

## Beberapa Sifat Anatomi, Dimensi Serat dan *Microfibril Angle* (MFA) Samama (*Anthocephalus Macrophyllus*)<sup>1</sup>

Oleh:

Tekad Dwi Cahyono

Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Darussaalam Ambon

Email: tekadwicaahyono@gmail.com

### ABSTRAK

Peningkatan kemanfaatan Samama telah disajikan pada penelitian terdahulu. Penelitian ini menyajikan sifat anatomi utama Samama dan potensi seratnya sebagai bahan baku pulp dan kertas. Samama disayat dengan mikrotom pada tiga bidang pengamatan (radial, tangensial dan longitudinal). Teknik maserasi dan Metode Iodin digunakan untuk melihat dimensi serat dan sudut microfibril (MFA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa Samama memiliki pembuluh yang menyebar dengan sebaran semi tata lingkaran, tersusun dalam pola diagonal dan

soliter secara keseluruhan. Seratnya berdingding tipis dan panjang seratnya termasuk kategori panjang. Kayu Samama direkomendasikan sebagai bahan pulp dan kertas karena kualitas seratnya. Hasil ini semakin meningkatkan potensi kemanfaatan Samama di masa mendatang.

**Kata kunci:** Samama, Sifat Anatomi, Pembuluh, Pulp dan Kertas

### PENDAHULUAN

Hutan merupakan sumberdaya alam yang menghasilkan berbagai macam komoditas baik berupa hasil hutan kayu maupun hasil hutan bukan kayu. Beberapa jenis tanaman hasil hutan kayu belum begitu populer untuk dibudidayakan secara intensif di luar habitatnya. Penyebabnya antara lain adalah kendala pengetahuan, keterampilan budidaya dan kurangnya penelitian yang mendukung. Perlu dikembangkan penelitian terhadap tanaman potensial yang memiliki pertumbuhan riap dan kualitas kayu yang baik.

Tidak semua jenis kayu dikenal namanya dengan baik dalam perdagangan kayu. Salah satunya adalah Samama. Samama merupakan tanaman endemik Sulawesi dan Maluku yang memiliki keunggulan tertentu. Namun karena di dunia perdagangan kayu dimasukkan dalam golongan kayu campuran, maka keunggulan tersebut kurang tersaji dengan baik. Beberapa tahun terakhir, Samama merupakan objek penelitian yang menarik. Hal ini disebabkan karena beberapa hal: (1) sifat tumbuhannya yang pioner namun membutuhkan metode khusus dalam pembiakan dan tingkat keberhasilan pertumbuhannya. (2) Riap pertumbuhannya tergolong cepat tumbuh (Cahyono *et al.* 2015). (3) Beberapa produk unggulan Samama telah disajikan, baik yang dipublikasi maupun hanya menghiasi meubel di beberapa tempat di Maluku (Cahyono *et al.* 2014).

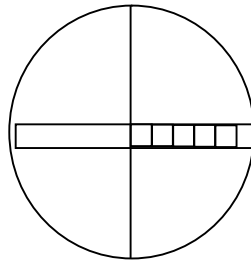
Sifat dasar Samama telah disajikan pada penelitian terdahulu (Cahyono *et al.* 2012), namun kajian beberapa sifat anatomi pendukung belum disajikan. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) Mendeskripsi karakteristik struktur anatomi kayu Samama secara makroskopis dan mikroskopis guna mengetahui ciri dari kayu tersebut. (2) Analisis Dimensi serat dan Microfibril Angles (MFA) berdasarkan posisi horisontal batang. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat digunakan sebagai pedoman identifikasi, proses pemilahan kayunya, maupun optimalisasi penggunaan kayu Samama.

### METODOLOGI PENELITIAN

#### Alat dan Bahan

Peralatan utama yang digunakan adalah mikrotom untuk menyayat kayu, mikroskop cahaya dan kamera untuk mengambil Gambar. Sementara itu alat pendukung antara lain lup perbesaran 10 kali, *circular saw*, mistar, cutter, plastik bening, tabung reaksi, gelas reaksi, pipet tetes, cawan kaca, sudip, pinset, *slideglass*, *coverglass*, botol aquades, kertas nama, pisau potong preparat, kuas, tissue.

Bahan yang digunakan adalah kayu Samama yang berumur 8 tahun (dalam bentuk cakram) berdiameter  $\pm 39$  cm. Sampel dengan ukuran 1 cm x 1 cm x 1 cm dibuat dari arah empulur ke arah kulit pohon. Selengkapnya dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Ilustrasi Pengambilan Sampel

Bahan kimia yang digunakan meliputi: aquades, air kran, alkohol 30%, 50%, 70%, 96%, dan alkohol absolut, karboxylol, toluen, entelan, Asam Nitrat ( $\text{HNO}_3$ ), hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), gliserin,  $\text{ZnCl}_2$ , KI, fasten blue dan safranin.

## Metode

Penelitian struktur anatomi secara mikroskopis dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu pembuatan preparat sayat dan maserasi, pengamatan, pengolahan data dan analisis data.

### 1. Pembuatan sediaan mikrotom dan maserasi

Contoh kayu untuk membuat sediaan mikrotom dibuat dalam 3 bidang dimensi, yaitu bidang melintang, radial dan tangensial. Untuk menjamin arah setiap bidang dimensi sudah benar, pembuatan contoh kayu dibantu dengan lup 10x, arah jari-jari diperhatikan dengan seksama. Setiap bidang yang akan dipotong dibuat  $\pm 1$  cm x 1 cm x 1 cm lalu diikat dengan tali rafia dan diberi label nomor contoh dan nama jenis kayu agar mudah dikenali saat setelah pelunakan kayu.

Sebelum contoh kayu disayat, terlebih dahulu dilunakkan dengan cara direndam dalam air selama 24 jam lalu dipindahkan ke dalam larutan alkohol gliserin 1:1 selama 28 hari. Contoh kayu yang sudah cukup lunak disayat menggunakan mikrotom. Sayatan yang dibuat meliputi penampang lintang, radial, dan tangensial. Sayatan direndam dengan  $\text{ZnCl}_2$  selama 2-3 menit sebanyak dua kali, kemudian ditetesi dengan safranin dan dibiarkan selama 6 jam. Sayatan kemudian dicuci dengan aquadest dan direndam dalam fastgreen selama 2-3 jam sebanyak dua kali. Sayatan dicuci dengan aquadest dan dilanjutkan direndam dalam KI selama 2 menit sebanyak dua kali. Selanjutnya sayatan dicuci bersih dan biarkan terendam dalam safranin sampai difoto. Guna menghilangkan air dalam sayatan secara perlahan dan tidak membuat sel preparat kayu rusak maka sayatan didehidrasi berturut-turut dengan alkohol 30%, 50%, 70%, 96%, dan absolut. Tahap terakhir sayatan dibiarkan dengan cara direndam beberapa saat secara berturut-turut dalam karboxylol dan toluen. Selanjutnya sayatan direkat dengan entelan di atas gelas obyek.

Preparat maserasi dibuat sesuai dengan metode Forest Product laboratory (FPL). Dari contoh kayu diambil beberapa potongan berukuran kecil sebesar batang korek api, potongan contoh dimasukkan ke dalam tabung reaksi, lalu diberi larutan campuran asam asetat nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) 60% dan hidrogen peroksida ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ) 40% sampai contoh uji terendam. Setelah itu tabung reaksi yang telah diisi larutan campuran asam asetat dan hidrogen peroksida serta contoh uji dipanaskan dalam panci berisi air dengan suhu  $80^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}$  selama  $\pm 15$  menit sampai contoh uji terlihat putih dan lunak, mudah dipisahkan. Selanjutnya contoh uji yang masih terikat satu sama lain dikocok dalam tabung reaksi sampai serat benar-benar terpisah. Serat-serat yang telah terpisah dicuci dengan aquades lalu ditetesi dengan pewarna safranin sebanyak 2 tetes dan dibiarkan selama 1 jam. Kemudian dicuci kembali dengan aquades untuk menghilangkan safranin yang tidak terpakai (tidak diserap serat) dan mengatur agar warna serat tidak terlalu merah gelap. Hasil maserasi direndam dalam air dan disimpan ditempat yang aman

sampai dilakukan pengamatan.

## 2. Pengamatan dan pengolahan data

Pengamatan dilakukan terhadap setiap jenis sel yaitu pembuluh, serat, parenkim aksial, jari-jari dan ciri-ciri lainnya. Pengamatan berupa ciri-ciri diagnostik yang teramati dalam setiap sel, kemudian dilakukan pengukuran dimensinya. Diambil pula foto dokumentasi dari setiap pengamatan. Selanjutnya pengolahan data dilakukan secara tabulasi dan dianalisis berdasarkan nilai rata-rata dimensi sel dan kisarannya.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Struktur anatomi kayu baru dapat dilihat dengan jelas apabila dibantu dengan alat pembesar, misalnya mikroskop. Sifat-sifat mikroskopis dari suatu jenis kayu yang konstan digunakan sebagai landasan untuk mengenalannya. Sifat mikroskopis yang umumnya diamati meliputi sel pembuluh, jari-jari, serat, parenkim serta ciri diagnostik lainnya yang bisa digunakan untuk mengenal suatu jenis kayu. Hasil pengamatan dan pengukuran masing-masing sel kemudian disesuaikan kalsifikasinya berdasarkan

### Pengamatan Makroskopis

Sifat makroskopis atau sifat kasar dari kayu merupakan sifat sekunder di dalam identifikasi kayu dan sifatnya hanya sebagai pembantu identifikasi. Pengamatan makroskopis pada bagian gubal kayu Samama antara lain adalah :

#### 1. Warna dan corak kayu

Kayu Samama berwarna coklat muda dan tidak terlihat jelas perbedaan antara bagian teras dan gubalnya. Pandit dan Prihatini (2007) menjelaskan bahwa warna asli kayu sangat bervariasi dari hampir putih sampai hitam. Warna kayu disebabkan karena adanya zat ekstraktif. Perbedaan warna tidak hanya terjadi antar jenis, tetapi juga dalam jenis yang sama, bahkan dalam sebatang pohon. Warna dari suatu jenis kayu dipengaruhi oleh lokasi kayu di dalam batang, umur pohon waktu ditebang, dan kelembaban udara. Kayu yang berasal dari pohon yang lebih tua umumnya lebih gelap dibandingkan dengan kayu yang berasal dari pohon yang lebih muda dari jenis yang sama.



Gambar 2. Penampang lintang Samama

Penentuan tekstur kayu didasarkan pada diameter sel pori kayu yang diukur pada penampang melintang. Kayu Samama tergolong dalam kayu bertekstur sedang sampai kasar dengan kisaran diameter pori 199 – 382,48 mikron. Tekstur kayu sangat erat hubungannya dengan ukuran diameter pori. Semakin kecil ukuran pori akan mengakibatkan teksturnya semakin halus. Ukuran diameter pori lebih kecil dari 100 mikron menyebabkan tekstur halus, pori dengan diameter berkisar antara 100 – 200 mikron menyebabkan tekstur sedang, dan diameter pori lebih besar dari 200 mikron disebut kayu bertekstur kasar (Wheeler *et al.* 2008).

2. Arah serat  
Samama memiliki arah seratnya lurus (*straight grain*) yaitu permukaan kayunya menunjukkan serat-serat yang sejajar sumbu batang. Serat dalam identifikasi kayu menunjukkan arah orientasi umum dari sel-sel panjang di dalam kayu terhadap sumbu batang. Serat kayu pada permukaan kayu terlihat seperti goresan-goresan.
3. Kekerasan  
Kerapatan rata-rata kayu Samama sebesar  $0,47 \pm 0,07 \text{ gr/cm}^3$  dengan nilai kekerasannya  $293 \pm 59 \text{ kg/cm}^2$  (Cahyono, 2012).
4. Kesan Raba  
Untuk kesan raba, teksturnya terasa kasar. Kesan raba ini dalam identifikasi kayu sangat terbatas karena sangat bervariasi tergantung jenis dan bagian pohon.
5. Bau  
Pada saat basah, kayu Samama memiliki bau khas dan setelah kayu kering bau tersebut berkurang.

### Pengamatan Mikroskopis

Pengamatan mikroskopis terhadap bagian gubal Samama adalah sebagai berikut:

1. Penampang melintang, radial dan tangensial kayu.

Sifat anisotropis kayu mengakibatkan kayu memiliki sifat dan tampilan yang berbeda saat dilihat dari arah radial, tangensial dan penampang melintangnya. Ketiga penampang Samama disajikan pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3. Pengamatan mikroskopis penampang melintang 25x (a), radial 50 x (b) dan tangensial 100 x (c)

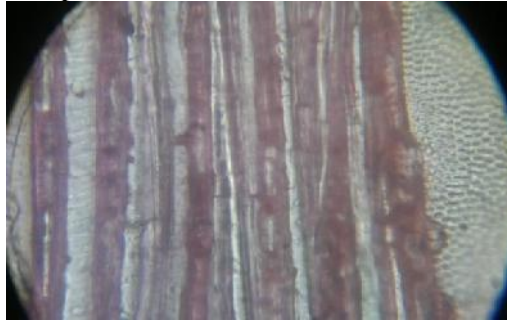
2. Pembuluh

Memiliki batas lingkaran tumbuh tidak jelas, sebaran semi tata lingkaran, bentuk pembuluh bulat. Pembuluh tersusun dalam pola diagonal hampir seluruhnya soliter, sementara lainnya bergabung, frekuensi  $5 \pm 2,5 \text{ per mm}^2$  (jumlah pori :agak jarang) Dari pengamatan mikroskopis tidak terdapat endapan dan tilosis (Gambar 4b), namun dari pengamatan dengan mikroskop makro terlihat adanya tilosis dalam pembuluh (Gambar 4a).



Gambar 4. Pengamatan melintang makroskopis 30x (a) dan mikroskopis 25x (b) Pembuluh memiliki bidang perforasi sederhana ceruk antar pembuluh berumbai, selang-

seling, percerukan pembuluh dengan jari-jari dengan halaman yang jelas, serupa dalam ukuran dan bentuk dengan ceruk antar pembuluh.



Gambar 5. Bidang perforasi 100x

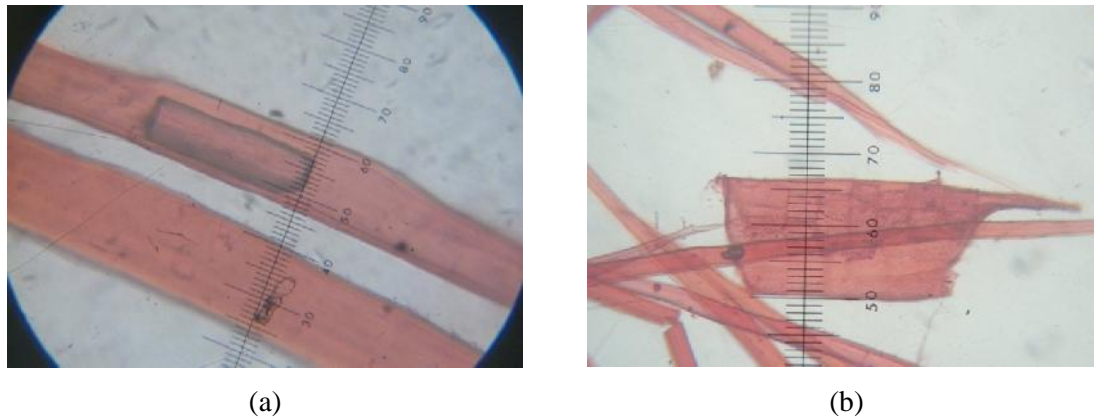
Dari hasil maserasi diperoleh rata-rata panjang pembuluh  $873,5 \pm 25,2 \mu\text{m}$ , dan diameter tangensial  $691,74 \pm 21,74 \mu\text{m}$ . Ukuran pori digolongkan dalam ukuran pori besar. Bentuk pembuluh seperti pada Gambar 6. Menurut Tsoumis (1991), sel pembuluh atau pori hanya terdapat pada kayu daun lebar. Dalam batang, sejumlah sel pori tersusun secara bertingkat membentuk suatu kesatuan ke arah longitudinal menyerupai pipa (saluran) yang panjangnya bervariasi. Struktur yang demikian lebih dikenal sebagai jaringan pembuluh.



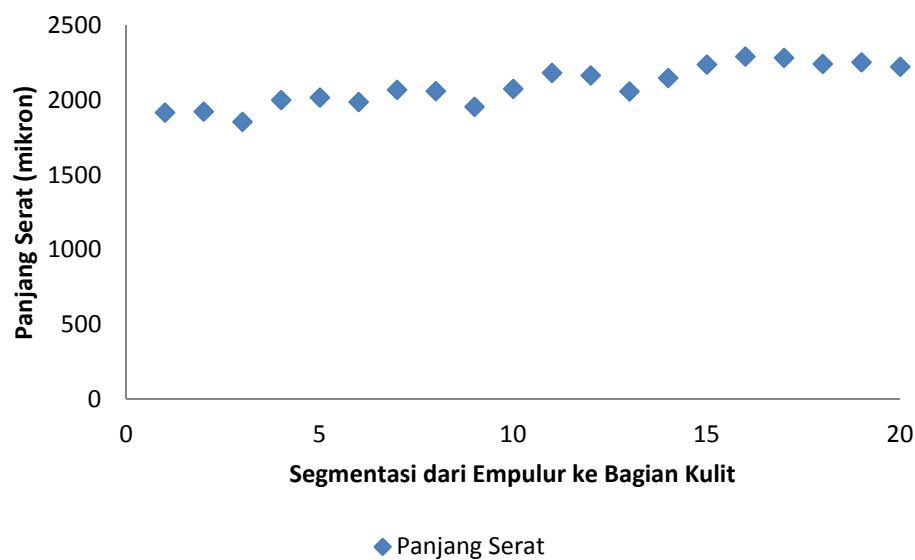
Gambar 6. Bentuk pembuluh perbesaran 128x

### 3. Serat

Kayu samama memiliki dinding serat tipis sampai tebal, karena diameter lumen kurang dari 3 kali tebal dua dinding serat dan masih terlihat terbuka. Serat dengan percerukan sederhana sampai berhalaman sangat kecil, terdapat serat bersekat dan serat tanpa sekat (Gambar 7). Hasil perhitungan dimensi serat diperoleh panjang serat rata-rata  $2.098 \pm 133,23 \mu\text{m}$ , diameter rata-rata  $41,02 \pm 2,81 \mu\text{m}$ , diameter lumen  $33,9 \pm 4,08 \mu\text{m}$ , dan tebal dinding  $3,6 \pm 0,6 \mu\text{m}$ . Panjang serat kayu samama termasuk dalam panjang serat panjang yaitu lebih dari  $1600 \mu\text{m}$  (Wheeler *et al.* 2008). Distribusi panjang serat dari arah empulur ke bagian kulit kayu disajikan pada Gambar 8.

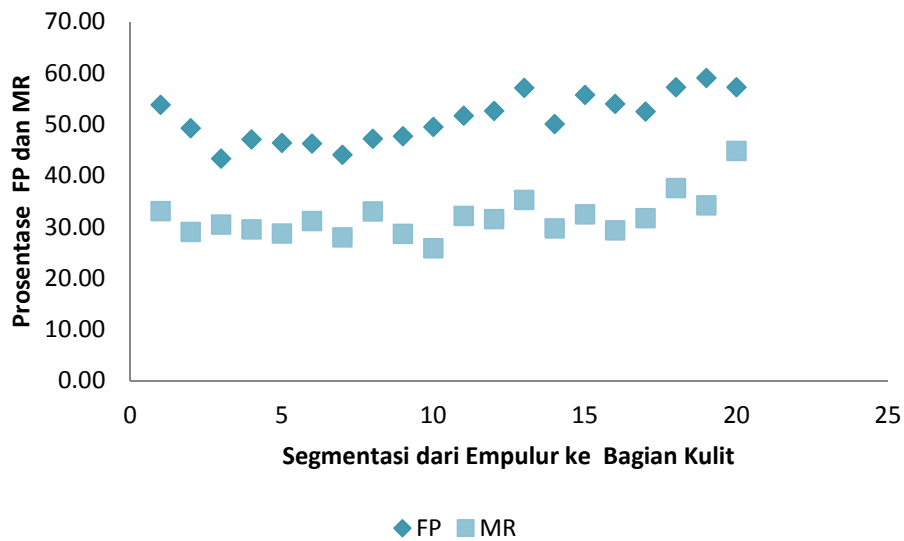


Gambar 7. Dimensi serat 400x (a), serat dan pori 100x (b)

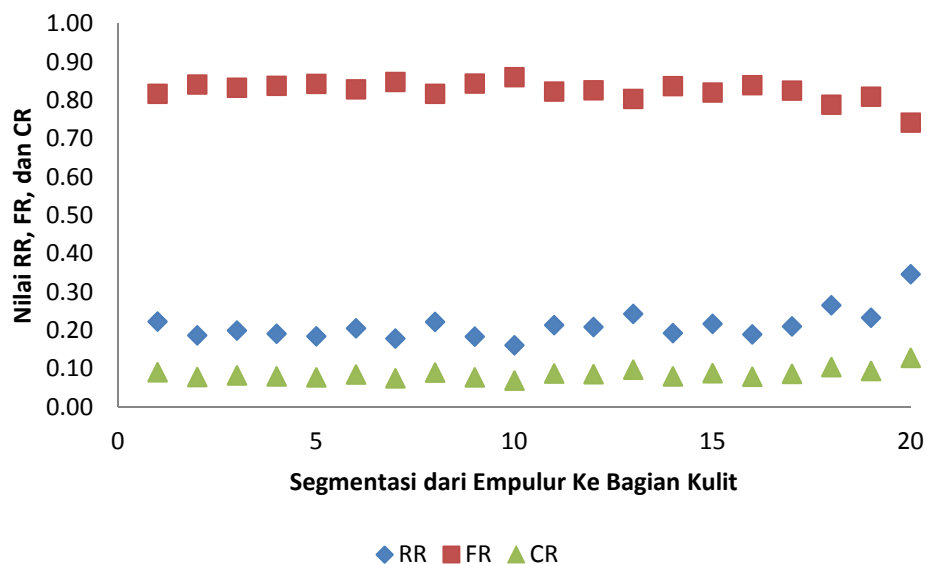


Gambar 8. Distribusi panjang serat dari arah empulur ke bagian kulit

Dari Gambar 8 terlihat bahwa panjang serat secara umum semakin meningkat dari empulur ke arah kulit pohon. Namun perbedaan ini tidak signifikan setelah diuji dengan *t-student* pada selang kepercayaan 95%. Namun jika di analisis dengan kurva pertumbuhan menunjukkan tren yang jelas antara bagian empulur ke arah kulit (Cahyono *et al.* 2015). Selanjutnya, nilai turunan dimensi serat yaitu *Runkel Ratio* (RR), *Felting Power* (FP), *Muhstep Ratio* (MR), *Flexibility Ratio* (FR) dan *Coefficient of Rigidity* (CR) berturut-turut adalah  $0,22\pm 0,06$ ,  $51,7\pm 4,7$ ,  $32,4\pm 5,40$ ,  $0,82\pm 0,03$ ,  $0,09\pm 0,02$ . Distribusi RR, FP, MR, FR dan CR disajikan pada Gambar 9 dan 10.



Gambar 9. Distribusi nilai FP dan MR dari Arah Empulur ke bagian Kulit



Gambar 10. Distribusi nilai RR, FR dan CR dari Arah Empulur ke bagian Kulit

Dari Gambar 9 secara umum terlihat bahwa nilai FP dan MR, RR dan CR cenderung mengalami kenaikan ke arah bagian kulit, sedangkan sebaliknya nilai FR menunjukkan nilai sebaliknya. Namun perbedaan ini tidak signifikan setelah diuji dengan *t-student* pada selang kepercayaan 95%. Nilai yang tersaji pada Gambar 9 dan 10 erat kaitannya dengan kualitas serat Samama Sebagai bahan pulp dan kertas. Berdasarkan kualitas serta kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas (Rachman dan Siagian 1976), dengan kriteria penilaian terhadap ukuran panjang serat, nilai RR, FP, MR, FR dan CR, maka serat kayu samama memiliki nilai total 500, yaitu pada selang kualitas serat kelas I (450-600).

#### 4. Parenkim Aksial

Hasil pengamatan terhadap kayu samama, terdapat parenkim aksial apotrakea jarang yaitu parenkim yang tidak berhubungan dengan pembuluh (Gambar 11), dan parenkim aksial



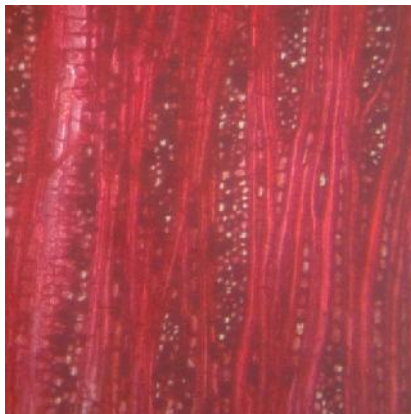
paratrakea yaitu parenkim yang berhubungan dengan pembuluh dengan bentuk aliform subtype aliform ketupat dan sebagian konfluen (bersambung mengelilingi dua atau lebih pembuluh dan membentuk pita tak beraturan. Tipe parenkim aksial bentuk untaian, jumlah dua sel per untaian, terdapat pula 3 – 4 sel per untaian parenkim (Gambar 11).



Gambar 11. Bentuk untaian parenkim aksial 50x

## 5. Jari-jari

Lebar jari-jari kayu samama umumnya terdiri dari 1 – 3 seri (gambar 12a), komposisi sel seluruhnya sel baring (Gambar 12b), tinggi jari-jari rata-rata 0,28 mm (sempit), lebar 28,4 mikron (jari-jari sempit); jumlah jari-jari 4-12/mm (jarang sampai banyak); jari-jari atau unsur aksial bertingkat tak teratur.



(a)



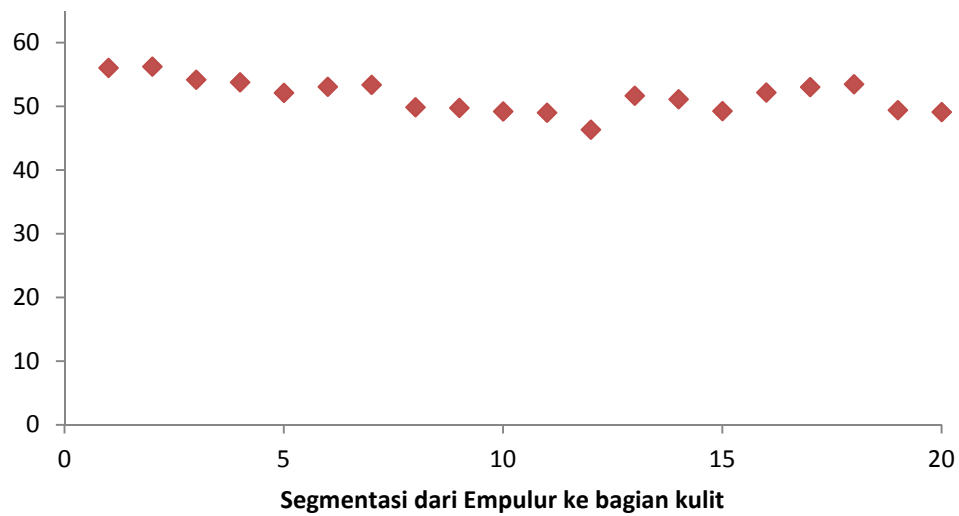
(b)

Gambar 12. Susunan dan Komposisi sel jari-jari 50x

## 6. Microfibril Angle (MFA)

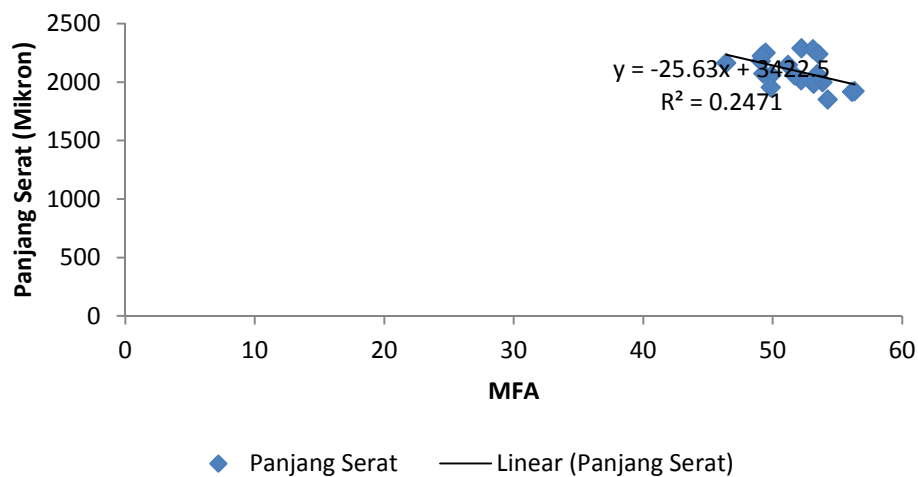
Pada penelitian ini, MFA berkisar antara  $57^{\circ}$  dengan simpangan baku sebesar 2,60. Distribusi MFA dari arah empulur ke arah kulit selengkapnya disajikan pada Gambar 13. Terlihat bahwa nilai MFA semakin kecil ke arah empulur, namun nilai ini tidak memberikan perbedaan nyata pada uji *t-student* pada taraf kepercayaan 95%. Nilai MFA erat hubungannya dengan usia dan perkembangan pertumbuhan pohon. Semakin tua usia pohon, nilai MFA akan semakin menurun (Hori *et al.* 2003). MFA kayu jati tua sebesar  $27.0^{\circ}$ , sedangkan kayu jati umur 4 tahun dan 5 tahun berturut-turut adalah  $32.4^{\circ}$  dan  $30.6^{\circ}$  (Wahyudi *et al.* 2014). Perbedaan MFA antara bagian empulur dan kulit juga sering dilaporkan pada penelitian terdahulu (Darmawan *et al.* 2013, Cahyono *et al.* 2015).





Gambar 13. Distribusi Microfibril Angle (MFA) dari Empulur ke Bagian Kulit

Data MFA telah tersaji pada penelitian terdahulu (Cahyono *et al.* 2015, Cahyono *et al.* 2016). Namun penelitian tersebut belum menyaujikan korelasinya dengan panjang serat. Pada penelitian ini, regresi antara panjang serat dengan MFA memiliki persamaan regresi  $y = -25.63x + 3422.5$  dengan nilai  $R$  sebesar 0,247 (Gambar 14). Selanjutnya Echols (1958) menjelaskan tentang hubungan antara panjang trakeid *Pinus elliottii* dengan sudut MFA memiliki signifikansi yang tinggi dengan nilai  $R=0,91$ . Menurutnya, panjang trakeid *Cryptomeria japonica* dengan sudut MFA dengan nilai  $R$  sebesar 0,61. Perbedaan hasil ini bisa saja terjadi karena perbedaan jenis kayu dan perbedaan tipe sel antara kayu daun jarum yang diteliti pada penelitian tersebut dengan serat kayu daun lebar yang disajikan pada penelitian ini.



Gambar 14. Regresi linear antara panjang serat dan MFA

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil pada penelitian ini adalah :

1. Pembuluh Samama memiliki batas lingkaran tumbuh tidak jelas, sebaran semi tata lingkaran, tersusun dalam pola diagonal hampir seluruhnya soliter, bidang perforasi sederhana ceruk antar pembuluh berumbai.
2. Terdapat parenkim aksial apotrakea dan paratrakea dengan bentuk aliform sub tipe aliform ketupat dan sebagian konfluen, tipe parenkim aksial bentuk untaian. Jari-jari umumnya terdiri dari 1 – 3 seri, komposisi sel seluruhnya sel baring, jari – jari atau unsur aksial bertingkat tak teratur.
3. Serat umumnya berinding tipis sampai tebal, panjang serat tergolong panjang, dengan percerukan sederhana sampai berhalaman sangat kecil. Panjang serat tidak menunjukkan perbedaan panjang yang signifikan dari empulur ke arah kulit.
4. Nilai *Runkel Ratio* (RR), *Felting Power* (FP), *Muhstep Ratio* (MR), *Flexibility Ratio* (FR) dan *Coefficient of Rigidity* (CR) tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan dari arah empulur ke arah kulit.
5. Nilai MFA tidak menunjukkan perbedaan signifikan dari arah empulur ke arah kulit, sedangkan nilai keeratan hubungan antara panjang serat dan nilai MFA adalah 0.247.

## SARAN

Penelitian ini mendukung penelitian terdahulu tentang Samama. Beberapa sifat anatomi semakin menunjukkan kelebihan Samama sebagai bahan baku. Terlebih lagi dari potensinya dari kualitas serat yang bersaing dengan tanaman cepat tumbuh lainnya. Khususnya sebagai bahan baku pulp dan kertas.

## DAFTAR PUSTAKA

- Cahyono TD, Ohorella S, Febrianto F. 2012. Sifat Fisis Mekanis Kayu Samama (*Anthocephallus macrophyllus*) dari Kepulauan Maluku. *Ilmu dan Teknologi Kayu Tropis*. 10(1).
- Cahyono TD, Wahyudi I, Priadi T, Febrianto F, Bahtiar ET, Novriyanti E. 2016. Analysis on Wood Quality, Geometry Factor, and Their Effects on Lathe Check of Samama (*Anthocephalus macrophyllus*) Veneer. *Journal of the Korean Wood Science and Technology*. 44(2):828-841.
- Cahyono TD, Wahyudi I, Priadi T, Febrianto F, Darmawan W, Bahtiar ET, Ohorella S, Novriyanti E. 2015. The quality of 8 and 10 years old samama wood (*Anthocephalus macrophyllus*). *Journal of the Indian Academy of Wood Science*. 12(1):22-28. doi:10.1007/s13196-015-0140-8.
- Cahyono TD, Wahyudi I, Priadi T, Febrianto F, Ohorella S. 2014. Analisis modulus geser dan pengaruhnya terhadap kekakuan panel laminasi kayu samama (*Anthocephallus Macrophyllus*). *J Teknik Sipil*. 21(2):121-128.
- Darmawan W, Nandika D, Rahayu I, Fournier M, Marchal R. 2013. Determination of juvenile and mature transition ring for fast growing sengon and jabon wood. *Journal of the Indian Academy of Wood Science*. 10(1):39-47.
- Echols RM. 1958. Variation in tracheid length and wood density in geographic races of Scotch pine. *Bull. Yale Sch. For.*
- Hori R, Suzuki H, Kamiyama T, Sugiyama J. 2003. Variation of microfibril angles and

chemical composition: Implication for functional properties. *Journal of materials science letters*. 22(13):963-966.

Pandit KN, Prihatini E. 2007. Penuntun Praktikum Anatomi dan Identifikasi Kayu. Departemen Hasil Hutan Fahutan, IPB.

Rachman A, Siagian R. 1976. Dimensi serat jenis kayu Indonesia. III. *Laporan Rep Lembaga Penelitian Hasil Hutan*.

Tsoumis G. 1991. Science and technology of wood. Structure, properties, utilization: Van Nostrand Reinhold.

Wahyudi I, Priadi T, Rahayu IS. 2014. Karakteristik dan sifat-sifat dasar kayu jati unggul umur 4 dan 5 tahun asal jawa barat (Characteristics and basic properties of 4 and 5 year-old of superior teakwoods from West Java). *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 19(1):60-68.

Wheeler E, Baas P, Gasson P. 2008. Identifikasi Kayu: Ciri Mikroskopik untuk Identifikasi Kayu Daun Lebar. *Sulistyobudi A, Mandang YI, Damayanti R, Rulliaty S.(Penerjemah). Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan. Terjemahan dari: IAWA List of Microscopic Features For Hardwood Identification*.