

# ANALISIS MORFOLOGI SERAT DAN SIFAT FISIS-KIMIA PADA ENAM JENIS BAMBU SEBAGAI BAHAN BAKU PULP DAN KERTAS

## *Analysis of Fiber Morphology and Physical-Chemical Properties of Six Species of Bamboo as Raw Material for Pulp and Paper*

Widya FATRIASARI<sup>1</sup> dan Euis HERMIATI<sup>1</sup>  
Corresponding Author : [fatriasari@yahoo.com](mailto:fatriasari@yahoo.com)

### ABSTRACT

Six species of bamboos, that were andong bamboo (*Gigantochloa verticillata*), tali bamboo (*Gigantochloa apus*), hitam bamboo (*Gigantochloa nigrocollata*), ampel bamboo (*Bambusa vulgaris*), betung bamboo (*Dendrocalamus asper*), and kuning bamboo (*Bambusa vulgaris*), were analyzed for their fiber morphological as well as their physical-chemical properties. Results of these analysis would be used as a matter of consideration in choosing species of bamboos to be used as raw material for pulp and paper. Fiber morphological analyses include determination of fiber dimensions and followed by calculation of derivation of fiber dimensions. Determination of fiber dimensions includes fiber length, fiber diameter, lumen diameter and cell wall thickness, while calculation of derivation fiber dimensions includes runkell ratio, felting power/slenderness), muhlsteph ratio, coefficient of rigidity and flexibility ratio. Physical analyses include moisture content and specific gravity, while chemical analyses include determination of extractive (ethanol-benzene), hot water solubles, cold water solubles, lignin, holocellulose, ash and silicate contents. Results of this study showed that of the six species of bamboos studied, kuning bamboo had the most suitable properties as raw material for pulp and paper, followed by betung, tali, andong, hitam, and ampel bamboos.

*Keywords* : Bamboo, fiber morphology, physical-chemical properties, pulp, paper

### PENDAHULUAN

Pemilihan jenis bahan baku memegang peranan penting dalam efisiensi pemanfaatan bahan berlignoselulosa untuk pulp dan kertas karena karakter spesifik yang dimiliki, seperti sifat fisis, kimia dan morfologi serat masing-masing bahan berbeda. Kualitas lembaran kertas yang dihasilkan pada

dasarnya dipengaruhi oleh sifat-sifat bahan bakunya terutama berat jenis, dimensi serat dan turunannya serta komponen kimianya. Komponen kimia bahan baku antara lain berpengaruh terhadap konsumsi bahan pemasak, kemudahan bahan kimia berpenetrasi, berat jenis berpengaruh terhadap kesesuaian proses pemasakan pulp. sedangkan morfologi serat berpengaruh terhadap kualitas jalinan ikatan antar serat dan kemudahan terfibrilasi.

Menurut Nasendi 1995 dalam Herliyana *et al.* (2005), Bambu merupakan salah satu bahan berlignoselulosa yang menghasilkan selulosa per ha 2-6 kali lebih besar dari pinus. Peningkatan biomassa bambu per hari 10-30%, sementara itu peningkatan biomassa pohon kayu hanya 2,5%. Bambu dapat dipanen dalam 4 tahun, lebih singkat dibanding 8-20 tahun untuk jenis pohon kayu yang cepat tumbuh. Kadarisman dan Silitonga (1976) mengungkapkan bahwa masalah yang dihadapi dalam pembuatan pulp bambu ialah banyaknya jenis-jenis bambu, sehingga pulp yang dihasilkan tidak seragam tingkat kemasakan dan kekuatan fisiknya. Selain itu, pada pemanenan bambu, sulit dipisahkan antara bambu tua dan bambu muda, walaupun dapat dipisahkan biayanya relatif mahal. Bambu di atas umur 1 tahun (bambu dewasa) memberikan hasil seragam dan kekuatan fisik yang optimal.

Bambu diduga memiliki kesesuaian sebagai bahan baku pulp dan kertas ditinjau dari segi anatomis dan komposisi kimianya karena mempunyai serat panjang (3-4 mm) (Kadarisman dan Silitonga 1976). Selain itu, kualitas pulp dari bambu berada di antara bahan baku kayu dan rumput-rumputan, dan dilihat dari rasio antara panjang dan lebar serat, bambu adalah yang tertinggi nilainya di antara ketiga bahan baku (bambu, kayu, rumput-rumputan) (Maoyi 2006). Panjang serat bambu setara dengan kayu *red spruce* dan lebih panjang dari pinus (Andtbacka 2006). Kandungan selulosa pada bambu cukup tinggi, sekitar 42,4-53,6%. Adapun kandungan senyawa lainnya adalah lignin, 19,8-26,6%, pentosan 1,24-3,77% dan kadar abu 1,24-3,77%, kadar silika 0,10-1,78%, kadar ekstraktif : kelarutan air dingin 4,5-9,9%, kelarutan air panas 5,3-11,8%, kelarutan alkohol benzena 0,9-6,9% (Gusmailina dan Sumadiwangsa 1988 dalam Krisdianto *et al.* 2000).

<sup>1</sup> UPT BPP Biomaterial LIPI, Cibinong, Bogor

Pemanfaatan bambu menjadi bahan baku pulp dan kertas di Indonesia telah diterapkan pada industri di daerah Gowa dan Banyuwangi. Namun karena kendala bahan baku, maka perusahaan kertas tersebut lebih banyak menggunakan bahan baku lain (Krisdianto *et al.* 2000). Sejak 1700 tahun lalu China sangat mengandalkan bahan bambu yang berusia 3-5 tahun sebagai bahan baku pada industri kertasnya (Maoyi 2006). Selain itu, industri di India juga menggunakan bambu sebagai bahan baku (Kadarisman *et al.* 1976). Pulp sulfat dari 100% bahan bambu mempunyai bilangan permanganat dan faktor retak yang terendah tetapi mempunyai kekuatan sobek yang tertinggi (Pasaribu dan Silitonga 1974 *dalam* Krisdianto *et al.* 2000).

Mengingat potensi yang cukup besar dari bambu sebagai bahan baku pulp dan kertas dan beragamnya jenis bambu yang ada di Indonesia, maka penelitian ini dilakukan. Pada penelitian ini dilakukan analisis morfologi serat (dimensi serat dan turunannya) dan sifat fisis-kimia bambu. Dengan melakukan analisis tersebut diharapkan dapat diketahui jenis bambu yang sesuai untuk produksi pulp dan kertas.

## BAHAN DAN METODE

Enam jenis bambu komersial yang digunakan berumur kurang lebih 3 tahun dari Gunung Sindur Bogor. Jenis bambu tersebut adalah bambu andong (*Gigantochloa verticillata* (Wild) Munro), bambu tali/apus (*Gigantochloa apus* (Bl.ex Schult.f.) Kurz.), bambu hitam (*Gigantochloa nigrocollata* Kurz.), bambu ampel (*Bambusa vulgaris*), bambu betung (*Dendrocalamus asper* (Schult.f.) Backer ex Heyne) dan bambu kuning (*Bambusa vulgaris* Schard var. *vitata*).

Bambu yang telah dipilih dibuat serpih (*chip*) dengan ukuran 1,6 cm dengan *drum chipper* kemudian digiling dengan *hammermill*. Serat disiapkan melalui proses maserasi (metode schulte). Dimensi serat yang diukur meliputi panjang serat, diameter serat, diameter lumen, tebal dinding sel. Kemudian dilakukan penghitungan nilai turunan dimensi serat yang meliputi *runkell ratio* ( $2x$  tebal dinding sel/diameter lumen), *feltting power* (panjang serat/diameter serat), *muhlsteph ratio* ((diameter serat kuadrat-diameter lumen kuadrat)/diameter serat kuadrat)  $\times 100\%$ , *coefficient of rigidity* (tebal dinding serat/diameter serat) dan *flexibility ratio* (diameter lumen/diameter serat) (Utama 1995). Sifat fisis yang meliputi berat jenis dan warna, masing-masing ditentukan dengan metoda pencelupan dan secara visual. Analisis kimia menggunakan serbuk ukuran 40-60 mesh, meliputi : kadar ekstraktif : zat terlarut dalam etanol benzena (ASTM D 1107-56, Reapproved 1995), zat terlarut dalam air panas dan air dingin (ASTM D-1110-84, Reapproved 1995), zat terlarut dalam NaOH 1% (ASTM D1190-84, Reapproved 1995), kadar lignin (klason), holoselulosa (wise), kadar abu (TAPPI T 211 cm-86) dan kadar silika (TAPPI T 245 om-94).

Berdasarkan analisis morfologi serat dan sifat fisis-kimia maka dipilih bambu yang akan digunakan sebagai bahan baku

pulp dan kertas dengan cara memberikan nilai untuk setiap parameter, yaitu nilai 6 (tertinggi) dan nilai 1 (terendah). Dengan menjumlahkan nilai setiap parameter maka akan diperoleh hasil penilaian total untuk setiap jenis bambu. Setelah itu dapat diurutkan dari bambu dengan nilai tertinggi sampai dengan terendah.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisis Dimensi Serat dan Turunannya

Panjang serat dan diameter serat enam jenis bambu disajikan pada Tabel 1. Pada Tabel 1 terlihat bahwa panjang serat keenam jenis bambu yang diteliti di atas 2 mm, dengan serat terpanjang pada bambu betung (4,69 mm). Dengan demikian, berdasarkan kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas (LPHH 1976) dilihat dari panjang seratnya, keenam jenis bambu yang diteliti termasuk kelas mutu I. Serat yang panjang akan membantu terbentuknya jalinan ikatan antar serat yang lebih baik pada proses pembentukan kertas. Panjang serat kayu pinus 2,5 mm dan kayu red spruce 2,7 mm setara dengan bambu mutu I (Andtbacka 2006). Selain mempengaruhi kekuatan kertas, panjang serat berpengaruh terhadap mudah tidaknya pencucian pulp dan kehalusan lembaran kertas. Panjang serat bambu betung, andong dan hitam di antara 4-5 mm berarti kertasnya makin kuat dari gaya sobek dan tidak mudah ditembus cahaya karena ikatan antar serat yang baik (Haygreen dan Bowyer 1996).

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa diameter serat terbesar dimiliki oleh bambu tali, sedangkan untuk bambu kuning cenderung memiliki lumen yang paling lebar dan dinding serat yang paling tipis. Dinding serat yang tipis akan memudahkan serat melembek dan menjadi pipih sehingga memberikan permukaan yang luas bagi terjadinya ikatan antar serat, akibatnya kekuatan tarik, jebol dan lipatnya tinggi (Casey 1980 *dalam* Fatriasari 2001).

Tabel 2 menunjukan hasil analisis nilai turunan dimensi serat enam jenis bambu. Bambu kuning memiliki nilai *runkell ratio* yang terkecil, berarti bambu kuning memiliki dinding serat yang tipis dengan diameter serat yang paling lebar, sehingga lebih mudah memipih waktu pembentukan lembaran yang mengakibatkan semakin luasnya permukaan kontak antar serat yang terbentuk. Ikatan antar serat yang terbentuk lebih kuat yang menyebabkan kertas tidak cepat sobek, berarti serat makin tidak tahan terhadap gaya luar (penggilingan, pengepresan, pengeringan dan lain-lain) dan serat makin mudah dipipihkan dan dibentuk menjadi kertas. Meskipun demikian tidak ada satupun dari keenam jenis bambu tersebut yang masuk kelas mutu seperti yang dipersyaratkan.

Tabel 1. Hasil analisa dimensi serat enam jenis bambu

Dimensi Serat		Jenis Bambu					
		Tali	Hitam	Kuning	Andong	Betung	Ampel
Panjang serat	Hasil pengukuran (mm)	3,085	4,626	2,641	4,503	4,693	2,299
	Kelas mutu*	I	I	I	I	I	I
	Nilai	3	5	2	4	6	1
Diameter serat	Hasil pengukuran (mm)	0,030	0,029	0,021	0,026	0,025	0,026
	Nilai	6	5	2	4	3	4
Diameter lumen	Hasil pengukuran (mm)	0,006	0,004	0,008	0,005	0,007	0,005
	Nilai	4	2	6	3	5	3
Tebal dinding serat	Hasil pengukuran (mm)	0,012	0,013	0,007	0,010	0,009	0,011
	Nilai	1	2	6	4	5	3

Keterangan: \* = Kelas mutu berdasarkan kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas (Laporan LPHH No 75, 1976)

Tabel 2. Nilai turunan dimensi serat enam jenis bambu

Nilai Turunan Dimensi Serat		Jenis Bambu					
		Tali	Hitam	Kuning	Andong	Betung	Ampel
<i>Runkell ratio</i>	Hasil	4,12	5,94	1,67	4,22	2,31	4,52
	Kelas mutu*	-	-	-	-	-	-
	Nilai	4	1	6	3	5	2
<i>Felting power</i>	Hasil	101,39	154,70	122,98	176,31	190,85	89,09
	Kelas mutu*	I	I	I	I	I	II
	Nilai	2	4	3	5	6	1
<i>Muhlsteph ratio</i>	Hasil	96,18	97,93	85,97	96,33	90,85	96,72
	Kelas mutu*	-	-	-	-	-	-
	Nilai	4	1	6	3	5	2
<i>Coefficient of rigidity</i>	Hasil	0,40	0,43	0,31	0,40	0,35	0,41
	Kelas mutu*	III	III	III	III	III	III
	Nilai	4	1	6	3	5	2
<i>Flexibility ratio</i>	Hasil	0,19	0,14	0,38	0,19	0,30	0,18
	Kelas mutu*	III	III	III	III	III	III
	Nilai	3	1	6	4	5	2

Keterangan: \* = Kelas mutu berdasarkan kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas; - = Tidak masuk mutu I, II, dan III (Laporan LPHH No 75, 1976)

*Felting power/slenderness* yang tertinggi dimiliki oleh bambu betung, menandakan serat bambu betung tersusun lebih rapat dibandingkan dengan serat dari bambu jenis lainnya, sehingga akan menghasilkan kertas yang memiliki kekuatan sobek yang relatif lebih tinggi. Semakin tinggi nilai *slenderness*, maka semakin besar sifat lentur serat sehingga pembentukan ikatan antar serat menjadi lebih baik (Tamolang dan Wangaard 1961 dalam Ramdhani 1994). Dilihat dari nilai *slenderness*, hanya bambu ampel yang tidak termasuk kelas I menurut kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas (LPHH 1976). Nilai *slenderness* yang merupakan perbandingan lumen terhadap diameter serat mempunyai hubungan parabolis dengan kekuatan tarik dan panjang putus (Pasaribu dan Silitonga 1974 dalam Utama 1995).

Bila ditinjau dari nilai *muhlsteph ratio* (MH), bambu kuning memiliki nilai yang terbaik (terkecil). MH merupakan perbandingan antara luas penampang tebal dinding serat

dengan luas penampang lintang serat. Semakin kecil MH, semakin besar diameter lumen, sehingga sel semakin mudah menggepeng dan daya lipat yang tinggi, menyebabkan lembaran pulp bermutu baik (tidak kaku) dengan kerapatan dan kekuatan tinggi (Tamolang dan Wangaard 1961 dalam Ramdhani 1994). Semua jenis serat bambu yang diuji termasuk kelas IV (MH > 80%). Hal ini diduga karena bambu termasuk kelompok non kayu sehingga memiliki sifat anatomi dan kriteria tersendiri yang untuk beberapa sifat berbeda dengan kriteria penilaian pada kayu.

*Coefficient of rigidity* (KK) ini diduga mempunyai korelasi negatif dengan kekuatan tarik (Pasaribu dan Silitonga 1974 dalam Utama 1995). Nilai koefisien kekakuan terbaik (terkecil) dimiliki oleh bambu kuning yang menandakan bambu kuning memiliki dinding serat yang paling tipis dengan diameter serat terlebar. Pada pembentukan lembaran kertas serat dengan nilai koefisien kekakuan yang rendah cenderung lebih fleksibel

(tidak kaku/mudah menggepeng), sehingga kualitas jalinan ikatan antar seratnya bagus dan mudah terfibrilisasi dan dibentuk menjadi kertas. Nilai koefisien kekakuan serat keenam jenis bambu yang diteliti lebih besar dari 0,15, dengan demikian semua serat bambu tersebut termasuk kelas III (LPHH 1976).

*Flexibility ratio* yang paling besar (terbaik) dimiliki oleh bambu kuning. Hal ini berarti bambu kuning memiliki diameter lumen paling lebar dan diameter serat terkecil. *Flexibility ratio* yang tinggi menyebabkan kertas yang dihasilkan memiliki kekuatan panjang putus yang baik dan tidak kaku/mudah menggepeng dan pulp mempunyai kekuatan tarik yang tinggi (Tamolang dan Wangaard 1961 dalam Ramdhani 1994). Semua serat bambu yang diuji memiliki nilai *flexibility ratio* < 0,15, yang berarti lebih rendah dari kelas mutu III (LPHH 1976).

### Analisis Sifat Fisis Kimia

Hasil analisis sifat fisis enam jenis bambu disajikan pada Tabel 3. Berdasarkan berat jenis bahan baku, kualitas pulp dibagi dalam 3 kategori yaitu baik, cukup dan kurang (FAO 1980 dalam Wardany 2002). Bambu yang termasuk kategori baik dari segi berat jenis ( $p$ ) adalah bambu betung (terkecil) ( $p \leq 0.501$ ), sedangkan bambu tali dan andong termasuk kategori cukup ( $p = 0.501-0.600$ ) dan tiga bambu lainnya termasuk katagori kurang ( $p \geq 0.600$ ). Bahan baku yang memiliki berat jenis yang tinggi memerlukan kondisi pemasakan yang lebih keras. Akibatnya pertama, serat lebih sukar digiling, dinding seratnya tebal, kekuatan sobeknya tinggi, sedangkan kekuatan tarik, retak dan ketahanan lipatnya rendah. Kedua, kesulitan dalam fibrilisasi menyebabkan kualitas kertas yang dihasilkan rendah. Ketiga, bahan kimia pemasak tidak cukup lama ditahan dalam serat. Pengamatan warna secara visual terhadap keenam jenis bambu yang diuji menunjukkan bahwa semuanya berwarna putih sampai kuning sehingga diprediksi akan menghasilkan kualitas pulp yang baik.

**Tabel 3.** Sifat fisis enam jenis bambu

Sifat Fisis		Bambu					
		Tali	Hitam	Kuning	Andong	Betung	Ampel
Berat jenis	Hasil	0,54	0,69	0,72	0,53	0,51	0,75
	Kelas mutu*	Cukup	Kurang	Kurang	Cukup	Cukup	Kurang
	Nilai	4	3	2	5	6	1
Warna	Pengamatan	Putih-kuning	Putih-kuning	Putih-kuning	Putih-kuning	Putih-kuning	Putih-kuning
	Kelas mutu*	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
	Nilai	6	6	6	6	6	6

Keterangan: \* = Kelas mutu berdasarkan kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas (FAO 1980 dalam Wardany 2002)

**Tabel 4.** Hasil analisis sifat kimia enam jenis bambu

Analisis sifat kimia		Jenis Bambu						
		Tali	Hitam	Kuning	Andong	Betung	Ampel	
Zat Ekstraktif	% Zat terlarut dalam etanol benzena	Hasil	1,26	1,06	1,52	1,07	0,91	1,21
		Kelas mutu*	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik
		Nilai	4	3	2	5	6	1
	% Zat terlarut dalam air panas	Hasil	5,29	5,49	6,46	6,36	7,19	6,54
		Nilai	6	4	3	5	6	2
	% Zat terlarut air dingin	Hasil	2,39	3,31	2,96	2,72	5,67	3,27
		Nilai	6	4	5	3	1	2
	% Zat terlarut dalam NaOH 1%	Hasil	18,01	19,2	23,31	18,85	24,06	20,01
		Nilai	6	5	2	4	1	3
Hasil		32,66	30,01	35,19	36,88	30,20	32,13	
% Kadar Lignin	Kelas mutu*	Kurang	Cukup	Kurang	Kurang	Cukup	Kurang	
	Nilai	3	6	2	1	5	4	
% Kadar Holoselulosa	Hasil	73,32	76,22	83,75	76,02	83,80	73,65	
	Kelas mutu*	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	Baik	
% Kadar Abu	Nilai	2	4	5	3	6	1	
	Hasil	2,30	3,30	2,37	2,67	4,63	1,89	
% Kadar Silika	Nilai	5	2	4	3	1	6	
	Hasil	1,10	2,93	1,05	1,20	3,51	1,01	
	Nilai	4	2	5	3	1	6	

Keterangan: \* = Kelas mutu berdasarkan kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas (FAO 1980 dalam Wardany 2002)

Tabel 4 menyajikan hasil analisis sifat kimia enam jenis bambu. Hasil pengujian kadar zat ekstraktif pada keenam jenis bambu menunjukkan bahwa zat terlarut dalam alkohol benzena termasuk dalam katagori baik (<5%), dengan nilai yang terbaik pada bambu betung. Zat terlarut dalam air panas, air dingin dan NaOH 1% yang terendah (terbaik) diperoleh pada bambu tali. Zat terlarut dalam alkohol benzena adalah resin, lemak, lilin dan tanin, sedangkan zat yang terlarut dalam NaOH adalah lignin, pentosan dan heksosan. Dengan semakin rendahnya kadar zat ekstraktif dalam bahan, maka penetrasi bahan kimia ke dalam serpih akan lebih mudah sehingga pemasakan lebih sempurna. Kehadiran zat ekstraktif yang berupa minyak dan lemak akan mengurangi kekuatan ikatan antar serat, memperbesar konsumsi alkali, dan memperlambat delignifikasi

Berdasarkan kandungan ligninnya, bambu betung dan bambu hitam diprediksi menghasilkan pulp dengan mutu cukup baik (kadar lignin 25-30%) berdasarkan kriteria penilaian kayu Indonesia untuk bahan pulp dan kertas (FAO 1980 dalam Wardany 2002) dengan demikian, kedua bambu tersebut diprediksi akan memiliki lignin sisa dalam pulp yang relatif lebih rendah, sehingga memiliki pengaruh yang relatif baik terhadap warna maupun sifat fisis pulp karena tidak terhambatnya aktivitas selulosa dan hemiselulosa dalam pembentukan ikatan antar serat (Haygreen dan Bowyer 1989 dalam Wardoyo

2001). Selain itu, konsumsi bahan kimia pemasak relatif rendah sehingga menghemat penggunaan bahan kimia.

Kadar holoselulosa (selulosa dan hemiselulosa) keenam jenis bambu yang diteliti relatif tinggi (>65%) dengan nilai tertinggi pada bambu betung, sehingga diduga akan menghasilkan kualitas pulp yang baik dan rendemen pulp yang tinggi. Selulosa yang tinggi mengindikasikan serat yang kuat, warna pulp lebih putih, relatif tahan terhadap bahan kimia dalam pemisahan dan pemurniannya serta tidak larut dalam pelarut organik netral dan air (Casey 1980 dalam Wardoyo 2001). Hemiselulosa yang tinggi menyebabkan serat bersifat lebih fleksibel yang penting dalam proses penggilingan, seratnya lebih mengembang dan plastis karena daya serap airnya lebih tinggi. Serat yang plastis menyebabkan terbentuknya luas permukaan yang tinggi pada waktu pembentukan pulp.

Bambu merupakan jenis rumput-rumputan yang memiliki kandungan silika lebih tinggi dibandingkan kayu. Prosentase silika menunjukkan upaya untuk melindungi dirinya terhadap lingkungannya. Silika banyak terdapat pada kulit tanaman. Penggilingan bambu dengan kandungan silika tinggi menimbulkan masalah pada pemasakan dan penguapan lindi hitam serta kesulitan pada pembakaran kembali endapan lindi hitam. Kadar silika dan kadar abu terendah terdapat pada bambu ampel. Dengan demikian, bambu ampel cenderung lebih dimasak dibandingkan kelima jenis bambu lainnya.

**Tabel 5.** Rekapitulasi hasil penilaian sifat morfologi serat dan sifat fisis-kimia enam jenis bambu

Parameter	Jenis Bambu					
	Tali	Hitam	Kuning	Andong	Betung	Ampel
<b>Sifat Morfologis</b>						
Panjang serat	3	5	2	4	6	1
Diameter serat	6	5	2	4	3	4
Diameter lumen	4	2	6	3	5	3
Tebal dinding serat	1	2	6	4	5	3
<i>Runkell ratio</i>	4	1	6	3	5	2
<i>Felting power</i>	2	4	3	5	6	1
<i>Muhlsteph ratio</i>	4	1	6	3	5	2
<i>Coefficient of rigidity</i>	4	1	6	3	5	2
<i>Flexibility ratio</i>	4	1	6	3	5	2
<b>Sifat Fisis</b>						
Berat jenis	4	3	2	5	6	1
Warna	6	6	6	6	6	6
<b>Sifat Kimia</b>						
Zat terlarut dalam etanol benzene	1	4	3	5	6	2
Zat terlarut dalam air panas	6	5	4	2	1	3
Zat terlarut dalam air dingin	6	4	5	3	1	2
Zat terlarut dalam NaOH 1%	6	5	2	4	1	3
Kadar lignin	3	6	2	1	5	4
Kadar holoselulosa	2	4	5	3	6	1
Kadar abu	5	2	4	3	1	6
Kadar silika	4	2	5	3	1	6
Jumlah nilai	75	63	81	67	79	54
Urutan	3	5	1	4	2	6

Tabel 5 menunjukkan nilai rekapitulasi penilaian morfologi serat dan sifat fisis-kimia enam jenis bambu sebagai bahan baku pulp dan kertas. Berdasarkan Tabel 5 di atas, dari keenam jenis bambu yang dianalisis bambu kuning memperoleh nilai tertinggi (81) yang menandakan memiliki kesesuaian paling baik sebagai bahan baku pulp dan kertas di antara keenam jenis bambu yang diteliti. Selanjutnya diikuti oleh bambu betung, bambu tali, bambu andong, bambu hitam dan bambu ampel.

## KESIMPULAN

Kesimpulan yang dapat diambil dalam penelitian ini adalah berdasarkan analisis terhadap morfologi serat, dan sifat fisis-kimia dari keenam jenis bambu disimpulkan bahwa bambu kuning dapat digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas dengan kualitas yang relatif lebih baik dibandingkan dengan kelima jenis bambu lainnya. Urutan berikutnya untuk adalah bambu betung, bambu tali, bambu andong, bambu hitam dan bambu ampel.

Saran yang diberikan dari hasil penelitian ini adalah bambu yang memiliki kesesuaian terbaik sebagai bahan baku pulp dan kertas perlu diaplikasikan untuk pulp dan kertas dan sifat-sifatnya dibandingkan dengan pulp dan kertas dari bahan baku komersial.

## DAFTAR PUSTAKA

- Andtbacka S. 2006. A Fibreline Designed for Bamboo Pulping. [http://www.tappsa.co.za/archive2/Journal\\_papers/Bambo\\_o\\_pulping/bamboo\\_pulping.html](http://www.tappsa.co.za/archive2/Journal_papers/Bambo_o_pulping/bamboo_pulping.html) [5 Mei 2006].
- [ASTM]. 2002. 2002 Annual Book of ASTM Standards. American Society for Testing Materials, Philadelphia.
- Fatriasari W. 2001. Pengaruh Perlakuan Alkali pada Pulp Tandan Kosong Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) terhadap Morfologi Serat dan Sifat Fisis Mekanis Papan Serat Berkerapatan Sedang (MDF). Skripsi Fahutan IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).
- Haygreen JG, Bowyer JL. 1996. Hasil Hutan dan Ilmu Kayu: Suatu Pengantar. Terjemahan. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Herliyana EN, Noverita, Lisdar IS. 2005. Fungi pada Bambu Kuning (*Bambusa vulgaris* Schard var. *vitata*) dan Bambu Hijau (*Bambusa vulgaris* Schard var. *vulgaris*) serta Tingkat Degradasi yang diakibatkannya. Jurnal Teknologi Hasil Hutan 18(1) : 2-10.
- Kadarisman D, Silitonga T. 1976. Mempelajari Pembuatan Pulp Sulfat dari Beberapa Jenis Bambu (*sulphate pulping of bamboes*). Buletin Penelitian Departemen Teknologi Hasil Pertanian IPB 10: 14-19.
- Krisdianto, Sumarni G, Ismanto A. 2000. Sari Hasil Penelitian Bambu. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Bogor.
- [LPHH]. 1976. Dimensi Serat Jenis Kayu di Indonesia. Laporan LPHH 75.
- Maoyi F. 2006. Bamboo Resources and Utilization in China. Research Institute of Subtropical Forestry, CAF, Fuyang, Zhejiang, China. [http://www.biodiversityinternational.org/publications/Web\\_version/572/ch24.htm](http://www.biodiversityinternational.org/publications/Web_version/572/ch24.htm) [5 Mei 2006].
- Ramdhani MA. 1994. Biopulping, Pemanfaatan Fungi *White Rot* sebagai Rekayasa Proses Alternatif Industri Pulp dengan Bahan Baku Kayu Sengon. Skripsi Fateta IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).
- [TAPPI]. 1996. TAPPI Test Methods 1996-1997. Technical Association of the Pulp and Paper Industry, Atlanta.
- Utama MD (1995) Pengaruh Penambahan Suhu Maksimum Pemasakan dalam Pembuatan Pulp Soda Antraknon dari Limbah Kelapa Sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.). Skripsi Fahutan IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).
- Wardoyo A. 2001. Pengaruh Pemakaian Bahan Kimia dalam Pelunakan Serpih terhadap Sifat Pulp Semikimia *Acacia mangium* Willd. Skripsi Fateta IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).
- Wardany HP. 2002. Analisis Sifat Kimia dan Sifat Anatomi Kayu Mangium (*Acacia mangium* Willd) pada berbagai Provenansi. Skripsi Fahutan IPB, Bogor (Tidak diterbitkan).

