

Struktur Anatomi Kayu Mangium (*Acacia mangium*) di Areal Reklamasi Lahan Pasca Tambang Batubara

Anatomical Structure of Mangium (Acacia mangium) Wood in Land Reclamation of Post-Coal Mining Area

M. Fikri Hernandi¹, Wartomo¹, Abdul Rasyid Zarta^{2*}, Erna Rositah³, Syafii²

¹)Program Studi Pengolahan Hasil Hutan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

²)Program Studi Rekayasa Kayu, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

³)Program Studi Pengelolaan Hutan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda, Indonesia

*Corresponding author: zarta_poltanesa@yahoo.com

Abstrak

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur anatomi kayu *Acacia mangium* yang tumbuh di areal reklamasi lahan pascatambang batubara. Kayu Mangium yang digunakan untuk penelitian berdiameter > 22 cm dan berumur \pm 7 tahun (berasal dari reklamasi lahan area KotaTenggarong). Penelitian dilakukan di Laboratorium Sifat Kayu dan Analisis Produk, Jurusan Teknologi Hasil Hutan, Politeknik Pertanian Negeri Samarinda. Pembuatan dan pengujian struktur anatomi kayu menggunakan standar IAWA. Analisa data menggunakan Rancangan Acak Lengkap dalam Percobaan Faktorial 3x3 dengan 3 x ulangan untuk struktur anatomi. Adapun hasil penelitian ini secara umum menunjukkan bahwa struktur anatomi kayu Mangium hasil reklamasi sama dengan yang berasal dari hutan tanaman yakni memiliki pori berbentuk oval, tata baur, soliter, ganda radial 2 – 3, bidang perporasi sederhana; jari-jari homogen berseri satu dan banyak, mengandung kristal; parenkim aksial bertipe paratrakeal jarang; Struktur anatomi kayu Mangium hasil reklamasi memiliki klasifikasi yakni sel pori : diameter (sangat besar), tinggi (pendek), jumlah per mm² (sangat halus); sel jari-jari : tinggi (sangat halus), lebar (luar biasa pendek), jumlah per mm² (sedang); serat : panjang (sedang), diameter (besar), lumen (sangat besar), dinding sel (tipis); letak contoh uji berdasarkan arah vertikal batang berpengaruh signifikan terhadap struktur anatomi kayu pada lebar dan persentase sel jari-jari; Letak contoh uji berdasarkan arah radial batang berpengaruh signifikan terhadap struktur anatomi pada jumlah sel pori; lebar, tinggi, jumlah dan persentase sel jari-jari; diameter serat dan lumen. Degradasi lahan (perubahan daya dukung tanah) dan tingkat kesuburan tanah yang rendah di areal reklamasi tambang batubara tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan struktur anatomi kayu pada kayu Mangium terhadap degradasi lahan bekas tambang.

Kata kunci: pori; serat; jari-jari; parenkim; struktur anatomi

Abstract

The purpose of this research is to find out the anatomical structure of *Acacia mangium* that grows in the reclamation area of coal post-mining land. Mangium wood used for this research has a diameter > 22 cm and is \pm 7 years old from land reclamation in Tenggarong city area. The research was conducted at Laboratory of Wood Properties and Product Analysis, Department of Forest Products Technology, Samarinda State Agricultural Polytechnic. Manufacture and testing of wooden anatomical structures using standar IAWA. Data analysis using Factorial Experiments of Completely Random Design 3x3x3. The results of this research commonly showed that the anatomical structure of Mangium wood reclaimed is the same as that derived from the plant forest, namely having oval-shaped pores, baur, solitary, double radial 2 - 3, simple perporation fields; homogeneous fingers beamed one and many, containing crystals; parenchy akpesky paratrakeal type rarely; the anatomical structure of reclaimed Mangium wood has a classification of pore cells: diameter (very large), height (short), number per mm² (very smooth); radius cells: height (very smooth), width (unusually short), amount per mm² (sedang); fiber: long (medium), diameter (large), lumen (sangat large), cell wall (thin); test sample based on the vertical direction of the rod has a significant effect on the anatomical structure (width and percentage of the ray cells); the location of the test example based on the radial direction of the rod has a significant effect on the anatomical structure of the number of pore cells; width, height, number and percentage of finger-jari cells; fiber diameter and lumen. Land degradation (changes in soil carrying capacity) and low soil fertility rates in coal mine reclamation areas do not have a significant influence on changes in the anatomical structure properties of wood in degradation of post coal mining land.

Keywords: vessels; fiber; ray parenchyma; anatomical structure

I. PENDAHULUAN

Sistem eksploitasi batubara di Kalimantan Timur umumnya sistem terbuka (*open pit*). Dampak penambangan terbuka seperti terganggunya aspek biofisik, terutama tanaman dan tanah. Hilangnya tanaman dan terjadinya lubang bekas galian, genangan air, tebing yang terjal (tanah longsor), erosi dan pelumpuran perairan menjadi ciri pada lahan bekas tambang terbuka.

Guna menekan dampak lingkungan, dilakukan reklamasi atau pemulihan kembali lahan yang terbuka dan tandus dengan jenis pohon tertentu yang mampu bertahan hidup pada kondisi lahan yang cukup kritis dan dapat berfungsi secara optimal sesuai peruntukannya. Umumnya vegetasi yang cocok dengan kondisi lahan terbuka dari jenis *fast growing* (tumbuhan cepat tumbuh) seperti *Acacia mangium* (mangium), *Paraseriantheis falcataria* (sengon), *Gmelina* spp, *Glyrisidia sepium* dan sebagainya.

Struktur, konsistensi dan batas-batas horizon tanah pada areal pasca penambangan sukar untuk diverifikasi karena rusaknya agregat (Padli dan Ruhayat, 1997). Kartasapoetra (1989) mengemukakan lapisan topsoil walaupun hanya mempunyai ketebalan kurang lebih sejengkal (< 1 m), namun mempunyai arti penting karena mengandung berbagai bahan pertumbuhan dan perkembangan tanaman, sehingga perlu dilindungi dan dipertahankan kelestariannya.

Degradasi lahan mengubah daya dukung tanah akibat penambangan batubara, berdampak pada pola perkembangan dan pertumbuhan pohon-pohon di lahan tersebut, membentuk variabilitas kayu salah satu indikatornya adalah variasi dalam struktur anatomi kayu yang akan berpengaruh terhadap kualitas kayu. Adanya variabilitas kayu ini merupakan hasil dari suatu sistem interaksi faktor-faktor yang kompleks sehingga merubah proses-proses fisiologis kambium yang terlibat dalam proses pembentukan kayu. Budi (1999) mengemukakan bahwa aktivitas kambium tergantung kepada genetis dan kondisi sekeliling yang mempengaruhinya. Pada keadaan terganggu, kambium dapat mengurangi atau menghentikan aktivitasnya sehingga mempengaruhi pembentukan struktur sel kayu yang baru atau dengan kata lain terjadi gangguan terhadap laju pertumbuhan riap kayu.

Kualitas kayu merupakan kesesuaian kayu untuk suatu penggunaan tertentu ditentukan oleh satu atau lebih faktor variabel yang mempengaruhinya seperti struktur anatomi. Sebagai contoh perubahan kecil dalam panjang serabut, tebal dinding sel, diameter sel, sudut fibril, prosentase tipe sel, nisbah antara selulosa dan lignin, penting untuk penilaian kualitas kayu sebagai bahan baku pulp dan ini dapat dicerminkan dalam perubahan berat jenis dan perubahan sifat fisiknya (Pandit, 1989).

Berdasarkan hal tersebut diatas maka, orientasi pengelolaan reklamasi lahan pascatambang batubara tidak hanya menitikberatkan pada pertumbuhan pohon dan pemulihan fungsi lahan kembali seperti semula. Tetapi juga berorientasi kayunya dapat dimanfaatkan, karena jenis yang ditanam umumnya tanaman yang saat ini dikembangkan di areal hutan tanaman industri (HTI). Oleh karenanya hasil reklamasi lahan hendaknya juga menempatkan pertumbuhan dan kualitas kayu sebagai pertimbangan baik dalam pengelolaan tanaman maupun pengolahan kayunya agar bernilai ekonomis yang sesuai dengan harapan dan peruntukannya.

Gambaran umum selama ini tanaman hasil reklamasi diutamakan untuk pemulihan lahan namun belum diketahui kualitas kayu secara pasti di areal reklamasi yang telah mengalami degradasi lahan. Melalui penelitian ini diharapkan mendapatkan informasi mendasar mengenai sifat kayu guna pemanfaatan kayu sebagai bahan baku untuk produk-produk pengolahan kayu lanjutan yang terkait sifat anatomi kayu. Dengan demikian untuk apa kayunya nanti telah mendapat jawaban yang jelas melalui penelitian ini. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui struktur anatomi kayu *Acacia mangium* yang tumbuh di areal reklamasi lahan pascatambang batubara untuk produk pengolahan kayu.

II. METODE PENELITIAN

1. Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Anatomi dan Identifikasi Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda.

2. Bahan dan Peralatan Penelitian

Jenis kayu yang digunakan : pohon *Acacia mangium* berdiameter > 22 cm dan umur \pm 7 tahun dari areal hasil reklamasi lahan pascatambang batubara PT XY Tenggara.

Bahan kimia yang digunakan ; HNO₃ 65%, KClO₃, Alkohol, Aquades, Xylol, zat pewarna Safranin, Lem/Kanada Balsam, Analine Blue, dan perekat canada balsam untuk preparat yang akan diawetkan.

Peralatan yang digunakan : gergaji, hand counter, seperangkat mikroskop layar, tabung film, mikroskop Olympus, alat pemanas (warmer), seperangkat *slice microtome*, kompor listrik, kaca objek, cutter, pisau, kaca penutup dan alat tulis menulis.

3. Pembuatan Contoh Uji

Untuk uji struktur anatomi, masing-masing pohon diambil bagian batang dan dipotong menjadi 3 bagian yakni pangkal, tengah dan ujung dengan jarak yang sama. Tiap bagian tersebut diambil contoh uji kearah radial yang berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm sebanyak 3 buah yang digunakan untuk membuat sayatan tipis pada tiga bidang pengamatan kayu. Disamping itu dibuat pula contoh uji dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 1 cm sebanyak 3 buah yang akan digunakan untuk dilakukan pemisahan serat/maserasi. Pengamatan struktur anatomi mengacu pada standar IAWA (*The Internasional Association of Wood Anatomists*, 1989)

Contoh uji yang berukuran 2 cm x 2 cm x 2 cm direndam dalam air \pm 2 – 3 hari. Kemudian contoh uji disayat dengan menggunakan *slice microtome* setebal 15 - 30 μ m. Sayatan diletakkan di kertas buram agar kering, setelah itu diletakkan dalam tabung film dan diberi alkohol 50%.

Pemisahan serat menggunakan Metode Schultze. Dari setiap potongan (bagian) kayu dibuat sampel sebesar batang lidi sebanyak 4 – 5 batang. Masukkan ke dalam tabung reaksi yang telah diisi larutan HNO₃ 65% dan KClO₃, kemudian dipanaskan diatas api bunsen sampai terlihat serat terpisah. Isi tabung kemudian disaring dan dicuci dengan aquades sampai bebas asam. Serat yang bersih disimpan dalam larutan alkohol 50 % (Budiarso, 1988)

4. Pengamatan struktur anatomi

Pengamatan makroskopis meliputi warna kayu, tekstur kayu, arah serat dan kesan raba. Pengamatan dan pengukuran

mikroskopis kayu dari preparat hasil sayatan dilakukan dengan mengukur:

- Pengukuran tinggi sel pori menggunakan mikroskop dengan micrometer pada lensa mata mikroskop dengan perbesaran 100 kali dan nilai konversinya 14,92 μ m.
- Pengukuran diameter sel pori dilakukan pada bidang transversal dengan menggunakan mistar (mm) pada mikroskop layar dan nilai konversinya 14,92 μ m
- Pengukuran tinggi dan lebar sel jari-jari dilakukan pada bidang tangensial dengan menggunakan mikroskop layar dengan nilai konversi 14,92 μ m. Pengukuran tinggi dan lebar sel jari-jari dilakukan secara acak yaitu yang mengenai garis tengah (garis horizontal) pada layar yang telah ditentukan.
- Pengukuran jumlah sel pori dilakukan pada bidang transversal dengan menggunakan kertas dilubangi persegi empat sesuai dengan ukuran yang telah konversikan di mikroskop layar (1 mm x 1 mm). Dari kertas tersebut kemudian jumlah sel pori dihitung. Apabila terdapat sel pori yang tak utuh terlihat dalam skala tersebut, maka sel pori dihitung setengah. Sedangkan yang kelihatan dihitung satu.
- Pengukuran jumlah sel jari-jari dilakukan dengan menghitung jumlah sel jari-jari per mm, hanya sel jari-jari yang terdapat pada garis tengah saja yang dihitung. Karena garis tengah sudah menunjukkan ukuran 1 mm.
- Pengukuran persentase sel pori, sel parenkim dan sel jari-jari dilakukan dengan menggunakan metode dot grid pada mikroskop layar. Cara pengukurannya adalah bila titik-titik pada dot grid tersebut terdapat dalam sel pori. Adapun jumlah titik-titik didalam dot grid seluruhnya sebanyak 441 titik (yang berarti 100%). Penghitungan persentase sel pori, sel jari-jari, sel parenkim dengan menggunakan rumus : Jumlah titik dalam sel dibagi 441 dikali 100%, sedangkan sel tersebut dihitung dengan menggunakan rumus : Persentase sel serabut = 100 % - % sel pori - % sel jari-jari - % sel parenkim
- Pengukuran dimensi serat menggunakan mikroskop yang dilengkapi mikrometer

pada pada lensa okulernya. Untuk pengukuran panjang serat dengan pembesaran 100 kali dan pembesaran 400 kali untuk diameter serat dan lumen. Untuk nilai panjang serat, diameter serat dan lumen langsung dikonversikan ke dalam satuan mikron, sedangkan untuk tebal dinding serat dihitung dengan rumus : diameter serat dikurang diameter lumen dibagi 2.

5. Analisis Data

Hasil pengukuran ditabulasikan dan dianalisa dengan mengklasifikasikan nilai struktur anatomi kayu tersebut berdasarkan standar yang berlaku baik standar Indonesia maupun standar negara lain.

Untuk mengetahui pengaruh perbedaan bagian kayu arah vertikal (pangkal, tengah dan ujung) dan arah radial (dari empulur, teras dan gubal) terhadap struktur anatomi kayu, digunakan metode statistik Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial 3×3 (Heryanto, 1996) dengan $3 \times$ ulangan yang terdiri dari 2 faktor, yaitu :

- Faktor A, berupa letak dalam batang arah vertikal dengan kategori A_1 (pangkal), A_2 (tengah), A_3 (ujung)
- Faktor B, berupa letak dalam batang arah radial dengan kategori B_1 (empulur), B_2 (teras), B_3 (gubal)

Model rancangan statistik yang digunakan adalah sebagai berikut (Heryanto, 1996):

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \Sigma_{ijk}$$

dimana :

Y_{ijkl} = Nilai pengamatan dari perlakuan faktor A ke-i faktor B ke-j, masing-masing dirandom pada ulangan l

μ = Nilai harapan peubah random Y

α_i = Efek perlakuan faktor A ke-i

β_j = Efek perlakuan faktor B ke-j

$(\alpha\beta)_{ij}$ = Efek interaksi faktor A ke-i dan faktor B ke-j

Σ_{ijkl} = Efek galat percobaan karena randomisasi faktor A ke-i, faktor B ke-j dan faktor C ke-k, masing-masing pada ulangan l

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Kondisi Tegakan

Secara umum tegakan Mangium mempunyai bentuk tajuk yang baik dan utuh dengan sistem percabangan simpodial dan tidak berbanir, serta memiliki kulit kayu berukuran tebal. Bentuk batang pohon

Mangium bertipe batang tunggal dan lurus, ada pula yang bertipe batang mengganda (bercabang < 1,3 m dari pangkal pohon dengan ukuran diameter batang hampir sama) dan menggarpu (bercabang > 1,3 m dari pangkal pohon dengan ukuran diameter batang hampir sama). Dari pengamatan lapangan di areal reklamasi terlihat bahwa pada tipe batang tunggal dan lurus terdapat percabangan dan ranting pohon yang relatif banyak, hal ini terjadi karena tidak adanya perlakuan silvikultur yakni pewiwilan pada waktu tanaman masih muda.

2. Ciri Umum

Ciri fisik : warna kayu : kayu teras berwarna coklat tua, dan kayu gubal berwarna coklat muda (tebal 1,5 – 2 cm); tekstur agak kasar; kesan raba agak halus; kayu agak lunak; arah serat lurus

Ciri anatomis : pori berbentuk oval sampai bulat tersusun tanpa pola tertentu (baur), sebaran tata baur, soliter, kadang-kadang ganda radial 2 – 3, bidang perforasi sederhana; jari-jari homoselluler (homogen berseri satu dan banyak); parenkim aksial paratrakeal jarang.

3. Sel P Turnbull (Sel Pori)

Hasil penelitian (Tabel 1) menunjukkan bahwa diameter pori kayu Mangium 226,86 μm . Hasil penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan yang diperoleh Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis kayu yang sama sebesar 119,54 μm , sedangkan berdasarkan penelitian Rulliaty dan Mandang (1988) diperoleh diameter pori 224 μm relatif sama dengan ketiga kayu yang diteliti. Klasifikasi kayu Mangium yang diteliti termasuk berdiameter sangat besar (lawa, 1989). Tinggi pori kayu Mangium 225,48 μm . Hasil penelitian ini relatif sama jika dibandingkan dengan yang diperoleh Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis kayu yang sama sebesar 242,96 μm . Klasifikasi kayu Mangium yang diteliti termasuk tinggi pori berukuran pendek (lawa, 1989). Nilai dimensi pori ini sesuai dengan pendapat Parham (1983) yang menyatakan bahwa Turnbull pada kayu daun lebar panjangnya berkisar antara 0,2 – 1,3 mm (200 – 1300 μm) dan diameternya berkisar antara 200 – 300 μm . Jumlah pori per mm^2 kayu Mangium sebesar 5,24 per mm^2 . Hasil penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan

yang diperoleh Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis kayu yang sama sebesar 6,28 μm . Klasifikasi kayu Mangium yang diteliti termasuk dalam pori berjumlah jarang (Iawa, 1989). Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Ganchev (1971) dalam Haygreen dan Bowyer (1996) yang menyatakan bahwa pada jenis *Populus tristis* dengan kecepatan pertumbuhan yang tinggi

cenderung untuk memiliki pembuluh yang jumlahnya sedikit namun ukuran diameter dan tingginya lebih besar. Persentase sel pori kayu Mangium 11,32 %. Hasil penelitian ini lebih rendah bila dibandingkan dengan yang diperoleh Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis kayu yang sama sebesar 12,0 %.

Tabel 1. Hasil Pengukuran Sel Pori

| Arah Vertikal | Arah Radial | Ø Pori (μm) | Tinggi Pori (μm) | Jumlah Pori per mm^2 | % Sel Pori |
|---------------|-------------|----------------------------|-------------------------------|-------------------------------|------------|
| P | E | 204,41 | 213,5 | 5,98 | 12.69 |
| | T | 222,06 | 230,17 | 4,50 | 9.80 |
| | G | 246,06 | 236,27 | 4,49 | 11.61 |
| | Rata2 | 224,17 | 226,78 | 4,99 | 11.37 |
| T | E | 229,85 | 208,17 | 5,97 | 13.28 |
| | T | 229,52 | 218,67 | 4,58 | 10.23 |
| | G | 236,98 | 222,73 | 4,77 | 10.93 |
| | Rata2 | 232,12 | 216,56 | 5,11 | 11.48 |
| U | E | 204,16 | 204,00 | 6,78 | 11.40 |
| | T | 224,30 | 243,00 | 5,23 | 9.94 |
| | G | 244,44 | 252,33 | 4,86 | 11.96 |
| | Rata2 | 224,30 | 233,11 | 5,62 | 11.10 |
| Total | E | 212,80 | 208,56 | 6,24 | 12.46 |
| | T | 225,29 | 230,61 | 4,77 | 9.99 |
| | G | 242,49 | 237,28 | 4,70 | 11.50 |
| | Rata2 | 226,86 | 225,48 | 5,24 | 11.32 |
| Klasifikasi | | Sangat besar ⁱ⁾ | Pendek ⁱ⁾ | Jarang ⁱ⁾ | |

Keterangan : Klasifikasi IAWA (1989)

Tabel 2. Hasil Uji F Pengukuran Sel Pori

| Perlakuan | Ø Pori (μm) | Tinggi Pori (μm) | Jumlah Pori per mm^2 | % Sel Pori |
|----------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|
| Vertikal (A) | 0,15 ^{ns} | 0,52 ^{ns} | 0,76 ^{ns} | 0.21 ^{ns} |
| Radial (B) | 1,85 ^{ns} | 2,28 ^{ns} | 14,83 ^{**} | 1.61 ^{ns} |
| Interaksi (AB) | 0,21 ^{ns} | 0,70 ^{ns} | 0,43 ^{ns} | 0.51 ^{ns} |

Keterangan : ns – non signifikan; * - signifikan pada taraf 5 %; ** - signifikan pada taraf 1 %

Jumlah, ukuran dan keadaan sel pori akan mempengaruhi sifat permeabilitas kayu sehingga mempengaruhi penyerapan dan penetrasi zat pengawet dalam proses pengawetan serta mempengaruhi proses pengeringan kayu. Dalam proses pembuatan kertas, banyaknya sel pori juga mempengaruhi penetrasi cairan pemasak ke dalam serpih kayu sehingga mempengaruhi

sifat kekuatan kertas. Dari penelitian ini didapat bahwa perbedaan diameter batang atau peningkatan kecepatan pertumbuhan akan meningkatkan volume sel pori yang dihasilkan. Oleh karena itu pemanfaatan kayu untuk pembuatan pulp perlu memperhatikan terjadinya kenaikan persentase sel pori seiring dengan kenaikan kecepatan pertumbuhan pohon

(bertambahnya riap diameter pohon). Hal ini sesuai dengan pendapat Allchin (1960) dalam Haygreen dan Bowyer (1996) bahwa pembuluh yang besar cenderung untuk hilang dalam proses pembuatan pulp, sedangkan pembuluh yang tertahan menyebabkan kualitas permukaan kertas kurang baik karena adanya pembuluh akan menyebabkan ikatan antar serat menjadi kurang kuat.

Pola perubahan sel pori terhadap arah vertikal pada kayu Mangium yang diteliti adalah diameter dan persentase pori terjadi peningkatan pada bagian tengah dan menurun ke bagian ujung batang, tinggi pori menurun pada bagian tengah dan meningkat ke bagian ujung, dan jumlah pori meningkat dari pangkal ke ujung. Pola perubahan ke arah vertikal yang bervariasi ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Haygreen dan Bowyer (1996) bahwa sel-sel longitudinal memiliki variasi yang besar dalam ukuran dan gambaran umumnya. Perbedaan antara tipe sel baik dalam dimensi dan jumlah terjadi selama proses perkembangan menjadi sel dewasa, dimana letak sel bagian pangkal, tengah dan ujung mempunyai proporsi sel dewasa yang berbeda. Hal yang sama juga dikemukakan Panshin, *et. al.* (1964) yang menambahkan bahwa pohon memberikan variasi lebar lingkaran tumbuh pada ketinggian batang yang berbeda. Lebar dan sempitnya lingkaran tumbuh dipengaruhi oleh dimensi, jumlah dan persentase sel.

Pola perubahan sel pori terhadap arah radial pada kayu Mangium yang diteliti adalah diameter dan tinggi pori terjadi peningkatan dari empulur ke bagian gubal, jumlah pori menurun dari empulur ke bagian gubal, dan persentase sel pori menurun ke bagian teras dan meningkat ke gubal.

Berdasarkan nilai diameter, tinggi, jumlah dan persentase sel pori pada arah vertikal dan radial batang menunjukkan pola perubahan yang bervariasi. Namun variasi pola perubahan terhadap arah vertikal dan arah radial berdasarkan hasil uji F terlihat bahwa perbedaan berdasarkan letak arah vertikal dan arah radial batang tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan pada diameter, tinggi, jumlah dan persentase sel pori. Hal ini menunjukkan bahwa pertambahan dimensi dan jumlah pori tidak tergantung pada pertumbuhan pohon, dimana kayu juvenil dan kayu dewasanya

tidak mengalami perubahan atau hampir sama. Hasil ini didukung oleh pendapat Jane *et. al.* (1970) dalam Haygreen dan Bowyer (1996) yang menyatakan bahwa sel pembuluh sering tidak tumbuh bertambah panjang ketika menjadi dewasa, bahkan dapat lebih pendek daripada inisial kambium yang memproduksinya. Artinya pertumbuhan sel pembuluh tidak mengalami pengerutan, tetapi inisial kambium pada saat tertentu mempunyai panjang yang tidak tetap. Hal yang sama dikemukakan Soenardi (1977), bahwa pembentukan sel pembuluh dari inisial kambium sedikit sekali terjadi pertambahan panjang dalam arah longitudinal, sedangkan pertambahan besar dalam arah tegak lurus serat dapat besar sekali.

4. Sel Jari-Jari

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa lebar jari-jari kayu Mangium normal reklamasi 23,28 μm . Menurut klasifikasi lawa (1989), kayu Mangium yang diteliti termasuk dalam klas halus dengan klasifikasi sangat halus. Tinggi jari-jari kayu Mangium sebesar 375,43 μm . Nilai tinggi jari-jari kayu Mangium tersebut termasuk dalam klasifikasi luar biasa pendek (lawa, 1989). Jumlah jari-jari per mm^2 kayu Mangium sebesar 6,89 per mm^2 . Menurut lawa (1989), jumlah jari-jari per mm^2 kayu Mangium yang diteliti termasuk dalam klasifikasi sedang. Berikutnya adalah nilai persentase sel jari-jari kayu Mangium 9,97 %. Hal ini sesuai pendapat Tsoumis (1969) menyatakan pada kayu daun lebar, rata-rata volume jari-jari berkisar 5 – 30 %, sedangkan Mayer dalam Brown *et. al.* (1952) yang dikutip Soenardi Dari Tabel 14 dapat dilihat bahwa lebar jari-jari kayu Mangium normal reklamasi 23,28 μm , abnormal reklamasi 23,50 μm dan hutan tanaman 23,39 μm . Menurut klasifikasi lawa (1989), ketiga kayu Mangium yang diteliti termasuk dalam klas halus dengan klasifikasi sangat halus. Tinggi jari-jari kayu Mangium sebesar 375,43 μm . Nilai tinggi jari-jari ketiga kayu Mangium tersebut termasuk dalam klasifikasi luar biasa pendek (lawa, 1989). Jumlah jari-jari per mm^2 kayu Mangium sebesar 6,89 per mm^2 . Menurut lawa (1989), jumlah jari-jari per mm^2 kayu Mangium yang diteliti termasuk dalam klasifikasi sedang. Nilai persentase sel jari-jari kayu Mangium 9,97 %. Hal ini sesuai pendapat Tsoumis (1969) menyatakan pada kayu daun lebar, rata-rata volume jari-jari berkisar 5 – 30 %, sedangkan

Mayer dalam Brown *et. al.* (1952) yang dikutip Soenardi (1977) juga mengatakan bahwa volume sel jari-jari untuk kayu daun lebar berkisar antara 10 – 20 %. Perbedaan volume jari-jari ini akan menyebabkan sifat-sifat kayu berbeda terutama yang berhubungan dengan terjadinya retak-retak kayu dalam proses pengeringan, kekuatan

kayu, penetrasi oleh zat pengawet, pengembangan-pengerutan dan sifat mekanika kayu. Persentase jari-jari yang tinggi menyebabkan lebih mudahnya terjadinya retak pada proses pengeringan kayu.

Tabel 3. Hasil Pengukuran Sel Jari-Jari

| Arah Vertikal | Arah Radial | Lebar Jari2 (µm) | Tinggi Jari2 (µm) | Jumlah Jari2 per mm ² | % Sel Jari2 |
|---------------|-------------|----------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------|
| P | E | 29,47 | 434,67 | 7,27 | 11.21 |
| | T | 22,75 | 384,19 | 6,50 | 10.76 |
| | G | 22,88 | 369,77 | 6,00 | 10.80 |
| | Rata2 | 25,03 | 396,21 | 6,59 | 10.92 |
| T | E | 21,26 | 379,96 | 6,88 | 9.37 |
| | T | 20,52 | 365,04 | 6,80 | 8.87 |
| | G | 19,65 | 357,53 | 6,80 | 8.30 |
| | Rata2 | 20,48 | 367,53 | 6,83 | 8.85 |
| U | E | 26,24 | 369,27 | 7,15 | 9.91 |
| | T | 23,28 | 359,08 | 7,17 | 9.71 |
| | G | 23,27 | 359,32 | 7,41 | 10.78 |
| | Rata2 | 24,33 | 362,56 | 7,24 | 10.13 |
| Total | E | 25,65 | 394,63 | 7,10 | 10.17 |
| | T | 22,22 | 369,44 | 6,82 | 9.78 |
| | G | 21,97 | 362,22 | 6,74 | 9.96 |
| | Rata2 | 23,28 | 375,43 | 6,89 | 9.97 |
| Klasifikasi | | Sangat halus ¹⁾ | Luar biasa pendek ²⁾ | Sedang ¹⁾ | |

Keterangan : ¹⁾ Klasifikasi IAWA (1989); ²⁾ Klasifikasi Den Berger (1926) dalam Budiarmo (1988)

Tabel 4. Hasil Uji F Pengukuran Sel Pori

| Perlakuan | Lebar Jari2 (µm) | Tinggi Jari2 (µm) | Jumlah Jari2 per mm ² | % Sel Jari2 |
|----------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|
| Vertikal (A) | 43,36** | 3,42 ^{ns} | 4,11 ^{ns} | 18.72** |
| Radial (B) | 25,55** | 7,05** | 5,80** | 3.81* |
| Interaksi (AB) | 2,26 ^{ns} | 1,17 ^{ns} | 0,48 ^{ns} | 0.96 ^{ns} |

Keterangan : ns – non signifikan; * - signifikan pada taraf 5 %; ** - signifikan pada taraf 1 %

Pola perubahan sel jari-jari terhadap arah vertikal pada kayu Mangium hasil reklamasi : lebar dan jumlah jari-jari terjadi peningkatan dari pangkal hingga ke ujung batang, tinggi jari menurun dari pangkal hingga ke ujung, persentase sel jari-jari menurun ke bagian tengah dan meningkat kembali ke ujung batang.

Dari hasil uji F (Tabel 4) terlihat bahwa pada arah vertikal menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap

tinggi dan jumlah jari-jari, sedangkan lebar dan persentase sel jari-jari berbeda sangat signifikan. Arah radial menunjukkan bahwa ada perbedaan yang signifikan terhadap persentase sel jari-jari, sedangkan lebar, tinggi dan jumlah sel jari-jari berbeda sangat signifikan. Interaksi arah vertikal dan radial menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan yang signifikan terhadap sel jari-jari, Hubungan yang signifikan pada arah vertikal ini terjadi karena adanya perbedaan antara

tipe sel baik dimensi dan jumlah terjadi selama proses perkembangan menjadi dewasa. Jika dilihat dari letak sel di dalam pohon, bagian pangkal, tengah dan ujung mempunyai proporsi sel dewasa yang berbeda sejalan dengan pertumbuhan pohon (Haygreen dan Bowyer, 1996). Selanjutnya dikemukakan bahwa semua pohon meskipun semua sel jari-jari adalah tipe parenkim, namun terdapat tipe-tipe yang berbeda dari sel jari-jari kayu keras, yakni perbedaan dalam bentuk sel atau susunannya. Pendapat ini dipertegas oleh Soenardi (1977) yang mengemukakan perbedaan yang besar dalam volume jari-jari disebabkan oleh sifat keturunan akibat periode perubahan ekologi yang lama.

Pola perubahan sel jari-jari terhadap arah radial pada kayu Mangium hasil reklamasi adalah : lebar, tinggi, jumlah dan persentase sel jari-jari terjadi penurunan dari pangkal hingga ke ujung batang. Adanya variasi perubahan dimensi sel jari-jari menunjukkan suatu pola pertumbuhan sel dalam kayu yang berhubungan dengan pembelahan sel-sel kambium. Menurut Fahn (1992) berpendapat bahwa dimensi sel jari-jari beragam pada tumbuhan berbeda, bahkan dalam tumbuhan yang sama. Selain itu pertumbuhan ke arah radial berhubungan dengan laju kegiatan kambium yang memperlihatkan variasi yang besar dalam masa dan intensitas kegiatan tergantung faktor genetik dan faktor luar seperti iklim dan keadaan tempat tumbuh, jarak tanam dan umur. Variasi dimensi jari-jari juga dapat ditentukan oleh kecepatan pembelahan sel dalam sel inisial jari-jari. Jika pembelahan ini cepat, maka sel jari-jari yang dewasa pertumbuhan dalam arah aksial akan lebih pendek (Soenardi, 1977).

Hasil uji F (Tabel 4) terlihat bahwa pada arah radial menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap persentase sel jari-jari, berbeda sangat signifikan terhadap lebar, tinggi dan jumlah jari-jari. Interaksi perbedaan keadaan pohon (faktor A) dan arah radial batang (faktor B) terjadi perbedaan signifikan terhadap persentase sel jari-jari. Hubungan yang sangat signifikan pada dimensi jari-jari erat kaitannya dengan proses kedewasaan pada pohon yang ditandai dengan perbedaan ukuran antara sel-sel kayu juvenil (sel-sel dekat empulur) dan sel-sel yang dewasa (mendekati kulit).

Menurut Soenardi (1977) menyatakan bahwa pembesaran sel-sel xylem transversal yang menyusun sel jari-jari kayu kebanyakan adalah dalam arah radial. Jari-jari yang muda dapat tumbuh dalam arah radial, karena adanya kemungkinan penyesuaian ruang ketika kambium bergerak ke arah luar. Selain itu pertumbuhan bergeser masih mungkin pula sehingga terdapat perbedaan dimensi antara jari-jari pada kayu juvenil dan kayu dewasa.

5. Sel Parenkim Aksial

Hasil pengukuran persentase sel parenkim aksial kayu Mangium hasil reklamasi (pasca tambang batubara) tercantum pada tabel berikut.

Tabel 5. Hasil Pengukuran Sel Parenkim Aksial

| Arah Vertikal | Arah Radial | Parenkim Aksial (%) |
|---------------|-------------|---------------------|
| P | E | 5.49 |
| | T | 4.23 |
| | G | 4.53 |
| | Rata2 | 4.75 |
| T | E | 4.53 |
| | T | 4.31 |
| | G | 3.98 |
| | Rata2 | 4.27 |
| U | E | 4.50 |
| | T | 4.28 |
| | G | 4.32 |
| | Rata2 | 4.37 |
| Total | E | 4.84 |
| | T | 4.27 |
| | G | 4.28 |
| | Rata2 | 4,46 |

Tabel 6. Hasil Uji F Persentase Sel Parenkim Aksial

| Perlakuan | Sel Parenkim |
|----------------|--------------------|
| Vertikal (A) | 4.53* |
| Radial (B) | 7.34** |
| Interaksi (AB) | 1.88 ^{ns} |

Keterangan :

ns – non signifikan; * - signifikan pada taraf 5 %; ** - signifikan pada taraf 1 %

Tipe sel parenkim aksial pada kayu Mangium hasil reklamasi adalah paratrakeal jarang. Dari hasil penelitian (Tabel 5) terlihat bahwa persentase sel parenkim aksial kayu 4,46 %. Hasil ini sesuai dengan Tsoumis (1969) yang menyatakan bahwa pada kayu daun lebar rata-rata volume sel parenkim aksial berkisar antara 2 – 10 %, namun jika dibandingkan dengan hasil penelitian Scharai-Rad dkk (1988) yang menyatakan bahwa pada jenis-jenis cepat tumbuh diperoleh nilai persentase parenkim aksial berkisar antara 6,43 – 18,0 %, maka nilai yang diperoleh dalam penelitian ini jauh lebih kecil.

Pola perubahan sel parenkim aksial terhadap arah vertikal terlihat pada kayu Mangium terjadi penurunan ke bagian tengah dan meningkat kembali ke bagian ujung. Begitu pula perubahan terhadap arah radial terlihat pada kayu Mangium terjadi penurunan ke bagian teras dan meningkat kembali ke bagian gubal.

Hasil uji F (Tabel 6) terlihat bahwa perbedaan berdasarkan arah vertikal batang (faktor A) menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap persentase sel parenkim aksial. Dan Hasil uji F (Tabel 6) terlihat bahwa perbedaan berdasarkan arah radial batang (faktor B) berbeda sangat signifikan terhadap persentase sel parenkim aksial.

Pola perubahan dan perbedaan sel parenkim aksial terhadap arah vertikal dan radial batang tergantung pada faktor dalam pohon itu sendiri. Menurut Panshin *et. al.* (1964) yang mengemukakan bahwa parenkim longitudinal pada kayu daun lebar biasanya tersusun dalam pola-pola tertentu yang dapat dilihat pada penampang transversal batang sehingga dapat digunakan dalam mengidentifikasi suatu jenis kayu daun lebar secara anatomis dimana proporsi dan pengaturan parenkim aksial diturunkan secara genetik. Dari hasil penelitian terlihat bahwa persentase parenkim aksial cenderung terbentuk paling banyak pada dekat empulur, pangkal dan ujung. Hal ini disebabkan fungsi dari sel-sel parenkim itu sendiri. Pada dekat empulur dan pangkal

mewakili proses awal pertumbuhan dan bagian ujung adalah tempat untuk menjaga kesinambungan kehidupan cabang pohon. Pendapat ini sesuai dengan Haygreen dan Bowyer (1996) yang menyatakan bahwa parenkim aksial terbentuk dari kambium inisial bentuk kumparan. Pada awal pertumbuhan laju pertumbuhan sel-sel yang berguna sebagai penopang kehidupan pohon yakni untuk transportasi dan persediaan makanan bagi pertumbuhan selanjutnya sangat cepat dalam tahun-tahun pertama yang kemudian berangsur-angsur mengikuti ciri kayu dewasa yakni mulai terjadinya lignifikasi sehingga pembelahan sel ke arah panjang dan lebar tidak secepat pada awal pertumbuhan.

6. Dimensi Serat

Dari Tabel 7 diperoleh rata-rata panjang serat kayu Mangium 978,13 μm . Hasil rata-rata panjang serat ini lebih tinggi bila dibandingkan penelitian Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis yang sama diperoleh 870,86 μm . Panjang serat kayu Mangium termasuk dalam klasifikasi sedang (lawa, 1989). Nilai diameter serat kayu Mangium 34,30 μm . Hasil rata-rata diameter serat lebih tinggi bila dibandingkan penelitian Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis yang sama diperoleh 18,76 μm . Diameter serat ketiga kayu Mangium termasuk dalam klasifikasi besar (Klem, 1928 dalam Casey, 1960). Selanjutnya nilai diameter lumen kayu Mangium 26,01 μm . Hasil rata-rata diameter lumen lebih tinggi bila dibandingkan penelitian Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis yang sama diperoleh 13,86 μm . Nilai diameter lumen ketiga kayu Mangium termasuk dalam klasifikasi sangat besar (Wagenfeur, 1984). Nilai tebal dinding serat kayu Mangium 4,14 μm . Hasil rata-rata tebal dinding serat ini lebih tinggi bila dibandingkan penelitian Scharay-Rad dan Kambey (1989) pada jenis yang sama diperoleh 2,45 μm . Nilai tebal dinding serat kayu Mangium termasuk dalam klasifikasi tipis, (Wagenfeur, 1984)

Tabel 7. Hasil Pengukuran Sel Serat/Serabut

| Arah Vertikal | Arah Radial | Panjang Serat (μm) | \varnothing serat (μm) | \varnothing Lumen (μm) | Tebal Dinding Serat (μm) | % Sel |
|---------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|-------|
| P | E | 1016.83 | 31.73 | 23.46 | 4.13 | 77.26 |
| | T | 1021.17 | 34.33 | 26.13 | 4.10 | 75.21 |
| | G | 999.00 | 34.07 | 26.13 | 3.93 | 73.06 |
| | Rata2 | 1012.33 | 33.37 | 25.24 | 4.07 | 75.18 |
| T | E | 940.00 | 30.33 | 22.53 | 3.90 | 72.81 |
| | T | 945.17 | 35.27 | 27.40 | 3.93 | 76.59 |
| | G | 929.17 | 38.27 | 30.20 | 4.03 | 76.78 |
| | Rata2 | 938.11 | 34.62 | 26.71 | 3.96 | 75.39 |
| U | E | 996.50 | 32.20 | 23.80 | 4.20 | 74.18 |
| | T | 931.00 | 35.87 | 27.80 | 4.03 | 76.07 |
| | G | 1024.33 | 36.27 | 27.93 | 4.17 | 72.94 |
| | Rata2 | 983.94 | 34.78 | 26.51 | 4.13 | 74.40 |
| Total | E | 984.44 | 31.53 | 23.02 | 4.26 | 74.75 |
| | T | 965.78 | 35.16 | 26.91 | 4.12 | 75.96 |
| | G | 981.17 | 36.20 | 28.11 | 4.04 | 74.26 |
| | Rata2 | 978.13 | 34.30 | 26.01 | 4.14 | 74,25 |
| Klasifikasi | | Sedang ¹⁾ | Besar ²⁾ | Sangat Besar ³⁾ | Tipis ³⁾ | |

Keterangan : ¹⁾ Klasifikasi IAWA (1989); ²⁾ Klasifikasi Klem (1928) dalam Casey (1960); ³⁾ Klasifikasi Wagenfeur (1984)

Tabel 8. Hasil Uji F Dimensi dan Persentase Serat Kayu

| Perlakuan | Panjang Serat (μm) | \varnothing serat (μm) | \varnothing Lumen (μm) | Tebal Dinding Serat (μm) | % Sel |
|----------------|---------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|---------------------------------------|--------------------|
| Vertikal (A) | 1,55 ^{ns} | 0,25 ^{ns} | 0,55 ^{ns} | 2,93 ^{ns} | 0,45 ^{ns} |
| Radial (B) | 2,62 ^{ns} | 17,46 ^{**} | 16,23 ^{**} | 1,97 ^{ns} | 2,36 ^{ns} |
| Interaksi (AB) | 0,20 ^{ns} | 0,68 ^{ns} | 0,75 ^{ns} | 0,50 ^{ns} | 0,67 ^{ns} |

Keterangan : ns – non signifikan; * - signifikan pada taraf 5 %; ** - signifikan pada taraf 1 %

Dari hasil penelitian juga diperoleh nilai persentase serat kayu Mangium 74,25 %. Hasil penelitian sesuai dengan pendapat Tsoumis (1968) yang menyatakan bahwa banyaknya sel serabut pada kayu daun lebar dapat mencapai lebih dari 50 % dari volume total kayu. Menurut Anonim (1969) bahwa serabut merupakan komponen dasar penyusun kertas, semakin besar volume serabut semakin tinggi rendemen yang dihasilkannya. Peningkatan persentase sel serat tergantung persentase sel lainnya yakni persentase sel pori, sel jari-jari dan sel parenkim aksial. Jika persentase sel lain tersebut meningkat maka persentase seratnya akan mengalami penurunan (Kozlowzki, 1971)

Pola perubahan dimensi serat terhadap arah vertikal pada kayu Mangium : panjang dan tebal dinding serat terjadi penurunan ke bagian tengah dan meningkat kembali ke bagian ujung, diameter serat menurun dari pangkal ke ujung batang dan diameter lumen meningkat ke bagian tengah dan menurun ke bagian ujung. Adanya variasi panjang serat pada kayu Mangium yang diteliti, namun berdasarkan hasil uji F (Tabel 8) terlihat bahwa perbedaan berdasarkan arah vertikal batang (faktor A) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan terhadap dimensi serat. Pola perubahan yang bervariasi ini disebabkan pada jenis-jenis yang berbeda, sel-sel yang terbentukpun ukurannya berbeda pula. Bahkkan pada jenis yang sama dan letak dalam satu batang suatu

jenis tertentu, tergantung letaknya dalam batang tersebut. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan Haygreen dan Bowyer (1996) bahwa terjadinya pertumbuhan sel secara periodik dan bukannya terus-menerus pada jenis kayu tropika yang tumbuh dalam lingkungan yang konstan. Selanjutnya Zimmermann dan Brown (1971) dalam Haygreen dan Bowyer (1996) menambahkan bahwa pada pohon-pohon yang tua dan kurang subur, kegiatan kambium di bagian bawah batang dapat berhenti lebih awal daripada bagian batang yang lebih ke atas. Hal yang sama juga dikemukakan oleh Panshin *et. al.* (1964), Koch (1972) dalam Sundari (1980) yang mengemukakan perubahan dimensi serat terhadap arah vertikal disebabkan oleh sifat-sifat kambium yang berubah-ubah menurut umur dan letak sepanjang pohon, penggunaan karbohidrat, kegiatan metabolisme dan kecepatan pembelahan sel pada daerah kambium, lamanya trakeid (serat) yang baru hidup, kecepatan transpirasi serta kekuatan tegangan jaringan sewaktu sel berdiferensiasi.

Pola perubahan dimensi serat terhadap arah radial pada kayu Mangium adalah panjang serat terjadi penurunan ke bagian teras dan meningkat ke bagian gubal, diameter serat dan lumen meningkat dari empulur ke gubal, tebal dinding serat menurun dari empulur ke gubal.

Berdasarkan hasil uji F (Tabel 8) terlihat perbedaan letak dalam arah radial batang terjadi perbedaan yang sangat signifikan terhadap diameter serat dan lumen. Variasi yang sangat signifikan pada diameter serat dan lumen terhadap arah radial sesuai dengan yang dikemukakan Soenardi (1977) bahwa pada umumnya pertambahan besar sel tergantung pada tipe sel yang akan terjadi sesudah dewasa, macamnya kayu yang akan menjadi bagiannya (kayu awal atau kayu akhir) dan letaknya dalam pohon serta dalam lingkaran tahun. Pendapat ini juga didukung oleh Beendtsen (1978) dalam Haygreen dan Bowyer (1996) bahwa pertumbuhan sel antara kayu remaja dan kayu dewasa tidak ada perbedaan yang tajam, namun terdapat suatu perubahan sifat-sifat yang berangsur-angsur terjadi dari empulur ke arah kulit.

Pola perubahan panjang serat terhadap arah radial ini bervariasi, namun hasil uji F (Tabel 8) tidak menunjukkan hubungan yang

signifikan. Pola perubahan panjang serat ini berbeda dengan pendapat Sanio (1872) dalam Sundari (1980) bahwa pola perubahan bentuk serat ke arah radial bertambah panjang dari empulur ke kambium. Perbedaan ini diduga karena pengaruh sifat-sifat yang diturunkan. Menurut Haygreen dan Bowyer (1996) mengemukakan bahwa suatu sel pada periode tertentu pasti mengalami pertumbuhan optimal dan kemudian mengalami penurunan seiring dengan bertambahnya umur dan laju kegiatan kambium. Pada umur yang sama belum tentu perkembangan selnya sama, karena tergantung faktor dalam pohon itu sendiri dengan kata lain sifat genetislah yang paling memegang peranan.

Pola perubahan tebal dinding serat terhadap arah radial ini bervariasi, namun hasil uji F (Tabel 8) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Variasi ketebalan dinding sel terhadap arah radial diduga berhubungan dengan sifat genetis, kayu gubal dan teras, serta adanya kayu remaja dan dewasa, sehingga terdapat variasi pertumbuhan dan perkembangan sel. Asumsi ini didukung oleh Haygreen dan Bowyer (1996) yang menyatakan bahwa tebal dinding serat dekat empulur mewakili sifat-sifat yang dimiliki kayu remaja. Semakin dewasa sel tersebut maka dinding selnya akan mengalami penebalan sehingga diameter lumen lebih sempit dan kandungan lignin yang lebih tinggi. Soenardi (1977) menambahkan bahwa setelah sel-sel mencapai besarnya yang maksimum terjadilah penebalan dinding sel, yakni pengendapan dinding sekunder pada sebelah dalam dinding primer sehingga bentuk sel sudah tidak mungkin berubah lagi atau bertambah besar.

Pola perubahan persentase sel serabut (serat) terhadap arah vertikal dan radial pada kayu Mangium adalah pada arah vertikal terjadi peningkatan ke bagian tengah kemudian menurun ke bagian ujung batang, begitu pula pada arah radial meningkat ke bagian teras dan menurun ke bagian gubal.

Pola perubahan panjang serat terhadap arah radial ini bervariasi, namun hasil uji F (Tabel 8) tidak menunjukkan hubungan yang signifikan. Variasi arah vertikal dan radial yang terjadi terhadap persentase sel serabut diduga adanya pengaruh lingkaran tumbuh. Asumsi ini didukung pendapat Panshin *et. al.*

(1964), Butterfield dan Meylan (1980) serta Parham (1983) yang mengemukakan bahwa proporsi suatu sel juga dipengaruhi oleh lingkaran tumbuh, semakin lebar lingkaran tumbuh berarti proporsi sel serat juga semakin besar dibandingkan dengan lingkaran tumbuh yang lebih sempit. Selain variasi persentase sel serat juga dipengaruhi oleh adanya sel-sel yang lain seperti persentase sel pori, sel jari-jari dan sel parenkim aksial. Jika persentase sel lain tersebut meningkat maka persentase seratnya akan mengalami penurunan (Kozlowzki, 1971).

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pembahasan dan analisa data yang telah dilakukan, maka dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut :

1. Secara umum struktur anatomi kayu Mangium memiliki pori berbentuk oval, tata baur, soliter, ganda radial 2 – 3, bidang perporasi sederhana; jari-jari homogen berseri satu dan banyak, mengandung kristal; parenkim aksial bertipe paratrakeal jarang.
2. Struktur anatomi kayu Mangium memiliki klasifikasi yakni sel pori: diameter (sangat besar), tinggi (pendek), jumlah per mm² (sangat halus); sel jari-jari: tinggi (sangat halus), lebar (luar biasa pendek), jumlah per mm² (sedang); serat : panjang (sedang), diameter (besar), lumen (sangat besar), dinding sel (tipis)
3. Letak contoh uji berdasarkan arah vertikal batang berpengaruh signifikan terhadap struktur anatomi kayu pada lebar dan persentase sel jari-jari.
4. Letak contoh uji berdasarkan arah radial batang berpengaruh signifikan terhadap struktur anatomi pada jumlah sel pori; lebar, tinggi, jumlah dan persentase sel jari-jari; diameter serat dan lumen.
5. Degradasi lahan (perubahan daya dukung tanah) dan tingkat kesuburan tanah yang rendah di areal reklamasi tambang batubara tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan struktur anatomi dan kayu pada kayu Mangium.
6. Berdasarkan hasil penelitian bahwa kayu Mangium hasil reklamasi lahan dapat dipergunakan untuk pengolahan kayu

lanjutan khususnya adalah pulp dan kertas, serta papan komposit

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim. (1969). Kayu Daun Untuk Pulp dan Kertas. Berita Selulosa (5)
- Budiarso, E. (1988). Pembuatan Preparat Pengamatan Struktur Anatomi Kayu. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda
- Budi, A.S. (1999). Pengaruh Kebakaran Hutan Terhadap Biologi Kayu. *Research cooperation Among* PPHT-Fahutan, CIFOR dan JICA
- Butterfield, B.E. dan B.A. Meylan. (1980). Struktur Kayu dalam Tiga Dimensi. Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda
- Fahn, A. (1992). Anatomi Tumbuhan. Gajah Mada University, Yogyakarta
- Haygreen, J.G. dan J.L. Bowyer. (1996). Hasil Hutan dan Ilmu Kayu Suatu Pengantar. Gajah Mada University Press, Yogyakarta
- Heryanto, E. (1996). Rancangan Percobaan pada Bidang Pertanian. Trubus Agriwidya, Ungara
- IAWA Committee. (1989). IAWA List of Microscopic Features for Hardwood Identification. IAWA Publisher, Lieden
- Kambey, E.D.P. (1986). Studi Tentang Sifat Fisik dan Mekanik dari Kayu *Albizia falcataria* Fosberg dan *Eucalyptus deglupta* Blume. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda
- Kartasapoetra, A G. (1989). Kerusakan Tanah Pertanian dan usaha untuk merehabilitasinya. Bina Aksara. Jakarta
- Kozlowski, T.T. (1971). Growth and Development of Trees. Volume II. Academic Press, New york
- Padli dan Ruhayat, (1997). Pengkajian Sifat-sifat Tanah pada Area Bekas Penambangan Batubara Terbuka 1, 4 dan 6 Tahun di PT. Multi Harapan Utama Kabupaten Kutai. Skripsi Fakultas Kehutanan Universitas Mulawarman, Samarinda
- Pandit, I.K.N. (1989). Variabilitas Sifat-Sifat Kayu. Jurusan Teknologi Hasil Hutan Fahutan IPB, Bogor
- Panshin, A.J., Carl de Zeeuw and H.P. Brown, (1964). Textbook of Wood

- Technology. 2nd Edition, volume I. McGraw-Hill Book Company, New York
- Parham, R.A.B. (1983). Properties of Fibrous Raw Materials and Their Preparation for Pulping Volume I. Joint Text Book. Comittes of Paper Industry, Canada
- Rulliaty, S. dan Y.I. Mandang. (1988). Struktur anatomi beberapa jenis kayu hutan tanaman industri. Jurnal Penelitian Hasil Hutan. Vol.5 (6) : 326-336
- Scharai-Rad. (1988). Wood Anatomy. Indo German Forestry Project. Faculty of Forestry-Mulawarman University, Samarinda
- Soenardi. (1977). Ilmu Kayu. Yayasan Pembina Fakultas Kehutanan Universitas Gajah Mada, Yogyakarta
- Sundari, T. (1980). Variasi Dimensi Serat dan Pembuluh Kayu Rasamala (*Altingia exelca* Noruha) Menurut Ketinggian yang Berbeda Dalam Satu Pohon. Skripsi Fakultas Kehutanan IPB, Bogor.
- Tsoumis, G. (1969). Wood as Raw Material. Pergamon Prees, Oxford
- Wagenfuehr, R. (1984). Anatomic des Holzes Veb. Fachbich Verlag. Lepzig