Sifat Kimia dan Dimensi Serat Kayu Mangium (*Acacia mangium* Willd.) dari Tiga Provenans.

Chemical Properties and Fiber Dimension of Acacia mangium Willd. from Three Provenances

Wasrin Syafii dan Iskandar Z. Siregar

Abstract

The objectives of this research are to evaluate the chemical components and the fiber dimension of *Acacia mangium* Willd from three provenances. The wood samples used in this study are grown in Parungpanjang, Bogor originated from three provenances namely Queensland (QLD), Papua New Guinea (PNG), and East Indonesia (EI). The chemical components measured in this study are cellulose, hemicelluloses, lignin, and extractives, while fiber dimensions and its derivatives determined are Runkle Ratio, Felting Power, Muhlsteph Ratio, Flexibility Ratio, and Coefficient of Rigidity. This research indicated that among three provenances investigated, the Queensland provenance is better than two others as sources of raw material for pulp and paper due to the highest cellulose content and lowest lignin and extractives contents. Likewise, from fiber dimension aspect, Queensland provenance also showed better properties than that of PNG and EI.

Key words: Chemical components, fiber dimension, *Acacia mangium* Willd, provenance trial.

Pendahuluan

Kebutuhan kayu olahan semakin lama semakin meningkat seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Di lain pihak, produksi kayu dari hutan alam semakin menurun, baik dari segi kuantitas maupun kualitas. Berdasarkan kondisi tersebut, maka di masa depan diperkirakan pasokan kayu untuk industri perkayuan akan didominasi oleh kayu-kayu yang berasal dari Hutan Tanaman Industri (HTI). Salah satu jenis primadona yang pada saat ini dikembangkan dalam pembangunan HTI adalah *Acacia mangium* Willd. Jenis kayu ini mempunyai kecepatan tumbuh yang relatif tinggi, kurang menuntut persyaratan tempat tumbuh yang tinggi, serta mudah dalam penyediaan bibitnya.

Untuk mewujudkan tersedianya bahan baku kayu dari HTI untuk keperluan industri perkayuan secara berkesinambungan bukanlah masalah yang mudah. Agar dalam pembangunan tidak mengalami kegagalan dan kerugian yang besar, maka perlu dilakukan pemilihan jenis dan uji provenansi sesuai dengan tujuan penanaman dan memenuhi syarat kesesuaian tempat tumbuh. Uji provenansi dilakukan untuk memilih sumber benih yang paling produktif sebelum dikembangkan sebagai tanaman komersial. Kegiatan ini diharapkan dapat memberikan informasi tentang tingkat kesesuaian, kecepatan tumbuh (riap) dan kualitas kayu yang dihasilkan melalui suatu analisis keragaman. Uji provenansi ini dilakukan terhadap jenis kayu Mangium yang berasal dari berbagai provenansi, yaitu provenan Queensland (Australia), provenan Papua New Guinea, dan provenan Indonesia Timur. Tujuan pelaksanaan uji provenansi ini bukan hanya untuk mengetahui kesesuaian lahan dan kecepatan tumbuh saja, melainkan juga untuk mengetahui sifat-sifat kayu yang dihasilkan. Pertumbuhan pohon merupakan hasil dari berbagai proses fisiologis yang dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik faktor internal (genetik) maupun faktor eksternal. Kedua faktor tersebut sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat kayu yang dihasilkan (Zobel dan Jackson 1995).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui sifat-sifat kimia kayu seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif kayu Mangium dari berbagai provenansi dan kemungkinan pemanfaatannya sebagai bahan baku dalam industri pulp dan kertas.

Bahan dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan Baku Kayu: Jenis kayu yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Acacia mengium* Willd yang berumur 7 (tujuh) tahun dan diambil dari daerah Parungpanjang (Bogor). Kayu Mangium yang digunakan dalam penelitian berasal dari 3 (tiga) provenan yaitu provenan Tully Mission Beach Queensland (Australia), provenan Balimo District, Papua New Guinea (PNG), dan provenan Indonesia Timur.

Alat dan Bahan Kimia: Alat-alat yang digunakan dalam penelitian antara lain adalah alat-alat gelas, *water bath, oven*, dan lain-lain. Sedangkan bahan kimia yang digunakan adalah bahan kimia untuk analisis komponen kimia kayu seperti misalnya $NaClO_2$,

CH_3COOH, HNO_3, C_2H_5OH, Na_2SO_3, dan aqua destilata.

Metode

Pembuatan Serbuk Kayu: Kayu Mangium dari ketiga provenan yang sudah dikuliti dibuat serbuk dengan menggunakan *hammer mill,* lalu disaring untuk memperoleh serbuk dengan ukuran 40~60 mesh. Sebelum dianalisis, serbuk yang dihasilkan kemudian dikering-udarakan sampai mencapai kadar air kesetimbangan yaitu lebih kurang 15%.

Analisis Komponen Kimia: Komponen kimia yang dianalisis adalah kandungan selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif. Analisis tersebut dilakukan terhadap serbuk bebas ekstraktif, karena itu sebelum serbuk dianalisis, serbuk kayu terlebih dahulu diekstraksi dengan *alkohol-benzene* (1:2). Prosedur yang digunakan untuk menganalisis komponen kimia tersebut mengacu pada standar TAPPI (Tappi 1989).

Pengukuran Dimensi Serat: Untuk keperluan pengukuran dimensi serat, terlebih dahulu dibuat *slide* maserasi dengan menggunakan metoda Tappi (1989). Pengukuran dimensi serat dilakukan dengan menggunakan bantuan mikroskop. Dimensi serat yang diukur antara lain adalah panjang serat, diameter serat, diameter lumen dan tebal dinding yang masing-masing diukur sebanyak 30 kali, lalu dihitung nilai rata-ratanya. Dari data hasil pengukuran dimensi serat selanjutnya dilakukan perhitungan nilai-nilai turunan dimensi serat, yaitu bilangan *Runkle,* nisbah *Runkle*, daya tenun, nisbah *Muhlsteph*, nisbah *flexibility*, dan koefisien kekakuan.

Hasil dan Pembahasan

Komponen Kimia

Komponen kimia kayu Mangium yang diamati adalah selulosa, hemiselulosa, lignin, dan zat ekstraktif. Secara rata-rata kadar komponen kimia kayu Mangium dari berbagai provenan yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 1.

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa kadar selulosa dari ketiga provenan berkisar antara 45.72~60.29% dengan nilai rata-rata sebesar 51.54%. Kadar selulosa tertinggi diperoleh dari provenan Queensland yaitu sebesar 60.29%, sedangkan terendah dari provenan Indonesia Timur yaitu 45.72%. Berdasarkan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia, maka ketiga provenan tersebut termasuk kelas baik karena mengandung kadar selulosa lebih dari 45%. Kandungan selulosa dalam kayu dapat digunakan untuk memperkirakan besarnya rendemen pulp yang dihasilkan dalam proses *pulping*, dimana semakin besar kadar selulosa dalam kayu maka semakin besar pula rendemen pulp yang dihasilkan (Casey 1980). Berdasarkan hal tersebut, maka dari ketiga provenan yang diteliti, provenan dari Queensland merupakan provenan yang terbaik karena dengan kadar selulosa yang tinggi akan menghasilkan pulp dengan rendemen yang tinggi. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Haroen dan Sudirjo (1996).

Table 1. The chemical components of Mangium wood from various provenances (%).

No	Chemical Components	Provenance		
		QLD (%)	PNG (%)	EI (%)
1	Cellulose	60.29	48.62	45.72
2	Hemicelluloses	23.26	29.58	28.73
3	Lignin	21.98	24.54	23.33
4	Extractives	3.36	4.17	3.44

Remarks :
QLD : Queensland Provenance.
PNG : Papua New Guinea (PNG) Provenance.
EI : East Indonesia Provenance.

Dari Tabel 1 juga dapat dilihat bahwa kadar lignin ketiga provenan berkisar antara 21.98~24.54% dengan nilai rata-rata sebesar 23.28%. Kadar lignin tertinggi diperoleh dari provenan Papua New Guinea sedangkan kadar lignin terendah diperoleh dari provenan Queensland. Berdasarkan klasifikasi komponen kimia kayu daun lebar Indonesia (Tabel 2), maka kadar lignin kayu Mangium dari ketiga provenan termasuk kategori baik karena mempunyai kandungan lignin < 25%, karena itu jenis kayu ini baik digunakan sebagai bahan baku pulp. Seperti halnya selulosa, kandungan lignin dalam kayu juga dapat digunakan untuk memprediksi sifat-sifat pulp yang dihasilkan seperti misalnya konsumsi alkali, bilangan Kappa, dan juga sifat-sifat fisik lembaran pulp yang dihasilkan. Pada umumnya, kandungan lignin yang tinggi dalam kayu akan menyebabkan konsumsi alkali tinggi serta biasanya diikuti oleh bilangan kappa yang tinggi, demikian pula sebaliknya (Casey 1980). Dengan demikian, dari ketiga provenan yang diteliti maka provenan Queensland merupakan provenan yang terbaik karena mempunyai kandungan lignin yang paling rendah.

Dari Tabel 1 dapat diketahui bahwa bahwa kadar ekstraktif ketiga provenan berkisar antara 3.36~4.17% dengan rata-rata sebesar 3.67%. Kadar ekstraktif tertinggi diperoleh dari provenan Papua New Guinea, sedangkan kadar ekstraktif terendah diperoleh dari provenan Queensland. Secara kuantitatif, kandungan zat ekstraktif dalam kayu paling kecil bila dibandingkan dengan kandungan selulosa dan lignin, akan tetapi secara kualitatif mempunyai pengaruh yang besar terhadap sifat kayu dan sifat pengolahannya. Misalnya berpengaruh dalam proses *pulping*, dimana semakin tinggi kandungan zat ekstraktif maka akan semakin tinggi pula konsumsi bahan kimia yang diperlukan dalam proses *pulping* serta dapat menyebabkan terjadinya *pitch*-problem yaitu terjadinya bintik-bintik pada lembaran pulp yang dihasilkan. Dengan demikian, dari ketiga provenan yang diteliti maka provenan Queensland merupakan provenan yang terbaik karena mengandung zat ekstraktif yang paling rendah.

Provenan Queensland mencakup daerah sebaran alami *A. mangium* dengan ciri populasi yang kecil dengan lokasi terpencar, sedangkan, provenan Papua New Guinea cenderung populasinya lebih besar dan menyebar luas. Hasil analisis genetik dengan menggunakan 57 lokus RFLP menunjukkan bahwa keragaman genetik *A. mangium* tertinggi terdeteksi di Papua New Guinea disusul Queensland, dimana semakin menurun keragamannya dari bagian Utara ke Selatan Queensland (Butcher *et al.* 1996). Selain itu, uji provenansi pada 16 lokasi di Asia Tenggara, Australia dan Fiji melaporkan secara konsisten pertumbuhan yang superior dari provenan PNG, diikuti oleh provenan Cape Cork serta provenan Queensland bagian paling Selatan. Dilain pihak provenan dari Seram dan Sidei (Papua) memperlihatkan pertumbuhan yang terjelek (Harwood dan Williams 1992). Hasil analisis sifat kimia kayu pada penelitian ini memberikan indikasi bahwa pertumbuhan pohon yang lebih cepat di lapangan belum menjamin sifat kayu yang lebih baik. Oleh karena itu, sifat kayu merupakan salah satu faktor penting untuk pemilihan provenan yang tepat. Sejauh mana sifat kayu menjadi lebih penting dari sifat pertumbuhan, maka kajian efisiensi secara cermat dalam proses pembuatan pulp perlu dilakukan, mengingat rentang riap tahunan *A. mangium* yang sangat lebar, yaitu 20~46 m^3/ha di hutan tanaman (Lemmens *et al.* 1995).

Dimensi Serat

Dimensi serat dan turunannya merupakan salah satu sifat penting kayu yang dapat digunakan untuk menduga sifat-sifat pulp yang dihasilkan. Turunan dimensi serat (Nisbah *Runkle*, Daya Tenun, Nisbah *Muhlsteph*, Nisbah Fleksibilitas, Koefisien Kekakuan) kayu Mangium dari berbagai provenan yang dihasilkan dalam penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 3.

Bilangan *Runkle* dari ketiga provenan bervariasi antara 0.40~0.42 dengan nilai rata-rata 0.41. Nilai bilangan *Runkle* tertinggi diperoleh dari provenan Papua New Guinea sedangkan nilai terendah diperoleh dari provenan Queensland. Seperti telah dijelaskan bahwa bilangan *Runkle* adalah ratio antara dua kali tebal dinding serat dengan diameter lumen. Serat dengan bilangan *Runkle* kurang atau sama dengan satu sangat baik digunakan sebagai bahan baku pembuatan pulp. Serat dengan bilangan *Runkle* kecil berarti serat ini mempunyai dinding sel tipis, diameter lumen lebar, mudah memipih dan pembentukan lembaran pulp mempunyai kekuatan tarik dan kekuatan jebol yang tinggi.

Table 2 : The criteria used to evaluate wood properties as raw material for pulp.

No	Wood Properties	Pulp Quality		
		Good	Average	Poor
1	Wood Color	White-Yellow	Brown-Black	Black
2	Wood Density	< 0.501	0.501-0.600	> 0.600
3	Length of Fiber (mm)	> 2.00	1.00-2.00	< 1.00
4	Holocellulose (%)	> 65	60-65	< 60
5	Lignin (%)	< 25	25-30	> 30
6	Extractives (%)	< 5	5-7	> 7

Source : FAO (1980) *dalam* Sulistyowati (1998)

Table 3 : Parameters used to determine fiber dimension of Mangium wood from various provenances.

No	Fiber Dimension	Provenances		
		QLD	PNG	EI
1	Runkle Ratio	0.40	0.42	0.41
2	Felting Power	51.09	53.63	53.44
3	Muhlsteph Ratio	49.55	50.62	49.84
4	Flexibility Ratio	0.71	0.70	0.71
5	Coefficient of Rigidity	0.142	0.147	0.145

Remarks :

QLD : Queensland Provenance.
PNG : Papua New Guinea (PNG) Provenance.
EI : East Indonesia Provenance.

Table 4 : The criteria used to evaluate wood fiber as raw material for pulp.

No	Descriptions	Pulp Quality		
		I	II	III
1	Length of Fiber (mm)	> 2.00	1.00-2.00	< 1.00
2	Runkle Ratio	< 0.25	0.25-0.50	> 0.5-1.0
3	Felting Power	> 90	50-90	< 50
4	Muhlsteph Ratio	< 30	30-60	> 60
5	Flexibility Ratio	> 0.8	0.5-0.8	< 0.5
6	Coef. of Rigidity	< 0.1	0.1-0.15	> 0.15

Source : FAO (1980) *dalam* Sulistyowati (1998)

Sebaliknya serat dengan bilangan *Runkle* tinggi berarti serat tersebut berdinding sel tebal dan berdiameter kecil serta akan mempertahankan bentuk pipa waktu digiling sehingga menghasilkan lembaran pulp dengan kekuatan tarik dan kekuatan jebol yang rendah. Berdasarkan hal tersebut maka dari ketiga provenan yang diuji, provenan Queensland merupakan provenan yang paling baik karena mempunyai bilangan *Runkle* yang paling rendah.

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa daya tenun serat yang dihasilkan dari ketiga provenan berkisar antara 51.09~53.63 dengan nilai rata-rata 52.72. Nilai daya tenun tertinggi diperoleh dari provenan Papua New Guinea yaitu 53.63, sedangkan nilai terendah diperoleh dari provenan Queensland yaitu 51.09. Berdasarkan kriteria penilaian serat pada Tabel 4, maka ketiga provenan tersebut termasuk kriteria sebagai bahan baku pulp dengan kelas mutu II dengan nilai daya tenun antara 50~90. Semakin tinggi nilai daya tenun maka sifat serat cenderung semakin lentur. Daya tenun serat ini berpengaruh terhadap kekuatan sobek, artinya semakin tinggi daya tenun maka semakin tinggi pula kekuatan sobek dari kertas tersebut. Dalam menjalin ikatan antar serat, panjang serat merupakan faktor yang lebih penting karena panjang serat akan berperan dalam meningkatkan kekuatan sobek kertas. Hal ini disebabkan karena gaya sobek akan terbagi dalam luasan yang lebih besar. Meskipun ketiga provenan tersebut mempunyai daya tenun relatif sama, tetapi berdasarkan penjelasan tersebut, maka dari ketiga provenan yang diuji provenan Papua New Guinea merupakan provenan yang paling baik karena mempunyai daya tenun paling tinggi.

Muhlsteph ratio serat yang diperoleh dari ketiga provenan berkisar antara 49.55~50.62 dengan nilai rata-rata 50. Nilai *Muhlsteph ratio* tertinggi diperoleh dari provenan Papua New Guinea yaitu sebesar 50.62, sedangkan nilai terendah diperoleh dari provenan Queensland yaitu sebesar 49.55. Apabila dilihat dari kriteria penilaian serat untuk bahan baku pulp (Tabel 4), maka serat dari ketiga provenan ini termasuk serat dengan kelas mutu II dengan nilai *Muhlsteph ratio* antara 30~60. Besarnya nilai *Muhlsteph ratio* berpengaruh terhadap kerapatan lembaran pulp yang pada akhirnya berpengaruh pula pada kekuatan pulp yang dihasilkan. Semakin kecil *Muhlsteph ratio* maka kerapatan lembaran pulp yang dihasilkan akan semakin baik dengan sifat kekuatan yang baik. Sebaliknya, *Muhlsteph ratio* yang tinggi akan menghasilkan lembaran pulp dengan kerapatan rendah dan kekuatan yang rendah pula. Berdasarkan sifat ini, maka serat yang dihasilkan dari provenan Queensland merupakan serat yang paling baik karena mempunyai *Muhlsteph ratio* yang paling rendah.

Nilai *flexibility ratio* serat yang dihasilkan dari ketiga provenan berkisar antara 0.70~0.71 dengan nilai rata-rata 0.705. Nilai *flexibility ratio* tertinggi diperoleh dari provenan Queensland dan provenan Indonesia Timur yaitu 0.71, sedangkan nilai *flexibility ratio* terendah diperoleh dari provenan Papua New Guinea yaitu 0.70. Berdasarkan kriteria penilaian serat sebagai bahan baku pulp, serat yang dihasilkan dari ketiga provenan tersebut termasuk ke dalam kelas mutu II dengan nilai *flexibility ratio* 0.5~0.8. *Flexibility ratio* adalah perbandingan antara diameter lumen dengan diameter serat. Serat dengan *flexibility ratio* tinggi berarti serat tersebut mempunyai tebal dinding yang tipis dan mudah berubah bentuk. Kemampuan berubah bentuk ini menyebabkan persinggungan antara permukaan serat lebih leluasa sehingga terjadi ikatan serat yang lebih baik yang akan menghasilkan lembaran pulp dengan kekuatan baik.

Coefficient of rigidity (koefisien kekakuan) serat yang dihasilkan dari ketiga provenan berkisar antara 0.142~0.147 dengan nilai rata-rata 0.145. Nilai kekakuan tertinggi diperoleh dari provenan Papua New Guinea yaitu 0.147, sedangkan nilai kekakuan terendah diperoleh dari provenan Queensland yaitu 0.142. Serat yang dihasilkan dari ketiga provenan ini termasuk serat dengan kelas mutu II. Koefisien kekakuan merupakan perbandingan antara tebal dinding serat dengan diameter serat. Nilai koefisien kekakuan berbanding terbalik dengan sifat kekuatan tarik kertas, artinya semakin tinggi koefisien kekakuan, maka semakin rendah kekuatan tarik dari kertas yang bersangkutan, dan sebaliknya. Dari sifat ini, maka serat yang dihasilkan dari provenan Queensland merupakan provenan yang terbaik karena mempunyai koefisien kekakuan paling rendah.

Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian ini secara umum dapat disimpulkan serat kayu Mangium yang dihasilkan dari provenan Queensland, Papua New Guinea dan Indonesia Timur termasuk kategori baik apabila digunakan sebagai bahan baku pulp.
2. Dari aspek kimia (komponen selulosa, lignin, ekstraktif) maupun aspek dimensi serat (bilangan *Runkle*, daya tenun, *Muhlsteph ratio*, *flexibility ratio*, koefisien kekakuan), dari ketiga provenan yang diuji, serat yang dihasilkan dari provenan Queensland merupakan provenan yang paling baik digunakan sebagai bahan baku pulp.

Daftar Pustaka

Butcher, P.A.; G.F. Moran; H.D. Perkins. 1996. Genetic Resources and Domestification of *Acacia mangium* in Tree Improvement for Sustainable Tropical Forestry. M.J. Dieters, A.C. Matheson, D.G. Nicles, C.E. Harwood, S.M. Walter (eds). Pp 467-471. Proc. QFRI-IUFRO Conf. Caloundra, Queensland.

Casey, J.P. 1980. Pulp, Paper Chemistry and Chemical Technology. Third Edition. Vol I. Willey Interscience Publisher Inc. New York.

Haroen, K.W.; S.T. Sudirjo. 1996. Pembuatan Pulp Rendemen Tinggi dari Kayu *Acacia mangium*. Berita Selulosa. Vol XXXIII No.1. Balai Besar Selulosa, Bandung.

Harwood, C.E.; E.R. Williams. 1992. A Review of Provenance Variation in Growth of *Acacia mangium*. In Carron, L.T., and K.M. Aken (eds.) Breeding Technologies for Tropical Acacias. ACIAR Proc. No. 37. ACIAR, Canberra.

Lemmens, R.H.M.J.; I. Soerianegara; W.C. Wong. 1995. Plant Resources of South-East Asia. No. 5 (2). Timber Trees : Minor Commercial Timbers. Backhuys Publishers, Leiden.

Sulistyowati, P. 1998. Kajian Struktur Anatomi *Pinus oocarpa* Schiede sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas. Skripsi Jurusan Teknologi Hasil Hutan. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.

Tappi, 1989. Tappi Test Methods. Volume One. Tappi, Atlanta.

Zobel, B; B.J. Jackson. 1995. Genetic of Wood Production. Springer-Verlag. Berlin Heidelberg New York.

Diterima (*accepted*) tanggal 12 Januari 2005

Wasrin Syafii
Departemen Hasil Hutan - Fakultas Kehutanan - Institut Pertanian Bogor
(*Depatment of Forest Product – Faculty of Forestry – Bogor Agriculture University*)
Kampus IPB Darmaga, PO BOX 168, Bogor 16001
Tel : 0251-621285
Fax : 0251-621285, 621256
E-mail : wasrinsy@indo.net.id; wasrinsy@ipb.ac.id

Iskandar Z. Siregar
Departemen Silvikultur - Fakultas Kehutanan - Institut Pertanian Bogor
(*Depatment of Sylvicuture – Faculty of Forestry – Bogor Agriculture University*)
Kampus IPB Darmaga, PO BOX 168, Bogor 16001
Tel : 0251-624065
E-mail : siregar@ipb.ac.id