

Variabilitas Massa Jenis Kayu Daun Lebar Tropis terhadap Karakter Serat, Kimia dan Pulp Sulfat

Variability of Wood Specific Gravity of Tropical Hardwoods to the Characteristic of Fibers, Chemicals and Pulp Sulfate

Wawan Kartiwa Haroen

Abstract

The demand for hardwood pulp is rapidly increasing in the world, partly due to the limited availability of softwood and hardwood in developed country of the world and partly due to the technical advantages which short hardwood fibers process for various paper and paperboards. The study was confined to the establishment of appropriate criteria pulpwood from tropical forest. The evaluation and analysis on the effect of wood specific gravity on the fiber properties, wood chemical properties, and pulp characteristics were conducted using data source from Food and Agriculture Organization (FAO).

The data of wood specific gravity value for the species varied a wide range from 0.30 to 0.98, because of dense nature of wood, high specific gravity species are generally believed to require impregnation and cooking periods. While some among the denser species have high screening reject and high permanganate number (PN) or Kappa number (KN) values. The finding of liquor penetration of chips does not depend wholly on specific gravity but also on the anatomical structure and chemical constituents of wood. As to the other wood and fiber characteristics, strength and physical properties of pulp hand sheet, wood specific gravity a certain relationship to fiber morphology.

The results showed that variability of wood specific gravity affected the cell wall thickness, lignin content and pulp sulfate quality. This result of analysis can be used as a preliminary pulping indicator.

Key words: chemical component, physical properties, wood density, tropical hardwoods.

Pendahuluan

Di Indonesia, penggunaan kayu sebagai bahan baku untuk pembuatan pulp baru berlangsung sekitar tahun 1970-an karena pada saat itu sumber daya alam hutan mulai dimanfaatkan secara optimal untuk menunjang pemasukan devisa negara. Namun sekitar tahun 1960-an bahan baku untuk industri pulp dan kertas masih menggunakan bahan yang berasal dari limbah pertanian atau perkebunan. Situasi seperti ini sejalan dengan asal usul sejarah industri pulp kertas di Indonesia, karena pada jaman penjajahan Belanda, pendirian pabrik pulp kertas senantiasa dikaitkan dengan potensi daerah tersebut. Seperti halnya untuk daerah Jawa Barat Bandung/Krawang yang terkenal dengan areal pertanian padi yang sangat luas dan menghasilkan limbah dari persawahan berupa merang atau jerami, sehingga didirikanlah pabrik kertas dengan bahan baku merang di Padalarang. Kemudian daerah Jawa Tengah banyak ditemukan areal perkebunan tanaman jagung dan menghasilkan limbah berupa batang jagung (tebon) dan didirikanlah pabrik kertas Blabak. Selanjutnya daerah Jawa Timur tumbuh perkebunan tebu dan limbah yang dihasilkan berupa ampas tebu (bagas) dan berdirilah pabrik kertas Leces. Sejalan dengan perkembangan teknologi di abad ke 20, dibangun pabrik pulp kraft yang berorientasi pada bahan baku kayu Pinus di Aceh dengan nama Kertas Kraft Aceh (PT.KKA). Kemudian di awal

abad ke 21, seluruh industri pulp di luar pulau Jawa menggunakan 100% bahan baku kayu yang berasal dari hutan alam atau hutan tanaman. Dengan diterapkannya berbagai kebijakan dan aturan pemerintah tentang ijin pemanfaatan dan penggunaan kayu untuk pulp, akhirnya kayu dari areal hutan tropis monokultur atau campuran digunakan sebagai sumber serat selulosa pulp kertas. Akibatnya pemakaian jenis kayu dan umur kayu sangat bervariasi dan menyebabkan kualitas pulp yang dihasilkan beragam dan harga jual produk pulp menurun. Penggunaan kayu sebagai bahan baku pulp dapat diperhitungkan jumlahnya dan umumnya untuk memproduksi satu ton pulp kimia diperlukan kayu gelondongan antara 4.5 ~ 5.0 m³. Batasan ini dapat diartikan bahwa suatu pabrik pulp yang memproduksi 1.000 ton/hari memerlukan kayu gelondongan sekitar 4,500 ~ 5,000 m³ kayu/hari atau dapat disetarakan dengan luas hutan yang harus ditebang sekitar 20 ~ 22 ha/hari apabila menggunakan tanaman yang memiliki riap tumbuh 225 m³/ha (Kartiwa 1998). Akibat penggunaan kayu yang sangat tinggi akhirnya serat selulosa dari berbagai jenis kayu dimanfaatkan apa adanya sebagai bahan baku pulp, kondisi ini menyebabkan kualitas kertas menjadi tidak standar karena sifat dan karakteristik kayunya berbeda. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi mutu pulp diantaranya adalah massa jenis kayu (*wood specific gravity*). Menurut Brown *et al.* (1994), kayu untuk bahan

baku pulp diusahakan memiliki massa jenis kurang dari 0.8. Namun sampai sejauh perbedaan massa jenis tersebut dapat mempengaruhi kualitas pulp dan efek lainnya yang akan terjadi pada pulp kertas.

Kajian dan analisa pengaruh masa jenis kayu terhadap karakteristik pulp, sifat serat dan kimia kayu telah dilakukan terhadap beberapa jenis kayu tropis yang memiliki massa jenis 0.3 ~ 0.9 dengan sumber data dari FAO (1976). Dari kajian ilmiah ini diharapkan dapat memprediksi arah kualitas pulp sulfat dengan massa jenis yang berbeda terhadap kualitas pulp yang dihasilkannya.

Massa Jenis Kayu

Massa jenis kayu adalah perbandingan antara kerapatan kayu dengan kerapatan air pada suhu 4°C. Biasanya massa jenis diperlukan untuk menghitung biaya transportasi, menentukan kekuatan kayu, sifat dan daya tahan kayu sebagai bahan konstruksi. Semakin tinggi massa jenis kayu maka kekuatan kayu lebih baik dan harganya pun lebih mahal. Namun hal tersebut tidak berlaku pada industri pulp karena massa jenis kayu yang digunakan untuk bahan baku pulp harus lebih ringan dengan kisaran antara 0.35 ~ 0.65 (Parhan 1983; P3HH 1989). Massa jenis pada tanaman atau kayu dapat dipengaruhi oleh beberapa hal seperti umur tanaman, sifat genetis selnya (a) tebal dinding serat, (b) ukuran serat dan (c) jumlah serta tipe sel dari (a) dan (b). Tebal dinding dan sel pembuluh (*vessels*), merupakan faktor paling dominan yang dapat mempengaruhi massa jenis kayu, terutama pada kelompok Angiospermae jenis kayu daun lebar (*hardwood*).

Massa jenis *hardwood* sangat berpengaruh terhadap kualitas serpih yang dihasilkan dan kebutuhan energi pada saat penyerpihan. Semakin tinggi massa jenisnya maka kualitas keseragaman serpih akan berkurang dan energi yang digunakan lebih tinggi (Kellomaki 1998). Perbedaan massa jenis pada kayu atau serpih menyebabkan bahan kimia pemasak yang diperlukan lebih tinggi, kemudian memperlambat penetrasi zat kimia ke dalam serpih dan menambah waktu pemasakan. Sehingga ada beberapa cara dan strategi para industriawan dan praktisi untuk menanggulangi masalah masa jenis tersebut, yaitu dilakukan proses perlakuan awal (*pre-treatment*) secara mekanis terhadap serpih sebelum dilakukan pemasakan.

Proses Sulfat

Pembuatan pulp sulfat pertama kali diperkenalkan secara komersial pada tahun 1865 di Swedia (Scott dan Abbolt 1995). Karena kertas yang terbuat dari pulp sulfat memiliki keunggulan pada kekuatan dan formasi seratnya, sehingga sampai abad ke 21 proses sulfat masih tetap menjadi andalan teknologi pembuatan pulp belum terkalahkan bahkan hampir 85% pulp dunia memakai proses sulfat. Reaksi kimia yang terjadi pada proses sulfat sangat kompleks dan panjang. Lignin yang terdapat pada

kayu mengalami pelunakan menjadi fragmen-fragmen kecil oleh ion hidroksil (OH) dan hidrosulfida (HS) oleh larutan pemasak. Fragmen lignin tersebut akan terlarut menjadi ion fenolat atau karboksilat. Karbohidrat pada kayu, seperti hemiselulosa dan selulosa, juga sebagian ada yang terlarut. Selain itu akan terjadi juga reaksi kondensasi fragmen lignin yang mengakibatkan lignin yang terkondensasi menjadi lebih sulit untuk dihilangkan dari serat. Namun adanya ion OH dapat mengurangi reaksi kondensasi tersebut dengan merintang gugus reaktifnya. Gaya penggerak yang sangat dominan pada proses sulfat adalah adanya alkali sebagai alkali aktif dan faktor suhu pemasakan. Bahkan dengan adanya ion HS dapat mempercepat proses pelarutan lignin tanpa banyak melarutkan selulosa, sehingga secara keseluruhan polimer lignin dapat dipecah menjadi molekul yang lebih kecil dan dapat larut dalam lindi hitam. Molekul kecil tersebut tidak berfungsi lagi sebagai bahan perekat antar serat, sehingga serat dengan mudah dapat terurai secara individu (Cassey 1980)

Pemilihan *Hardwood* untuk Pulp

Semua jenis kayu yang memiliki serat selulosa dapat digunakan sebagai bahan baku pulp kertas atau rayon. Namun dalam proses pelaksanaannya perlu dilakukan pembatasan terhadap faktor teknis dan ekonomis. Faktor teknis seperti jenis dan sifat kayu merupakan hal yang paling penting dalam pemilihan kayu untuk memperoleh kualitas pulp yang baik, biaya produksi lebih ekonomis dan kertas yang dihasilkan memiliki kekuatan dan nilai jual yang tinggi. Secara umum faktor yang perlu diperhatikan dalam pemilihan kayu *hardwood* untuk pulp diantaranya adalah kulit kayu tipis sampai sedang, batang lurus tidak terpuntir, tidak banyak mata kayu, tidak mengeluarkan banyak getah dan relatif tahan dalam proses penyimpanan (Kartiwa 1998).

Kayu *hardwood* tropis banyak sekali ragam dan jenisnya bahkan bisa mencapai 400 jenis lebih. Kayu yang sudah baku dan terseleksi secara komersial untuk pulp sudah banyak digunakan secara rutin dan dibudidayakan. Namun saat ini ada beberapa kayu yang digunakan sebagai bahan baku alternatif untuk pembuatan pulp, walaupun belum diketahui jenis dan manfaatnya. Akhir-akhir ini dikenal kayu dengan sebutan *Mixed Tropical Hardwood* (MTH) yang terdiri dari dua jenis atau lebih kayu yang memiliki variasi berbeda. Kelompok ini sering digunakan sebagai bahan baku pulp untuk memenuhi kebutuhan dan menjaga kelangsungan produksi pulp dan memenuhi kebutuhan kertas dunia saat ini. Salah satu karakter dari kayu MTH ini memiliki keragaman massa jenis yang besar dan sifat kimia yang berbeda, akibatnya kualitas pulp yang dihasilkan berfluktuasi dan tidak standar. Untuk mengendalikan kualitas tersebut perlu dirancang suatu model pemilihan bahan baku MTH yang memiliki perbedaan kisaran massa jenis yang tidak terlalu besar. Model ini dapat membantu

para praktisi di lapangan untuk memperkirakan berbagai masalah yang akan terjadi dalam proses *pulping* dan kendala lainnya yang akan ditimbulkannya.

Bahan dan Metode

Bahan

Data untuk menganalisa pengaruh massa jenis terhadap karakteristik serat, kimia dan pulp diperoleh dari FAO (1979) yang diolah dan dikelompokkan ke dalam 7 kelompok masa jenis yang dimulai dari 0.30 sampai 0.98. Contoh kayu diambil secara acak sebanyak 21 jenis yaitu *Sterculia* sp, *Alba* sp, *Sclerolobium* sp, *Poeteria* sp, *Drypetes* sp, *Bombax* sp, *Peltogyne* sp, *Perebea* sp, *Pouteria* sp, *Drypetes* sp, *Caryocar* sp, *Bombax* sp, *Peltogyne* sp, *Pourouma* sp, *Diospyros* sp, *Hyeronima* sp, *Simarouba* sp, *Sapium* sp, *Duroira* sp, *Manilkara* sp, *Pterocarpus* sp. Setiap kelompok massa jenis diambil 3 contoh kayu. Kayu tersebut dibuat pulp menggunakan proses sulfat dengan konsumsi alkali aktif 15% sebagai Na_2O , Sulfiditas 25%, suhu pemasakan 170°C , ratio 1 : 4 dan waktu pemasakan 3.5 jam.

Metode

Data *hardwood* yang memiliki massa jenis 0.30 sampai 0.98 dibagi ke dalam 7 kelas interval yaitu: 0.30 ~ 0.39; 0.40 ~ 0.49; 0.50 ~ 0.59; 0.60 ~ 0.69; 0.70 ~ 0.79; 0.80 ~ 0.89 dan 0.90 ~ 0.99. Setiap kelas interval diambil 3 contoh kayu secara acak yang mewakili massa jenis kayu tersebut. Dari contoh terpilih dilakukan pengamatan dan analisa terhadap panjang serat, tebal dinding, kandungan ekstraktif, lignin, rendemen pulp, residu alkali sisa pemasakan, tingkat kematangan pulp (PN/KN), kekuatan fisik lembaran pulp seperti indeks sobek, indeks retak-retak, lipat dan panjang putus.

Data diolah dan dikelompokkan kemudian dihubungkan dengan parameter massa jenis kayu. Setiap parameter dikaji berbagai kemungkinan yang banyak diakibatkan oleh masa jenis. Pengolahan data menggunakan analisa regresi dan menghitung hubungan tersebut dengan nilai koefisien regresi R^2 dengan membuat model pendekatan melalui persamaan regresi $y = ax + b$. Pengamatan terbagi dalam 3 kelompok yaitu: *Kelompok 1*: massa jenis terhadap panjang serat, dinding serat, ekstraktif dan lignin. *Kelompok 2*: massa jenis terhadap rendemen pulp, KN/PN, sisa alkali pemasakan dan sisa ekstraktif dalam pulp. *Kelompok 3*: massa jenis kayu terhadap sifat fisik lembaran pulp sulfat belum putih.

Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan data pada Lampiran 1 dan hasil pengamatan terhadap 21 jenis kayu yang telah dikelompokkan ke dalam 7 kelas masa jenis menunjukkan hasil sebagai berikut. Panjang serat dari contoh *tropical hardwood* memiliki kisaran panjang serat antara 1.13 ~

1.83 mm. Berdasarkan klasifikasi serat menurut Klemm (Cassey 1980) serat tersebut termasuk ke dalam kelompok panjang serat sedang sampai panjang (> 1.6 mm) dengan rata-rata 1.44 mm. Sedangkan untuk klasifikasi tebal dindingnya antara $0.25 \sim 18.75\mu\text{m}$ tergolong ke dalam kelas tebal dinding tipis sampai tebal. Dari klasifikasi tersebut menunjukkan bahwa contoh kayu tersebut memiliki mutu kayu kelas II dan III sebagai bahan baku pulp dengan sifat diantaranya massa jenis ringan sampai berat, dinding serat tipis sampai tebal, lumen sedang dan kecil, sehingga dapat menghasilkan lembaran pulp dengan kekuatan sobek dan retak yang baik sampai sedang (Vademecum Kehutanan 1976).

Massa Jenis terhadap Morfologi Serat

Massa jenis kayu yang dihubungkan dengan panjang serat hasilnya tidak memperlihatkan saling mempengaruhi atau hubungannya tidak signifikan yang diperlihatkan oleh nilai $R^2 = 0.113$ yang kecil. Artinya apabila massa jenis kayu semakin tinggi maka panjang serat yang terbentuk tidak sejalan dengan perbedaan panjang seratnya. Tetapi pada sifat tebal dinding serat, massa jenis ini sangat berpengaruh positif sejalan dengan meningkatnya massa jenis kayu dan diperlihatkan pula dengan nilai $R^2 = 0.728$ yang besar. Hal ini berarti massa jenis akan saling mempengaruhi terhadap tebal dinding serat, dinding yang tebal dapat mengakibatkan massa jenis lebih tinggi. Pernyataan ini sesuai dengan pembuktian Cassey (1980) bahwa massa jenis kayu banyak dipengaruhi oleh tebal dinding serat seperti terlihat pada Gambar 1.

Dari gambar tersebut terlihat bahwa semakin tinggi nilai massa jenis kayu, maka dinding seratnya semakin tebal. Sedangkan panjang serat tidak berpengaruh terhadap massa jenis. Untuk memprediksi bagaimana arah perubahan massa jenis terhadap pembentukan tebal dinding dari serat dapat diformulasikan dengan model persamaan $Y = 8.136 X + 0.428$.

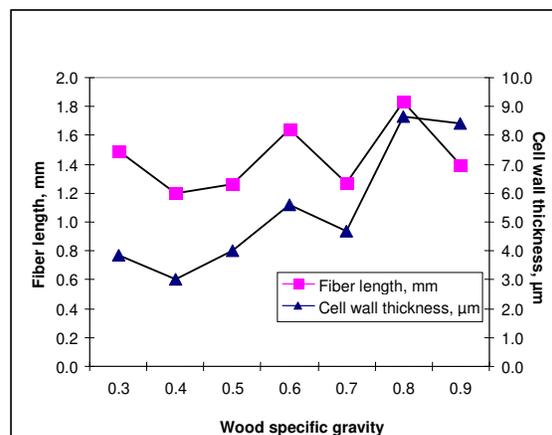


Figure 1. Wood specific gravity to fiber morphology.

Dengan kajian tersebut dapat dikatakan bahwa massa jenis kayu banyak dipengaruhi oleh tebal tipisnya dinding serat, sehingga massa jenis yang ringan diharapkan memiliki dinding serat yang tipis dan seratnya akan lebih mudah terfibrilasi.

Massa Jenis terhadap Kimia Kayu

Komponen kimia seperti ekstraktif dan lignin di dalam kayu diperkirakan akan menambah kenaikan massa jenis kayu (Cassey 1980; Kocurec 1987). Hal ini dapat dikaji dari data yang diperoleh bahwa kadar lignin yang tinggi akan memberikan kontribusi terhadap peningkatan massa jenis kayu dan sangat berhubungan, dibuktikan dengan koefisien regresi yang tinggi, yaitu $R^2 = 0.768$. Namun kadar ekstraktif pada kayu tidak memperlihatkan hubungan yang sangat nyata terhadap bertambahnya massa jenis kayu, sehingga ekstraktif pada penelitian ini tidak banyak pengaruhnya terhadap pertambahan massa jenis kayu seperti terlihat pada Gambar 2 dan Tabel 1.

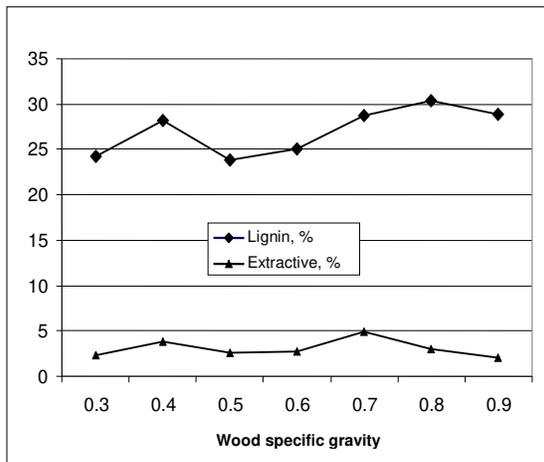


Figure 2. Wood specific gravity to wood chemical.

Kadar lignin berkisar antara 22.10 ~ 39.40% (rata-rata 27.04%). Kayu yang memiliki kadar lignin tersebut termasuk ke dalam kadar lignin sedang sampai tinggi (Vademecum 1976), sedangkan kadar ekstraktif kayu berkisar antara 1.09 ~ 11.41% (rata-rata 3.07%). Dari kisaran data tersebut, 21 jenis *hardwood* tersebut dapat memenuhi sebagai bahan baku pulp. Umumnya massa jenis kayu yang digunakan untuk pulp massa jenisnya lebih kecil dari 0.7, panjang serat lebih dari 0.9 mm, kadar lignin kurang dari 33% dan ekstraktif lebih kecil dari 5%. Kecuali pada massa jenis kayu di atas 0.7 ligninnya di atas 28% tetapi kadar ekstraktifnya di bawah 5%, hal ini masih bisa dipertimbangkan sebagai bahan baku pulp. Namun proses pulpingnya perlu memerlukan bahan kimia yang lebih (Lampiran 1).

Ekstraktif yang tinggi pada bahan baku kayu dapat menimbulkan masalah dalam proses *pulping* dan menimbulkan noda pada pulp yang dihasilkan. Kendala

yang sering terjadi pada jenis kayu campuran dengan massa jenis yang berbeda dapat menimbulkan noda, yang sampai saat ini masih menjadi perbincangan para ahli pulp.

Massa Jenis dan Kualitas Pulp

Pengaruh massa jenis terhadap proses *pulping* atau pembuatan pulp dilakukan terhadap parameter rendemen pulp, sisa alkali bahan kimia pemasak dan kematangan pulp. Hasil yang diperoleh ternyata menunjukkan bahwa rendemen pulpnya bervariasi antara 41.60 ~ 56.24% (rata-rata 48.67%). Rendemen pulp dari penggunaan kayu dengan massa jenis rendah, yaitu 0.3 menghasilkan pulp dengan rendemen yang tinggi, *Kappa Number* (KN) rendah dengan sisa alkali pada pemasakan yang kecil. Sisa alkali pemasakannya 1.6 ~ 9.2% (rata-rata 4.21%), KN 20.2 ~ 47.4 (rata-rata 32.61), *Permanganat Number* (PN) 14.6 ~ 31.8 (rata-rata 22.52) dan sisa ekstraktif pada pulp belum putih 0.24 ~ 0.86 (rata-rata 0.43). Faktor massa jenis pada proses *pulping* sulfat dengan Sulfiditas 25% dan alkali aktif 15% telah menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap redemen pulp dan KN atau PN.

Table 1. Wood specific gravity and pulp quality.

Wood specific gravity	Pulp yield (%)	Residual alkali (g/l)	PN	KN	Extractive on pulp (%)
0.3	50.37	3.20	19.67	27.00	0.40
0.4	47.70	3.73	22.63	32.60	0.80
0.5	49.17	3.47	17.40	22.83	0.39
0.6	47.78	3.07	25.33	38.23	0.54
0.7	49.22	4.27	25.87	38.97	0.46
0.8	46.42	6.00	21.77	31.03	0.37
0.9	47.03	5.73	25.00	37.63	0.55

Massa jenis kayu dapat mempengaruhi rendemen dan tingkat kematangan pulp. Walaupun koefisien regresinya (R^2) = 0.481, tetapi hubungan ini dapat dijadikan acuan sebagai bahan prediksi awal.

Faktor massa jenis kayu tidak menunjukkan hubungan yang signifikan terhadap sisa ekstraktif dalam pulp karena penurunan antara massa jenis rendah maupun tinggi tidak berbeda jauh (Tabel 1), hubungan yang tidak nyata tersebut ditunjukkan oleh nilai regresi yang sangat rendah, yaitu $R^2 = 0.030$.

Massa Jenis terhadap Lembaran Fisik Pulp

Massa jenis kayu dengan indeks sobek pulp menunjukkan hubungan yang saling mempengaruhi, terutama pada massa jenis yang mendekati 0.7. Semakin tinggi massa jenis sampai batas 0.7, maka indeks sobek meningkat walaupun hubungan tersebut relatif kecil yang

ditunjukkan dengan nilai $R^2 = 0.31$, dengan persamaan $Y = -0.314x + 0.048$.

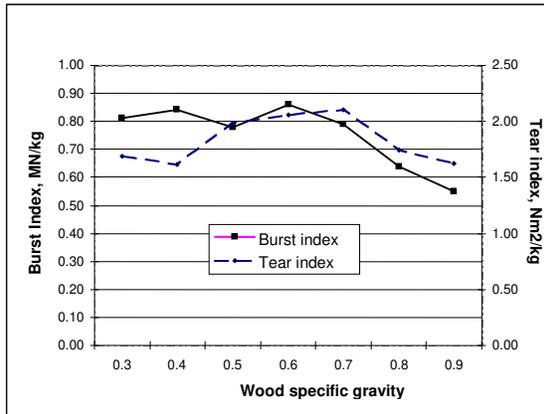


Figure 3. Wood specific gravity to quality of pulp

Sedangkan untuk indeks retak, massa jenis kayu tidak menunjukkan hubungan yang nyata, bahkan hampir tidak ada seperti ditunjukkan oleh nilai regresi yang kecil, yaitu $R^2 = 0.157$. Dari kedua parameter kekuatan pulp yaitu indeks sobek dan indeks tarik, untuk massa jenis di atas 0.7 maka kekuatan pulpnya memiliki kecenderungan akan semakin menurun, seperti terlihat pada Gambar 3. Dari analisa ini diusahakan penggunaan kayu untuk pulp secara monokultur. Untuk kayu campuran diusahakan massa jenisnya kurang dari 0.7 atau dalam mencampur kayu/serpih, komposisi massa jenis kayunya tidak didominasi oleh kayu dengan massa jenis di atas 0.7. Berdasarkan kajian tersebut diharapkan kualitas pulp dan kertas akan mendekati standar mutu pulp kayu daun lebar.

Table 2. Wood specific gravity to properties pulp (Freeness 25°SR)

Wood specific gravity	Folding endurance (m)	Burst index (mN/kg)	Tear index (Nm²/kg)	Double folds (times)
0.3	7800	0.81	1.69	46
0.4	7200	0.84	1.68	56
0.5	6733	0.78	1.98	54
0.6	8033	0.86	2.06	39
0.7	6766	0.79	2.10	39
0.8	4866	0.50	1.74	18
0.9	5666	0.74	1.62	13

Data pada Tabel 2 memperlihatkan bahwa semakin tinggi massa jenis kayu dapat berpengaruh terhadap sifat fisik lembaran pulp seperti panjang putus, indeks retak, indeks sobek dan ketahanan lipat. Semakin tinggi massa jenis kayu yang dipergunakan untuk bahan baku pulp akan terjadi gejala yang mengarah kekuatan fisiknya pada

keempat faktor tersebut akan menurun sejalan bertambahnya nilai massa jenis kayu.

Walaupun indeks sobek pada lembaran pulp tersebut memperlihatkan gejala yang hampir sama, namun terdapat perbedaan seperti yang ditunjukkan pada massa jenis 0.6 ~ 0.7 dan 0.8 ~ 0.9 terjadi penurunan kekuatan sesuai meningkatnya massa jenis kayu. Gejala pada indeks retak, massa jenis kayu menunjukkan hubungan yang relatif kecil pengaruhnya seperti ditunjukkan pula dengan koefisien regresinya yang rendah, yaitu $R^2 = 0.157$. Tebal dinding serat pada pulp dapat mempengaruhi kekuatan sobek karena dinding serat akan terkena gaya sobek ke arah samping dinding serat, sehingga lembaran kertas tersebut akan menjadi lebih kuat menahan gaya yang mengenai dinding seratnya. Dari pengamatan tersebut ternyata ada kesesuaian yang dikemukakan oleh Parham *et al.* (1983), bahwa massa jenis dari kayu kelompok *hardwood* untuk pulp dapat mempengaruhi kekuatan fisik lembaran pulpnya. Sifat tersebut dapat diperlihatkan pada Gambar 3 dan Tabel 2. Untuk melihat berbagai kecenderungan pengaruh massa jenis kayu tropis daun lebar terhadap berbagai karakter serat, kimia, proses pemasakan pulp dan kualitas lembaran pulp yang dihasilkan dapat menggunakan pendekatan melalui persamaan regresi seperti pada Tabel 3. Analisa pendahuluan ini diharapkan dapat menjadi penduga awal dalam menentukan pemilihan kayu tropis yang tepat untuk pulp.

Table 3. Correlations of wood specific gravity.

WSG	Property	Equation	R^2
WSG	Cell wall thickness **	$Y = 8.136x + 0.428$	$R^2 : 0.728$
WSG	Length Fiber	$Y = 0.357x + 1.227$	$R^2 : 0.113$
WSG	Yield *	$Y = -4.475X + 50.925$	$R^2 : 0.481$
WSG	Residual Alkali **	$Y = 4.618x + 1.439$	$R^2 : 0.693$
WSG	Lignin **	$Y = 11.304x + 19.66$	$R^2 : 0.768$
WSG	Extractive on Wood	$Y = 0.064x + 3.034$	$R^2 : 0.002$
WSG	Permanganate Number (PN) *	$Y = 8.121x + 17.651$	$R^2 : 0.307$
WSG	Kappa Number (KN) *	$Y = 16.032x + 22.994$	$R^2 : 0.317$
WSG	Extractive on pulp	$Y = -0.121x + 0.574$	$R^2 : 0.030$
WSG	Tears Index	$Y = -0.939x + 2.235$	$R^2 : 0.157$
WSG	Burst Index *	$Y = -0.314x + 0.048$	$R^2 : 0.313$
WSG	Double folds *	$Y = -3941.8x + 9088.5$	$R^2 : 0.567$
WSG	Folding endurance	$Y = -67.857x + 78.571$	$R^2 : 0.771$

Notes: Wood specific gravity (WSG) 0.30 ~ 0.98
Kraft Pulping (AA 15 %, Sulfidity 25 %, Temp. 170°C)

Kesimpulan

Pengamatan terhadap 21 contoh *hardwood* tropis yang memiliki kisaran massa jenis kayu 0.30 ~ 0.98

sebagai bahan baku pulp memperlihatkan hubungan sebagai berikut:

1. Dinding serat akan bertambah tebal sejalan dengan meningkatnya massa jenis kayu, tetapi untuk morfologi panjang serat tidak banyak dipengaruhi oleh massa jenis kayu.
2. Kandungan kimia kayu tropis khususnya kadar lignin memiliki kecenderungan dipengaruhi oleh massa jenis kayu, semakin tinggi kadar lignin maka massa jenis kayunya juga tinggi.
3. Massa jenis kayu tropis dapat mempengaruhi proses pemasakan pulp sulfat, terutama terhadap rendemen pulpnya. Semakin banyak pemakaian kayu dengan massa jenis tinggi mengakibatkan kualitas pulp yang dihasilkan kurang matang dengan *Kappa Number/ Permanganat Number* tinggi dan rendemen rendah.
4. Massa jenis kayu tropis sampai batas kurang dari 0.70 menghasilkan indek sobek yang baik, tetapi penggunaan kayu dengan massa jenis yang lebih dari 0.7 dapat mempengaruhi indeks sobek dan kualitas lembaran pulp lainnya lebih rendah.

Daftar Pustaka

- Brown, H.P.; A.J. Panshin; C.C. Forsaith. 1994. *Textbook of Wood Technology*. Vol.1. Mc.Graw-Hill Book Co. Inc. 4th.Ed.New York
- Cassey, J.P. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology*. Vol. 1, 3rd ed. Jhon Willey and son. New York
- FAO. 1976. *Evaluation of Mixed Tropical Hardwoods for Pulp and Paper Manufacture*. Food Agriculture Organization of the United Nations. Rome.
- Kellomaki, S. 1998. *Forest Resources and Sustainable Management*. Paper Making and Technology. TAPPI.
- Kocurec, M.J. 1987. *Properties of Fibrous Raw Materials and their Preparation for Pulping*. Vol.1. TAPPI – CPPA. Atlanta USA.
- Kartiwa, W. 1998. *Penyediaan Bahan Baku Kayu untuk Pulp*. PT. TEL dan Balai Besar Litbang Industri Selulosa Deperindag.
- Parhan, R.A. 1983. *Wood Physical Properties*. Pulp and Paper Manufacture. TAPPI. Joint Text Book Comm. of the Paper Industry. p.46-53
- P3HH dan PT.Sumalindo Lestari Jaya .1989. *Alih Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Industri Pulp Kertas dan Papan Serat*.
- Scott, W.E.; J.C. Abbolt. 1995. *Properties of Paper*, 2nd ed.TAPPI Press. Atlanta USA.
- Vademecum Kehutanan Indonesia 1976. Departemen Pertanian, Dirjen Kehutanan.

Diterima (*accepted*) tanggal 17 Mei 2006

Wawan Kartiwa Haroen
Balai Besar Pulp dan Kertas (BBPK), Departemen
Perindustrian
(*Center for Pulp and Paper, Department of Industry*)
Jl. Raya Dayeuhkolot 132 Bandung
Tel : 022-5202980
Fax : 022-52028671
Email : wawankh@dprin.go.id; wawankh@yahoo.com

Appendix 1. Effect of wood specific gavity to Kraft pulp characteristic
 (Active Alkali 15%, Sufidity 25%, Ratio 1:4, Temp.170°C, Cooking time 3.5 hours, 21 tropical hardwood species)

Basic specific gavity	Basic specific gavity interval	Length fiber mm	Cell wall thickness μm	Total yield pulp %	Residu of Alkali g/l	Lignin content %	Extractive of wood %	(PN)	(KN)	Brightness % GE	Extractive on pulp %	Burst index MN/kg	Tear index Nm ² /kg
0.3	0.3-0.39	1.49	3.83	50.37	3.20	24.10	2.28	19.67	27.00	26.33	0.40	0.81	1.69
0.4	0.4-0.49	1.20	3.00	47.70	3.73	24.23	3.80	22.63	32.60	29.17	0.80	0.84	1.51
0.5	0.5-0.59	1.26	4.00	49.17	3.47	23.77	2.64	17.40	22.83	29.00	0.39	0.78	1.98
0.6	0.6-0.69	1.64	5.58	47.78	3.07	25.00	2.79	25.33	38.23	22.98	0.54	0.86	2.06
0.7	0.7-0.79	1.27	4.67	49.22	4.27	28.77	4.84	25.87	38.97	16.83	0.46	0.79	2.10
0.8	0.8-0.89	1.83	8.67	46.42	6.00	30.40	3.06	21.77	31.03	23.33	0.37	0.64	1.74
0.9	0.9-0.99	1.40	7.42	47.03	5.73	28.87	2.10	25.00	37.63	20.17	0.55	0.55	1.62

Source: FAO 1976