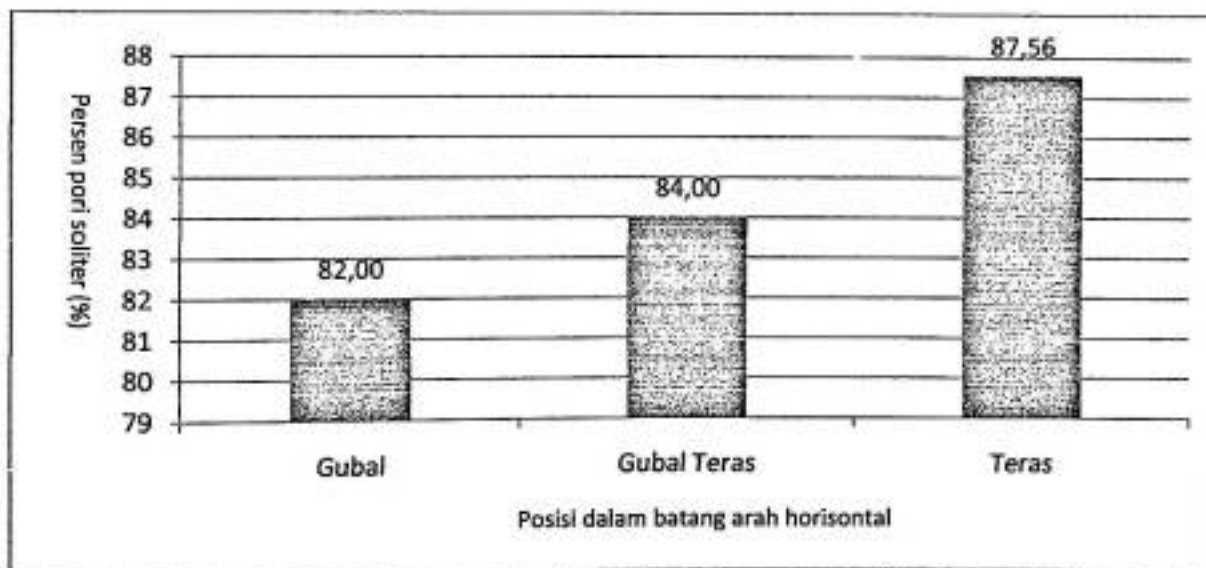
Gambar 7, memperlihatkan bahwa frekuensi pori rata-rata terbesar terdapat pada posisi bagian gubal (3,98 per mm²), kemudian diikuti bagian gubal teras (3,84 per mm²) dan bagian teras (3,76 per mm²).

3. Persen Pori Soliter

Hasil perhitungan persen pori soliter dapat dilihat pada Lampiran 5, sedangkan sidik ragamnya dapat dilihat pada Lampiran 6. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap persentase pori soliter kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata persentase pori perlakuan pada arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9.



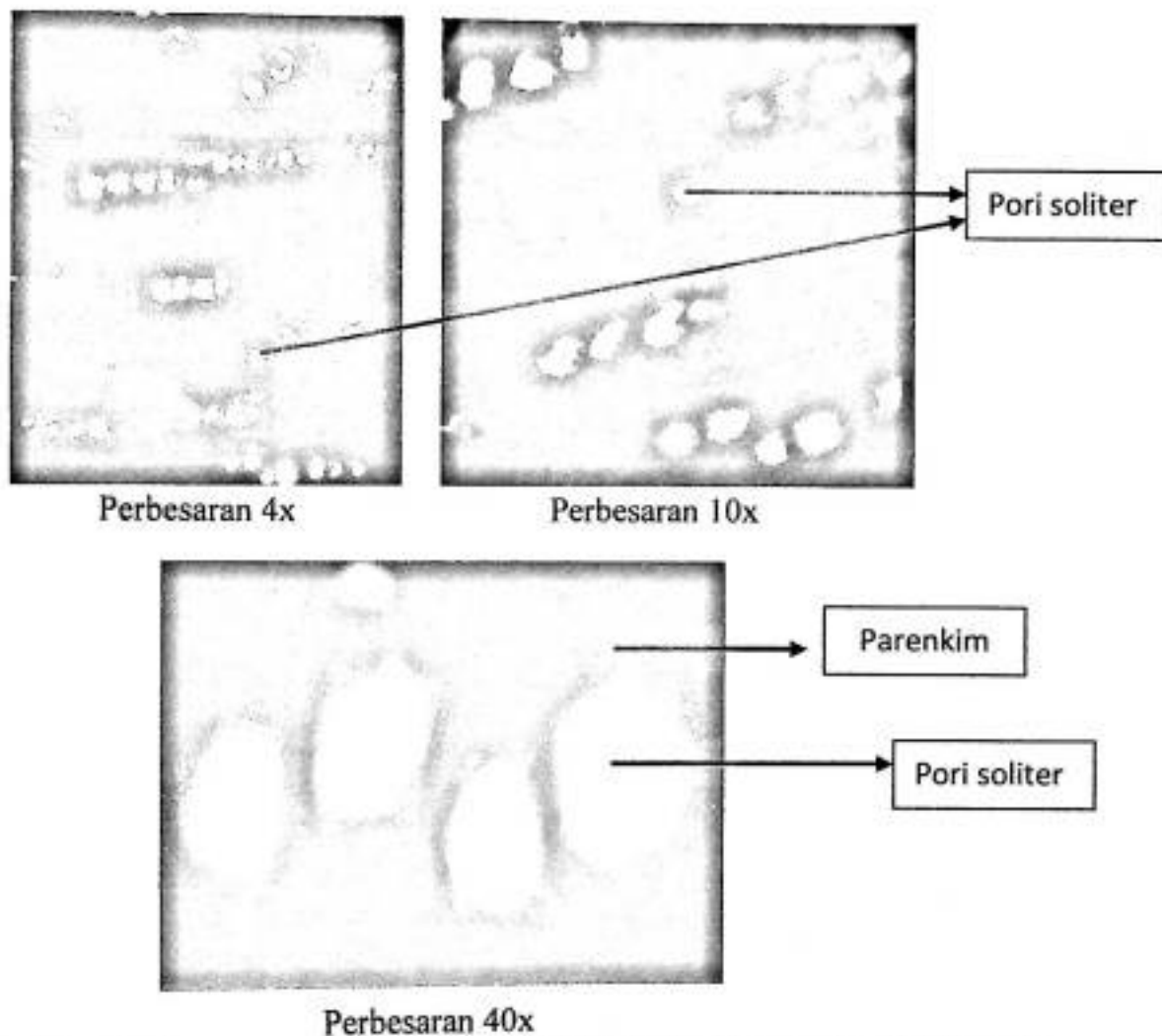
Gambar 8. Persen Pori pori rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.



Gambar 9. Persentase pori rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

Gambar 8 menunjukkan bahwa nilai persentase pori soliter rata-rata pada perlakuan secara horizontal masing-masing adalah bagian pangkal (81,34 %), tengah (86,67 %) dan ujung (85,56 %). Gambar 9 menunjukkan bahwa persentase pori soliter rata-rata terbesar terdapat pada bagian teras (87,56 %) kemudian diikuti bagian gubal teras (84,00 %) dan bagian gubal (82,00 %).

Pori-pori yang dimiliki kayu ini sebagian besar soliter dan membentuk barisan ke arah radial. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 13.



Gambar 10. Penampang aksial batang kumea dengan perbesaran 4 x dan 10 x

4. Penyebaran Pori

Penyebaran pori bagian batang secara vertikal dan horisontal adalah pori tatabaur. Gambar 12 memperlihatkan pori tersebar merata pada penampang melintang kayu.

b. Jari-jari

Pengukuran dan pengamatan jari-jari dilakukan pada ketiga bidang penampang kayu. Data yang diperoleh mengenai tinggi jari-jari, lebar jari-jari, frekuensi jari-jari, dan tipe jari-jari. Secara lengkap karakteristik jari-jari pada bagian pangkal, tengah dan ujung batang kayu kumea secara kuantitatif dan kualitatif disajikan pada Tabel 12.

Tabel 12. Karakteristik Jari-jari Kayu Kumea pada Bagian Pangkal, Tengah dan Ujung.

Bagian Batang	No	Parameter pengukuran/pengamatan	Kuantitatif	Kualitatif
Pangkal	1	Tinggi jari-jari (μ)	1005.61	Pendek
	2	Lebar jari-jari (μ)	94.04	Agak Sempit
	3	Frekuensi jari-jari (per mm^2)	9.69	Agak Banyak
	4	Tipe jari-jari		Heteroseluler (radial) Monoserial (tangensial)
Tengah	1	Tinggi jari-jari (μ)	925.88	Sangat Pendek
	2	Lebar jari-jari (μ)	87.03	Agak Sempit
	3	Frekuensi jari-jari (per mm^2)	9.57	Agak Banyak
	4	Tipe jari-jari		Heteroseluler (radial) Monoserial (tangensial)
Ujung	1	Tinggi jari-jari (μ)	901.02	Sangat Pendek
	2	Lebar jari-jari (μ)	84.84	Agak Sempit
	3	Frekuensi jari-jari (per mm^2)	9.23	Agak Banyak
	4	Tipe jari-jari		Heteroseluler (radial) Monoserial (tangensial)

1. Tinggi Jari-jari

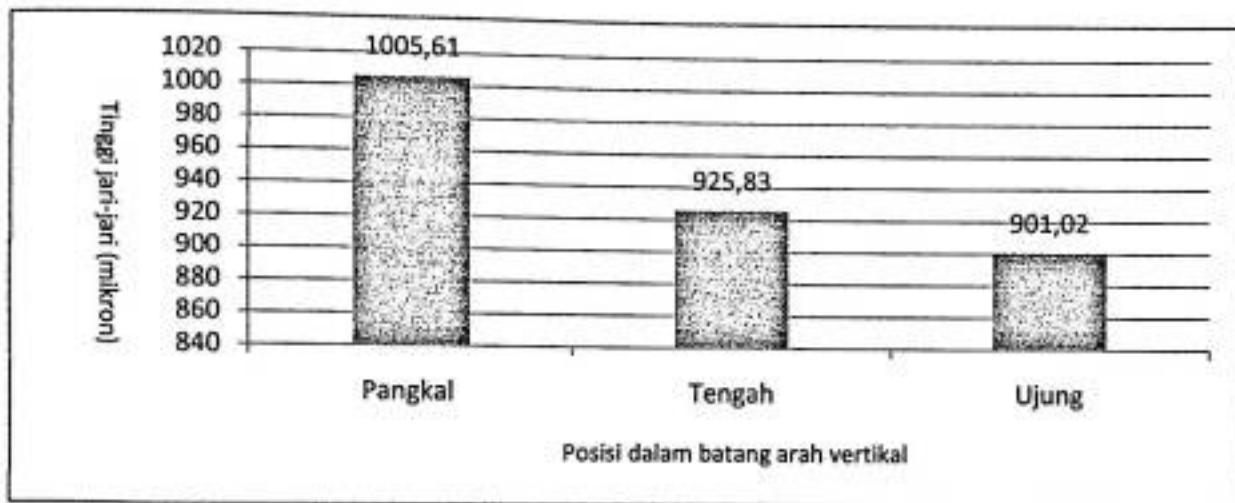
Hasil perhitungan tinggi jari-jari kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 7, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 8. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh sangat nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh sangat nyata terhadap tinggi jari-jari kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata tinggi jari-jari perlakuan pada arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 11 dan 12.

Tabel 13. Hasil Uji BNJ Tinggi Jari-Jari Kumea pada Posisi dalam Batang Arah Vertikal.

Arah Vertikal	Tinggi jari-jari Rata-rata (mikron)	<u>BNJ 0,01</u> W = 12,40
Ujung	901,02	a
Tengah	925,83	b
Pangkal	1005,61	c

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf-huruf yang sama berbeda tidak nyata.

Tabel 13 memperlihatkan bahwa tinggi jari-jari rata-rata kumea secara vertikal pada bagian pangkal berbeda sangat nyata dengan bagian tengah dan ujung, bagian tengah juga berbeda sangat nyata dengan bagian ujung. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 11.



Gambar 11. Tinggi jari-jari rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

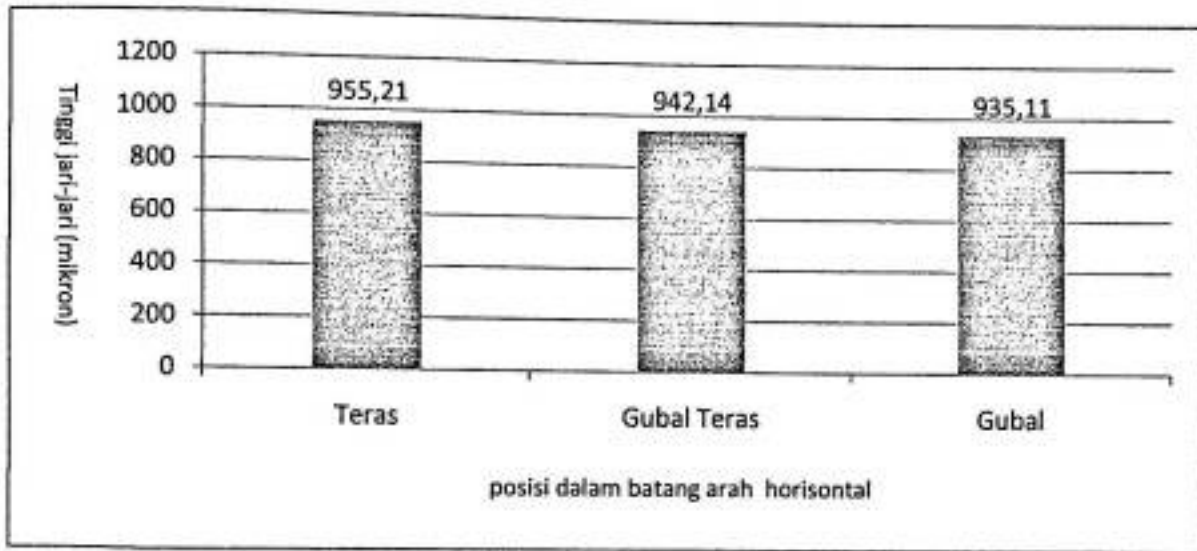
Gambar 11 memperlihatkan bahwa tinggi jari-jari rata-rata terbesar terdapat pada bagian pangkal (1005,61 μ) diikuti bagian tengah (925,83 μ) dan bagian ujung (901,02 μ). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan posisi dalam batang arah horisontal terhadap tinggi jari-jari dilakukan uji beda nyata jujur (BNJ) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 22.

Tabel 14. Hasil Uji BNJ Tinggi Jari-Jari pada Kumea pada Posisi dalam Batang Arah Horisontal.

Arah Horisontal	Tinggi jari-jari Rata-rata (mikron)	BNJ 0,01 W = 12,40
Gubal	935,11	a
Gubal Teras	942,14	a
Teras	955,21	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf-huruf yang sama berbeda tidak nyata.

Tabel 14 memperlihatkan bahwa tinggi jari-jari rata-rata pada bagian gubal berbeda tidak nyata dengan bagian gubal teras tetapi berbeda sangat nyata dengan bagian teras. Bagian gubal teras berbeda sangat nyata dengan bagian teras. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 12.

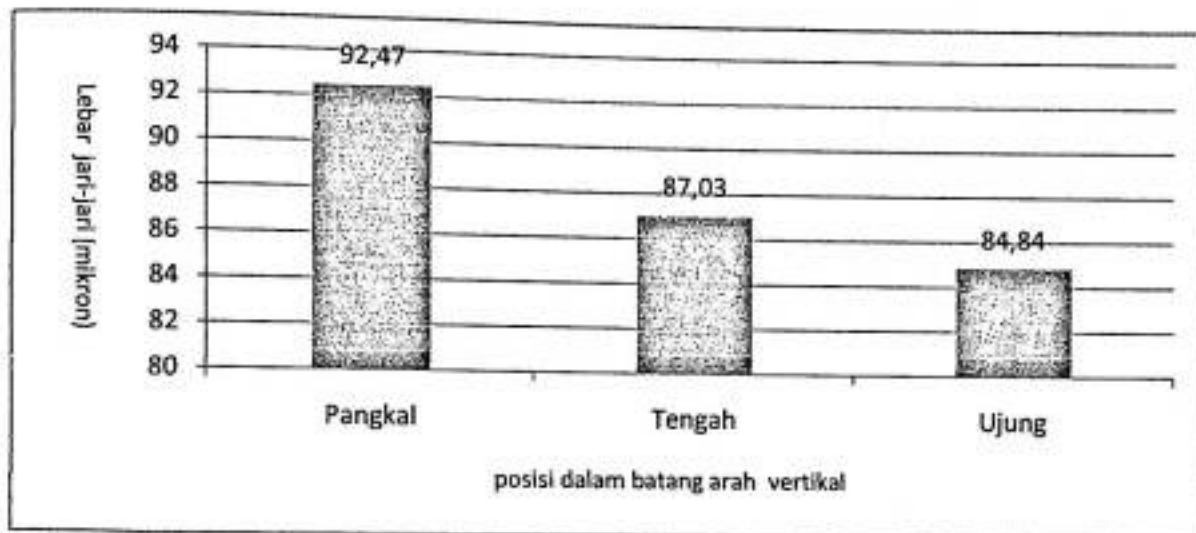


Gambar 12. Tinggi jari-jari rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

Gambar 12 memperlihatkan bahwa tinggi jari-jari rata-rata terbesar terdapat pada bagian teras (955,21 μ) diikuti bagian gubal teras (942,14 μ) dan bagian gubal (935,11 μ).

2. Lebar Jari-jari

Hasil perhitungan lebar jari-jari kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 9, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 10. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, sedangkan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal berpengaruh sangat nyata terhadap lebar jari-jari kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata lebar jari-jari pada perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 13 dan 14.



Gambar 13. Lebar jari-jari rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

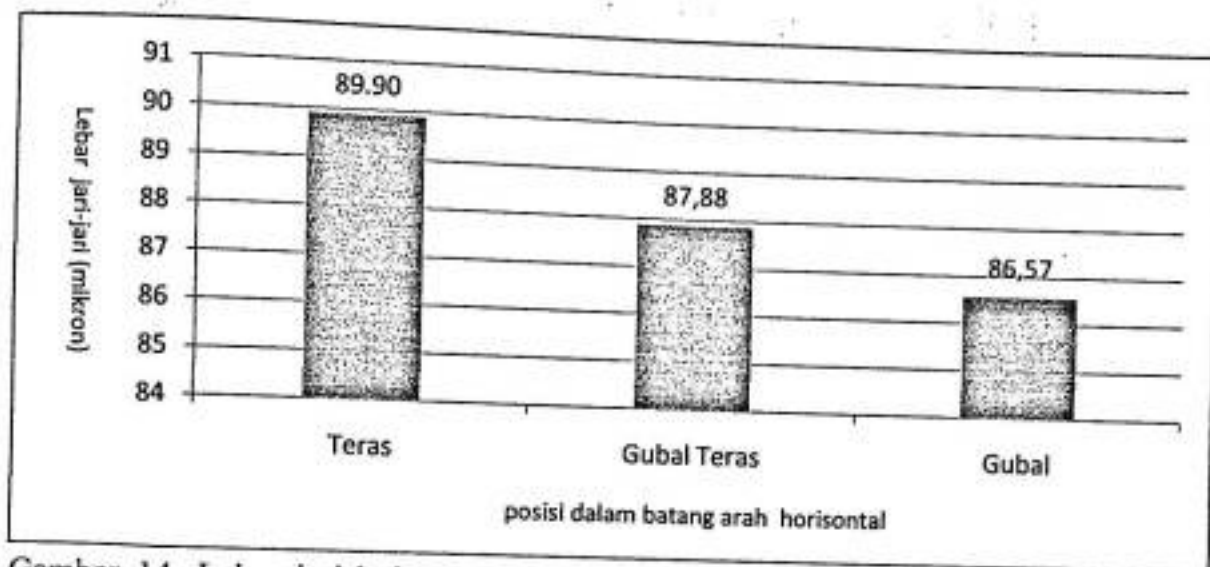
Gambar 13 memperlihatkan bahwa lebar jari-jari rata-rata terbesar terdapat pada batang bagian pangkal ($92,47 \mu$) diikuti bagian tengah ($87,03 \mu$) dan bagian ujung ($84,84 \mu$). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan posisi dalam batang arah horisontal terhadap tinggi jari-jari dilakukan uji beda nyata jujur (BNJ), yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 15.

Tabel 15. Hasil Uji BNJ Lebar Jari-Jari Kumea Berdasarkan Posisi dalam Batang Arah Horisontal.

Arah Horisontal	Lebar jari-jari Rata-rata (mikron)	BNJ 0,01 W = 3,01
Gubal	86,57	a
Gubal Teras	87,88	a
Teras	89,90	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf-huruf yang sama berbeda tidak nyata.

Tabel 15 memperlihatkan bahwa lebar jari-jari rata-rata gubal berbeda nyata dengan bagian gubal teras dan teras, demikian juga bagian gubal teras berbeda nyata dengan bagian teras. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 14.

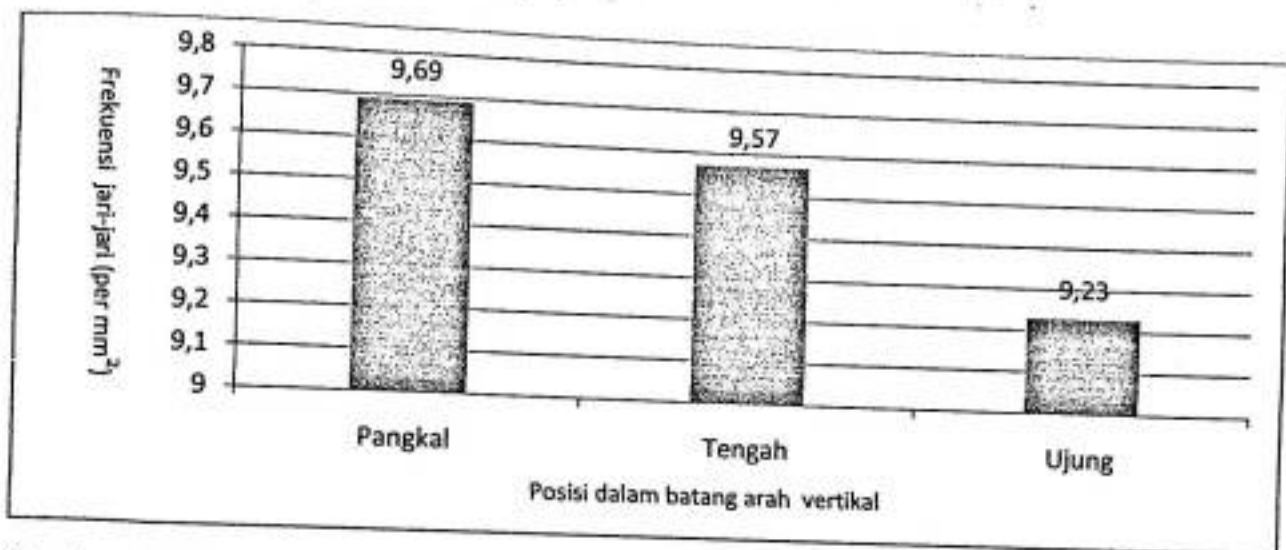


Gambar 14. Lebar jari-jari rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang secara horisontal

Gambar 14 memperlihatkan bahwa lebar jari-jari rata-rata terbesar terdapat pada bagian teras (89.90μ) diikuti bagian gubal (88.14μ) dan bagian gubal teras (87.87μ).

3. Frekuensi Jari-jari

Hasil perhitungan frekuensi jari-jari kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 11, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 12. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, sedangkan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal berpengaruh sangat nyata terhadap frekuensi jari-jari kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata frekuensi jari-jari perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 15 dan 16.



Gambar 15. Frekuensi jari-jari rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

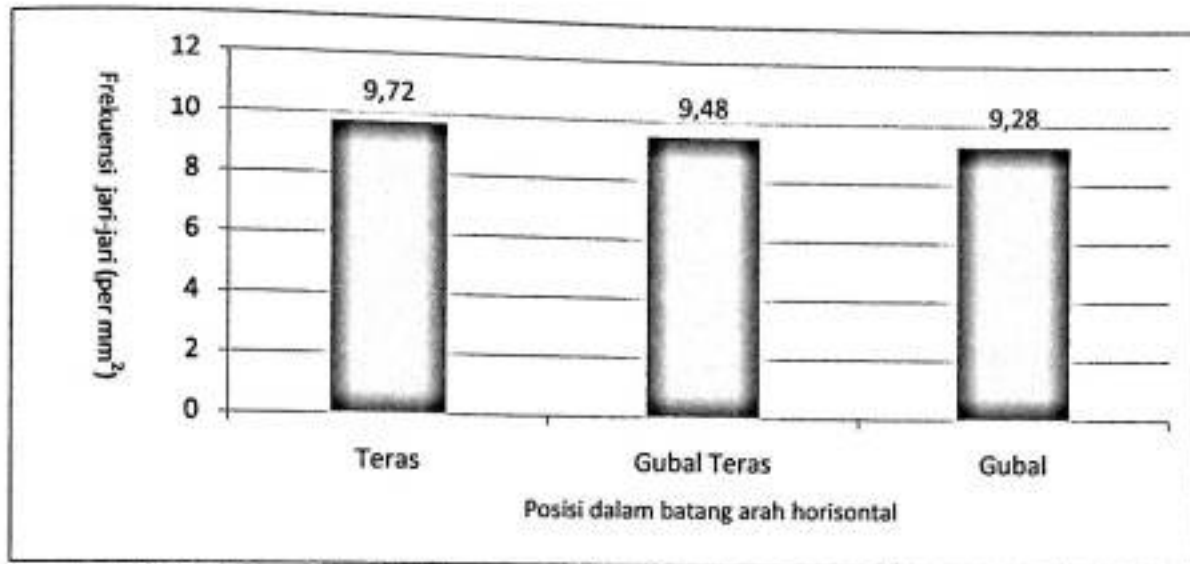
Gambar 15 memperlihatkan bahwa frekuensi jari-jari rata-rata terbesar terdapat pada bagian pangkal (9,69 per mm²) diikuti bagian tengah (9,57 per mm²) dan bagian ujung (9,23 per mm²). Untuk mengetahui pengaruh perlakuan posisi dalam batang arah horisontal terhadap frekuensi jari-jari dilakukan uji beda nyata jujur (BNJ) yang hasilnya dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Hasil Uji BNJ Frekuensi Jari-Jari Kumea pada Posisi dalam Batang Arah Horisontal.

Arah Horisontal	Frekuensi jari-jari Rata-rata (per mm ²)	BNJ 0,05 W = 0,38
Gubal	9,28	a
Gubal Teras	9,48	a
Teras	9,72	b

Keterangan : Angka-angka yang diikuti huruf-huruf yang sama berbeda tidak nyata.

Tabel 16 memperlihatkan bahwa frekuensi jari-jari rata-rata bagian gubal berbeda nyata dengan bagian teras dan gubal teras, demikian pula bagian gubal teras berbeda nyata dengan bagian teras. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 16.

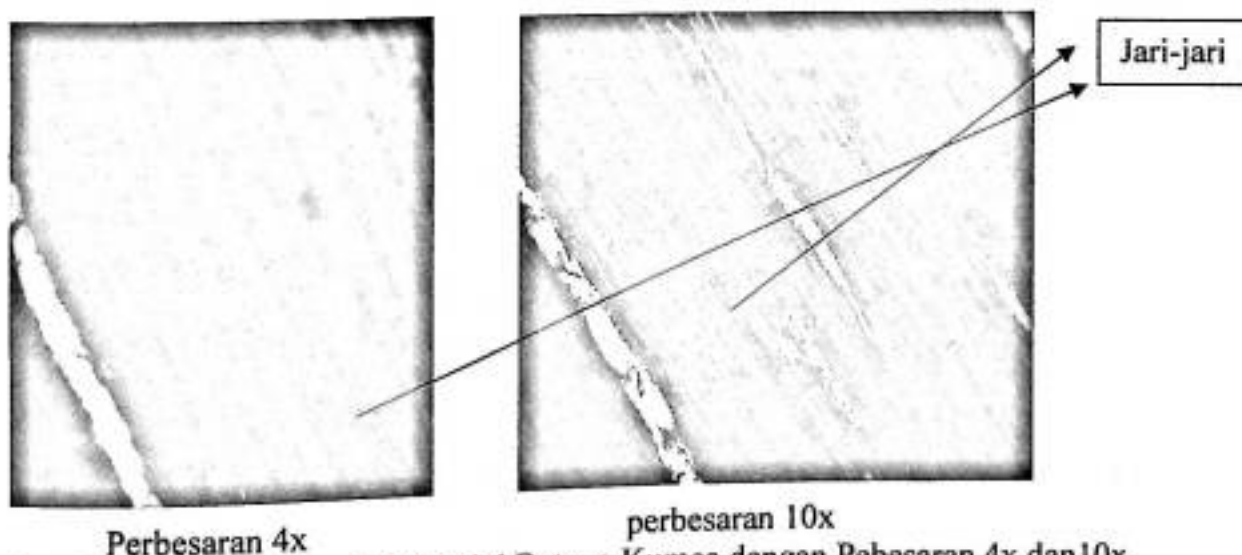


Gambar 16. Frekuensi jari-jari rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang secara horisontal

Gambar 16 memperlihatkan bahwa frekuensi jari-jari rata-rata terbesar terdapat pada bagian teras (9,72 per mm²) diikuti posisi batang bagian gubal teras (9,48 per mm²) dan bagian gubal (9,28 per mm²).

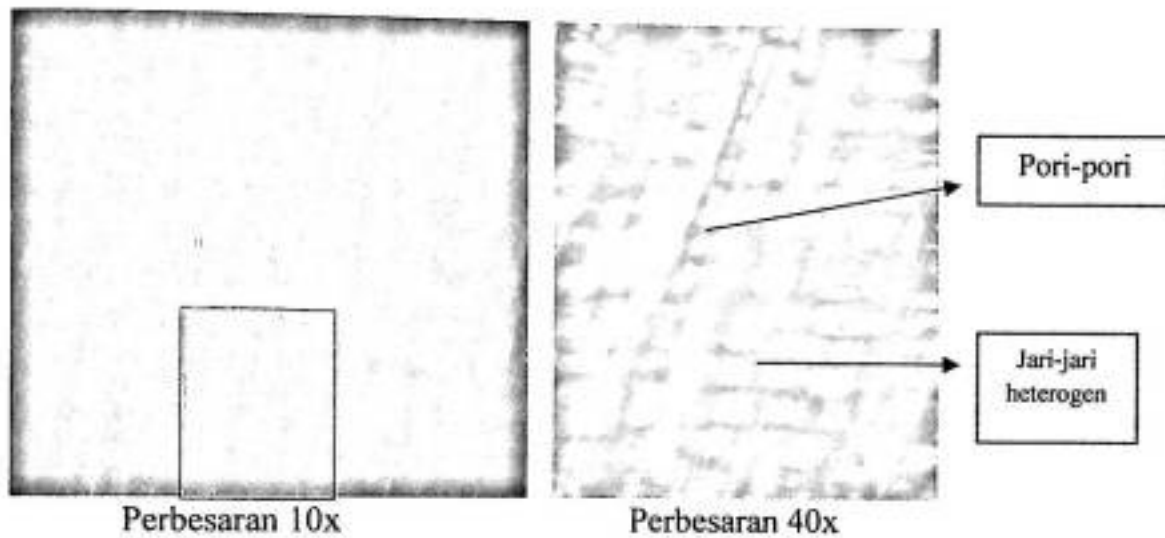
4. Tipe Jari-jari

Tipe jari-jari bagian pangkal, tengah dan ujung adalah monoseriat karena hanya memiliki 1 seri. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 17.



Gambar 17. Penampang Tangensial Batang Kumea dengan Pebesaran 4x dan 10x.

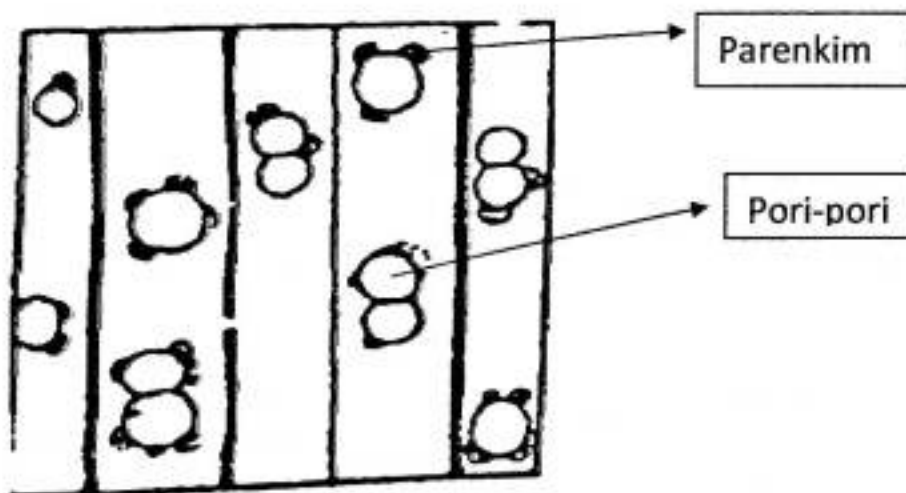
Jari-jari kumea tergolong heterogen karena tersusun atas dua jenis sel. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 24.



Gambar 18. Penampang radial batang kumea dengan perbesaran 10 x.

c. Parenkim

Hasil pengamatan pada bidang melintang batang menunjukkan bahwa parenkim pada bagian batang kumea adalah parenkim paratrakeal scanty. Pada penampang melintang kayu (Gambar 13) memperlihatkan bahwa parenkim mengelilingi pori/pembuluh. Untuk lebih jelasnya terlihat pada Gambar 19.



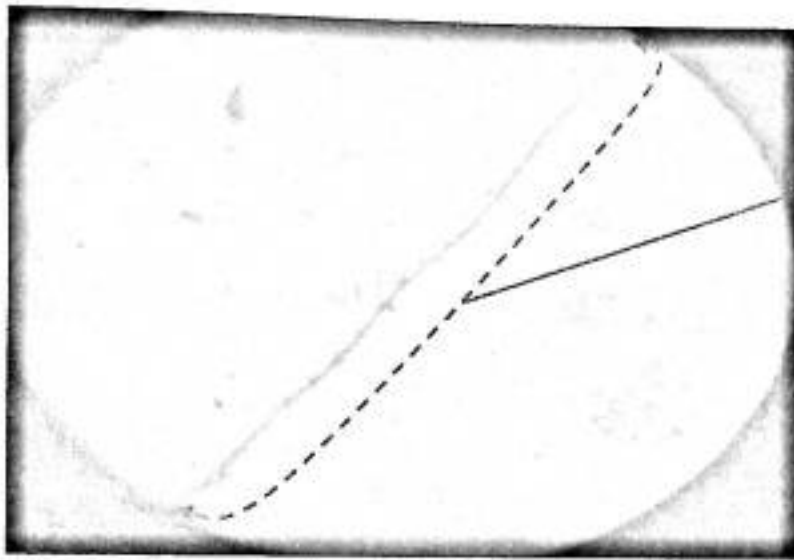
Gambar 19. Tipe Parenkim Pada Kumea Yaitu Parenkim Paratrakeal Scanty.

d. Dimensi dan Turunan Serat

Dimensi serat diperoleh dengan cara mengukur panjang serat, diameter serat, tebal dinding serat dan diameter lumen. Setelah memperoleh dimensi serat maka dihitung turunannya. Karakteristik serat dan turunannya pada bagian pangkal, tengah dan ujung batang kayu kumea dapat dilihat pada Tabel 17.

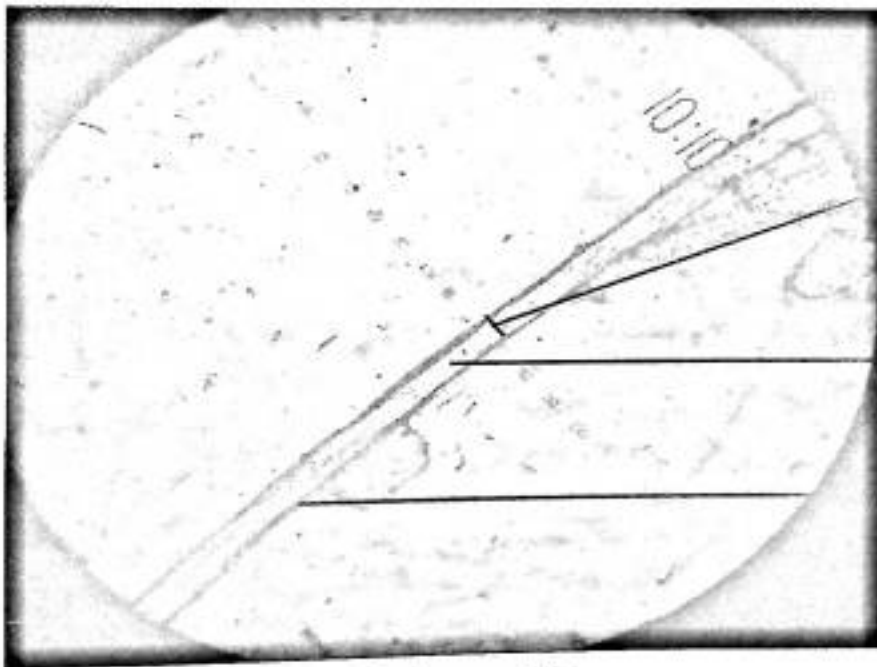
Tabel 17. Karakteristik Serat dan Turunannya pada Bagian Pangkal, Tengah dan Ujung Batang Kayu Kumea.

Bagian Batang	No	Parameter pengukuran/pengamatan	Kuantitatif	Kualitatif
Pangkal	1	Panjang serat (μ)	1816,27	Panjang (IAWA)
	2	Diameter serat (μ)	25,60	Lebar (Klemm)
	3	Tebal dinding serat (μ)	3,52	-
	4	Diameter Lumen (μ)	18,43	-
	5	Runkel Ratio	0,39	Kelas II
	6	Felting Power	72,28	Kelas II
	7	Muhlstep Ratio (%)	47,34	Kelas II
	8	Flexibility Ratio	0,73	Kelas II
	9	Coefficient of Rigidity	0,14	Kelas II
Tengah	1	Panjang serat (μ)	1834,19	Panjang (IAWA)
	2	Diameter serat (μ)	25,89	Lebar (Klemm)
	3	Tebal dinding serat (μ)	3,76	-
	4	Diameter Lumen (μ)	18,3	-
	5	Runkel Ratio	0,42	Kelas II
	6	Felting Power	71,62	Kelas II
	7	Muhlstep Ratio (%)	49,19	Kelas II
	8	Flexibility Ratio	0,72	Kelas II
	9	Coefficient of Rigidity	0,14	Kelas II
Ujung	1	Panjang serat (μ)	1849,75	Panjang (IAWA)
	2	Diameter serat (μ)	26,67	Lebar (Klemm)
	3	Tebal dinding serat (μ)	3,89	-
	4	Diameter Lumen (μ)	18,31	-
	5	Runkel Ratio	0,43	Kelas II
	6	Felting Power	71,59	Kelas II
	7	Muhlstep Ratio (%)	48,58	Kelas II
	8	Flexibility Ratio	0,71	Kelas II
	9	Coefficient of Rigidity	0,15	Kelas II



Panjang serat

Perbesaran 10x



Diameter serat

Lumen serat

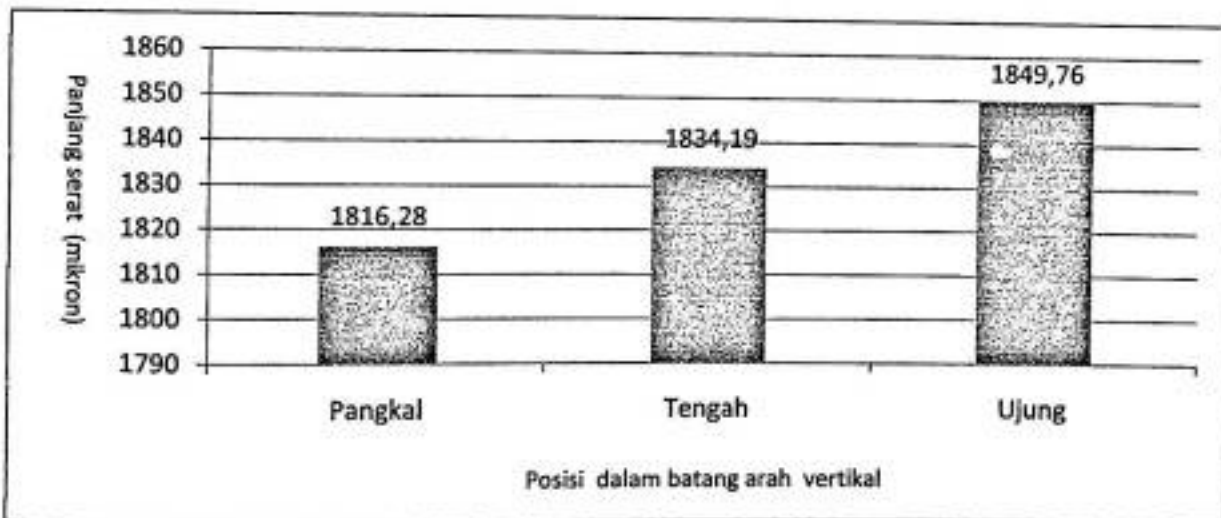
Dinding serat

Perbesaran 40x

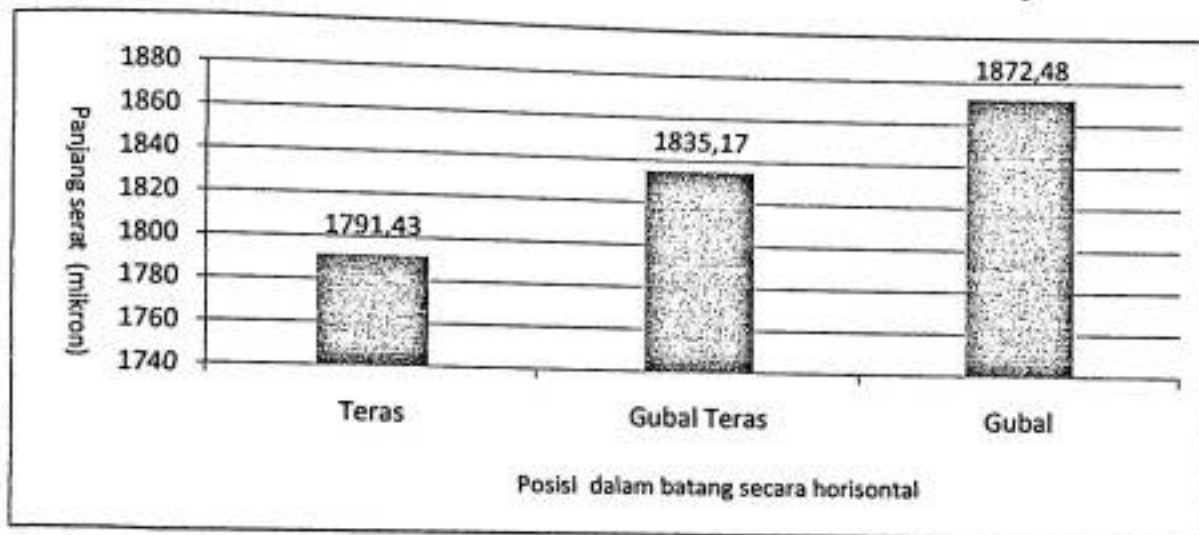
Gambar 20. Serat kayu kumea dengan perbesaran 10 x dan 40 x.

I. Panjang Serat

Hasil perhitungan panjang serat kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 13, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 14. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap panjang serat kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata panjang serat perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 21 dan 22.



Gambar 21. Panjang serat kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

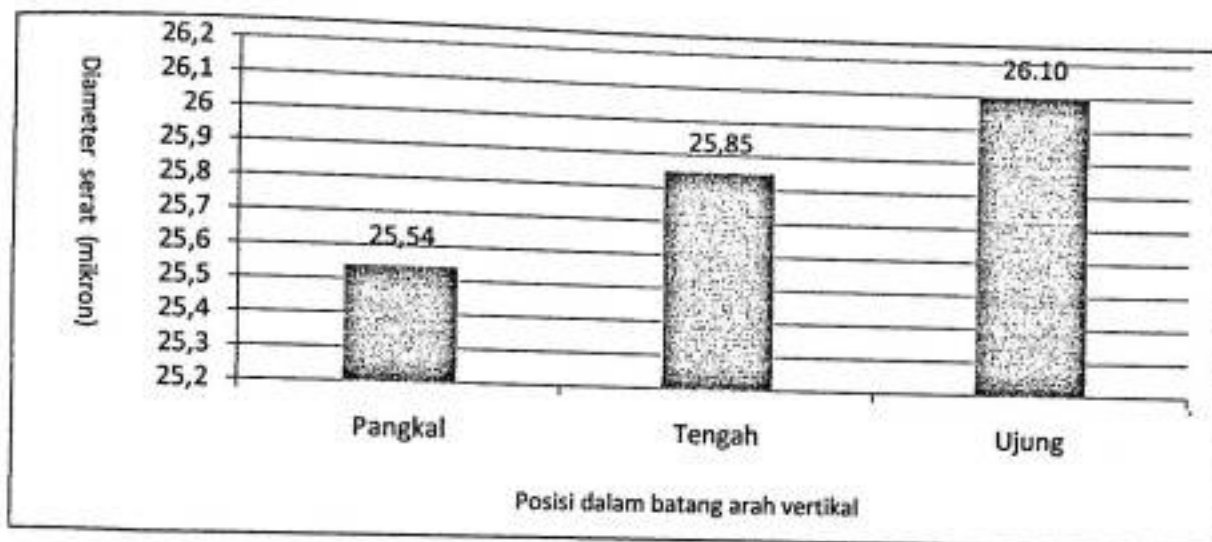


Gambar 22. Panjang serat rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

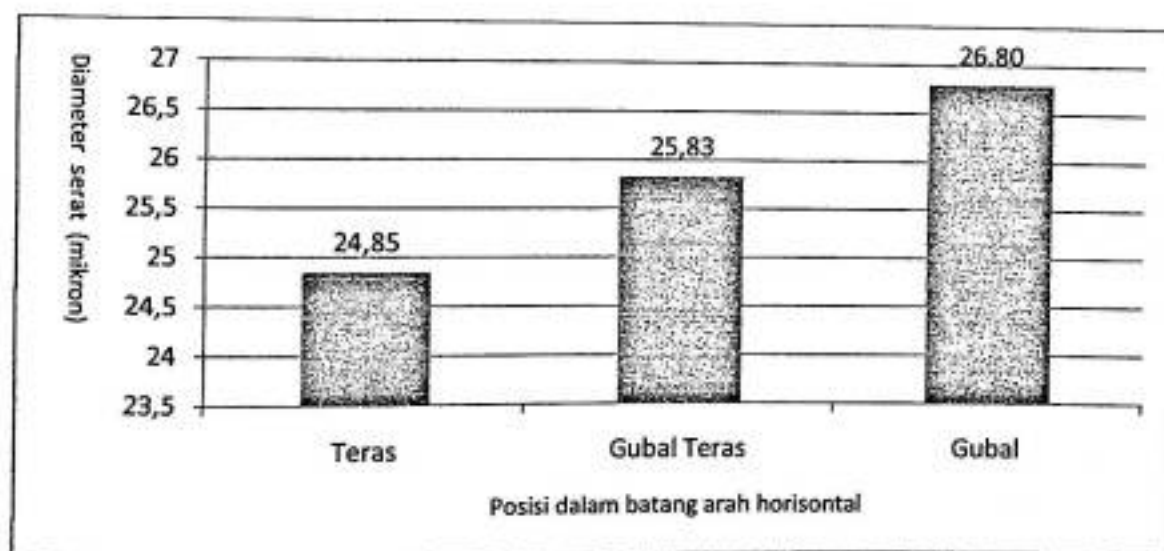
Gambar 21 memperlihatkan bahwa panjang serat rata-rata terbesar terdapat pada bagian ujung ($1849,76 \mu$) diikuti batang bagian tengah ($1843,19 \mu$) dan bagian pangkal ($1816,28 \mu$). Gambar 22 memperlihatkan bahwa panjang serat rata-rata terbesar terdapat pada bagian gubal ($1872,48 \mu$) diikuti bagian gubal teras ($1835,17 \mu$) dan bagian gubal ($1791,43 \mu$).

2. Diameter Serat

Hasil perhitungan diameter serat kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 15, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 16. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap diameter serat kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata diameter serat perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 23 dan 24.



Gambar 23. Diameter serat rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

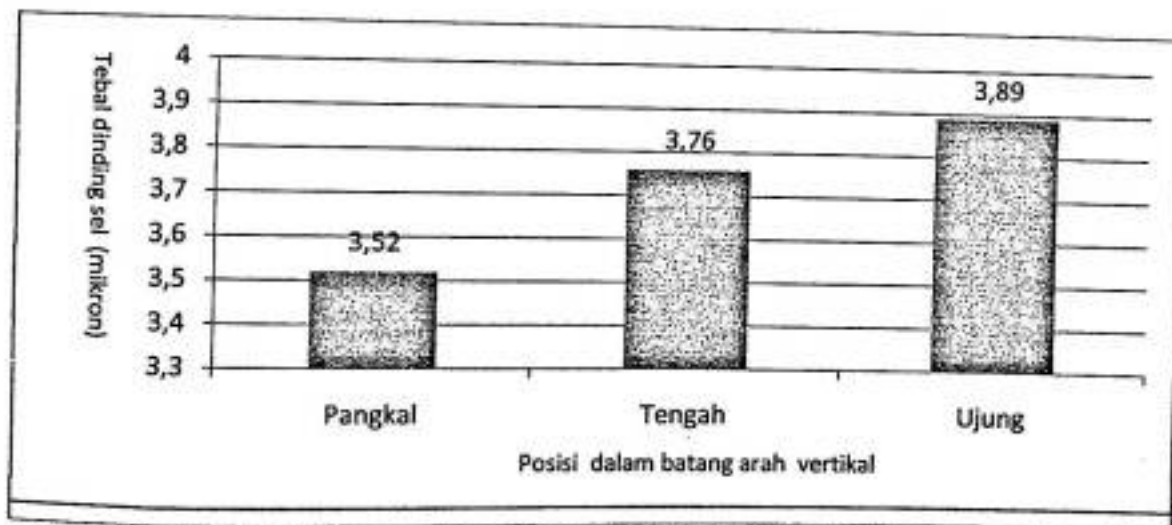


Gambar 24. Diameter serat rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

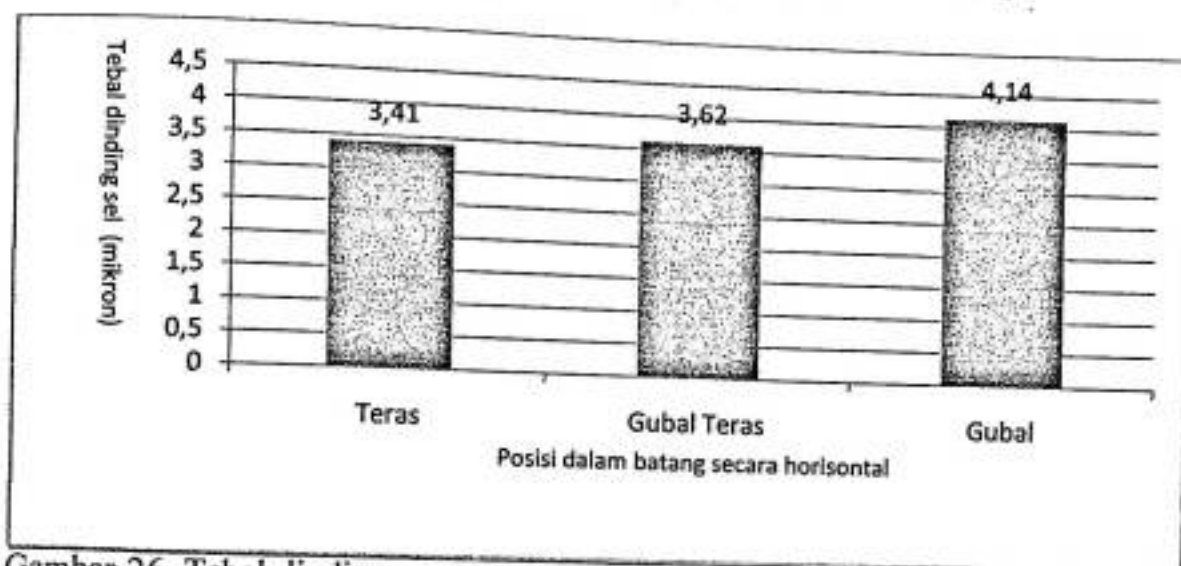
Gambar 23 memperlihatkan diameter serat rata-rata pada perlakuan arah vertikal masing-masing adalah bagian pangkal ($25,54 \mu$), tengah ($25,85 \mu$) dan ujung ($26,01 \mu$). Gambar 24 memperlihatkan bahwa diameter serat rata-rata pada posisi dalam batang arah horisontal, yang terbesar terdapat pada bagian gubal ($26,80 \mu$) diikuti bagian gubal teras ($25,83 \mu$) dan bagian teras ($24,85 \mu$).

3. Tebal Dinding Serat

Hasil perhitungan tebal dinding serat kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 17, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 18. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap tebal dinding serat kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata tebal dinding serat perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Tabel 25 dan 26.



Gambar 25. Tebal dinding serat kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

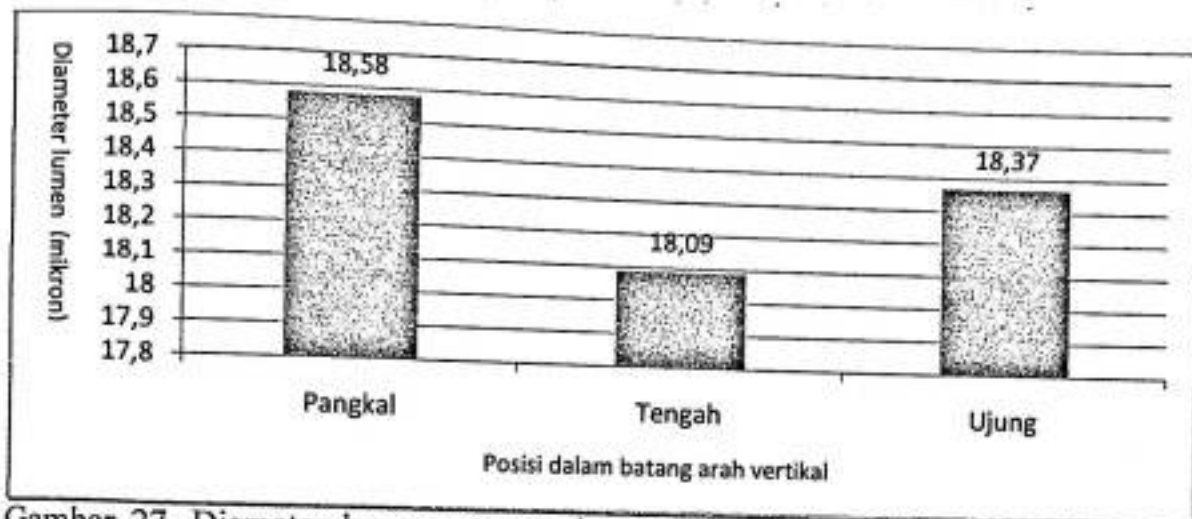


Gambar 26. Tebal dinding serat rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

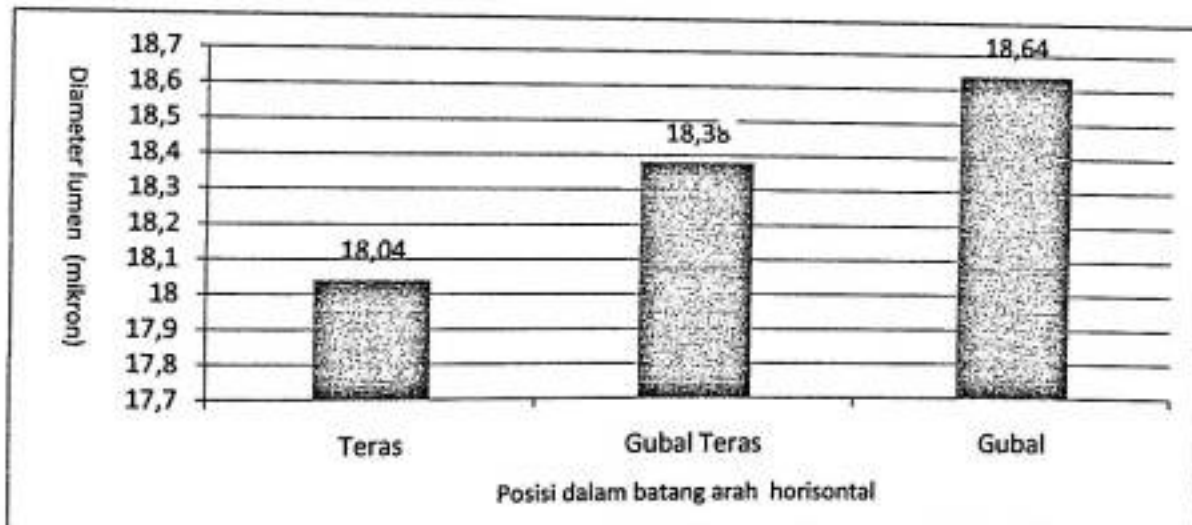
Gambar 25 memperlihatkan bahwa tebal dinding serat rata-rata terbesar terdapat pada bagian ujung ($3,89 \mu$) diikuti bagian tengah ($3,76 \mu$) dan bagian pangkal ($3,52 \mu$). Gambar 26 memperlihatkan bahwa tebal dinding serat rata-rata terbesar terdapat pada bagian gubal ($4,14 \mu$) diikuti bagian gubal teras ($3,62 \mu$) dan bagian gubal ($3,41 \mu$).

4. Diameter Lumen

Hasil perhitungan diameter lumen kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 19, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 20. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap diameter lumen kayu kumea. Untuk mengetahui nilai rata-rata diameter lumen perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 27 dan 28.



Gambar 27. Diameter lumen rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

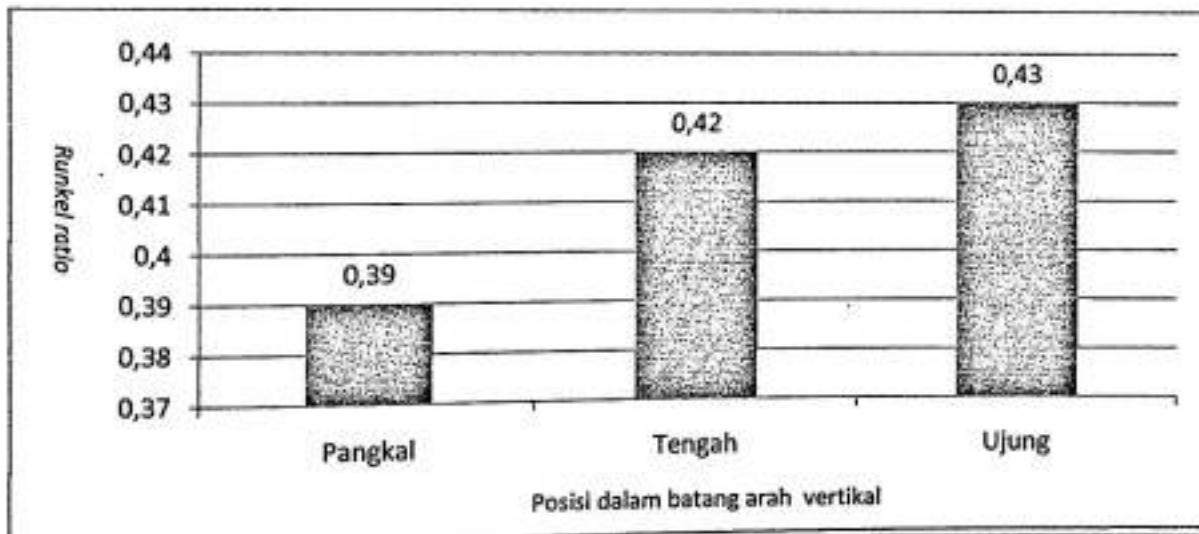


Gambar 38. Diameter lumen rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

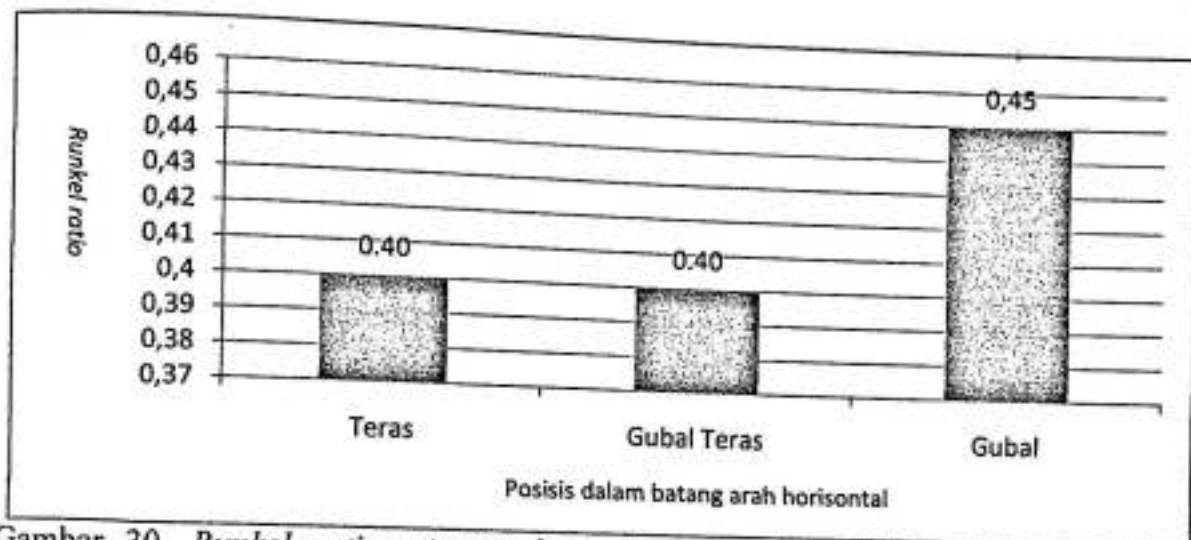
Gambar 27 memperlihatkan bahwa diameter lumen rata-rata pada posisi dalam batang arah vertikal terbesar terdapat pada bagian pangkal (18,58 μ) diikuti bagian ujung (18,37 μ) dan bagian tengah (18,09 μ). Gambar 28 memperlihatkan bahwa diameter lumen rata-rata pada posisi dalam batang secara horisontal, yang terbesar terdapat pada bagian gubal teras (18,64 μ) diikuti bagian gubal (18,38 μ) dan bagian teras (18,04 μ).

5. *Runkel Ratio*

Hasil perhitungan *runkel ratio* kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 21, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 22. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap *runkel ratio* kayu kumea. Untuk nilai rata-rata *runkel ratio* perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 29 dan 30.



Gambar 29. *Runkel ratio* rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

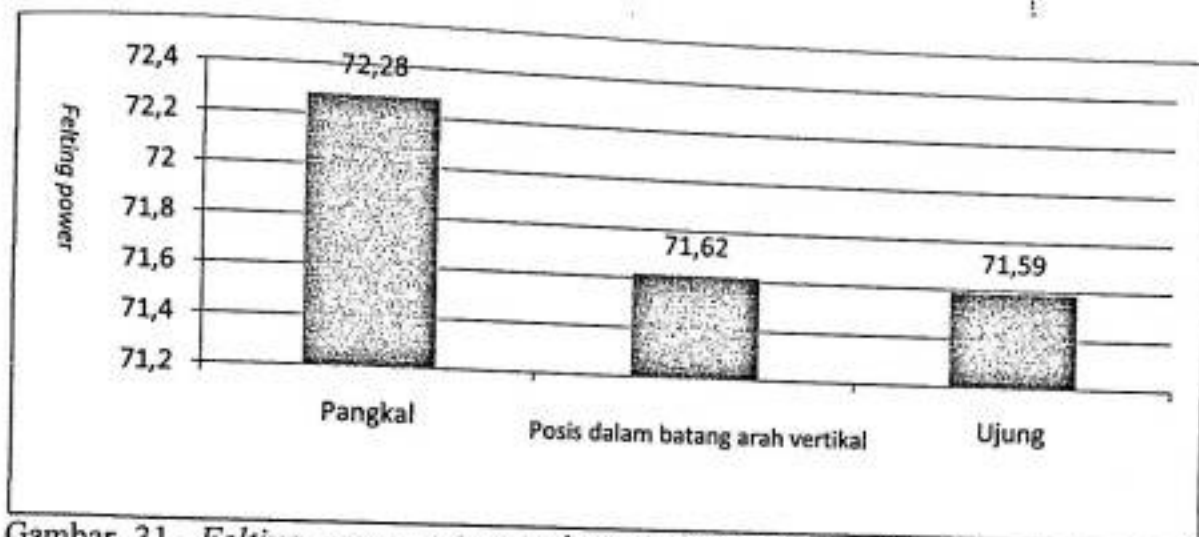


Gambar 30. *Runkel ratio* rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

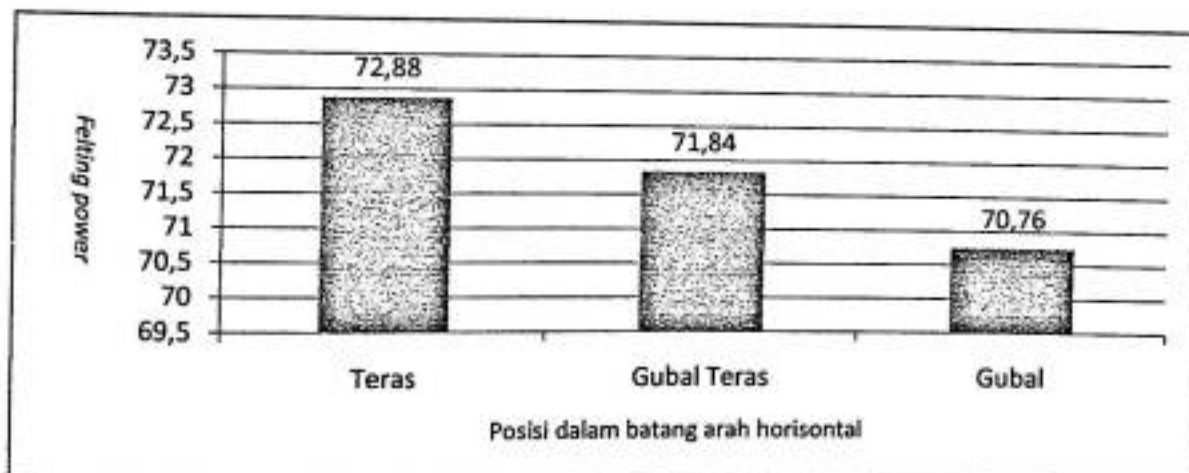
Gambar 29 memperlihatkan bahwa *runkel ratio* rata-rata pada posisi dalam batang arah vertikal terbesar terdapat pada bagian ujung (0,43) diikuti bagian tengah (0,42) dan bagian pangkal (0,39). Gambar 30 memperlihatkan bahwa *runkel ratio* rata-rata pada posisi dalam batang arah horisontal terbesar terdapat pada bagian gubal (0,45) diikuti bagian gubal teras (0,40) dan bagian teras (0,40).

6. *Felting Power*

Hasil perhitungan *felting power* kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 23, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 24. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap *felting power* kayu kumea. Untuk nilai rata-rata *felting power* perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 31 dan 32.



Gambar 31. *Felting power* rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

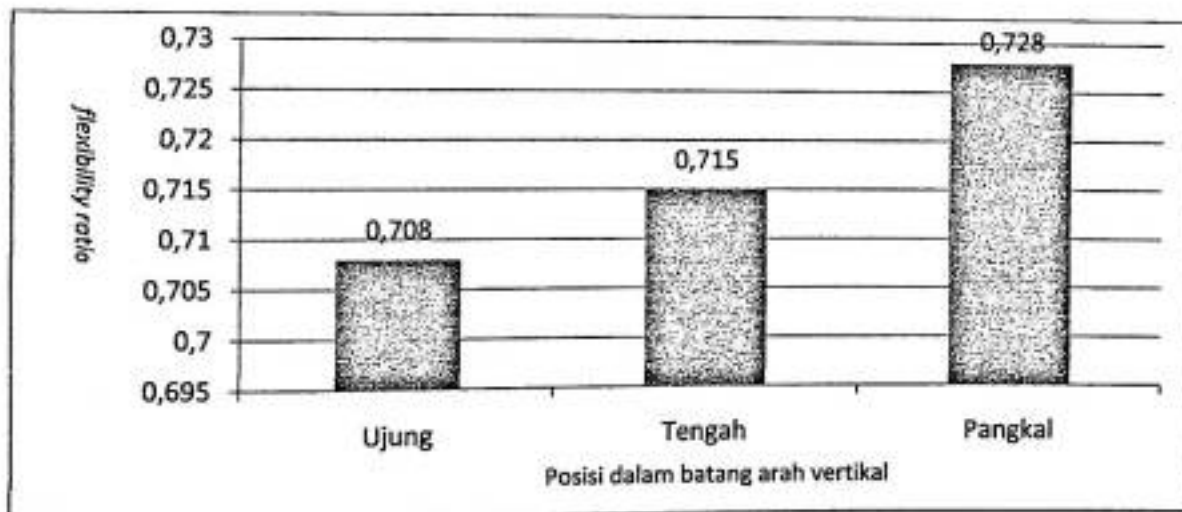


Gambar 32. *Felting power* rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

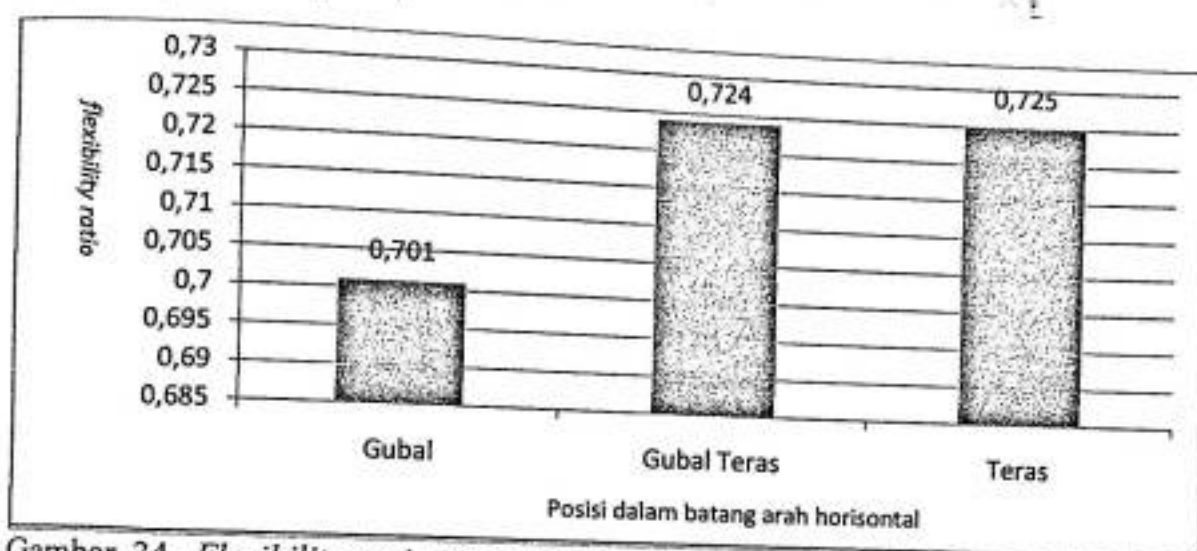
Gambar 31 memperlihatkan *felting power* rata-rata pada perlakuan arah vertikal masing-masing adalah bagian pangkal (72,28) diikuti bagian tengah (71,62) dan bagian ujung (71,59). Gambar 32 memperlihatkan bahwa *felting power* rata-rata pada posisi dalam batang arah horisontal terbesar terdapat pada bagian teras (72,88) diikuti bagian teras gubal (71,84) dan bagian gubal (70,76).

7. Flexibility Ratio

Hasil perhitungan *flexibility ratio* kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 25, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 26. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap *flexibility ratio* kayu kumea. Untuk nilai rata-rata *flexibility ratio* perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 33 dan 34.



Gambar 33. *Flexibility ratio* rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

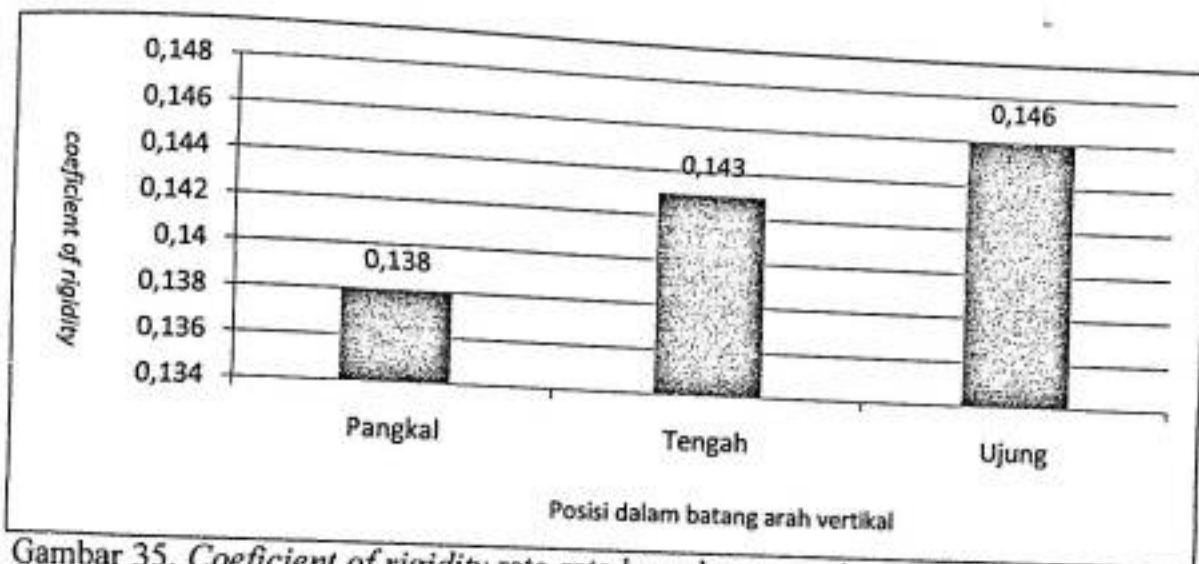


Gambar 34. *Flexibility ratio* rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal

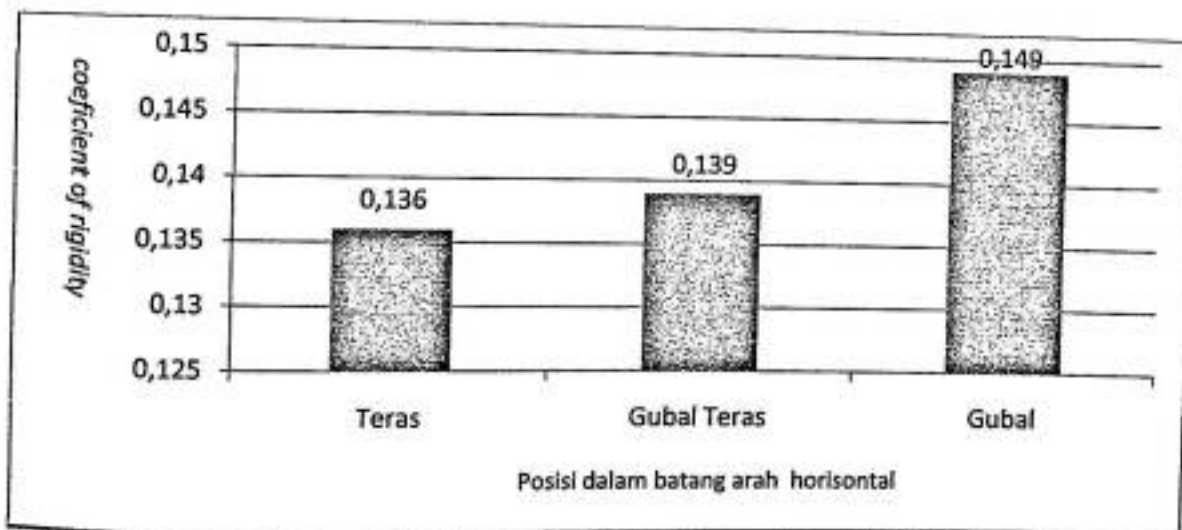
Gambar 33 memperlihatkan bahwa *flexibility ratio* rata-rata pada posisi dalam batang arah vertikal terbesar terdapat pada bagian pangkal (0,728) diikuti bagian tengah (0,715) dan bagian ujung (0,708). Gambar 34 memperlihatkan bahwa *flexibility ratio* rata-rata pada posisi dalam batang arah horisontal terbesar pada bagian teras (0,725) diikuti bagian teras gubal (0,724) dan bagian gubal (0,701).

8. *Coefficient of Rigidity*

Hasil perhitungan *coefficient of rigidity* kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 27, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 28. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap *coefficient of rigidity* kayu kumea. Untuk nilai rata-rata *coefficient of rigidity* perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 35 dan 36.



Gambar 35. *Coefficient of rigidity* rata-rata kayu kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.

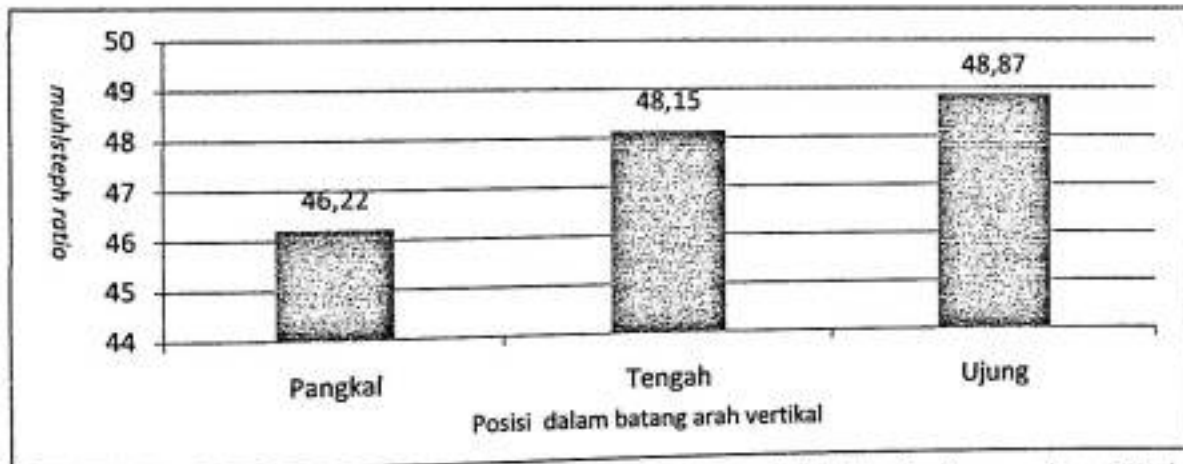


Gambar 36. *Coefficient of rigidity* kayu kumea pada posisi dalam batang arah horizontal.

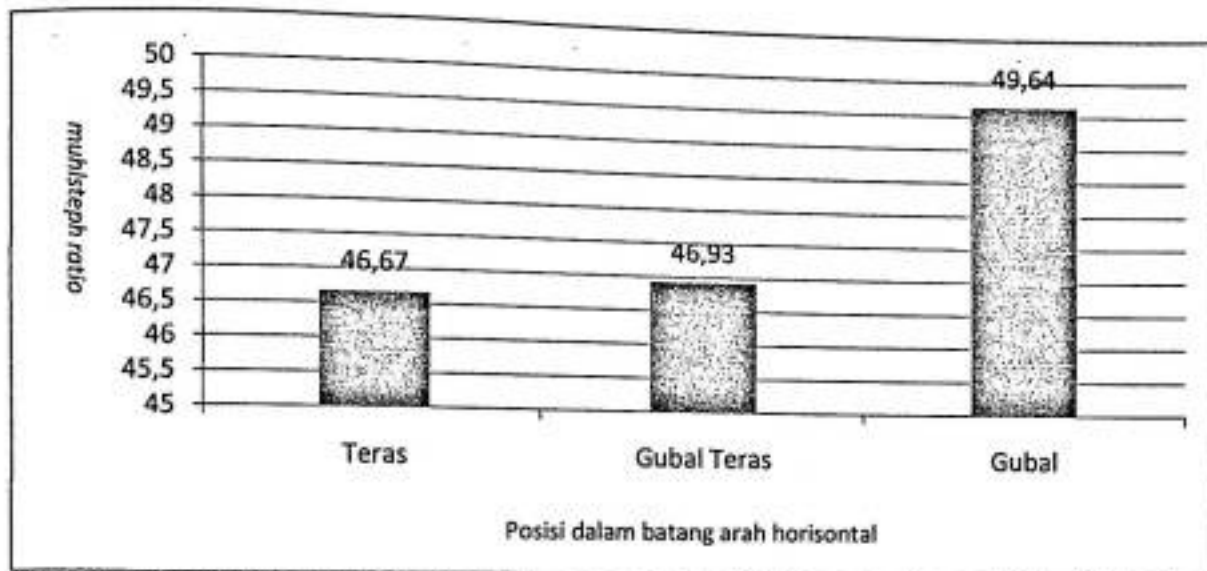
Gambar 35 memperlihatkan *coefficient of rigidity* rata-rata pada posisi dalam batang arah vertikal masing-masing adalah bagian pangkal (0,138), tengah (0,143) dan ujung (0,146). Gambar 36 memperlihatkan bahwa *coefficient of rigidity* rata-rata pada posisi dalam batang arah horizontal terbesar pada posisi batang bagian gubal (0,149) diikuti bagian gubal teras (0,139) dan bagian teras (0,136).

9. *Muhlsteph Ratio*

Hasil perhitungan *muhlsteph ratio* kayu kumea dapat dilihat pada Lampiran 29, sedangkan sidik ragamnya pada Lampiran 30. Faktor utama yaitu posisi dalam batang arah vertikal berpengaruh tidak nyata, dan faktor tersarang yaitu posisi dalam batang arah horisontal juga berpengaruh tidak nyata terhadap *muhlsteph ratio* kayu kumea. Untuk nilai rata-rata *muhlsteph ratio* perlakuan arah vertikal dan arah horisontal, dapat dilihat pada Gambar 37 dan 38.



Gambar 37. *Muhlsteph ratio* rata-rata kumea pada posisi dalam batang arah vertikal.



Gambar 38. *Muhlsteph ratio* kayu kumea pada posisi dalam batang arah horisontal.

Gambar 37 memperlihatkan bahwa *muhlsteph ratio* rata-rata pada posisi dalam batang arah vertikal terbesar pada bagian ujung (48,87%) diikuti bagian tengah (48,15%) dan bagian pangkal (46,22%). Gambar 38 memperlihatkan bahwa *muhlsteph ratio* rata-rata pada posisi dalam batang arah horisontal terbesar pada posisi batang bagian gubal (49.64%) diikuti bagian teras gubal (46.93%) dan bagian teras (46.67%).

B. Pembahasan

1. Struktur Anatomi

a. Pori-pori

Berdasarkan data Lampiran 1 dan 3 diperoleh bahwa diameter dan frekuensi pori cenderung menurun dari bagian ujung ke bagian pangkal, dengan hasil analisis ragam pada bagian vertikal berpengaruh tidak nyata dan hasil analisis ragam untuk bagian horisontal diameter pori berpengaruh tidak nyata tetapi frekuensi pori berpengaruh sangat nyata dengan hasil uji lanjutnya berbeda sangat nyata. Diameter dan frekuensi pori berpengaruh terhadap kekuatan kayu. Berat suatu kayu bergantung pada jumlah zat kayu, diameter dan jumlah pori, rongga sel, kadar air serta zat ekstraktif didalamnya. Kayu mempunyai berat jenis yang berbeda-beda, berkisar antara BJ minimum 0,2 (kayu balsa) sampai BJ 1,28 (kayu nani). Umumnya makin tinggi BJ, kayu semakin berat dan semakin kuat pula (Departemen Kehutanan, 2008). Semakin besar ukuran diameter pori kayu maka berat jenis akan lebih rendah dibandingkan dengan ukuran pori yang lebih kecil. Pada bagian ujung kayu kumea memiliki ukuran pori besar dengan frekuensi yang banyak sehingga berat jenis bagian ujung lebih rendah jika dibandingkan dengan bagian tengah dan pangkal. Semakin besar ukuran pori dan semakin banyak jumlahnya maka kerapatan kayu berkurang karena banyaknya ruang-ruang kosong. Hal ini sejalan dengan yang dikemukakan

oleh Tsoumis (1991) yang menyatakan bahwa variasi berat jenis kayu terjadi karena perbedaan banyaknya ruang-ruang kosong dalam kayu. Selanjutnya Haygreen dan Bowyer (1996) menyatakan bahwa kekuatan maupun kekakuan kayu naik sejalan dengan naiknya berat jenis.

Terjadinya peningkatan diameter pori dari pangkal ke ujung kemungkinan karena adanya perbedaan kayu muda dan kayu dewasa. Hal ini sesuai dengan pendapat Soenardi (1974) yang mengatakan bahwa kayu muda yang terdapat pada bagian ujung batang pohon cenderung memiliki diameter pori yang besar dan perlahan-lahan semakin mengecil hingga ke bagian dekat pangkal yang terdiri atas kayu tua. Diameter pori pada posisi horisontal yaitu mulai dari bagian teras hingga ke bagian gubal cenderung mengalami peningkatan. Hal ini sesuai dengan pendapat Haygreen dan Bowyer (1996), yang menyatakan bahwa sel-sel inisial selama proses pendewasaan, mulai berubah dan akhirnya akan menyesuaikan dengan ciri sel dewasa. Dalam hal ini, unsur-unsur pembuluh akan tumbuh dewasa menjadi pembuluh dengan pertumbuhan diameter lebih besar dari diameter awal. Oleh karena itu, umumnya diameter pori pada bagian teras kayu akan lebih kecil dibandingkan dengan diameter pori pada bagian gubal kayu.

Selain itu, pada bagian gubal dan bagian ujung lebih banyak dibentuk kayu muda yang dicirikan dengan elemen-elemen sel yang berdiameter lebih besar dan berdinding tipis. Pendapat ini didukung oleh Panshin dan de Zeeuw (1980), yang menyatakan bahwa elemen-elemen pada kayu daun lebar meningkat diameternya dari empulur ke arah kulit. Peningkatan diameter pori dari bagian dekat empulur ke arah kulit dan dari pangkal ke bagian ujung batang menyebabkan penurunan jumlah pori pada bagian tersebut.

Dari data diameter dan frekuensi pori, maka kayu kumea memungkinkan dijadikan bahan baku pulp. Kasmudjo (2001) mengemukakan bahwa semakin sedikit jumlah pori maka kayu semakin baik sebagai bahan pulp. Hal ini disebabkan karena jumlah pori mempengaruhi berat jenis kayu. Berat jenis kayu menentukan rendemen pulp, yaitu berat jenis yang rendah akan memberikan rendemen pulp yang rendah pula. Disamping itu sel pembuluh (apabila banyak dan tertinggal di dalam pulp) dapat mempengaruhi hasil cetakan pada kertas, yaitu mudah tertarik ke permukaan kertas sehingga hasil cetakan menjadi berserabut dan tulisan tidak lengkap/jelas

Sebaran pori pada penampang melintang adalah tatabaur karena pori dengan ukuran besar dan kecil tersebar merata pada penampang melintang kayu dengan diameter yang hampir sama. Sebaran pori ini sama pada bagian pangkal, tengah dan ujung. Menurut Pandit dan Ramdan (2002) pori tatabaur yaitu pori tersebar merata atau hampir merata dengan diameter sama atau hampir sama.



Kayu kumea memiliki diameter pori yang agak kecil, jumlah pori jarang, penyebaran secara tata baur, sebagian besar soliter, dan sebagian kecil berisi tilosis. Dengan struktur tersebut kayu kumea termasuk berstruktur agak kasar dan berserat lurus dan kemungkinan dapat menghambat penetrasi cairan ke dalam kayu karena adanya tilosis yang melapisi pori sehingga penetrasi cairan terhambat. Isi pori tilosis berupa suatu zat yang dapat menyerupai selaput tipis, letaknya tidak beraturan dan dapat memantulkan dan membiaskan cahaya dengan sudut yang tepat (Departemen Pertanian, 1976). Selain itu, dari diameter pori yang kecil dan jumlah pori yang jarang, dapat diduga bahwa kayu kumea ini dapat tumbuh pada daerah yang kering atau memiliki curah hujan yang rendah.

b. Jari-jari

Berdasarkan data Lampiran 7 dan 9 diperoleh bahwa pada posisi vertikal dan horisontal terhadap lebar dan tinggi jari-jari mempunyai kecenderungan menurun dari pangkal ke bagian ujung dan dari teras ke gubal. Analisis ragam pada bagian vertikal tinggi jari-jari berpengaruh sangat nyata tetapi lebar jari-jari berpengaruh tidak nyata. Analisis ragam untuk bagian horisontal baik tinggi dan lebar jari-jari berpengaruh sangat nyata dan hasil uji lanjutnya berbeda sangat nyata. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh umur pohon yang masih muda dan sedang mengalami proses pertumbuhan menjadi dewasa, sehingga penambahan tinggi dan lebar jari-jari belum mencapai maksimal. Sebagaimana dikemukakan Panshin dan de Zeeuw (1980), bahwa panjang sel berangsur-angsur bertambah sampai mencapai panjang yang maksimal dari pangkal menuju ke atas dan kemudian panjang ini akan mulai berkurang pada bagian batang yang lebih di atas.

Berdasarkan hasil yang telah diuraikan sebelumnya posisi horizontal mempunyai pengaruh sangat nyata terhadap frekuensi jari-jari, yang memperlihatkan kecenderungan peningkatan mulai dari ujung ke bagian pangkal dan dari gubal ke bagian teras kayu walaupun perbedaan jumlahnya tidak terlalu besar. Hal ini kemungkinan disebabkan kayu kumea yang diteliti masih didominasi kayu muda

(juvenil) dimana para peneliti-peneliti kayu juvenil mengemukakan bahwa kayu juvenil itu hanya memiliki 5 - 20 lingkaran tumbuh sehingga perkembangan sel kayu belum memperlihatkan perbedaan yang signifikan pada posisi vertikal maupun posisi horizontal (Hartono, 2006).

Kayu kumea memiliki jari-jari tergolong tinggi dan lebarnya agak sempit dengan jumlah jari-jari agak banyak. Tipe jari-jari heteroseluler karena lebih dari satu pada arah radial yaitu berbaring, tegak dan berbentuk bujursangkar, monoseriat (berseri 1). Jari-jari mempengaruhi sifat-sifat kayu, misalnya dapat menghambat perubahan dimensi arah radial (Haygreen dan Bowyer, 1996)

c. Parenkim

Hasil pengamatan pada bidang melintang batang menunjukkan bahwa parenkim bagian pangkal, tengah dan ujung adalah parenkim paratrakheal scanty/jarang. Selain itu juga ditemukan tipe parenkim paratrakheal selubung namun sangat jarang ditemukan. Parenkim terlihat lebih jelas pada bidang melintang dengan dinding tipis dan warna yang lebih terang jika dibandingkan dengan sel lainnya. Pada bidang tangensial berbentuk batu bata dan letaknya dekat dengan pori-pori.

Kayu kertes memiliki parenkim yang jarang sehingga baik dijadikan sebagai bahan baku pulp. Kasumudjo (2001) mengemukakan semakin sedikit jumlah parenkim semakin baik sebagai bahan pulp. Hal ini disebabkan karena parenkim yang sering berisi resin akan mempengaruhi kualitas pulp dalam proses pembuatan kertas. Apabila jumlahnya banyak dapat menghambat jalannya mesin kertas karena lengket dan menghalangi proses produksi.

2. Dimensi Serat

Dari hasil yang telah diuraikan pada lampiran 13 terlihat bahwa hasil analisis ragam pada posisi vertikal mempunyai pengaruh tidak nyata terhadap panjang serat. Panjang serat menurut ketinggian dalam pohon memperlihatkan bahwa dari pangkal hingga ketinggian tertentu atau pada bagian pangkal cenderung meningkat hingga pada bagian ujung. Hal ini didukung oleh Panshin dan de Zeeuw (1980) bahwa menurut letaknya dalam posisi vertikal, panjang serat umumnya menunjukkan ukuran yang semakin panjang ke arah ujung batang tetapi di daerah pucuk sering juga mengalami penurunan ukuran. Selanjutnya dari penelitian Sanio (1965) yang dikutip oleh Bissef dan Dadswell dalam Pria Sukmana dan Silitonga (1972), yang mengatakan bahwa panjang serat bertambah dari pangkal sampai mencapai maksimum pada ketinggian tertentu dan selanjutnya akan menjadi pendek pada bagian pucuk. Sidik ragam menurut posisi horisontal juga mempunyai pengaruh yang sangat nyata terhadap panjang serat. Panjang serat memperlihatkan kecenderungan yang semakin meningkat mulai dari bagian teras kayu hingga ke dekat kulit. Hal ini

diduga karena perbedaan lingkaran tumbuh. Sebagaimana dikemukakan Bendtsen (1978) dalam Haygreen dan Bowyer (1996), kayu dalam lingkaran-lingkaran yang dibentuk pertama mempunyai serat-serat terpendek dan dalam lingkaran tumbuh berikutnya dari pusat pohon serat-serat bertambah panjang dan seterusnya.

Tebal dinding serat berdasarkan posisi ketinggian dari ujung hingga kebagian pangkal batang cenderung mengalami penurunan. Penurunan tebal dinding serat pada bagian ujung kemungkinan disebabkan karena kayu masih dalam proses pertumbuhan sehingga belum terjadi kegiatan penebalan pada bagian tersebut.

Serat yang panjang secara umum diterima mempunyai titik tangkap yang lebih luas terhadap gaya-gaya yang mengenainya (Panshin dan de Zeeuw, 1980). Dengan demikian serat yang panjang akan menghasilkan kertas dengan ikatan serat yang kuat sehingga nilai kekuatan sobek kertas menjadi tinggi serta kekuatan tarik, lipat, dan jebol yang baik.

Berdasarkan pada Tabel 17 mengenai turunan serat kayu kumea dapat diketahui nilai *runkel ratio* dari kayu kumea, dimana *runkel ratio* adalah perbandingan antara dua kali tebal dinding serat dengan diameter lumen. Nilai *runkel ratio* kayu kumea rata-rata 0,4120 jika dihubungkan dengan klasifikasi *runkel ratio* termasuk kelas dua (II), yang menunjukkan dinding sel tipis dan lumen

besar. Serat yang ber dinding tipis dan berdiameter lumen besar mudah mengalami *collaps* (memipih) dalam penggilingan, sehingga lembaran kertas yang dihasilkan rata dan kompak. Kasmudjo (2001) mengatakan bahwa bilangan *runkel ratio* < 1 berarti baik sebagai bahan baku pulp karena serat kayu tersebut mempunyai dinding sel tipis dan memberikan ikatan antar serat yang baik dan kuat.

Berdasarkan hasil turunan serat kayu kumea dapat diketahui nilai *felting power* dari kayu kumea, dimana *felting power* adalah perbandingan antara panjang serat dengan diameter serat. Nilai *felting power* kayu kumea rata-rata 71.337 termasuk kelas II. *Felting power* makin besar, kekuatan sobek kertas yang dihasilkan makin tinggi. Menurut Tamalong dan Wengrd (1961) dalam Priasukmana dan Silitonga (1972) bahwa perbandingan diameter lumen terhadap diameter serat atau *flexibility ratio* mempunyai hubungan parabolis dengan kekuatan panjang putus kertas.

Berdasarkan hasil turunan serat kayu kumea dapat diketahui nilai *flexibility ratio* dari kayu kumea, dimana *flexibility ratio* adalah perbandingan antara diameter lumen dengan diameter serat. *Flexibility ratio* kayu kumea sebesar 0,7718 termasuk dalam kategori baik (kelas II) dimana serat kayu sedang sampai panjang, mempunyai dinding sel tipis dan lumen agak lebar. Serat akan mudah mengempeng waktu digiling dan ikatan seratnya baik. Serat jenis ini diduga akan menghasilkan lembaran dengan kekuatan sobek, retak dan tarik cukup tinggi (Simon 1988).

Berdasarkan hasil mengenai turunan serat kayu kumea dapat diketahui nilai *muhlsteph ratio*. *Muhlsteph ratio* kayu kumea rata-rata sebesar 47.32%, jika dihubungkan dengan klasifikasi *muhlsteph ratio* termasuk kelas dua (II) artinya baik dijadikan bahan baku pulp. Nilai bilangan *muhlsteph ratio* yang makin besar maka hasil kertasnya plastis (jika diremas dan/atau dilipat tidak mudah sobek), lebih halus dan lebih rata (Kasmudjo, 2001).

Berdasarkan hasil turunan serat kayu kumea dapat diketahui nilai *coefficient of rigidity* dari kayu kumea, dimana *coefficient of rigidity* adalah perbandingan antara tebal dinding serat dengan diameter serat. *Coefficient of rigidity* makin tinggi makin kaku kertasnya yang dihasilkan dan makin kecil kekuatan tariknya. *Coefficient of rigidity* kayu kumea rata-rata sebesar 0,1405 termasuk dalam kategori baik karena menghasilkan kertas yang tidak mudah putus apabila diberi beban tarikan. Kekuatan kertas lainnya sangat dibantu oleh nilai *coefficient of rigidity* (kekuatan sobek, lipat dan jebol).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Struktur anatomi

- a) Kayu kumea mempunyai jumlah pori yang cenderung naik dari pangkal sampai ke ujung, tergolong dalam kategori jarang dan tersebar secara tata baur. Diameter pori cenderung meningkat dari pangkal sampai ke ujung dan dari bagian teras sampai ke bagian gubal, termasuk kategori agak kecil. Penggabungan pori termasuk kategori sebagian besar soliter.
- b) Jumlah jari-jari tergolong banyak. Jari-jari agak semit yang cenderung menurun dari bagian pangkal hingga ke bagian ujung. Jari-jari tergolong tinggi yang cenderung meningkat mulai dari pangkal hingga ke bagian tengah dan kemudian menurun pada bagian ujung. Jari-jari pada bidang tangensial bertipe heterogen, umumnya monoseriat dan jarang yang uniseriat, sedang pada bidang radial bertipe heteroselluler.
- c) Parenkim umumnya tipe paratrakheal scanty dan yang jarang ditemukan adalah tipe parenkim paratrakheal selubung.

2. Dimensi serat dan turunannya

Panjang serat rata-rata kayu kumea termasuk kategori panjang menurut IAWA, yang cenderung menurun mulai dari bagian ujung hingga ke bagian pangkal batang dan cenderung meningkat mulai dari bagian kayu teras hingga ke bagian kayu gubal. Diameter serat dan diameter lumen cenderung meningkat mulai dari bagian ujung hingga ke bagian pangkal dengan rata-rata $26,05\mu$ dan $18,34\mu$. Tebal dinding serat cenderung meningkat mulai dari bagian pangkal hingga ke bagian ujung. Sedangkan Untuk turunan serat *Runkel ratio*, *felting power*, *muhlsteph ratio*, *flexibility ratio*, dan *coefficient of rigidity*, termasuk dalam kelas II.

B. Saran

Mengingat masyarakat desa Mahalona mengatakan ada 2 jenis kayu kumea, yaitu berkulit tipis dan berkulit tebal perlunya dilakukan penelitian apakah keduanya merupakan spesies yang sama atau berbeda.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2008. *Calophyllum* sp. www.wikipedia.com [14-02-2009]
- Alfiani, D. 2002. **Sistem Pakar Untuk Identifikasi Kayu**. Paper pdf . Universitas Gunadarma. repository.gunadarma.ac.id. [02-01-2009].
- Badan Revitalisasi Industri Kehutanan, 2007. **Kelompok Rimba Campuran / Kelompok Komersial Dua (1)**. Jakarta. www.brikonline.com. [14- 2 – 2009]
- Casey, J. P. 1960. **Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology**. Third Edition. A. Wiley-inter Science Publication. John Wiley and Son, New York.
- Dumanauw. 1996. **Mengenal Kayu**. Penerbit Institut Teknologi Bandung, Bandung.
- Departemen Kehutanan. 2008. **Tabel, Sifat, Kegunaan dan Penyebaran 41 Jenis Kayu Sulawesi**. www.dephut.go.id. [20- 12-2008].
- Departemen Pertanian. 1976. **Vadamecum Kehutanan Indonesia**. Direktorat Jenderal Kehutanan. Jakarta.
- Fengel, D. dan G. Wegener. 1995. **Kayu: Kimia, Ultrastruktur dan Reaksi-reaksi**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.
- Gasperz, V. 1989. **Metode Rancangan Percobaan**. Armico. Bandung.
- Hapsari. 2004. **Pendugaan Persamaan Volume Log Jenis Kumea (*Manikara merilliana*) di HPH PT. Tiar Bungin Elok**. [Skripsi] Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Tidak Dipublikasikan. Makassar.
- Hartono R. 2006. **Kayu Juvenil (*Juvenile Wood*)**. USU *Repository*. www.usu.ac.id. [12 – 7 – 2009]
- Haygreen, J. G and J. L Bowyer. 1996. **Hasil Hutan dan Ilmu Kayu**. Gadjah Mada University Press. Yogyakarta.

- Herna, C. 2001. **Struktur Anatomi dan Dimensi Serat Kayu Kemiri (*Aleurites moluccana* Wild)**. [Skripsi] Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Tidak Dipublikasikan. Makassar.
- Kasmudjo. 2001. **Kayu Sebagai Bahan Baku Industri**. Bagian Penerbit Fakultas Kehutanan UGM. Yogyakarta.
- Mandang, Y. L. Pandit K.N., 2002. **Pedoman Identifikasi Kayu Di Lapangan**. Yayasan Prosea. Bogor.
- Montgomery, D. C. 2001. **Design and Analysis of Experiments "Fifth Edition"**. Arizona State University, Jhon Wiley and Sons, Inc. New York
- Nurmaeni, 1997. **Analisis Struktur Anatomi dan Dimensi Serat Kayu Sukun (*Artocarpus communis* Forst)**. [Skripsi] Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin. Tidak Dipublikasikan. Makassar
- Pandit, I. K. N. 1992. **Mikroteknik Jaringan Berkayu**. Fakultas Pasca Sajana Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- Pandit, I. K. N. dan H. Ramdan, 2002. **Anatomi Kayu Pengantar sebagai Bahan Baku**. Fakultas Pasca Sajana Institusi Pertanian Bogor. Bogor.
- Panshin, A.J. and C. De Zeeuw. 1980. **Texbook of Wood Technology**. Mc Graw Hill. Book Company. New York
- Priasukmana, S. dan Silitonga. 1972. **Cara Pengukuran Serat Kayu**. Lembaga Penelitian Hasil Hutan LPHH Direktorat Jenderal Kehutanan. Departemen Pertanian, Bogor.
- Priasukmana, S. dan C. G. Sarajar. 1974. **Variasi Dimensi Serat pada Batang *Shorea leprosula* Mig**. Lembaga Penelitian Hasil Hutan LPHH Direktorat Jenderal Kehutanan. Departemen Pertanian. Bogor.
- Prohati. 2009. **Keanekaragaman Hayati Tumbuhan Indonesia**. www.proseanet.org/prohati. [14-02-2009]
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. 1989. **Dasar-dasar Identifikasi Kayu**. Balai Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Bogor.
- Sanusi, D. 1990. **Kajian Aspek Teknologi Kayu-Kayu Hutan Tanaman Industri**. Makalah Seminar HTI. Unhas. Ujung Pandang.
- Simon, H. 1988. **Pengantar Ilmu Kehutanan**. Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.

- Soenardi, B. S., 1974. Ilmu Kayu. Bagian Penerbit Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan. Universitas Gadjah Mada.
- Sulistyo, A.B. 1995. **Materi Kuliah Pengantar Ilmu Anatomi kayu.** Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman. Samarinda.
- Tsoumis, G., 1991. *Science and Teknologi Of Wood; Structure, Propeties, Utilization.* Van Nostrand Reinhold, New York.

LANDIPAN LANDIPAN

Diagram 1. Hasil Perhitungan Diameter Pori-Pori Kayu Kumea

		A								
		P			T			U		
Horisontal	Vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		121	105,8	100,8	120,6	116,6	111,2	122,8	115	116,6
		114,4	109,8	104,4	117,6	106,2	107,4	120,6	116,4	109
		117,4	115,2	104,6	116,6	107,4	106,6	121,2	108,2	117,8
		110	108,4	102,8	114,6	113,4	112	119,4	117,4	109,4
Horisontal		462,8	439,2	412,6	469,4	443,6	437,2	484	457	452,8
Horisontal		185,12	175,68	165	187,76	177,44	174,88	193,6	182,8	181,12
Horisontal	Vertikal	1314,6			1350,2			1393,8		
Horisontal	Horisontal	4058,6								
Horisontal	Horisontal	112,7388889								
		B								
		P			T			U		
Horisontal	Vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		121	107,8	106,2	118,2	117,2	108,8	123,4	119	118
		121,2	113,8	104	116	105,6	102,6	120,6	117,6	114,4
		118	117,8	103,4	121,8	110,6	109,2	120,8	116,4	114,8
		122,6	105,4	102,8	121	111,8	109,6	119,8	118,4	117,8
Horisontal		482,8	444,8	416,4	477	445,2	430,2	484,6	471,4	465
Horisontal		120,7	111,2	104,1	119,25	111,3	107,55	121,15	117,85	116,25
Horisontal	Vertikal	1344			1352,4			1421		
Horisontal	Horisontal	4117,4								
Horisontal	Horisontal	114,3722222								
		C								
		P			T			U		
Horisontal	Vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		119	112,6	110,4	107,4	106,4	113	121	115,8	115,2
		123,2	122,8	118,2	119,2	112,4	110,4	121,6	120,4	122,6
		112,6	109,6	101,8	120,6	111,8	110,4	113,8	111,4	110,8
		118,4	105	101,8	122,8	110,2	109,6	123,6	116,4	112,6
Horisontal		473,2	450	432,2	470	440,8	443,4	480	464	461,2
Horisontal		118,3	112,5	108,1	117,5	110,2	110,85	120	116	115,3
Horisontal	Vertikal	1355,4			1354,2			1405,2		
Horisontal	Horisontal	4114,8								
Horisontal	Horisontal	114,3								
		D								
		P			T			U		
Horisontal	Vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		185,12	175,68	165	187,76	177,44	174,88	193,6	182,8	181,12
		120,7	111,2	104,1	119,25	111,3	107,55	121,15	117,85	116,25
		118,3	112,5	108,1	117,5	110,2	110,85	120	116	115,3
Horisontal		462,8	439,2	412,6	469,4	443,6	437,2	484	457	452,8
Horisontal	Vertikal	1314,6			1350,2			1393,8		

Lampiran 2. Hasil Analisis Ragam untuk Diameter Pori-pori

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	241,310	120,655	1,12tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	644,338	107,390	0,074tn	2,66	4,01
Galat	18	26271,902	1459,550			
Total	26	27157,550				

Keterangan: tn (tidak nyata)

3. Hasil Perhitungan Jumlah Pori-Pori Kayu Kumea

	A								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	3,84	3,7312	3,5776	3,9488	3,7952	3,7248	4,1088	3,9168	3,8912
Horizontal	3,9936	3,6544	3,7248	3,8912	3,7792	3,7248	4,0896	3,9808	3,8912
Horizontal	3,9296	3,8784	3,7568	3,9552	3,8464	3,7248	4,0128	3,9808	3,8912
Horizontal	3,9488	3,6672	3,7056	3,904	3,7952	3,68	3,9872	3,936	3,8336
Horizontal	15,712	14,931	14,7648	15,699	15,216	14,854	16,198	15,8144	15,5072
Horizontal	3,928	3,7328	3,6912	3,9248	3,804	3,7136	4,0496	3,9536	3,8768
Vertikal	45,408			45,7696			47,52		
Subtotal	138,6976								
Subtotal A	3,852711111								

	B								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	3,9424	3,8464	3,808	4,0384	3,7952	3,648	4,096	3,9232	3,8912
Horizontal	3,9424	3,6992	3,5712	3,936	3,8464	3,6864	4,0704	3,9808	3,8912
Horizontal	3,9296	3,8784	3,7568	4,0576	3,7952	3,6992	4,0704	3,9808	3,744
Horizontal	3,9488	3,8016	3,7056	4,0704	3,7952	3,648	4,0256	3,9168	3,84
Horizontal	15,7632	15,226	14,8416	16,102	15,232	14,682	16,262	15,8016	15,3664
Horizontal	3,9408	3,8064	3,7104	4,0256	3,808	3,6704	4,0656	3,9504	3,8416
Vertikal	45,8304			46,016			47,43		
Subtotal	139,277								
Subtotal B	3,8688								

	C								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	3,744	3,6288	3,5456	3,8912	3,7568	3,888	4,1408	3,9232	3,904
Horizontal	4,0064	3,8912	3,7888	3,8912	3,8272	3,6992	4,096	3,9808	4,0192
Horizontal	3,968	3,872	3,7568	3,8912	3,7952	3,6992	3,9744	3,9552	3,8656
Horizontal	3,8912	3,712	3,68	3,904	3,7632	3,712	4,0256	3,9168	3,8464
Horizontal	15,6096	15,104	14,7712	15,578	15,1424	14,998	16,237	15,776	15,6352
Horizontal	3,9024	3,776	3,6928	3,8944	3,7856	3,7496	4,0592	3,944	3,9088
Vertikal	45,4848			45,718			47,648		
Subtotal	138,8512								
Subtotal C	3,856977778								

	D								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	3,928	3,7328	3,6912	3,9248	3,804	3,7136	4,0496	3,9536	3,8768
Horizontal	3,9408	3,8064	3,7104	4,0256	3,808	3,6704	4,0656	3,9504	3,8416
Horizontal	3,9024	3,776	3,6928	3,8944	3,7856	3,7496	4,0592	3,944	3,9088
Horizontal	11,7712	11,315	11,0944	11,845	11,3976	11,134	12,174	11,848	11,6272
Subtotal	34,1808			34,376			35,6496		

Lampiran 4. Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Frekuensi Pori-pori

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	0,123	0,062	1,551 _{tn}	3,55	6,01
AH(AV)	6	0,238	0,040	13,052 ^{**}	2,66	4,01
Galat	18	0,055	0,003			
Total	26	0,416				

Keterangan : ^{**}) Nyata pada taraf 0,01 dan _{tn} (tidak nyata)

$$W = q_{\alpha}(p, fe) S_y$$

$$p = t = 9$$

$$fe = db \text{ galat} = 18$$

$$\text{maka } q_{\alpha} = 6,02$$

$$s_y = (KTG/r)^{1/2} \rightarrow (0,003/3)^{1/2}$$

$$\rightarrow 0,032$$

$$W = q_{\alpha}(p, fe) S_y$$

$$= 6,02 \times 0,032$$

$$= 0,193$$

Hasil Uji lanjut AH(AV)		BNJ 0,05 W= 0,193
Posisi dalam batang	Diameter Pori Rata-rata (mikron)	
	3,76	a
Teras	3,84	a
Gubal Teras	3,98	b
Gubal		

Diagram 5. Hasil Perhitungan Persen pori Kayu Kumea

		A								
		P			T			U		
Pohon horizontal		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		64	64	96	80	96	96	80	96	80
		48	80	80	96	80	96	80	96	96
		80	80	64	80	80	96	80	80	96
		64	80	80	80	80	96	80	96	80
Jumlah horizontal		256	304	320	336	336	384	320	368	352
Rata horizontal		64	76	80	84	84	96	80	92	88
Jumlah vertikal		880			1056			1040		
Jumlah pohon		2976								
Rata pohon A		82,66666667								
		B								
		P			T			U		
Pohon horizontal		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		96	96	80	80	96	96	96	80	80
		80	96	64	96	80	96	88	96	80
		96	96	80	96	64	80	96	80	96
		80	96	80	80	80	96	96	80	80
Jumlah horizontal		352	384	304	352	320	368	376	336	336
Rata horizontal		88	96	76	88	80	92	94	84	84
Jumlah vertikal		1040			1040			1048		
Jumlah pohon		3128								
Rata pohon B		86,88888889								
		C								
		P			T			U		
Pohon horizontal		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		80	80	96	96	80	96	80	64	96
		96	96	96	96	80	80	64	96	96
		80	64	96	64	96	80	80	96	96
		80	64	80	80	96	80	64	64	96
Jumlah horizontal		336	304	368	336	352	336	288	320	384
Rata horizontal		84	76	92	84	88	84	72	80	96
Jumlah vertikal		1008			1024			992		
Jumlah pohon		3024								
Rata pohon C		84								
		P			T			U		
Pohon horizontal		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		64	76	80	84	84	96	80	92	88
		88	96	76	88	80	92	94	84	84
		84	76	92	84	88	84	72	80	96
Jumlah horizontal		236	248	248	256	252	272	246	256	268
Jumlah vertikal		732			780			770		

Lampiran 6. Hasil Analisis Ragam untuk Persentase Pori-pori

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	142,519	71,259	2,280tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	187,556	31,259	0,450tn	2,66	4,01
Galat	18	1250,667	69,481			
Total	26	1580,741				

Keterangan: tn (tidak nyata)

Diagram 7. Hasil Perhitungan tinggi jari-jari Kayu Kumea

		A								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	998,4	1004,8	1016,4	935,2	948,4	961,6	897,6	901,6	904,8
	arah horizontal	995,2	991,6	1004,8	906,8	920	947,2	897,6	901,6	904,4
	arah horizontal	995,2	1002,8	1014,8	901,2	919,2	948	900,4	902,4	905,2
	arah horizontal	995,6	1004,8	1013,6	910,4	918,4	930,8	897,6	902,4	906
arah horizontal	3984,4	4004	4049,6	3653,6	3706	3787,6	3593,2	3608	3620,4	
arah horizontal	996,1	1001	1012,4	913,4	926,5	946,9	898,3	902	905,1	
arah horizontal	12038			11147,2			10821,6			
arah horizontal	34006,8									
arah horizontal	944,6333333									
		B								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	1005,2	1006,4	1010,8	930	940	948	897,2	898,8	904,8
	arah horizontal	999,6	1002	1013,2	906,4	915,2	940,4	898,4	902,4	904,4
	arah horizontal	1000,4	1004	1012,4	906	918,4	944,4	898,4	902,4	908,8
	arah horizontal	997,2	1006,8	1013,6	906,4	918	942,4	889,6	903,6	906,4
arah horizontal	4002,4	4019,2	4050	3648,8	3691,6	3775,2	3583,6	3607,2	3624,4	
arah horizontal	1000,6	1004,8	1012,5	912,2	922,9	943,8	895,9	901,8	906,1	
arah horizontal	12071,6			11115,6			10815,2			
arah horizontal	34002,4									
arah horizontal	944,5111111									
		C								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	1010	1012,8	1017,6	902	910	942	884,8	886,8	906,4
	arah horizontal	1005,2	1007,6	1008,8	906,8	924	941,2	898	899,2	914,4
	arah horizontal	997,2	1000,4	1015,2	907,6	921,2	940,8	895,6	904,4	913,2
	arah horizontal	998	1006,4	1013,2	908,4	919,2	944	884,4	889,2	923,6
arah horizontal	4010,4	4027,2	4054,8	3624,8	3674,4	3768	3562,8	3579,6	3657,6	
arah horizontal	1002,6	1006,8	1013,7	906,2	918,6	942	890,7	894,9	914,4	
arah horizontal	12092,4			11067,2			10800			
arah horizontal	33959,6									
arah horizontal	943,3222222									
		D								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	996,1	1001	1012,4	913,4	926,5	946,9	898,3	902	905,1
	arah horizontal	1000,6	1004,8	1012,5	912,2	922,9	943,8	895,9	901,8	906,1
	arah horizontal	1002,6	1006,8	1013,7	906,2	918,6	942	890,7	894,9	914,4
arah horizontal	2999,3	3012,6	3038,6	2731,8	2768	2832,7	2684,9	2698,7	2725,6	
arah horizontal	9050,5			8332,5			8109,2			

Lampiran 8. Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Tinggi Jari-jari

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	53756,76	26878,38	70,30**	3,55	6,01
AH(AV)	6	2293,92	382,32	30,06**	2,66	4,01
Galat	18	228,91	12,72			
Total	26	56279,59				

Keterangan : **) Nyata pada taraf 0,01

$$W = q\alpha (p, fe) S_y$$

$$p = t = 9$$

$$fe = db \text{ galat} = 18$$

$$\text{maka } q\alpha = 6,02$$

$$s_y = (KTG/r)^{1/2} \rightarrow (12,72/3)^{1/2}$$

$$\rightarrow 2,059$$

$$W = q\alpha (p, fe) S_y$$

$$= 6,02 \times 2,059$$

$$= 12,40$$

Hasil Uji lanjut AV

Arah	Tinggi jari-jari Rata-rata (mikron)	BNJ 0,05 W = 12,40
Vertikal	901,02	a
Ujung	925,83	b
Tengah	1005,61	c
Pangkal		

Hasil Uji lanjut AH dalam AV

Arah	Tinggi jari-jari Rata-rata (mikron)	BNJ 0,05 W = 12,40
Horisontal	935,11	a
Gubal	942,14	a
Gubal Teras	955,21	b
Teras		

Diagram 9. Hasil Perhitungan Lebar jari-jari Kayu Kumea

		A								
		P			T			U		
Pohon		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pohon	Lebar vertikal									
	Lebar horizontal									
		91,6	92,4	94	86,8	88	90	83,2	83,6	86
		90,8	89,6	93,2	86	85,6	88	83,2	84,8	86
Pohon	Lebar vertikal									
	Lebar horizontal									
		87,6	90	94	86	86,8	88	84	84,8	86,4
		88,4	90,4	92,4	85,6	86,4	88,4	85,2	85,2	85,6
Jumlah horizontal		358,4	362,4	373,6	344,4	346,8	354,4	335,6	338,4	344
Rata horizontal		89,6	90,6	93,4	86,1	86,7	88,6	83,9	84,6	86
Jumlah vertikal		1094,4			1045,6			1018		
Jumlah pohon		3158								
Rata pohon A		87,72222222								
		B								
		P			T			U		
Pohon		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pohon	Lebar vertikal									
	Lebar horizontal									
		90,8	93,6	95,2	86,8	87,2	89,2	82,8	84	85,2
		92	94,4	96,8	84,8	86,4	87,6	82,8	84,8	86
Pohon	Lebar vertikal									
	Lebar horizontal									
		88,4	90	93,6	84,4	85,6	87,6	82,8	84,8	87,6
		89,6	92,4	93,2	84,4	85,6	86,8	84,4	85,2	86,4
Jumlah horizontal		360,8	370,4	378,8	340,4	344,8	351,2	332,8	338,8	345,2
Rata horizontal		90,2	92,6	94,7	85,1	86,2	87,8	83,2	84,7	86,3
Jumlah vertikal		1110			1036,4			1016,8		
Jumlah pohon		3163,2								
Rata pohon B		87,86666667								
		C								
		P			T			U		
Pohon		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Pohon	Lebar vertikal									
	Lebar horizontal									
		94	95,2	98,4	87,2	89,6	91,2	81,2	83,2	85,6
		94	95,2	96,4	86	86,8	88,4	84	86	88
Pohon	Lebar vertikal									
	Lebar horizontal									
		88,8	91,2	95,6	86	87,2	88,8	84,4	85,2	87,2
		89,6	92,4	93,6	85,2	85,6	89,2	83,6	84,4	86,8
Jumlah horizontal		366,4	374	384	344,4	349,2	357,6	333,2	338,8	347,6
Rata horizontal		91,6	93,5	96	86,1	87,3	89,4	83,3	84,7	86,9
Jumlah vertikal		1124,4			1051,2			1019,6		
Jumlah pohon		3195,2								
Rata pohon C		88,75555556								
		P			T			U		
Pohon		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Pohon	Lebar horizontal	89,6	90,6	93,4	86,1	86,7	88,6	83,9	84,6	86
		90,2	92,6	94,7	85,1	86,2	87,8	83,2	84,7	86,3
		91,6	93,5	96	86,1	87,3	89,4	83,3	84,7	86,9
Jumlah horizontal		271,4	276,7	284,1	257,3	260,2	265,8	250,4	254	259,2
Jumlah vertikal		832,2			783,3			763,6		

Lampiran 10. Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Lebar Jari-jari

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	51,069	25,534	0,549tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	279,258	46,543	63,952**	2,66	4,01
Galat	18	13,100	0,728			
Total	26	343,427				

Keterangan : **) Nyata pada taraf 0,01 dan tn (tidak nyata)

$$W = q\alpha (p, fe) S_y$$

$$p = t = 9$$

$$fe = db \text{ galat} = 18$$

$$\text{maka } q\alpha = 6,02$$

$$s_y = (KTG/r)^{1/2} \rightarrow (0,728/3)^{1/2}$$

$$\rightarrow 0,50$$

$$W = q\alpha (p, fe) S_y$$

$$= 6,02 \times 0,50$$

$$= 3,01$$

Hasil Uji Lanjut AH dalam AV		BNJ 0.05 W = 3,01
Arah	Lebar jari-jari Rata-rata (mikron)	
Horisontal	86,57	a
Gubal	87,88	a
Gubal Teras	89,90	b
Teras		

Diagram 11. Hasil Perhitungan frekuensi jari-jari Kayu Kumea

		A								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	9,104	9,328	9,456	9,344	9,488	9,696	9,136	9,024	9,328
	arah horizontal	9,592	9,568	9,744	9,52	9,504	9,952	9,136	9,456	9,328
	arah horizontal	9,168	9,44	9,984	9,52	9,584	9,824	9,088	9,376	9,504
	arah horizontal	9,376	9,952	10,064	9,344	9,568	9,664	8,864	9,344	9,392
arah horizontal	37,24	38,29	39,248	37,728	38,144	39,136	36,224	37,2	37,552	
arah horizontal	9,31	9,572	9,812	9,432	9,536	9,784	9,056	9,3	9,388	
arah horizontal	114,776			115,008			110,976			
arah horizontal	340,76									
arah horizontal	9,465555556									
		B								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	9,376	10,08	10,144	9,296	9,36	9,808	9,12	9,2	9,328
	arah horizontal	9,264	9,392	9,84	9,264	9,472	9,696	9,264	9,424	9,52
	arah horizontal	9,248	9,472	10,288	9,232	9,456	9,776	9,264	9,376	9,488
	arah horizontal	9,36	9,824	10,064	9,232	9,408	9,792	8,896	9,28	9,376
arah horizontal	37,248	38,77	40,336	37,024	37,696	39,072	36,544	37,28	37,712	
arah horizontal	9,312	9,692	10,084	9,256	9,424	9,768	9,136	9,32	9,428	
arah horizontal	116,352			113,792			111,536			
arah horizontal	341,68									
arah horizontal	9,491111111									
		C								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	9,536	9,76	9,92	9,888	9,536	9,696	8,688	8,928	9,312
	arah horizontal	9,792	9,824	10	9,52	9,616	9,696	8,832	9,392	9,44
	arah horizontal	9,568	9,456	10,16	9,408	9,504	9,776	9,248	9,392	9,456
	arah horizontal	9,456	9,984	10,112	9,44	9,504	9,968	8,832	8,928	9,44
arah horizontal	38,352	39,02	40,192	38,256	38,16	39,136	35,6	36,64	37,648	
arah horizontal	9,588	9,756	10,048	9,564	9,54	9,784	8,9	9,16	9,412	
arah horizontal	117,568			115,552			109,888			
arah horizontal	343,008									
arah horizontal	9,528									
		D								
		P			T			U		
		T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
arah horizontal	arah horizontal	9,31	9,572	9,812	9,432	9,536	9,784	9,056	9,3	9,388
	arah horizontal	9,312	9,692	10,084	9,256	9,424	9,768	9,136	9,32	9,428
	arah horizontal	9,588	9,756	10,048	9,564	9,54	9,784	8,9	9,16	9,412
arah horizontal	28,21	29,02	29,944	28,252	28,5	29,336	27,092	27,78	28,228	
arah horizontal	87,174			86,088			83,1			

Lampiran 12. Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk Frekuensi Jari-jari

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	0,989	0,495	3,174 ^{tn}	3,55	6,01
AH(AV)	6	0,935	0,156	13,129 ^{**}	2,66	4,01
Galat	18	0,214	0,012			
Total	26	2,138				

Keterangan : **) Nyata pada taraf 0,01 dan ^{tn} (tidak nyata)

$$W = q_{\alpha}(p, fe) S_y$$

$$p = t = 9$$

$$fe = db \text{ galat} = 18$$

$$\text{maka } q_{\alpha} = 6,02$$

$$s_y = (KTG/r)^{1/2} \rightarrow (0,012/3)^{1/2}$$

$$\rightarrow 0,063$$

$$W = q_{\alpha}(p, fe) S_y$$

$$= 6,02 \times 0,063$$

$$= 0,38$$

Hasil Uji Lanjut AH dalam AV

Pohon	Frekuensi jari-jari Rata-rata (per mm ²)	BNJ 0,05 W = 0,38
Gubal	9,28	a
Gubal Teras	9,48	a
Teras	9,72	b

13. Hasil Perhitungan Panjang Serat Kayu Kumea

A									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horisontal	1914	1881,6	1755,6	1875,2	1849,2	1751,2	1802	1808,4	1865,2
Vertikal	1746,8	1730,4	1735,2	1736,8	1820,8	1869,2	1752	1833,2	1879,6
Horisontal	1783,2	1774	1698	1864,4	1855,2	1742,8	1807,6	1834,4	1910
Vertikal	1802,8	1757,6	1757,6	1888,4	1836,8	1783,2	1754,4	1822	1902,8
Rata-rata horisontal	7246,8	7143,6	6946,4	7364,8	7362	7146,4	7116	7298	7557,6
Rata-rata vertikal	1811,7	1785,9	1736,6	1841,2	1840,5	1786,6	1779	1824,5	1889,4
Jumlah	21336,8			21873,2			21971,6		
Rata-rata pohon	65181,6								
Rata-rata pohon A	1810,6								
B									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horisontal	1830,8	1820,4	1762,4	1875,2	1849,2	1751,2	1897,2	1834	1797,6
Vertikal	1811,4	1802,4	1889,2	1736,8	1820,8	1869,2	1875,2	1840,8	1944,8
Horisontal	1856,8	1854,4	1736,4	1864,4	1855,2	1742,8	1850,4	1770,4	1772,8
Vertikal	1856,8	1818,8	1803,6	1888,4	1836,8	1775,6	1891,6	1918	1798,4
Rata-rata horisontal	7355,8	7296	7191,6	7364,8	7362	7138,8	7514,4	7363,2	7313,6
Rata-rata vertikal	2942,3	2918,4	2876,64	2945,9	2944,8	2855,52	3005,76	2945,28	2925,44
Jumlah	21843,4			21865,6			22191,2		
Rata-rata pohon	65900,2								
Rata-rata pohon B	1830,561111								
C									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horisontal	1936,4	1866,8	1741,4	1928,4	1825,2	1748,4	1979,2	1871,2	1808,8
Vertikal	1945,6	1869,2	1744,8	1970,8	1833,6	1736,4	1975,6	1868,8	1804
Horisontal	1947,2	1845,2	1769,2	1963,6	1881,2	1781,2	1974	1811,6	1767,2
Vertikal	1936,8	1834	1769,2	1972,8	1880,8	1769,6	1957,6	1853,6	1756,8
Rata-rata horisontal	7766	7415,2	7024,6	7835,6	7420,8	7035,6	7886,4	7405,2	7136,8
Rata-rata vertikal	1941,5	1853,8	1756,15	1958,9	1855,2	1758,9	1971,6	1851,3	1784,2
Jumlah	22205,8			22292			22428,4		
Rata-rata pohon	66926,2								
Rata-rata pohon C	1859,061111								
D									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horisontal	1811,7	1785,9	1736,6	1841,2	1840,5	1786,6	1779	1824,5	1889,4
Vertikal	2942,3	2918,4	2876,64	2945,9	2944,8	2855,52	3005,76	2945,28	2925,44
Horisontal	1941,5	1853,8	1756,15	1958,9	1855,2	1758,9	1971,6	1851,3	1784,2
Vertikal	6695,5	6558,1	6369,39	6746	6640,5	6401,02	6756,36	6621,08	6599,04

Lampiran 14. Hasil Analisis Ragam untuk Panjang Serat

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	5227,259	2613,629	0,447tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	35080,355	5846,726	2,195tn	2,66	4,01
Gaiat	18	47936,340	2663,130			
Total	26	88243,954				

Keterangan : tn (tidak nyata)

15. Hasil Perhitungan Diameter Serat Kayu Kumea

A									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	24,5	21,4	28,5	28,4	26,3	24	24,4	27,1	28,6
	25,45	24,4	23,5	24,2	26,7	27,4	23,1	26	29
	25,95	26,6	23,7	27,3	26,95	23,2	23,8	27,2	29,2
	26,7	26	26	28	26,2	23,9	25	27	27,6
horisontal	102,6	98,4	101,7	107,9	106,15	98,5	96,3	107,3	114,4
rata horisonta	25,65	24,6	25,43	26,975	26,5375	24,625	24,075	26,825	28,6
vertikal	302,7			312,55			318		
pohon	933,25								
rata pohon A	25,92361111								
B									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	26,3	25,1	26,3	28,4	26,3	24	26,3	26,75	23,95
	29,05	24,9	24,6	24,2	26,7	27,4	27,4	26,2	27,1
	27,1	26,6	23,3	27,3	26,95	23,2	27,8	23,7	23,1
	28,75	25,25	24,5	28	26,2	23	27,3	27,3	25,9
horisontal	111,2	101,85	98,7	107,9	106,15	97,6	108,8	103,95	100,05
rata horisonta	27,8	25,463	24,68	26,975	26,5375	24,4	27,2	25,9875	25,0125
vertikal	311,75			311,65			312,8		
pohon	936,2								
rata pohon B	26,00555556								
C									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	26,4	26,1	23	26,9	24,4	25	28,2	26,6	24
	27,5	26	23,6	27,5	24,9	22,8	28,4	26,3	24,3
	27,2	24,8	23,6	27,4	25,5	23,1	27,6	24,5	23,7
	27,8	24,7	24,4	28,1	27	23,6	27,2	25,2	22,7
horisontal	108,9	101,6	94,6	109,9	101,8	94,5	111,4	102,6	94,7
rata horisonta	27,225	25,4	23,65	27,475	25,45	23,625	27,85	25,65	23,675
vertikal	305,1			306,2			308,7		
pohon	920								
rata pohon C	25,55555556								
D									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	25,65	24,6	25,43	26,975	26,5375	24,625	24,075	26,825	28,6
	27,8	25,463	24,68	26,975	26,5375	24,4	27,2	25,9875	25,0125
	27,225	25,4	23,65	27,475	25,45	23,625	27,85	25,65	23,675
horisontal	80,675	75,463	73,75	81,425	78,525	72,65	79,125	78,4625	77,2875
vertikal	229,8875			232,6			234,875		

Lampiran 16. Hasil Analisis Ragam untuk Diameter Serat

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	1,387	0,694	0,184tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	22,584	3,764	2,432tn	2,66	4,01
Galat	18	27,863	1,548			
Total	26	51,833				

Keterangan : tn (tidak nyata)

17. Hasil Perhitungan tebal dinding sel Kayu Kumea

A									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
vertikal									
horisontal	3,55	3,35	3,75	4,9	3,65	3,1	3,55	4,45	4,95
	2,45	3	3,05	3,4	4,15	4,75	3,4	3,75	5,6
	3,45	3,15	3,2	4,5	4,45	3,05	3,4	4,55	6,35
	3,95	4,15	4,5	4,9	4,05	3,05	3,55	4,3	4,35
horisontal	13,4	13,65	14,5	17,7	16,3	13,95	13,9	17,05	21,25
rata horisontal	3,35	3,4125	3,625	4,425	4,075	3,4875	3,475	4,2625	5,3125
vertikal	41,55			47,95			52,2		
pohon	141,7								
rata pohon A	3,936111111								
B									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
vertikal									
horisontal	3,8	3,45	2,6	4,9	3,65	3,1	4,05	3,9	2,85
	5,3	3,1	3,25	3,4	3,55	4,75	4,35	3,85	4,15
	4	3,7	2,85	4,5	3,6	3,05	4,3	2,95	2,6
	4,95	3,4	3,6	3,9	3,5	3,05	4,45	4,25	3,75
horisontal	18,05	13,65	12,3	16,7	14,3	13,95	17,15	14,95	13,35
rata horisontal	4,5125	3,4125	3,075	4,175	3,575	3,4875	4,2875	3,7375	3,3375
vertikal	44			44,95			45,45		
pohon	134,4								
rata pohon B	3,733333333								
C									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
vertikal									
horisontal	4	3,45	2,5	4,35	3,05	3,1	4,3	3,45	2,65
	4	3,6	2,85	4,55	3,5	2,7	4,35	3,4	2,85
	4,15	3,05	2,95	4,35	3,25	2,6	4,45	3,1	2,75
	4,25	3,3	3	4,4	3,9	2,7	5,1	3,35	2,75
horisontal	16,4	13,4	11,3	17,65	13,7	11,1	18,2	13,3	11
rata horisontal	4,1	3,35	2,825	4,413	3,425	2,775	4,55	3,325	2,75
vertikal	41,1			42,45			42,5		
pohon	126,05								
rata pohon C	3,501388889								
D									
Kategori	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
vertikal									
horisontal	3,35	3,4125	3,625	4,425	4,075	3,4875	3,475	4,2625	5,3125
	4,5125	3,4125	3,075	4,175	3,575	3,4875	4,2875	3,7375	3,3375
	4,1	3,35	2,825	4,413	3,425	2,775	4,55	3,325	2,75
horisontal	11,963	10,175	9,525	13,01	11,075	9,75	12,3125	11,325	11,4
vertikal	31,6625			33,8375			35,0375		

Lampiran 18. Hasil Analisis Ragam untuk Tebal Dinding Serat

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	0,651	0,326	0,639tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	3,055	0,509	1,452tn	2,66	4,01
Galat	18	6,313	0,351			
Total	26	10,020				

Keterangan : tn (tidak nyata)

19. Hasil Perhitungan tebal dinding sel Kayu Kumea

A									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horizontal	17,4	14,7	21	18,6	19	17,8	17,3	18,2	18,7
	20,55	18,4	17,4	17,4	18,4	17,9	16,3	18,5	17,8
	19,05	18	17,3	18,3	18,05	17,1	17	18,1	16,5
	18,8	17,7	17	18,2	18,1	17,8	17,9	18,4	18,9
horizontal	75,8	68,8	72,7	72,5	73,55	70,6	68,5	73,2	71,9
rata horizontal	18,95	17,2	18,175	18,125	18,3875	17,65	17,125	18,3	17,975
vertikal	217,3			216,65			213,6		
pohon	647,55								
rata pohon A	17,9875								
B									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horizontal	18,7	18,2	21,1	18,6	19	17,8	18,2	18,95	18,25
	18,45	18,7	18,1	17,4	19,6	17,9	18,7	18,5	18,8
	19,1	19,2	17,6	20,2	19,75	17,1	19,2	17,8	17,7
	18,85	18,45	17,3	17,9	19,2	16,9	18,4	18,6	18,6
horizontal	75,1	74,55	74,1	74,1	77,55	69,7	74,5	73,85	73,35
rata horizontal	18,775	18,6375	18,525	18,525	19,3875	17,425	18,625	18,463	18,3375
vertikal	223,75			221,35			221,7		
pohon	666,8								
rata pohon B	18,52222222								
C									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horizontal	18,4	19,2	18,2	18,2	18,5	18,8	19,5	19,7	18,7
	19,5	18,8	17,9	18,3	17,8	17,2	19,6	19,5	18,6
	18,3	18,7	17,8	18,3	19	17,9	18,7	18,3	18,2
	19,3	17,9	18,4	19,3	19,2	18,3	17	18,7	17,2
horizontal	75,5	74,6	72,3	74,1	74,5	72,2	74,8	76,2	72,7
rata horizontal	18,875	18,65	18,075	18,525	18,625	18,05	18,7	19,05	18,175
vertikal	222,4			220,8			223,7		
pohon	666,9								
rata pohon C	18,525								
D									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horizontal	18,95	17,2	18,175	18,125	18,3875	17,65	17,125	18,3	17,975
	18,775	18,6375	18,525	18,525	19,3875	17,425	18,625	18,463	18,3375
	18,875	18,65	18,075	18,525	18,625	18,05	18,7	19,05	18,175
horizontal	56,6	54,4875	54,775	55,175	56,4	53,125	54,45	55,813	54,4875
vertikal	165,8625			164,7			164,75		

Lampiran 20. Hasil Analisis Ragam untuk Diameter Lumen.

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	0,090	0,045	0,087tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	3,083	0,514	2,191tn	2,66	4,01
Galat	18	4,222	0,235			
Total	26	7,394				

Keterangan : tn (tidak nyata)

21. Hasil Perhitungan runkel ratio Kayu Kumea

A									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	0,40786	0,52519	0,36994	0,5376	0,3895	0,3519	0,41786	0,50119	0,5382
	0,24446	0,33224	0,3571	0,3924	0,4548	0,54	0,42048	0,40905	0,6471
	0,36895	0,35246	0,37738	0,4992	0,5072	0,3676	0,40381	0,51929	0,8001
	0,43161	0,47937	0,54976	0,5502	0,4605	0,3471	0,40643	0,47865	0,4766
horisontal	1,45287	1,68926	1,65417	1,9794	1,8119	1,6066	1,64857	1,90817	2,462
rata horisontal	0,36322	0,42231	0,41354	0,4949	0,453	0,4017	0,41214	0,47704	0,6155
vertikal	4,796309008			5,39801221			6,018704446		
pohon	16,21302566								
rata pohon A	0,450361824								
B									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	0,42889	0,38129	0,27491	0,5376	0,3895	0,3519	0,44976	0,42014	0,3156
	0,59802	0,34048	0,36286	0,3924	0,3665	0,54	0,4669	0,4181	0,455
	0,42714	0,39317	0,32976	0,4992	0,3669	0,3676	0,45135	0,33876	0,296
	0,53845	0,37163	0,43752	0,4024	0,3754	0,3776	0,49476	0,46048	0,4164
horisontal	1,9925	1,48657	1,40505	1,8316	1,4983	1,637	1,86278	1,63748	1,483
rata horisontal	0,49812	0,37164	0,35126	0,4579	0,3746	0,4093	0,46569	0,40937	0,3707
vertikal	4,884116044			4,966916038			4,983237162		
pohon	14,83426924								
rata pohon B	0,412063035								
C									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	0,435	0,33246	0,33214	0,4855	0,3407	0,3302	0,44333	0,35492	0,2848
	0,36333	0,2846	0,42008	0,5133	0,4024	0,3183	0,44794	0,35151	0,309
	0,38865	0,32071	0,44571	0,4714	0,3475	0,2933	0,48571	0,34048	0,3038
	0,33794	0,4419	0,37414	0,4621	0,4167	0,2988	0,62405	0,36643	0,3285
horisontal	1,52492	1,37968	1,57208	1,9323	1,5074	1,2407	2,00103	1,41333	1,2261
rata horisontal	0,38123	0,34492	0,39302	0,4831	0,3768	0,3102	0,50026	0,35333	0,3065
vertikal	4,47668254			4,680349206			4,640507937		
pohon	13,79753968								
rata pohon C	0,383264991								
U									
P			T			U			
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
horisontal	0,36322	0,42231	0,41354	0,4949	0,453	0,4017	0,41214	0,47704	0,6155
	0,49812	0,37164	0,35126	0,4579	0,3746	0,4093	0,46569	0,40937	0,3707
	0,38123	0,34492	0,39302	0,4831	0,3768	0,3102	0,50026	0,35333	0,3065
horisontal	1,24257	1,13888	1,15783	1,4358	1,2044	1,1211	1,3781	1,23975	1,2928
vertikal	3,539276898			3,761319364			3,910612386		

Lampiran 22. Hasil Analisis Ragam dan Uji BNJ untuk *Runkel Ratio*

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	0,008	0,004	1,012tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	0,023	0,004	0,755tn	2,66	4,01
Galat	18	0,091	0,005			
Total	26	0,122				

Keterangan : tn (tidak nyata)



23. Hasil Perhitungan Felting Power Kayu Kumea

A										
P			T			U				
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G	
horizontal	79,17	88,7079	62,04	66,418	70,6002	73,3709	75,109	66,9939	65,452	
	69,23	71,5561	74,655	72,405	68,4928	68,7568	76,612	71,1185	65,111	
	69,21	73,6674	72,03	68,824	69,1263	75,7631	77,116	67,7335	65,791	
	67,97	68,2661	68,042	67,887	70,3843	75,4809	70,794	67,8304	69,367	
horizontal	285,6	302,197	276,77	275,53	278,604	293,372	299,63	273,676	265,72	
horizontal	71,4	75,5494	69,192	68,884	69,6509	73,3429	74,908	68,4191	66,43	
vertikal	864,5482165			847,5103097			839,0283778			
pohon	2551,086904									
pohon A	70,86352511									
B										
P			T			U				
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G	
horizontal	70,26	73,1746	74,07	66,479	70,6498	73,3947	72,493	68,7325	75,856	
	62,78	72,6684	78,531	72,482	68,5042	68,8036	69,062	70,8682	72,007	
	69,05	70,1677	74,967	68,892	69,1496	75,799	67,233	75,1066	77,651	
	64,94	72,5547	74,504	68,254	70,404	77,9382	69,946	70,7053	70,073	
horizontal	267	288,565	302,07	276,11	278,708	295,936	278,73	285,413	295,59	
horizontal	66,76	72,1414	75,518	69,027	69,6769	73,9839	69,684	71,3532	73,897	
vertikal	857,6638049			850,7500995			859,7336246			
pohon	2568,147529									
pohon B	71,33743136									
C										
P			T			U				
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G	
horizontal	74,35	74,924	72,862	71,956	75,0408	70,7804	70,523	70,5736	75,852	
	71,87	76,1679	71,023	71,915	74,0345	76,6458	69,882	71,4549	74,668	
	72,19	74,3519	71,936	71,939	74,2117	77,5569	71,906	74,319	75,052	
	75,43	70,056	74,704	70,649	69,9287	75,2241	72,176	74,0149	77,926	
horizontal	293,8	295,5	290,52	286,46	293,216	300,207	284,49	290,362	303,5	
horizontal	73,46	73,875	72,631	71,615	73,3039	75,0518	71,122	72,5906	75,875	
vertikal	879,8629697			879,8821911			878,3470614			
pohon	2638,092222									
pohon C	73,28033951									
D										
P			T			U				
vertikal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G	
horizontal	71,4	75,5494	69,192	68,884	69,6509	73,3429	74,908	68,4191	66,43	
	66,76	72,1414	75,518	69,027	69,6769	73,9839	69,684	71,3532	73,897	
	73,46	73,875	72,631	71,615	73,3039	75,0518	71,122	72,5906	75,875	
horizontal	211,6	221,566	217,34	209,53	212,632	222,379	215,71	212,363	216,2	

Lampiran 24. Hasil Analisis Ragam untuk *Felting Power*

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	2,771	1,386	0,168tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	49,533	8,256	1,078tn	2,66	4,01
Galat	18	49,533	8,256			
Total	26	101,837				

Keterangan : tn (tidak nyata)

25. Hasil Perhitungan Flexibility Ratio Kayu Kumea

		A								
		P			T			U		
Vertikal	Horizontal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		0,7153	0,68315	0,7399	0,6603	0,7255	0,7433	0,71596	0,675	0,65747
		0,8098	0,75583	0,7468	0,7246	0,6929	0,658	0,71145	0,7164	0,61981
		0,7399	0,74515	0,7333	0,6772	0,6747	0,7398	0,72133	0,6705	0,56883
		0,7078	0,68825	0,6599	0,6571	0,6936	0,7505	0,72069	0,6847	0,69189
Horizontal		2,9728	2,87239	2,8799	2,7191	2,7866	2,8917	2,86943	2,7465	2,53801
Horizontal		0,7432	0,7181	0,72	0,6798	0,6967	0,7229	0,71736	0,6866	0,6345
Vertikal		8,725053971			8,397427283			8,153939232		
Yokan		25,27642049								
Ke pohon A		0,702122791								
		B								
		P			T			U		
Vertikal	Horizontal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		0,7141	0,72839	0,7898	0,6616	0,7255	0,7439	0,69489	0,7115	0,76557
		0,6416	0,75646	0,7436	0,7246	0,7392	0,658	0,68891	0,7098	0,69824
		0,7115	0,7273	0,761	0,6772	0,7362	0,7412	0,75232	0,7787	0,68064
		0,6588	0,73537	0,7167	0,7326	0,7377	0,7382	0,69295	0,6929	0,7122
Horizontal		2,7261	2,94753	3,0111	2,796	2,9386	2,8814	2,82907	2,893	2,85665
Horizontal		0,6815	0,73688	0,7528	0,699	0,7346	0,7204	0,70727	0,7233	0,71416
Vertikal		8,684687884			8,615990497			8,578739859		
Yokan		25,87941824								
Ke pohon B		0,718872729								
		C								
		P			T			U		
Vertikal	Horizontal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		0,701	0,75615	0,7558	0,6792	0,7514	0,7569	0,69893	0,7429	0,78133
		0,7388	0,78295	0,7125	0,675	0,7206	0,7639	0,69834	0,7443	0,76718
		0,7247	0,75987	0,6998	0,6866	0,7471	0,7766	0,68399	0,7494	0,77044
		0,7523	0,69594	0,7363	0,6903	0,714	0,7721	0,62982	0,7382	0,75765
Horizontal		2,9168	2,99491	2,9045	2,731	2,9332	3,0694	2,71108	2,9748	3,07661
Horizontal		0,7292	0,74873	0,7261	0,6827	0,7333	0,7674	0,67777	0,7437	0,76915
Vertikal		8,816232323			8,733585859			8,762511267		
Yokan		26,31232945								
Ke pohon C		0,73089804								
		D								
		P			T			U		
Vertikal	Horizontal	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
		0,7432	0,7181	0,72	0,6798	0,6967	0,7229	0,71736	0,6866	0,6345
		0,6815	0,73688	0,7528	0,699	0,7346	0,7204	0,70727	0,7233	0,71416
		0,7292	0,74873	0,7261	0,6827	0,7333	0,7674	0,67777	0,7437	0,76915
Horizontal		2,1539	2,20371	2,1989	2,0615	2,1646	2,2106	2,1024	2,1536	2,11782

Lampiran 26. Hasil Analisis Ragam untuk *Flexibility Ratio*

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	0,002	0,001	1,184tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	0,005	0,001	0,836tn	2,66	4,01
Galat	18	0,017	0,001			
Total	26	0,024				

Keterangan : tn (tidak nyata)

7. Hasil Perhitungan Coefficient of Rigidity Kayu Kumea

Arah	A								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Vertikal	0,1424	0,15842	0,13	0,16986	0,1372	0,1283	0,142	0,1625	0,17127
	0,0951	0,12208	0,1266	0,13771	0,1536	0,171	0,1443	0,1418	0,19009
	0,1301	0,12742	0,1334	0,16142	0,1627	0,1301	0,1393	0,1648	0,21558
	0,1461	0,15587	0,17	0,17145	0,1532	0,1247	0,1397	0,1577	0,15405
Horizontal	0,5136	0,56381	0,56	0,64044	0,6067	0,5542	0,5653	0,6268	0,73099
Horizontal	0,1284	0,14095	0,14	0,16011	0,1517	0,1385	0,1413	0,1567	0,18275
Vertikal	1,637473014			1,801286359			1,923		
Non	5,361789757								
Pohon A	0,148938604								
Arah	B								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Vertikal	0,1429	0,1358	0,1051	0,17029	0,1372	0,1296	0,1526	0,1442	0,11721
	0,1792	0,12177	0,1282	0,13786	0,1304	0,171	0,1555	0,1451	0,15088
	0,1442	0,13635	0,1195	0,16142	0,1319	0,1316	0,1238	0,1106	0,15968
	0,1706	0,13231	0,1416	0,13622	0,1317	0,1309	0,1535	0,1535	0,1439
Horizontal	0,637	0,52624	0,4944	0,6058	0,5313	0,5631	0,5855	0,5535	0,57167
Horizontal	0,1592	0,13156	0,1236	0,15145	0,1328	0,1408	0,1464	0,1384	0,14292
Vertikal	1,657656058			1,70010343			1,71063007		
Non	5,068389559								
Pohon B	0,140788599								
Arah	C								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Vertikal	0,1495	0,12192	0,1221	0,16042	0,1243	0,1216	0,1505	0,1285	0,10933
	0,1306	0,10853	0,1437	0,1625	0,1397	0,1181	0,1508	0,1278	0,11641
	0,1376	0,12007	0,1501	0,15672	0,1265	0,1117	0,158	0,1253	0,11478
	0,1239	0,15203	0,1318	0,15487	0,143	0,114	0,1851	0,1309	0,12118
Horizontal	0,5416	0,50255	0,5478	0,63452	0,5334	0,4653	0,6445	0,5126	0,4617
Horizontal	0,1354	0,12564	0,1369	0,15863	0,1334	0,1163	0,1611	0,1281	0,11542
Vertikal	1,591883838			1,633207071			1,618744367		
Non	4,843835276								
Pohon C	0,13455098								
Arah	D								
	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Vertikal	0,1284	0,14095	0,14	0,16011	0,1517	0,1385	0,1413	0,1567	0,18275
	0,1592	0,13156	0,1236	0,15145	0,1328	0,1408	0,1464	0,1384	0,14292
	0,1354	0,12564	0,1369	0,15863	0,1334	0,1163	0,1611	0,1281	0,11542
	0,423	0,39815	0,4006	0,47019	0,4178	0,3956	0,4488	0,4232	0,44109
Horizontal	1,221753228			1,283649215			1,313101205		

Lampiran 28. Hasil Analisis Ragam untuk *Coefficient of Rigidity*

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	0,00048	0,00024	1,19016tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	0,00122	0,00020	0,83894tn	2,66	4,01
Galat	18	0,00435	0,00024			
Total	26	0,00606				

Keterangan : tn (tidak nyata)

29. Hasil Perhitungan Muhlsteph Ratio Kayu Kumea

A									
Tipe	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	48,483	51,786	44,501	55,765	46,959	44,492	48,0126	53,81931	56,26995
	33,982	42,483	43,513	47,07	51,613	56,127	48,8872	48,23327	60,77505
	44,613	44,099	45,74	53,458	53,78	44,677	47,3291	54,24057	66,83896
	49,258	51,781	55,521	56,026	51,261	43,081	47,4474	52,54073	51,21777
Horizontal	176,34	190,15	189,27	212,32	203,61	188,38	191,676	208,8339	235,1017
Horizontal	44,084	47,537	47,319	53,079	50,903	47,094	47,9191	52,20847	58,77543
Vertikal	555,7592332			604,3085151			635,6119434		
Sum	1795,679692								
Region A	49,87999144								
B									
Tipe	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	48,25	46,635	37,198	55,422	46,959	44,304	51,3577	48,83939	40,96245
	57,785	42,038	44,003	47,07	44,825	56,127	52,0059	49,29221	50,53202
	48,697	46,452	41,439	53,458	45,461	44,244	42,9995	38,82233	52,91441
	56,035	45,452	47,286	44,293	44,705	44,67	38,8223	52,91441	51,45707
Horizontal	210,77	180,58	169,92	200,24	181,95	189,35	185,185	189,8683	195,8659
Horizontal	52,692	45,144	42,481	50,061	45,487	47,336	46,2964	47,46709	48,96648
Vertikal	561,2673245			571,5369623			570,9196929		
Sum	1703,72398								
Region B	47,3256661								
C									
Tipe	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	50,562	42,422	42,522	53,452	43,13	42,305	50,7191	44,45741	38,7287
	45,01	38,352	48,688	53,53	47,545	41,274	50,6964	44,28286	40,90202
	47,149	42,054	50,462	52,38	43,831	39,434	52,4734	43,57955	40,37895
	43,038	51,39	45,17	51,905	48,457	40,224	59,4638	45,04826	42,2347
Horizontal	185,76	174,22	186,84	211,27	182,96	163,24	213,353	177,3681	162,2444
Horizontal	46,44	43,554	46,711	52,817	45,741	40,809	53,3382	44,34202	40,56109
Vertikal	546,8183111			557,4671292			552,9651009		
Sum	1657,250541								
Region C	46,03473726								
D									
Tipe	P			T			U		
	T	TG	G	T	TG	G	T	TG	G
Horizontal	44,084	47,537	47,319	53,079	50,903	47,094	47,9191	52,20847	58,77543
	52,692	45,144	42,481	50,061	45,487	47,336	46,2964	47,46709	48,96648
	46,44	43,554	46,711	52,817	45,741	40,809	53,3382	44,34202	40,56109
	143,22	136,24	136,51	155,96	142,13	135,24	147,554	144,0176	148,303
Vertikal	415,9612172			433,3281517			439,8741843		

Lampiran 30. Hasil Analisis Ragam untuk *Muhlsteph Ratio*

Hasil Analisis Ragam

sumber keragaman	db	JK	KT	F. Hitung	F. Tabel	
					0,05	0,01
AV	2	33,937	16,968	1,155tn	3,55	6,01
AH(AV)	6	88,111	14,685	0,782tn	2,66	4,01
Galat	18	337,946	18,775			
Total	26	459,994				

Keterangan : tn (tidak nyata)