

Dimensi Pori dan Serat Dalam Antar Lingkaran Tumbuh Kayu Surian (*Toona sureni*)

Meta Khoiriyyah, Nani Nuryatin, Agus Susatya

Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu, Bengkulu

Jl. Raya Kandang Limun Bengkulu 38371A

email : khoiriyyahmeta@gmail.com

ABSTRAK

Pemanfaatan kayu digunakan untuk memenuhi kebutuhan mulai dari pemanfaatan untuk pertukangan, perkakas yang berasal kayu gergajian (*saw timber*) sampai pada pemanfaatan yang menggunakan teknologi tinggi. Tumbuhan penghasil kayu mengalami pertumbuhan, salah satunya melalui penebalan sekunder atau dengan kata lain penambahan diameter batang kambium sebagai penghasil pembuluh angkut yaitu xilem dan floem. Kegiatan kambium menyebabkan tubuh tumbuhan semakin bertambah besar dan membentuk lingkaran tumbuh. Hasil penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi terkait dimensi pori dan dimensi serat dalam dan antar lingkaran tumbuh sehingga tujuan penggunaannya dapat maksimal, baik sebagai komplemen (pelengkap) maupun pengganti kayu. Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah Rancangan Acak Kelompok Lengkap (RAKL) dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT). Penelitian dilakukan di Laboratorium Kehutanan UNIB dengan menduga umur pohon dengan menghitung jumlah lingkaran tumbuh didukung dengan data curah hujan selama kayu surian tumbuh dan mengetahui dimensi pori melalui pengamatan melalui *USB Digital Mikroskop* serta dimensi serat melalui proses maserasi. Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan ukuran pori dan dimensi serat dalam lingkaran tumbuh bervariasi antar pohon, sementara ukuran pori dan dimensi serat (kecuali panjang serat, diameter serat dan diameter lumen) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Adapun nilai rata-rata diameter pori berkisar antara 92-114 μm , panjang serat 755-791 μm , diameter serat 25-26 μm , diameter lumen 16-18 μm dan tebal dinding serat 4,2-4,7 μm . Berdasarkan antar lingkaran tumbuh, ukuran pori dan dimensi serat (kecuali diameter lumen dan tebal dinding serat) menunjukkan hasil yang bervariasi antara pohon satu dan pohon lainnya. Dimensi serat menunjukkan hasil yang berbeda nyata, sedangkan ukuran pori menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Nilai rata-rata diameter pori berkisar antara 92-118 μm , panjang serat 732-813 μm , diameter serat 25-27 μm , diameter lumen 16-18 μm dan tebal dinding serat 4,2-5,0 μm .

Kata kunci : lingkaran tumbuh, dimensi pori, dimensi serat

PENDAHULUAN

Kayu merupakan salah satu produk sumber daya hutan (SDH) yang memiliki sifat-sifat khas yang belum dapat digantikan oleh produk atau bahan lain. Sampai saat ini kayu telah banyak digunakan untuk berbagai keperluan masyarakat seperti konstruksi, perabot, rumah tangga, alat transportasi dan sebagai bahan bakar. Di Desa Babakan Bogor, Kecamatan Kabawetan, Kabupaten Kepahyang, peranan kayu begitu penting dalam kehidupan sehari-hari.

Pada hakekatnya tumbuhan penghasil kayu mengalami pertumbuhan, salah satunya melalui pertumbuhan sekunder atau dengan kata lain penambahan diameter batang kambium sebagai penghasil pembuluh angkut yaitu xilem dan floem. Tidak semua jenis pohon di daerah tropis menghasilkan lingkaran tumbuh. Hal ini disebabkan musim di daerah tropis lebih seragam sepanjang tahun dan tidak memperlihatkan perbedaan yang tajam antara periode curah hujan tinggi dengan pergantian periode curah hujan rendah. Variasi iklim tersebut dapat diketahui hubungan antara lingkaran terang dengan musim penghujan yaitu ketika pohon memiliki ketersediaan air yang banyak maka membuat sel pembuluh lebih besar, sementara lingkaran yang gelap memiliki sel pembuluh pori yang kecil dan menyerap lebih banyak cahaya.

Salah satu jenis tanaman yang mempunyai pola lingkaran tumbuh yang jelas adalah kayu Surian (*Toona sureni*) yang termasuk dari famili Lauraceae. Lingkaran tumbuh dapat mudah dilihat pada beberapa jenis kayu daun lebar. Pola di dalam dan antar lingkaran tumbuh dapat dibedakan dengan adanya variasi dimensi serat. Umumnya diameter pori dan dimensi serat ukurannya akan meningkat seiring dengan penambahan umur kambium. Pori memiliki bentuk seperti tabung dengan ukuran lebih pendek daripada serat kayu, tetapi diameternya lebih besar daripada serat (*fiber*) kayu.

Selain itu dengan bertambahnya umur pohon, ukuran panjang serat cenderung bertambah (Pandit, 2002). Dinding serat yang tebal diperoleh dari kayu yang berkerapatan tinggi. Semakin tinggi kerapatan suatu jenis kayu maka akan semakin tinggi tebal dinding selnya. Serat berdinding tipis mudah melembek dan menjadi pipih sehingga memberikan permukaan yang luas bagi terjadinya ikatan antar serat (Casey, 1980).

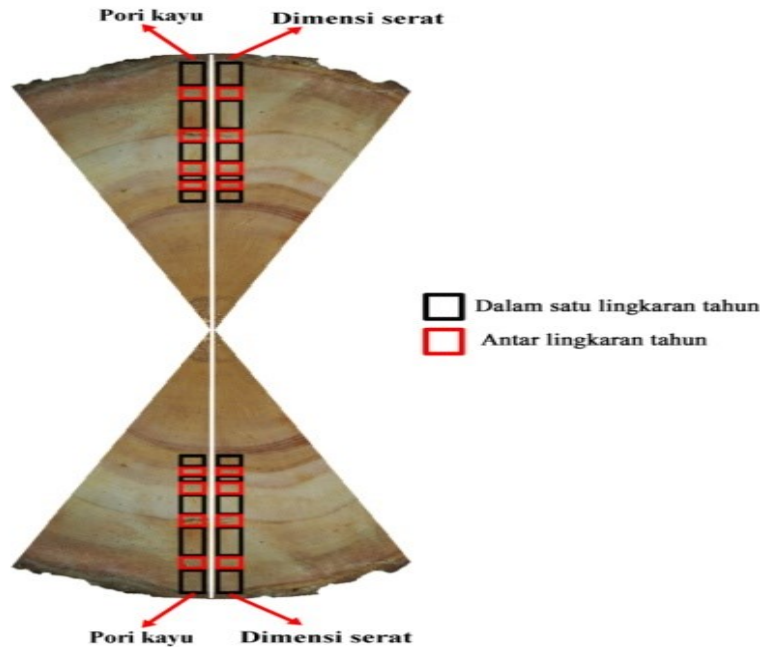
Penelitian ini difokuskan kepada beberapa sifat dasar kayu surian terutama dimensi pori dan serat. Dari penelitian ini diharapkan secara umum dapat memberikan informasi secara lengkap mengenai cara menentukan lingkaran tumbuh serta mengetahui dimensi pori dan serat dalam dan antar lingkaran tumbuh. Lebih jauh lagi diharapkan pengetahuan yang diperoleh dapat diterapkan dalam pendugaan umur pohon.

MATERI DAN METODE

Penelitian dilaksanakan mulai dari bulan Juli sampai dengan Desember 2017 bertempat di Laboratorium Kehutanan Universitas Bengkulu. Alat yang digunakan yaitu : Chainshaw, pita ukur, hagameter, desikator, caliper, gelas piala, gelas ukur, erlenmyer, pipet tetes, labu ukur, tabung reaksi, petridish, penjepit, botol film, gelas objek, cutter, waterbath, mikroskop optilab, usb digital mikroskop. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah : Kayu Surian (*Toona sureni*), Asam asetat glacial, perhidrol (H_2O_2) dengan perbandingan (1:1) Alkohol 30%, 50%, 70%, 90%, Aquadest, Safranin, Kertas saring, Kertas alumunium foil dan Kertas lakmus. Penentuan bahan dilakukan dengan menebang pohon yang memiliki criteria yang sama dengan pemotongan kayu 10-15 cm diatas permukaan tanah. Sebagai bahan pengamatan adalah sampel yang berbentuk lempengan.

Pengamatan dan pendugaan serta penandaan lingkaran tumbuh dilakukan dengan cara mencatat info sementara dari masyarakat tentang umur kayu Surian. Pengamatan susunan pori pada kayu Surian, berdasarkan perbedaan diameter pori antara di dalam dan antar lingkaran tumbuh dibantu dengan info umur kayu, mencoba untuk menduga lingkaran tumbuh. Lalu untuk mempermudah pengamatan sampel dipotong berbentuk juring.

Dari sampel uji dihitung besar kecilnya pori kayu menggunakan *USB Digital mikroskop*. Dengan melihat ukuran pori dapat diketahui perbedaan musim. Agar memudahkan dalam pengukuran dilakukan pengamatan 5 lingkaran tumbuh terakhir mewakili masing-masing sampel yang memiliki batas lingkaran tumbuh yang jelas.



Sampel pengamatan diameter pori dilakukan berdampingan dengan sampel dimensi serat. Hal ini dimaksudkan agar membandingkan ukuran pori dan diameter serat baik dalam lingkaran tumbuh maupun antar lingkaran tumbuh. Setelah sampel berbentuk juring dilakukan pengamatan menggunakan *USB Digital Mikroskop* perbesaran 80x kemudian dilakukan pengukuran diameter pori menggunakan ImageJ. Hasil pengukuran diambil secara acak sebanyak 10 pori setiap sampel. Pembuatan sampel uji maserasi berbentuk potongan kayu kecil atau stik dengan ukuran mengikuti lebar lingkaran tumbuh pada kayu Surian. Serat-serat kayu diperoleh melalui proses pemisahan serat (maserasi).

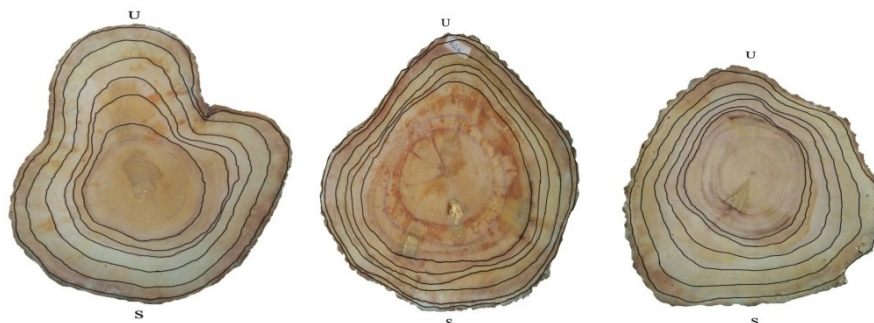
Data yang diperoleh dianalisa secara statistic untuk mengetahui tingkat variasi dimensi pori dan serat antar dan dalam lingkaran tumbuh. Hasil pengujian tersebut kemudian di uji lanjut dengan menggunakan uji *Duncan Multi Range Test* (DMRT) pada taraf 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Data hasil dan analisis hasil penelitian pengaruh perbedaan dimensi pori dan serat dalam dan antar lingkaran tumbuh dapat dilaporkan sebagai berikut:

Pendugaan Umur Pohon dan Tanda Batas Lingkaran Tumbuh

Gambar 2a di bawah menunjukkan garis-garis lingkaran tumbuh ke-1,2 dan 3 berhimpit, kemudian mengalami pertumbuhan yang bagus karena ada jarak antara dua lingkaran yang luas Gambar 2b terlihat sel kambium yang aktif membelah, membentuk lingkaran tumbuh rangkap, palsu dan ada juga terputus. Pertumbuhan terhambat oleh pohon lain yang menandakan kurangnya sinar matahari, ataupun terserang hama sehingga tidak membentuk lingkaran tumbuh yang jelas. mengindikasikan bahwa terjadi pertumbuhan yang bagus.



Gambar 2a

Gambar 2b

Gambar 2c

Gambar 2c terlihat pohon 3 mengalami pertumbuhan yang normal, aktivitas kambium antara musim hujan dan musim kemarau menyebabkan lingkaran tumbuh mempunyai batas yang jelas. terlihat adanya lebar lingkaran tumbuh yang bervariasi, lebar lingkaran tumbuh terlebar ke tersempit tidak merata. Banyak faktor yang mempengaruhi terjadinya variasi lebar lingkaran tumbuh yaitu kecepatan pertumbuhan yang berbeda pada setiap pohonnya, tempat tumbuh, dan toleransi terhadap cahaya. Hasil pengamatan lebar lingkaran tumbuh berbeda-beda dikarenakan curah hujan yang berbeda-beda juga setiap tahunnya.

Dimensi Pori dan Serat Dalam Lingkaran Tumbuh

Hasil di table 1 menunjukkan bahwa pengaruh sangat nyata untuk setiap sumber keragaman. Untuk itu perlu dilakukan uji Dunchan untuk mengetahui perlakuan mana yang berbeda. Hasil uji lanjut disajikan pada Tabel 2, 3. 4 dan 5.

Tabel 1. Hasil analisis nilai rata-rata diameter pori dan dimensi serat dalam lingkaran tumbuh

Sumber Keragaman	Pori (micron)	Dimensi Serat (micron)			
		Panjang Serat	Diameter Serat	Diameter Lumen	Tebal Dinding Serat
Pohon (Pn)	**	**	**	**	**
Lempengan (L) x Sisi (S)	ns	ns	**	**	ns
Posisi Lingkaran Tumbuh (Lt)	*	ns	ns	*	ns

Ket : ns tidak berpengaruh nyata pada taraf 5 %

** = sangat nyata ($F_{hitung} < F_{1\%}$)

* = nyata ($1\% > F_{hitung} > F_{5\%}$)

Tabel 2. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) nilai rata-rata diameter pori dan dimensi serat dalam lingkaran tumbuh antar pohon sampel (Pn).

Pohon	Pori (mikron)	Dimensi Serat (mikron)			
		Panjang Serat	Diameter Serat	Diameter Lumen	Tebal Dinding Serat
Pn 1	92,917 ±11,669 a	755,947 ±42,220 a	26,836 ±2,215 b	18,147 ±1,569 b	4,251 ±0,638 a
Pn 2	104,575 ±9,927 b	784,946 ±27,890 b	26,723 ±1,731 b	17,240 ±1,747 b	4,741 ±0,229 b
Pn 3	114,535 ±14,321 c	791,905 ±26,869 b	25,063 ±1,469 a	16,315 ±1,754 a	4,380 ±0,343 a

Ket : Angka-angka pengamatan pada baris yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %

Hasil di atas menunjukkan variasi rata-rata diameter pori dan dimensi serat dalam lingkaran tumbuh kayu Surian di pengaruhi nyata oleh pohon sampel (Pn). Pada diameter pori dalam lingkaran tumbuh, rata-rata diameter pori pohon sampel Pn 1, Pn 2 dan Pn 3 seluruhnya berbeda nyata. Untuk dimensi serat, rata-rata panjang serat Pn 1 berbeda nyata dengan panjang serat Pn 2 dan Pn 3, akan tetapi panjang serat Pn 2 dan Pn 3 tidak berbeda nyata. Rata-rata diameter serat Pn 1 dan Pn 2 tidak berbeda nyata, akan tetapi Pn 3 mempunyai diameter serat yang berbeda dengan Pn 1 dan Pn 2. Rata-rata diameter lumen Pn 1 dan Pn 2 tidak berbeda nyata, akan tetapi Pn 3 mempunyai diameter lumen yang berbeda dengan Pn 1 dan Pn 2. Rata-rata tebal dinding serat Pn 1 dan Pn 3 tidak berbeda nyata, akan tetapi Pn 2 mempunyai tebal dinding serat yang berbeda dengan Pn 1 dan Pn 3. Dimensi pori dan serat bervariasi berdasarkan antar pohon sampel. Hasil penelitian Wahyudi (2013) menjelaskan sifat dasar kayu bervariasi karena dipengaruhi oleh faktor genetik, faktor lingkungan, dan tingkat kesedewasaan sel. Hasil penelitian menunjukkan alasan yang sama, walaupun jenis pohon dan tempat tumbuh yang sama tetapi struktur sel-sel penyusunnya berbeda yang bisa dipengaruhi oleh faktor-faktor tersebut.

Tabel 3. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) nilai rata-rata diameter pori dan dimensi serat berdasarkan posisi dalam lingkaran tumbuh.

Lt	Pori (mikron)	Dimensi Serat (mikron)			
		Panjang Serat	Diameter Serat	Diameter Lumen	Tebal Dinding Serat
Lt 1	112,581 ±11,955 b	789,632 ±30,793 a	26,778 ±1,494 a	17,497 ±1,339 b	4,509 ±0,423 a
Lt 2	107,112 ±15,310 ab	783,441 ±29,329 a	26,586 ±1,367 a	17,987 ±1,009 b	4,361 ±0,354 a
Lt 3	100,564 ±14,157 a	788,979 ±36,115 a	25,858 ±2,146 a	17,221 ±2,215 ab	4,333 ±0,552 a
Lt 4	101,669 ±16,653 a	760,955 ±44,135 a	25,473 ±2,721 a	16,075 ±1,758 a	4,544 ±0,589 a
Lt 5	98,119 ±13,526 a	764,991 ±33,459 a	26,340 ±1,899 a	17,389 ±2,212 b	4,539 ±0,479 a

Ket : Angka-angka pengamatan pada baris yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %

Nilai rata-rata diameter pori dan dimensi serat pada table 3 menunjukkan nilai yang berbeda pada posisi lingkaran tumbuh . Rata-rata diameter pori Lt 3, Lt 4 dan Lt 5 tidak berbeda nyata akan tetapi berbeda nyata dengan rata-rata diameter pori Lt 1, sedangkan rata-rata Lt 2 berada diantara rata-rata diameter pori Lt 3, Lt 4 dan Lt 5 dengan rata-rata diameter pori Lt 1. Mandang dan Pandit (2002) menyatakan bahwa kayu rata-rata diameter pori kayu Sengon adalah sebesar 160-340 μm yang artinya lebih kecil dibandingkan dengan diameter pori kayu Surian, yaitu dengan kisaran nilai 98-112 μm . Tsoumis (1991) juga mengemukakan bahwa diameter pori dekat empulur lebih rendah daripada diameter pori dekat kulit atau semakin ke arah luar, diameter pori semakin besar. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian bahwa diameter pori di dalam lingkaran tumbuh dari kulit mendekati empulur lebih kecil yaitu Lt1, Lt2, Lt3, Lt4, dan Lt5 dengan masing-masing nilai antara lain 112, 581, μm 107,112 μm , 100,564 μm , 101,669 μm , dan 98,119 μm .

Rata-rata panjang serat, diameter serat dan tebal dinding serat menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata terhadap Lt1, Lt2, Lt3, Lt 4 dan Lt 5. Rata-rata diameter lumen Lt1, Lt2 dan Lt 3 tidak berbeda nyata, akan tetapi berbeda nyata dengan diameter lumen Lt 4. Rata-rata diameter lumen Lt 3 berada diantara rata-rata diameter Lt 1, Lt 2, dan Lt 5 dengan Lt 4. Hasil penelitian menunjukkan ukuran pori terdapat variasi sedangkan dimensi serat tidak terdapat variasi pada kecuali diameter lumen dalam lingkaran tumbuh kayu Surian.

Tabel 4 di atas menunjukkan nilai rata-rata diameter pori pohon sampel Pn 1, Pn 2 dan Pn 3 seluruhnya berbeda nyata. Rata-rata panjang serat Pn 2 dan Pn 3 tidak berbeda

nyata akan tetapi keduanya berbeda nyata dengan rata-rata panjang serat Pn 1. Rata-rata diameter serat Pn 1 dan Pn 3 tidak berbeda nyata, akan tetapi keduanya berbeda nyata dengan rata-rata diameter serat Pn 2. Sedangkan rata-rata diameter lumen dan tebal dinding serat pada Pn 1, Pn 2 dan Pn 3 menunjukkan nilai yang tidak berbeda nyata.

Tabel 4. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) nilai rata-rata diameter pori dan dimensi serat antar lingkaran tumbuh (Alt) berdasarkan pohon sampel (Pn).

Pohon	Pori (mikron)	Dimensi Serat (mikron)			
		Panjang Serat	Diameter Serat	Diameter Lumen	Tebal Dinding Serat
Pn 1	92,047±8,955 a	732,578 ±61,606 a	26,229 ±2,005 a	16,831 ±1,766 a	4,699 ±0,694 a
Pn 2	107,022 ±11,224 b	807,845 ±58,511 b	27,571 ±2,372 b	18,013 ±2,857 a	4,783 ±0,746 a
Pn 3	118,039 ±20,440 c	792,019 ±30,742 b	26,087 ±1,483 a	17,160 ±1,976 a	4,463 ±0,457 a

Ket : Angka-angka pengamatan pada baris yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %

Diameter pori menunjukkan hasil yang bervariasi, dimensi serat juga menunjukkan hal yang sama kecuali diameter lumen dan tebal dinding serat berdasarkan antar pohon sampel. Panjang serat berkisar antara 732,587- 807,845 μm , diameter serat antara 26,229-27,571 μm , diameter lumen antara 16,831-18,013 μm dan tebal dinding serat antara 4,463-4,783 μm .

Tabel 5. Hasil uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* (DMRT) variasi diameter pori dan dimensi serat berdasarkan posisi antar lingkaran tumbuh.

Alt	Pori (mikron)	Dimensi Serat (mikron)			
		Panjang Serat	Diameter Serat	Diameter Lumen	Tebal Dinding Serat
Alt 1	111,240 ±21,537 a	813,363 ±48,967 b	25,539 ±2,044 a	16,182 ±2,171 a	5,019 ±0,756 b
Alt 2	108,975 ±19,326 a	785,134 ±54,456 ab	26,583 ±1,978 ab	17,050 ±2,394 ab	4,784 ±0,537 ab
Alt 3	101,970 ±13,248 a	763,320 ±61,095 a	26,750 ±1,848 ab	17,511 ±1,424 ab	4,493 ±0,568 ab
Alt 4	100,626 ±15,643 a	748,105 ±63,161 a	27,644 ±2,039 b	18,596 ±2,452 b	4,299 ±0,520 a

Ket : Angka-angka pengamatan pada baris yang sama diikuti oleh huruf yang sama tidak berbeda nyata pada DMRT taraf 5 %

Hasil pada uji lanjut DMRT pada table 5 di atas menunjukkan nilai rata-rata diameter pori seluruhnya tidak berbeda nyata. Rata-rata panjang serat pada Alt 3 dan Alt 4 tidak berbeda nyata, akan tetapi Alt 1 berbeda nyata dengan keduanya sedangkan Alt 2 berada di antara rata-rata panjang serat Alt 3 dan Alt 4 dengan Alt 1. Rata-rata diameter serat Alt 2 dan Alt 3 tidak berbeda nyata, akan tetapi keduanya berada diantara rata-rata diameter serat Alt 1 dan Alt 4. Adapun rata-rata diameter serat Alt 1 berbeda nyata dengan Alt 4, Alt 2, dan Alt 3. Rata-rata diameter lumen Alt 2 dan Alt 3 tidak berbeda nyata, akan tetapi keduanya berada di antara rata-rata diameter lumen Alt 1 dengan Alt 4, adapun rata-rata diameter lumen Alt 1 berbeda nyata dengan Alt 4, Alt 2, dan Alt 3. Rata-rata tebal dinding serat Alt 2 dan Alt 3 tidak berbeda nyata, akan tetapi keduanya berada di antara rata-rata tebal dinding serat Alt 1 dengan Alt 4, adapun rata-rata tebal dinding serat Alt 1 berbeda nyata dengan Alt 4, Alt 2 dan Alt 3.

Adapun diameter pori tidak menunjukkan variasi sedangkan dimensi serat menunjukkan variasi terhadap panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding serat. Dari hasil penelitian juga terlihat bahwa tebal dinding serat paling tipis terdapat pada bagian yang dekat dengan empulur, hal ini sejalan dengan pada kayu

Sengon maupun kayu Gmelina yang diteliti Nuraleksa (2009) yaitu terlihat bahwa dinding sel tertipis pada kayu sengon terdapat pada bagian yang paling dekat dengan empulur (R1) sebesar 2,6 μm dan yang paling tebal terdapat pada bagian yang paling dekat dengan kulit (R8) sebesar 3,2 μm .

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian ukuran pori dan dimensi serat dalam lingkaran tumbuh bervariasi antar pohon, sementara ukuran pori dan dimensi serat (kecuali panjang serat, diameter serat dan diameter lumen) menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Adapun nilai rata-rata diameter pori berkisar antara 92-114 μm , panjang serat 755-791 μm , diameter serat 25-26 μm , diameter lumen 16-18 μm dan tebal dinding serat 4,2-4,7 μm .

Berdasarkan antar lingkaran tumbuh, ukuran pori dan dimensi serat (kecuali diameter lumen dan tebal dinding serat) menunjukkan hasil yang bervariasi antara pohon satu dan pohon lainnya. Dimensi serat menunjukkan hasil yang berbeda nyata, sedangkan ukuran pori menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Nilai rata-rata diameter pori berkisar antara 92-118 μm , panjang serat 732-813 μm , diameter serat 25-27 μm , diameter lumen 16-18 μm dan tebal dinding serat 4,2-5,0 μm .

DAFTAR PUSTAKA

- Bowyer, J. L. R. S. Hmulsky and J. G. Haygreen. 2003. Forest Products and Wood Science: An Introduction. Fourth Edition. Amer, Iowa, USA. Iowa State Press and Blackwell Publishing Company.
- Casey, J. P. 1960. Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology, Volume I, Second edition, Interscience publisher. New York.
- Casey, J. P. 1980. Pulp and Paper, Chemistry and Chemical Technology, Volume I. New York : Interscience Publisher Inc Hard wood Identification. IAWA Bull. Vol.10(3):219-332.
- Darwis, A., Wahyudi, I., dan Damayanti, R. 2012. Struktur Anatomi Kayu Surian (*Toona Heyne*, K. 1989. Tumbuhan Berguna Jilid II. Badan Litbang Kehutanan, Penerjemah. Jakarta: Yayasan Wana Jaya.
- Kasmudjo. 1994. Cara Penentuan Proporsi Tipe Sel dan Dimensi Sel Kayu. Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Mandang, Y. I. I. K. N., dan Pandit. 2002. Pedoman Identifikasi Kayu di Lapangan. Bogor: Yayasan PROSEA Indonesia.
- Martawijaya A, I. Kartasujana, K. Kadir, S.A Prawira. 2005. Atlas Kayu Indonesia. Jilid 1. Badan Penelitiandan Pengembangan Kehutanan. Bogor.
- Pandit, I. K. N dan Ramdan, H. 2002. Anatomi Kayu: Pengantar Sifat Kayu sebagai Bahan Baku. Bogor: Yayasan Penerbit Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Pandit. 2002. Pedoman Identifikasi Jenis Kayu di. Lapangan. Seri Manual. Yayasan PROSEA. Bogor.
- Panshin, A. J., dan Carl de Zeeuw. 1980. Textbook of Wood Technology. Fourt Edition, Mc Graw Hill Book Company. New York, USA.
- Praptoyo, H. dan Cahyono E. 2005. Dimensi Serat dan Proporsi Sel Per Lingkaran Tumbuh Kayu Sungkai (*Peronema Canescens Jack*) Dari Kulon Progo Yogyakarta. UGM

- Wahyudi, I. 2013. Hubungan Struktur Anatomi Kayu dan Sifat kayu, Kegunaan dan Pengolahannya, Institute Pertanian Bogor. Bogor
- Wheeler, E. A., P. Baas, P.E Gasson. 1989. IAWA List of Microscopic Featuresfor Hardwood Identification. IAWA10(3):219-332.