

**PEMANFAATAN CABANG DENGAN KULIT KAYU SENGON
(*PARASERIANTHES FALCATARIA* L. NIELSEN)
SEBAGAI BAHAN BAKU PULP DALAM UPAYA MENGURANGI
KERUSAKAN HUTAN**

Ridwan Yahya

Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu

Jl. Raya Kandang Limun, Bengkulu 38371. e-mail: ridwanyahya@yahoo.com

Abstract

*Based on preliminary researches, stem and branchwood of *Paraserianthes falcataria* L. Nielsen were suitable as raw material for pulp and paper manufacture. For the whole tree the highest proportion of bark was found in branches and the top of the tree with a value ranging 20 – 35%. Up to now, the pulp industries have spent money to remove bark of *P. falcataria* branch before pulping. The objective of this study was to know the suitability of branches including bark as raw material for pulp and paper manufacture. Samples were determined for fiber dimension and its derivation. Screened chips were cooked with the Kraft process. Liquor-to-wood-ratio was 4 : 1. Chemical charge was 13.3% NaOH and 6.7% Na_2S . The temperature was raised from room temperature to 170 °C for 90 min and kept at this temperature for 90 min. Pulp was washed; then kappa number, screened and rejected pulp, residual of black liquor were determined. Research results showed that pulp branchwood with bark has the values of screened pulp yield, alkali consumption, and kappa number 46.91%; 9.57; and 25.63, respectively. It paper product has the values of breaking length, burst factor, stretch, tensile strength, and opacity 9.94; 83.80; 3.57%; 1,733.34; 6.33 kN/m, and 92.85%, respectively. Based on those results, paper from branchwood with bark meets requirement for book, mimeograph, and photocopy papers.*

Keys words: branch with bark, *paraserianthes falcataria*, pulp, paper

1. Pendahuluan

Industri pulp dan kertas Indonesia pada umumnya berproduksi dibawah kapasitas terpasang disebabkan oleh rendahnya pasokan bahan baku. Karena itu pemerintah tidak mengizinkan penambahan kapasitas terpasang atau pendirian industri baru. Solusinya pemerintah mendorong pembangunan Hutan Tanaman Industri (HTI) pulp dan kertas dengan daur yang pendek dan hutan rakyat untuk memenuhi kebutuhan bahan baku tersebut. Namun demikian hingga Januari 2003, dari lima HTI milik industri pulp dan kertas yang tergolong besar di Indonesia yaitu PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP), PT. Indah Kiat Pulp and Paper (IKPP), PT. Kiani Kertas (KK), PT. Toba Pulp Lestari (TPL) dan PT. Kertas Kraft Aceh (KKA), hanya mampu memenuhi sebesar 13.823.118 m³ per tahun (61.63%),

sedangkan kapasitas terpasang kelima industri tersebut adalah 22.430.340 m³ per tahun. Secara keseluruhan kelima industri tersebut mengalami kekurangan bahan baku 8.607.222 m³ kayu per tahun (Direktur Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hutan. 2003. Pada tahun 2003 Departemen Kehutanan hanya mengeluarkan jatah tebangan hutan alam sebesar 6,8 juta m³ (Syumanda, 2008). Kondisi inilah yang disinyalir oleh Barr (2000) dalam FWI/GFW (2001) bahwa sebagian besar bahan baku industri pulp dan kertas berasal dari hasil curian atau kegiatan penebangan liar. Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan dan hasil diskusi dengan para praktisi industri pulp pada akhir tahun 2008, pasokan bahan baku belum seperti yang diharapkan, sehingga dapat disimpulkan bahwa hingga saat ini kebutuhan material untuk memenuhi

kapasitas terpasang mesin industri pulp jauh melebihi jumlah bahan baku kayu yang tersedia.

Uraian tersebut di atas menggambarkan betapa pentingnya tambahan bahan baku untuk memenuhi kapasitas industri pulp kertas yang ada. Bahkan untuk mengantisipasi penambahan kapasitas terpasang untuk mengencot ekspor sesuai strategi yang menjadikan pulp dan kertas sebagai sepuluh komoditas andalan ekspor. Usaha serius Departemen Kehutanan adalah mengintruksikan kepada semua perusahaan pulp dan kertas untuk menandatangani perjanjian kesanggupan membangun HTI dihadapan notaris. Perjanjian tersebut berbunyi jika penanaman tidak sesuai perjanjian, maka industri pulp dan kertas tersebut diajukan ke pengadilan baik secara perdata maupun pidana.

Upaya lain yang tak kalah pentingnya dilakukan adalah optimalisasi pemanfaatan kayu hasil dari hutan tanaman (Woster and Vintje, 1968; Keays and Hotton, 1971; Walgreen and Ellis, 1978; Haygreen and Bowyer, 1996, and Ibnusantoso, 1998). Pengamatan lapangan pada dua pemasok kayu untuk industri pulp dan kertas menunjukkan pemandangan yang sangat “ganjil” dengan kondisi kekurangan bahan baku yang kita alami. HTI PT. Arara Abadi yang memasok kayu ke PT. IKPP dan HTI PT. Musi Hutan Persada sebagai pemasok kayu ke industri PT. Tanjungenim Lestari Pulp and Paper (TEL), keduanya meninggalkan kayu hasil berdiameter kecil dari 8 cm ditempat penebangan. Kedua industri penerimanya hanya menerima dan membeli kayu yang berdiameter lebih dari 8 cm. PT. TEL setiap harinya menerima kayu dari PT. MHP sebesar 8000 m³ (Ryan, 2000). Supriadi (2002) melaporkan bahwa kayu yang berdiameter 4 – 8 cm yang tertinggal di lokasi tebangan PT. MHP adalah 10,43% atau 30.456,26 m³ per tahun.

Riset pendahuluan pemanfaatan cabang kayu sengon (*Paraserianthes falcataria*, L. Nielsen) sebagai bahan baku pulp kertas telah dilakukan. Pulp dan kertas cabang kayu sengon memenuhi kriteria sebagai kertas buku, *mimiograph* dan *fotocopy* (Yahya, 2003b). Kualitas pulp dan kertas cabang ini tidak berbeda nyata dengan penelitian sebelumnya terhadap kualitas pulp kertas dari batang kayu yang sama (Yahya, 2003a).

Fenomena lain yang menarik dari penelitian tersebut adalah ditemukannya porsi kulit yang tinggi pada cabang kayu sengon. Pengamatan ini diperkuat

oleh Fengel dan Wegener (1989) yang mengatakan bahwa proporsi kulit tertinggi ditemukan pada cabang dan bagian ujung pohon yaitu berkisar 20 – 35%. Porsi kulit yang tinggi pada kayu daun lebar tentunya merupakan sumber potential penghasil serat (Haygreen dan Bowyer, 1996). Kegiatan pengulitan pada kayu yang berukuran kecil, akan lebih sulit dan memerlukan biaya “extra”. Oleh karena itu dirasa perlu melakukan penelitian pembuatan pulp kertas cabang tanpa dikuliti dari kayu sengon. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui rendemen, konsumsi alkali dan kappa number pulp cabang tanpa dikuliti dari kayu sengon, mengetahui sifat-sifat kertas dari cabang kayu sengon tanpa dikuliti, dan untuk mengamati kesesuaian sifat pulp dan kertas dari cabang kayu sengon tanpa dikuliti sebagai kertas buku, *mimiograph* dan *fotocopy*.

2. Bahan dan Metode

2.1 Bahan

Bahan yang diteliti adalah cabang kayu sengon tanpa mengalami pengulitan. Pohon sengon ini berasal dari the Jambore Site, Makiling Forest, College, Laguna Philippines. Penelitian ini dilakukan di Department of Forest Product and Paper Science, College of Natural and Forestry Resources, University of the Philippines Los Banos (UPLB) dan Department of Research and Development Institute (FPRDI), Department of Science and Technology, Laguna, Philippines.

2.2 Metode

Pengukuran variabel-variabel dalam penelitian ini menggunakan metode-metode standar sebagaimana yang juga digunakan oleh Misra (1972) dalam menyusun Lampiran 1.

Pengukuran Dimensi Serat

Terlebih dahulu disiapkan sampel yang mewakili kulit cabang kayu sengon. Sample tersebut selanjutnya dipotong-potong hingga berukuran seperti korek api (2 x 2 x 25) mm dan dimasukkan kedalam tabung reaksi yang telah berisi cairan pemasak (30% *hydrogen peroxida* dan 60% *asam asetat glacial*). Tabung reaksi ditempatkan pada *waterbath* yang berisi air mendidih hingga sampelnya berubah warna menyerupai kapas. Sisa cairan pemasak selanjutnya dibuang dan sampel

dicuci dengan air hingga bebas dari aroma asam. Sampel yang masih dalam tabung selanjutnya diberikan safranin dan diukur dimensi sel-nya.

Dimensi yang diukur adalah panjang, tebal dinding dan diameter serat serta diameter rongga serat. Selanjutnya dilakukan perhitungan nilai turunan dimensi serat yang meliputi bilangan runkel (*runkel ratio*), bilangan muhlstep (*muhlstep ratio*), daya tenun (*felting power*), koefisien kekakuan (*coefficient of rigidity*) dan nilai flexibility (*flexibility ratio*). Formula yang digunakan untuk menghitung nilai-nilai turunan serat tersebut adalah:

Runkel Ratio (RR) Coefficient of rigidity (RC)

$$RR = \frac{2W}{l} \qquad CR = \frac{W}{D}$$

Muhlstep ratio (MR) Flexibility ratio (FR)

$$MR = \frac{D^2 - l^2}{D^2} \qquad FR = \frac{l}{D}$$

Felting power (Fp)

$$Fp = \frac{L}{D}$$

di mana :

- W = tebal dinding serat
- l = diameter rongga serat
- L = panjang serat
- D = diameter serat

Penentuan Kerapatan Kayu

Kerapatan kayu kering tanur ditentukan berdasarkan rumus Smith (1954) yang dikutip oleh Saguing (1991) :

$$\text{Kerapatan kayu kering tanur} = \frac{Gg}{1 - 0.27 Gg}$$

$$Gg \text{ dihitung dengan rumus: } Gg = \frac{1}{\frac{Gw - odw}{odw} + \frac{1}{1.53}}$$

Density_{odw} = Kerapatan kayu berdasarkan berat dan volume kering tanur (solid material density based on oven dry weight and oven dry volume)

Gg = berat jenis kayu basah (green specific gravity)

Gw = berat basah (green weight)

odw = berat kayu kering tanur (oven dry weigth)

0.27 and 1.53 = konstanta

Pembuatan Pulp Dan Handsheet Kertas

Cabang dengan kulit kayu sengon terlebih dahulu dibuat chips sebelum dimasak menjadi pulp. Pembuatan chips dilakukan menggunakan *Commercial six-knife Summer Chip*. Chips yang dihasilkan selanjutnya disaring untuk menghilangkan mata kayu dan chips yang berukuran terlalu besar atau terlalu kecil. Chips yang diterima adalah chips yang tertinggal pada saringan berukuran 5/8 dan 3/8 inch. Kemudian chips tersaring dimasak (*pulping*) dengan kondisi *kraft* sebagai berikut:

Bahan kimia dan konsentrasinya:

- Sodium hydroxide,% 13,3
- Sodium sulfide,% 6,7

Waktu pemasakan:

- Waktu dari temperatur kamar ke temperatur maximum (170 °C), menit 90
- Waktu pada 170 °C 90

Perbandingan bahan kimia dan kayu, liter/kg ... 4 : 1

Diakhir periode *pulping* (pemasakan), representatif sample dari bekas cairan pemasak (*spent/black liquor*) dianalisa untuk mengetahui residu aktif alkali.

Pulp yang dihasilkan kemudian dicuci, dipisahkan (*disintegrating*) untuk menghindari bongkahan serat (*fiber bundles*), seterusnya disaring dan dipress. Pulp tersebut kemudian dihitung rendemen dan *reject*-nya serta ditentukan *kappa number*-nya berdasarkan Tappi 236 dan SCAN-C 1:59. Pulp ini selanjutnya digiling (*beaten*), dibuat *handsheet* dan ditest.

Analisa data

Data hasil penelitian disajikan dalam bentuk tabulasi, rerata dan deskripsi. Untuk memprediksi kualitasnya sebagai bahan baku pulp dan kertas maka data yang diperoleh dibandingkan dengan

klasifikasi kualitas kayu berdaun lebar sebagai bahan baku untuk industri pulp dan kertas (Lampiran 1), serta data kerapatan kayu, rendemen, kappa number, alkali konsumsi serta sifat fisik pulp batang dan cabang sengon hasil penelitian sebelumnya.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Dimensi Serat dan Turunannya

Dimensi serat kulit kayu sengon dan hasil perhitungan nilai turunannya disajikan pada Tabel 1.

Menurut Panshin (1980) *bast fiber* adalah serat dari *secondary phloem*. Bast fiber memiliki ciri oblong dan dinding sel tebal (Fengel dan Wegener, 1989). Haygreen dan Bowyer (1996) berpendapat bahwa, serat kulit kayu daun lebar merupakan bagian penyusun paling potensial dari kulit.

3.2 Kerapatan Kayu

Kerapatan cabang tanpa dikuliti dari kayu sengon adalah 405 kg/m³. Nilai kerapatan ini lebih tinggi dari nilai kerapatan cabang tanpa kulit maupun

Tabel 1. Dimensi serat dan turunannya dari dari kulit kayu sengon

No	Dimensi serat	Kulit	Batang*	Cabang**
1	Panjang serat (millimeter)	1,373	1,172	0,888
2	Diameter serat (millimeter)	0,0160	0,0265	0,0211
3	Diameter rongga/lumen (millimeter)	0,0092	0,0178	0,0178
4	Tebal dinding sel (millimeter)	0,00337	0,00435	0,0324
5	Runkel ratio	0,733	0,487	0,444
6	Felting power/slenderness ratio/ daya tenun	88,58	44,23	42,09
7	Flexibility ratio/fiber ratio/kelelasan	0,594	0,672	0,692
8	Coefficient of rigidity	0,2197	0,1634	0,1536
9	Muhsteph ratio	66,93	54,88	52,12
10	Fiber density	0,421	0,328	0,307

* Hasil penelitian Yahya (2003a) pada jenis kayu yang sama.

** Hasil penelitian Yahya (2003b) pada jenis kayu yang sama.

Kulit kayu cabang memiliki nilai panjang serat dan daya tenun serat (*felting power*) yang lebih tinggi daripada cabang maupun batangnya. Hasil ini sejalan yang ditemukan oleh Roxas (1996) pada *Hibiscus teleaceus* dimana kulit species tersebut memiliki serat yang lebih panjang daripada batangnya. Menurutny ini disebabkan karena ditemukannya *bast fiber* pada kulit species tersebut.

batangnya. Nilai kerapatan cabang tanpa kulit kayu sengon adalah 378 kg/m³ (Yahya, 2003b), sedangkan untuk batangnya adalah 373 kg/m³ (Yahya, 2003a). Fenomena ini diperkuat oleh Haygreen dan Bowyer (1996) bahwa berat jenis atau kerapatan batang kualitas kayu berdaun lebar pada beberapa jenis adalah lebih rendah daripada cabang dan kulitnya.

Berdasarkan kelas kualitas kayu sebagai bahan

Tabel 2. Rendemen, kappa number dan Komsumsi alkali cabang dengan kulit kayu sengon.

Sifat-sifat	Cabang dengan kulit	Batang*	Cabang**
Rendemen			
- Tersaring (screened yield) %	46,91	49,98	49,32
- Rejected (%)	0,11	0	0,09
Kappa number	25,63	26,59	22,33
Konsumsi alkali	9,57	10,43	9,70

* Hasil penelitian Yahya (2003a) pada bagian sampel dan jenis kayu yang sama.

** Hasil penelitian Yahya (2003b) pada bagian sampel dan jenis kayu yang sama.

baku untuk industri pulp dan kertas oleh Misra (1972) (Lampiran 1), kerapatan cabang kayu sengon tanpa dikuliti dapat dikategorikan kelas kualitas I.

3.3 Pulp

a. Rendemen, Kappa Number, dan Komsumsi Alkali

Hasil penilaian nilai rendemen, *kappa number*, dan *komsumsi alkali* cabang dengan kulit kayu sengon hasil penelitian disajikan pada Tabel 2.

Nilai rendemen, kappa number dan komsumsi alkali cabang dengan dan tanpa kulit serta batang kayu sengon dapat dikatakan relatif sama (Tabel 2). Pada Tabel tersebut juga terlihat adanya kecenderungan meningkatnya *reject* pada cabang dengan kulit, diduga sebagai akibat terikutnya kulit pada pembuatan pulp.

Berdasarkan nilai rendemen, *kappa number* dan *komsumsi alkali*, pulp cabang dengan kulit kayu sengon dapat dikategorikan dalam kelas kualitas I sebagai bahan baku industri pulp dan kertas (Lampiran 1). Hal ini berarti sama dengan kualitas cabang tanpa kulit dan batang dari kayu yang sama. Kelas kualitas cabang tanpa kulit kayu sengon adalah I (Yahya, 2003b), demikian halnya dengan batangnya (Yahya, 2003a).

b. Sifat *Handsheet* Kertas

Hasil pengujian sifat-sifat *handsheet*/lembaran kertas cabang dengan kulit kayu sengon disajikan pada Tabel 3.

Berdasarkan persyaratan untuk kertas buku grade B type I dan II, *mimiograph* dan *fotocopy (plain papers copier)* pada Lampiran 2, maka dapat

dikatakan bahwa nilai *tensile strength* (CD dan MD) dan *opacity* cabang dengan kulit kayu sengon telah memenuhi persyaratan ketiga jenis kertas tersebut.

Table 3 juga menunjukkan bahwa nilai kekuatan sobek, *tensile strength*, daya regang dan panjang putus cabang dengan kulit kayu sengon lebih tinggi daripada cabang tanpa kulitnya, bahkan nilai kekuatan lipatnya lebih tinggi daripada batangnya. Hal ini diduga karena kulit cabang kayu sengon mengandung *bast fiber*. Menurut Casey (1980) *bast fiber* memiliki serat yang lebih panjang daripada type sel atau serat yang lain. Serat yang panjang akan menghasilkan *tensile strength*, kekuatan pecah dan kekuatan lipat yang tinggi (Casey, 1980 dan Ona et al, 2001), demikian juga dengan nilai kekuatan sobek (Casey, 1980; El-Hosseiny dan Anderson, 1999 dan Ona et al, 2001).

Jika didasarkan pada kelas kualitas kayu sebagai bahan industri pulp dan kertas (Lampiran 1) nilai *burst factor*, daya regang, panjang putus dan kekuatan lipat kertas cabang dengan kulit kayu sengon dapat dikategorikan kualitas I.

4. Simpulan dan Saran

4.1 Simpulan

- 1) Kulit cabang kayu sengon memiliki nilai panjang serat dan daya tenun/*felting power* yang lebih tinggi. Hal ini menyebabkan beberapa kekuatan lebih tinggi daripada kekuatan fisik kertas cabang yang dikuliti maupun batangnya;
- 2) Jika didasarkan pada kelas kualitas kayu sebagai bahan industri pulp dan kertas nilai *burst factor*, daya regang, panjang putus, dan kekuatan lipat

Tabel 3. Sifat-sifat lembaran kertas cabang dengan kulitnya dari kayu sengon dibandingkan cabang dan batangnya (tanpa kulit)

Sifat-sifat Kertas	Cabang dengan kulit	Cabang tanpa kulit*	Batang (tanpa kulit)**
Factor pecah/ <i>tear factor</i>	104,36	99,15	95,56
Kekuatan sobek/ <i>burst factor</i>	83,80	76,05	88,78
<i>Tensile strength</i> (kN/m)	6,33	6,00	6,44
Daya regang/ <i>stretch</i> (%)	3,57	3,37	3,74
Panjang putus/ <i>breaking length</i> , km	9,94	9,62	10,23
Ketahanan lipat/ <i>folding endurance</i>	1.723,43	1.584,93	1.383,04
<i>Opacity</i> , %	92,85	99,03	94,20

** Hasil penelitian Yahya (2003b) pada jenis kayu yang sama.

* Hasil penelitian Yahya (2003a) pada jenis kayu yang sama.

- kertas cabang dengan kulit kayu sengon dapat dikategorikan kualitas I;
- 3) Nilai kekuatan sobek, *tensile strength*, daya regang dan panjang putus cabang dengan kulit kayu sengon lebih tinggi daripada cabang tanpa kulitnya. Bahkan nilai kekuatan lipatnya lebih tinggi daripada batangnya. Hal ini diduga karena kulit cabang kayu sengon mengandung bast fiber;
 - 4) Berdasarkan persyaratan untuk kertas buku grade B type I dan II, *mimiograph* dan *fotocopy* (*plain papers copier*), maka dapat dikatakan bahwa nilai *tensile strength* (CD dan MD) dan

opacity cabang dengan kulit kayu sengon telah memenuhi persyaratan ketiga jenis kertas tersebut.

4.2 Saran

- 1) Penelitian selanjutnya dibutuhkan untuk menentukan distribusi dan sifat bast fiber pada kulit kayu sengon dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat pulp dan kertas.
- 2) Dibutuhkan penelitian aspek ekonomi penggunaan cabang dengan kulit kayu sengon untuk mengetahui kelayakan implementasinya di industri pulp kertas.

Daftar Pustaka

- Casey, P.J. 1980. *Pulp and Paper*. Vols. 1, 2 and 3. 3rd ed. John Wiley and Sons, Ltd. New York.
- Direktur Bina Pengolahan dan Pemasaran Hasil Hutan. 2003. *Industri Pulp dan Kertas Kekurangan Bahan Baku*. Departemen Kehutanan. Jakarta
- El-Hosseiny F. and D. Anderson. 1999. *Effect of Fiber Length and Coarseness on the Burst Strength of Paper*. Tappi. Vol. 82. No.1:202-203.
- Fengel, D. and G. Wegener. 1989. *Wood: Chemistry, Ultrastructure, Reactions*. Walter de Gruyter and Co., Berlin.
- FWI/GFW. 2001. *Potret Keadaan Hutan Indonesia. Bogor, Indonesia: Forest Watch Indonesia dan Washington D.C.: Global Forest Watch: 40-48*
- Haygreen, J.G. and J.L. Bowyer. 1996. *Forest Products and Wood Science An Introduction*. Third Edition. Iowa University Press, Ames, Iowa.
- Ibnusantoso, G. 1998. *Issues for the Indonesian Pulp and Paper Industry*. Paper Asia. January.
- Keays, J.L. and J.V. Hatton., 1971. Complete-Tree Utilization Studies I. Yield and Quality of Kraft Pulp from the Components of *Tsuga heterophylla*. Tappi vol. 54. No. 1.
- Misra, N.D. 1972. *A Method for Grading Tropical Hardwood*. Pulp and Paper International. Berita Selulosa X (4).
- Ona T, T. Sonoda, K.Ito, M.Shibata, Y. Tamai, Y. Kojima, J.Ohshima, S.Yokota and N.Yoshizawa. 2001. Investigation Of Relationship Between Cell And Pulp Properties In *Eucalyptus* By Examination Of Within-Tree Property Variations. *Wood Science and Technology* Vol. 35 No.3: 363-375.
- Panshin, A. J. 1980. *Textbook of Wood Technology*. McGraw-Hill, Inc. United States of America.
- Philippine National Standard for Book Paper (No. 70), Mimeographing Paper (No. 122), Onion Skin Paper (No. 125), and Newsprint Paper (NO. 126). 1988. *Bureau of Product Standard*. Department of Science and Technology. Philippines.
- Roxas, E.S. III. 1996. *The Evaluation of Malubago (Hibiscus tiliacus L.) for Pulp and Paper Manufacture*. Master's Thesis. UPLB, College, Laguna. Philippines.
- Ryan, B. 2000. *Tanjungenim Lestari Pulp and Paper, Musi : A Bright Future for Pulp*. Mill Report, Papermaker. p 26 – 36.
- Saguing, T.P. 1991. Wood Quality Evaluation of *Acacia mangium* Wild. Master's Thesis. UPLB, College, Laguna. Philippines.
- Supriadi, B. 2002. Potensi Kayu Sisa Tebangan Berdiameter 4 – 8 cm serta Alternatif Pemanfaatannya. *Technical Notes* Vol. 12, No.3. Research and Development HTI PT. Musi Hutan Persada.

- Syumanda, R. 1 Pebruari 2008. Hutan Indonesia di Ambang Kepunahan, (online) (<http://www.jurnalcelebes.org>, diakses 1 Pebruari 2010).
- Walgreen, H.G. and T.H. Ellis. 1978. Potential Resource Availability with Whole-tree Utilization. *Tappi*. Vol. 61. No. 11
- Worster, H.E. and M.G. Vinje. 1968. *Kraft Pulping of Western Hemlock Tree Tops and Branches. Pulp and Paper Magazine of Canada*. Technical Paper T308.
- Yahya, R. 2003a. Kualitas Pulp Kertas Batang Kayu Sengon *Paraserianthes falcataria* L. Nielsen. Makalah dipresentasikan pada *Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) VI* tanggal 1- 2 Agustus 2003 Bukit Tinggi.
- Yahya, R. 2003b. Pembuatan Pulp Kertas dari Cabang Kayu Sengon *Paraserianthes falcataria* L. Nielsen. Makalah dipresentasikan pada *Seminar Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia (MAPEKI) VI* tanggal 1- 2 Agustus 2003 Bukit Tinggi.

Lampiran

Lampiran 1. Kelas Kualitas Kayu Berdaun Lebar sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas

FEATURES	CLASS							
	I		II		III		IV	
Wood density, kg/m ³	> 200	100	200-150	50	150-120	25	< 120	12.5
Felting power	> 100	100	50-100	50	30-50	25	< 30	12.5
Yield of pulp, (%)	> 44	100	40-44	50	34-40	25	< 34	12.5
Alkali consumption, (%)	< 18	100	18-20	50	20-22	25	> 22	12.5
Permanganate number	< 18	100	18-22	50	22-30	25	< 30	12.5
Breaking length, m	> 5000	25	3500-5000	12.5	2000-3500	6.25	< 2000	3.125
Burst factor	> 25	25	20-25	12.5	15-20	6.25	< 15	3.125
Stretch	> 2.5	25	1.5-2.5	12.5	1.0-1.5	6.25	< 1.0	3.125
Folding endurance	> 25	25	20-25	12.5	15-20	6.25	< 15	3.125
Total value	600		300		150		75	
Value interval	> 600		599-300		299-150		149-75	

Source : Misra (1972)

Lampiran 2. Philippine National Standard for Book, Mimeographing, Onion, and Newsprint paper.

Feature	Book paper*		Mimeographing paper**				Onion paper***				Newsprint paper****					
	TII		TIII		TI		A		B		A		B			
	A	B	A	B	T	I	A	B	A	B	A	B	A	B		
Grammage, g/m ²	70	70	55	55	70	60	24	24	28	28	32	32	41	46	49	52
Thickness, mm.	0.095	0.095	0.075	0.075	0.1	.09	.040	.040	.050	.050	.055	.055	.071	.076	.081	.089
Tensile strength, kN, minimum																
-MD	3.0	2.5	2.6	2.2	2.6	2.2	1.2	0.8	1.3	1.0	1.4	1.2	1.5	1.57	1.63	1.77
-CD	2.0	1.6	1.6	1.2	1.3	1.0	0.6	0.5	0.7	0.6	0.8	0.7	0.6	0.62	0.65	0.72
Brighthness,%, Minimum	82	74	82	74	80	80	80	74	80	74	80	74	47	47	47	47
Opacity,%, Minimum	88	88	86	86	85	82							87	89	90	91

Note: * Philippine National Standard (PNS) 70 :1988

** Philippine National Standard (PNS) 122 :1988

*** Philippine National Standard (PNS) 125 :1988

**** Philippine National Standard (PNS) 126 :1988

T =Type

A,B=Grade

Grammage tolerance \pm 5% for mimeographing and + 5% for onion paper.

Thickness: tolerance for newsprint \pm 0.013, minimum for mimeographing, and maximum for onion paper.