

**KOMPOSISI KIMIA BATANG PANDAN MENGKUANG
(*Pandanus atrocarpus* Griff) SEBAGAI BAHAN BAKU ALTERNATIF PULP
(Chemical Composition of Mengkuang Pandanus (*Pandanus Artocarpus* Griff)
As Pulp Alternative Raw Material)**

Yeni Mariani

Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura

e-mail : yeni_thh@yahoo.com

ABSTRACT

*A fundamental study was carried out to explore the properties of pandan mengkuang stem (*Pandanus atrocarpus* Griff). In this study chemical compound was investigated, with regards to pulp and paper production. Completely randomized design was used and as a factor was plant age. The result showed that the level of plant age, had significantly affected to the content of holocellulose, α -cellulose, pentosan and 1% NaOH solubility. The percentage of extractive content, lignin, holocellulose, α -cellulose, pentosan, ash content and 1% NaOH solubility were 2.83% ~ 3.71 %; 23.08% ~ 23.88%; 66.8% ~ 68.21%; 38.08% ~ 39.06%; 20.68% ~ 21.14%; 2.7% ~ 3.18%; 24.47% ~ 27.19% respectively. The overall results showed that pandan mengkuang has a promising potential to be used in pulp and paper production.*

*Keyword : chemical properties, pandan mengkuang, *Pandanus atrocarpus*, pulp, nonwood.*

PENDAHULUAN

Semakin meningkatnya populasi manusia, kebutuhan akan literatur yang baik dan perkembangan komunikasi serta industrialisasi, terutama di negara-negara yang sedang berkembang menyebabkan semakin meningkatnya konsumsi akan produk kertas dan *paper board* dunia. Peningkatan ini secara tidak langsung telah berdampak pula pada penurunan akan sumberdaya hutan. Semakin berkurangnya sumber daya hutan pada beberapa tahun belakangan menyebabkan semakin meningkatnya produksi kertas yang menggunakan berbagai jenis tanaman non kayu, terutama di beberapa negara berkembang.

Pada tahun 2005, produksi pulp untuk produk kertas dan *paperboard* dunia berkisar 187,6 juta ton, dimana 17,4 juta ton atau 9,27% berasal dari bahan non kayu (Bowyer *et al.*, 2007). Pada saat ini, beberapa jenis limbah

pertanian seperti gandum dan jerami padi, serta tanaman musiman seperti jute dan hemp telah digunakan sebagai bahan baku pulp dan kertas (Rousu *et al.*, 2002; Ashori *et al.*, 2006). Sejumlah penelitian juga telah dilakukan untuk memperkenalkan sumber serat ligno-selulosa yang baru sebagai sumber bahan baku pulp dan kertas (Jahan *et al.*, 2007; Shatalov dan Pereira, 2006).

Tanaman pandan mengkuang (*Pandanus atrocarpus* Griff) merupakan salah satu jenis tanaman pandan yang banyak tumbuh di pinggir Sungai Kapuas Provinsi Kalimantan Barat. Bagi masyarakat Kalimantan Barat, tanaman pandan mengkuang dikenal sebagai bahan baku untuk produk kerajinan, yaitu untuk pembuatan tikar lampit, keranjang dan topi. Sampai saat ini, hasil kerajinan tersebut umumnya dibuat dari bagian daun, sedangkan bagian batangnya belum dimanfaatkan. Hal ini diduga karena

pemanfaatan tanaman pandan mengkuang tersebut hanya dilakukan secara turun-menurun dan kurang didukung oleh informasi dasar mengenai batang tanaman pandan mengkuang. Pemanfaatan yang baik dari suatu tanaman dapat dimulai dengan mengetahui sifat-sifat dasar dari tanaman tersebut, sehingga dapat ditentukan penggunaan akhirnya seperti untuk bahan baku untuk pembuatan papan partikel, papan serat, dan sebagai bahan baku pulp.

Analisis terhadap sifat dasar tanaman yaitu komponen kimia sangat penting untuk menentukan potensi tanaman sebagai sumber penghasil serat untuk pulp dan kertas Muller (1960) dan Clark (1965) dalam Pakkala (2001)). Secara umum, tanaman terdiri dari empat komponen kimia penting, yaitu ekstraktif, lignin, holoselulosa dan alpha selulosa. Komponen kimia tersebut akan mempengaruhi proses pemasakan dan kualitas pulp yang akan dihasilkan. Serat yang berasal dari tanaman non kayu memiliki variasi yang lebih besar terhadap kimia jika dibandingkan dengan serat yang berasal dari kayu (Han, 1998), senada dengan pernyataan tersebut, Panshin dan de Zeeuw (1980) mengemukakan bahwa adanya perbedaan waktu pada saat pembentukan batang menyebabkan variasi pada sifat-sifat dasar yang terdapat pada batang tanaman.

Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui komposisi kimia batang pandan mengkuang yang berasal dari Provinsi Kalimantan Barat berdasarkan umur tanaman sebagai bahan baku alternatif pulp.

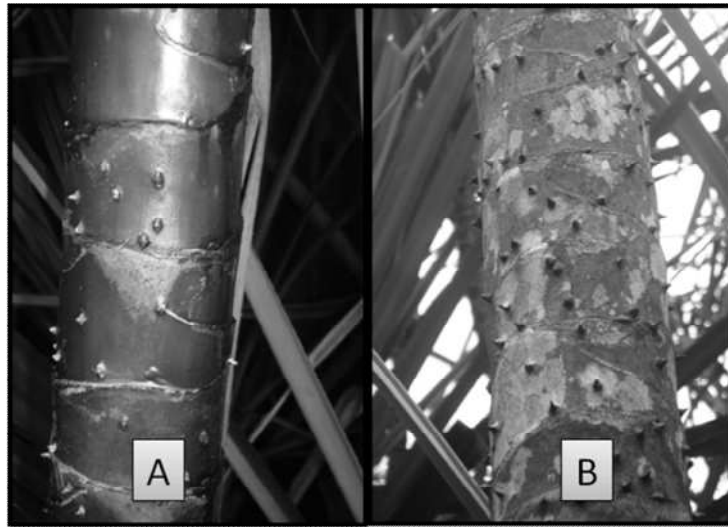
METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian dilakukan di *Wood Workshop* dan Laboratorium Teknologi Kayu Fakultas Kehutanan Universitas Tanjungpura Pontianak. Bahan yang digunakan antara lain batang pandan mengkuang yang berumur muda dan tua, alkohol, benzena, asam asetat glasial, NaOH, aseton, H₂SO₄, fluroglusinol dan NaClO₂. Alat yang digunakan meliputi mesin penggiling kayu (*extruder*), soxlet, saringan 40 – 60 mesh, Erlenmeyer, gelas piala, cawan saring, pendingin tegak, labu ukur, kertas aniline asetat, termometer, penangas air, timbangan analitik, oven dan gelas arloji.

Batang tanaman pandan mengkuang yang digunakan dalam penelitian berasal dari Kecamatan Sui. Ambawang Kabupaten Kubu Raya Provinsi Kalimantan Barat. Menurut Heyne (1987), tanaman pandan mengkuang memiliki batang yang berduri tajam dan berwarna hijau kecoklatan hingga abu-abu. Oleh karena tanaman ini tidak ditanam oleh masyarakat atau tumbuh secara alami, maka tidak dapat ditentukan umur pasti dari tanaman pandan mengkuang tersebut. Pada lokasi pengambilan sampel ditemukan dua tipe bentuk duri dan warna batang pandan mengkuang. Berdasarkan dari tipe bentuk duri dan warna batang yang ditemukan, dilakukan pendugaan umur tanaman berdasarkan kedewasaan tanaman yaitu tanaman pandan mengkuang yang berumur muda dan tua. Tanaman pandan mengkuang yang berumur muda memiliki batang yang berwarna hijau-coklat tua/merah kecoklatan. Memiliki duri yang

berbentuk membulat, dengan batas ruas batang yang masih terlihat jelas. Tanaman pandan mengkuang berumur tua memiliki batang yang berwarna coklat ke abu-abuan. Memiliki duri yang berbentuk runcing dengan batas

ruas yang tidak terlihat jelas. Batang terdapat bercak-bercak putih dengan kulit batang yang mulai terkelupas. Ciri fisik batang pandan mengkuang disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Batang Pandan Mengkuang (A= muda; B= Tua) (*Mengkuang pandanus Stem (A= Young age; B= mature age)*)

Tahap awal dalam penelitian adalah batang pandan mengkuang yang berumur muda dan tua digiling menjadi serbuk dengan menggunakan mesin penggiling dan dilewatkan pada saringan berukuran 40 ~ 60 mesh. Selanjutnya untuk mengetahui kadar air kering tanur serbuk, sebanyak 2 gram serbuk dioven pada suhu $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ hingga diperoleh berat konstan. Analisa komponen kimia yang dilakukan meliputi kandungan ekstraktif larut alkohol benzene (ASTM D 1107 – 56), kadar lignin (ASTM D 1106 – 56), kadar holoselulosa (ASTM D 1104 – 56), kadar α - selulosa (ASTM D 1103 – 56), kadar pentosan (ASTM D 1105 – 56), kadar abu (ASTM D 1102 – 56)

dan kelarutan dalam NaOH 1% (ASTM D 1109 – 56).

Analisis komponen kimia tersebut dilakukan dengan 5 (lima) kali ulangan. Hasil analisis komponen kimia tersebut kemudian dianalisis dengan menggunakan rancangan acak lengkap.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis kimia batang pandan mengkuang, diketahui bahwa batang pandan mengkuang yang berumur tua memiliki potensi yang besar sebagai bahan baku alternatif pulp dan kertas, hal ini dikarenakan secara umum, batang pandan mengkuang yang berumur tua memiliki kandungan kimia yang lebih baik dibandingkan dengan batang pandan yang berumur muda.

Nilai rerata kandungan kimia batang pandan mengkuang selengkapnya

tertera pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia batang pandan mengkuang berdasarkan umur tanaman (*Chemical composition of mengkuang pandanus stem based on plant age*)

Komposisi Kimia Batang Pandan Mengkuang (%)	Umur Tanaman		Syarat Komponen Kimia Bahan Baku Pulp (%)*		
	Muda	Tua	Baik	Cukup	Kurang
Ekstraktif	2,83	3,71	< 5	5- 7	> 7
Lignin	23,08	23,88	< 25	25 - 30	> 30
Holoselulosa	66,80	68,21	> 65	60 - 65	< 60
Pentosan	38,08	39,06	-	-	-
Kadar Abu	20,68	22,14	-	-	-
Kelarutan dalam NaOH 1%	2,7	3,18	-	-	-

*Sumber : FAO (1980) dalam Syafei dan Siregar (2006)

1. Kadar ekstraktif

Kadar ekstraktif batang pandan mengkuang berkisar 2,83% ~ 3,71%. Kadar ekstraktif tertinggi berasal dari tanaman yang berumur tua. Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kadar ekstraktif batang mengkuang. Kadar ekstraktif batang pandan mengkuang mirip dengan kadar ekstraktif yang terdapat pada bambu (*Gigantochloa schortechinii*) yang berkisar 2,9% ~ 3,7% (Mohmod *et al.*, 1992). Kadar ekstraktif batang pandan mengkuang juga lebih rendah apabila dibandingkan dengan kadar ekstraktif yang dimiliki oleh *Acacia mangium* (5,39%) dan *A. auriculiformis* (5,96%) yang merupakan jenis kayu yang saat ini banyak digunakan sebagai bahan baku pulp (Yahya *et al.*, 2010). Akan tetapi, jika dibandingkan dengan kadar ekstraktif yang dimiliki oleh jerami

padi yang juga umum digunakan sebagai bahan baku pulp nonkayu yang memiliki kadar ekstraktif 0,56% (Rodriguez *et al.*, 2008), maka batang pandan mengkuang memiliki kadar ekstraktif yang jauh lebih tinggi. Berdasarkan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku pulp (FAO, 1980 dalam Syafei dan Siregar (2006)), batang pandan mengkuang termasuk ke dalam kriteria “baik” sebagai bahan baku pulp.

Zat ekstraktif yang memiliki pengaruh yang kurang baik terhadap proses pulping dan kualitas kertas yang dihasilkan. Zat ekstraktif, terutama yang berupa minyak dan lemak akan dapat mengurangi kekuatan ikatan antar serat, memperbesar konsumsi alkali sehingga proses pemasakan menjadi kurang sempurna serta memperlambat proses delignifikasi (Fatriasari dan Hermiati, 2006), selain itu kandungan ekstraktif yang

tinggi akan menyebabkan timbulnya noda hitam (*pitch*) pada kertas.

2. Kadar Lignin

Kadar lignin batang pandan mengkuang berkisar 23,08% ~ 23,88%. Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman tidak menunjukkan pengaruh yang nyata terhadap kadar lignin batang pandan mengkuang. Kadar lignin tertinggi berasal dari tanaman yang berumur tua. Di dalam pembuatan pulp dan kertas, lignin merupakan senyawa yang secara kimia akan larut karena adanya proses pemisahan serat dari bahan baku (Pahkala, 2001). Banyaknya lignin yang tinggal pada pulp sesudah proses *bleaching* akan mempengaruhi sifat-sifat pembuatan kertas, yaitu seratnya menjadi kaku dan terjadi penurunan aktifitas ikatan antar serat sehingga berakibat serat memiliki kekuatan yang rendah serta opasitas yang tinggi (Fengel dan Wegener, 1995). Selanjutnya Casey (1980) mengemukakan bahwa lignin sisa di dalam pulp akan membuat pulp menjadi kaku, berwarna kuning dan bermutu rendah, selain itu kadar lignin yang tinggi pada bahan baku pulp akan memperbesar konsumsi bahan kimia pemasak sehingga tidak efisien. Berdasarkan hasil penelitian, kadar lignin batang pandan mengkuang mendekati kadar lignin yang dimiliki oleh *Crambe orientalis* (Tutus *et al.*, 2010) dan dhaincha atau *Sesbania aculeata* (Jahan *et al.*, 2009) yaitu secara berturut-turut 24,3% ~ 24,7% dan

21,9% ~ 23%. Apabila dibandingkan dengan *A. mangium* dan *A. auriculiformis* yang memiliki kadar lignin 31,3% dan 34,1% (Yahya *et al.*, 2010), maka batang pandan mengkuang memiliki kadar lignin yang lebih rendah. Akan tetapi, apabila dibandingkan dengan kadar lignin yang dimiliki oleh jerami padi yaitu 21,9% (Rodriguez *et al.*, 2008) maka batang pandan mengkuang memiliki kadar lignin yang sedikit lebih tinggi. Berdasarkan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku pulp (FAO, 1980 dalam Syafii dan Siregar (2006)), batang pandan mengkuang termasuk ke dalam kriteria “baik” sebagai bahan baku pulp.

3. Kadar Holoselulosa

Kadar holoselulosa batang pandan mengkuang berkisar 66,8% ~ 68,21% dan hemiselulosa berkisar 28,72% ~ 29,15%. Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar holoselulosa batang pandan mengkuang. Kadar holoselulosa dan hemiselulosa tertinggi berasal dari tanaman yang berumur tua. Kadar holoselulosa batang pandan mengkuang serupa dengan kadar holoselulosa yang dimiliki oleh bambu *G. schortchnii* yaitu 66,1% ~ 69% (Mohmod *et al.*, 1992). Kadar holoselulosa yang dimiliki oleh batang pandan mengkuang juga lebih tinggi jika dibandingkan dengan kadar holoselulosa jerami padi yang hanya sebesar 60,7% (Rodriguez *et al.*,

2008. Akan tetapi, apabila dibandingkan dengan *A. mangium* dan *A. auriculiformis* yang memiliki kadar holoselulosa 80,43% dan 71,3% (Yahya *et al.*, 2010), maka batang pandan mengkuang memiliki kadar holoselulosa yang lebih rendah. Berdasarkan persyaratan sifat kayu untuk bahan baku pulp (FAO, 1980 dalam Syafii dan Siregar (2006), batang pandan mengkuang termasuk ke dalam kriteria “baik” sebagai bahan baku pulp.

Hemiselulosa yang terdapat pada tanaman penghasil serat memiliki pengaruh yang besar terhadap kualitas kertas yang dihasilkan. Hemiselulosa akan menyebabkan serat menjadi fleksibel dan mempercepat fibrilisasi dan berpengaruh terhadap penyerapan air pada waktu pemasakan. Penyerapan air akan menyebabkan serat menjadi mengembang dan meningkatkan plastisitas serat sehingga serat mudah dipisahkan dari fraksi yang lain. Selain itu serat yang plastis akan memiliki luas ikatan permukaan yang tinggi pada waktu pembentukan lembaran pulp sehingga kekuatan kertas yang dihasilkan menjadi tinggi (Fengel dan Wegener, 1995).

4. Kadar α -Selulosa

Kadar α -selulosa batang pandan mengkuang berkisar 38,08% ~ 39,06%. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar α selulosa batang pandan mengkuang.

Kadar α -selulosa tertinggi berasal dari tanaman yang berumur tua. Kadar α -selulosa batang pandan mengkuang lebih rendah apabila dibandingkan dengan kadar α -selulosa yang dimiliki oleh batang kanola (*Brasica napus*) (Enayati *et al.*, 2009) dan jerami padi (Rodriguez *et al.*, 2008) yaitu 42% dan 41,2% .

Pada proses pulping, terutama pulping kimia, selulosa merupakan komponen kimia utama yang tersisa dan terdapat pada serat-serat. Oleh karena itu, selulosa merupakan penentu utama dari sifat-sifat pulp dan kertas, terutama sifat kekuatan akhir serat, ikatan serat serta karakteristik lembarannya. Fengel dan Wegener (1995) mengemukakan bahwa sifat-sifat mekanik lembaran pulp atau kertas ditentukan oleh ikatan serat dan ikatan hidrogen (gugus OH⁻) pada selulosa yang melakukan interaksi satu dengan yang lain atau dengan gugus O⁻, N⁻, S⁻. Berdasarkan hasil penelitian, batang pandan mengkuang memiliki potensi yang besar untuk dijadikan bahan baku pulp dan kertas, hal ini dikarenakan kadar α -selulosa yang dimilikinya lebih besar dari 34% (Nieschlag *et al.*, 2004 dalam Khalil *et al.*, 2006).

5. Kadar Pentosan

Kadar pentosan batang pandan mengkuang berkisar 20,68% ~ 22,14%. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar pentosan batang pandan meng-

kuang. Kadar pentosan tertinggi berasal dari tanaman yang berumur tua.

Pentosan merupakan komponen penyusun dari hemiselulosa, yaitu xylosa yang memiliki struktur atom 5 (pentosa). Kadar pentosan yang dimiliki oleh batang pandan mengkuang lebih tinggi jika dibandingkan kadar pentosan yang dimiliki oleh jute (Jahan *et al.*, 2007) yang berkisar 13,5% ~ 14,1% dan *S. aculeate* (Jahan *et al.*, 2009) yang berkisar 19,4% ~ 19,7%. Cukup tingginya kadar pentosan yang dimiliki oleh batang pandan mengkuang menandakan cukup tingginya kadar hemiselulosa yang dimilikinya.

6. Kadar Abu

Kadar abu batang pandan mengkuang berkisar 2,7% ~ 3,18%. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman tidak memiliki pengaruh yang nyata terhadap kadar abu batang pandan mengkuang. Kadar abu tertinggi berasal dari tanaman yang berumur tua. Kadar abu batang pandan mengkuang lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar abu yang dimiliki oleh batang kanola yaitu 8,2% (Enayati *et al.*, 2009) dan kadar abu yang dimiliki oleh jerami padi yaitu 9,2% (Rodriguez *et al.*, 2008).

Kadar abu pada tanaman umumnya terdiri dari ion-ion metal seperti sodium, potassium, kalsium dan ion-ion dari karbonat, fosfat, silica, sulfat, klorida dan sebagainya (Biermann, 1996). Besarnya kadar

abu batang pandan mengkuang sesuai dengan tingginya kadar ekstraktif yang dimilikinya, hal ini sesuai dengan Panshin dan de Zeeuw (1980) yang menyatakan bahwa kandungan anorganik di dalam tanaman hadir dalam bentuk kandungan ekstraktif atau dalam bentuk kristal.

7. Kadar Kelarutan dalam NaOH 1%

Kadar kelarutan dalam NaOH 1% batang pandan mengkuang berkisar 24,47 % ~ 27,19%. Berdasarkan analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar kelarutan dalam NaOH 1% batang mengkuang. Berbeda dengan komponen kimia lainnya, pada kadar kelarutan dalam NaOH 1%, kadar tertinggi berasal dari tanaman yang berumur muda.

Kadar kelarutan dalam NaOH 1% menurut Casey (1980) merupakan suatu uji yang dilakukan untuk mengetahui tingkat degradasi selulosa dari bahan baku pulp. Selain itu pada uji kelarutan dalam NaOH 1%, tidak hanya selulosa yang larut tetapi juga lignin, pentosan, heksosa dan sejumlah resin dan tanin. Ditambahkan oleh Sridach (2010), kadar kelarutan dalam NaOH 1% juga mengindikasikan tingkat degradasi dari serat yang berlangsung selama proses pulping alkali berlangsung yang mengakibatkan rendemen yang dihasilkan rendah.

Berdasarkan hasil penelitian, kadar kelarutan dalam NaOH 1% yang dimiliki oleh batang pandan mengkuang lebih rendah jika dibandingkan dengan kadar kelarutan dalam NaOH 1% yang dimiliki oleh *C. orienthalis* (Tutus *et al.*, 2010), kanola (*B napus* L) (Enayati *et al.*, 2009), dhaincha (*S. aculeate*) (Jahan *et al.*, 2009) dan jerami padi (Rodriguez *et al.*, 2008) yang secara berturut-turut yaitu : 34,53% ~ 35,28%; 46,1%; 30,2% ~ 43,6% dan 57,7%. Cukup rendahnya kadar kelarutan dalam NaOH 1% yang dimiliki oleh batang pandan mengkuang mengindikasikan bahwa batang pandan mengkuang dapat dijadikan sebagai bahan baku pulp dan kertas melalui proses pulping kimia, terutama proses alkali yang umum dilakukan untuk pulping bahan nonkayu.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa komponen kimia batang pandan mengkuang yang meliputi kadar ekstraktif larut alkohol benzene, kadar lignin, kadar holoselulosa, kadar α -selulosa, kadar pentosan, kadar abu dan kadar kelarutan dalam NaOH 1% secara berturut-turut adalah 2,83% ~ 3,71%; 23,08% ~ 23,88%; 66,8% ~ 68,21%; 38,08% ~ 39,06%; 20,68% ~ 21,14%; 2,7% ~ 3,18%; 24,47% ~ 27,19%. Berdasarkan hasil analisis ragam diketahui bahwa faktor umur tanaman pandan mengkuang memiliki pengaruh yang sangat nyata terhadap kadar holoselulosa, α -selulosa, pentosan dan

kadar kelarutan dalam NaOH 1%. Berdasarkan komponen kimia, dan hasil perbandingan dengan standar FAO (1980), diketahui bahwa batang pandan mengkuang termasuk ke dalam kriteria “baik” sebagai bahan baku alternatif pembuatan pulp dan kertas.

Saran

Perlu dilakukannya penelitian mengenai sifat dasar lain dari batang pandan mengkuang seperti sifat struktur anatomi dan sifat fisik untuk melengkapi informasi sifat dasar batang mengkuang sebagai bahan baku alternatif pulp dan kertas. Selain itu, dengan diketahuinya potensi kandungan kimia batang pandan mengkuang, diharapkan penelitian ini dapat dilanjutkan untuk mengetahui kemampuan batang pandan mengkuang sebagai bahan baku alternatif pulp dan kertas.

DAFTAR PUSTAKA

- Ashori, A. 2006. *Nonwood Fibers – A potential source of raw material in papermaking*. Polymer-Plastics Technology and Engineering 10. 1133- 1136.
- ASTM Standard. 1976. *Annual book of ASTM standard*. Philadelphia.
- Bowyer, J.L., R., Schmulsky, J.G. Haygreen. 2007. *Forest Products and Wood Science : An Introduction. 5th Ed*. Iowa State Press. USA.
- Biermann, C.J. 1996. *Hand Book of Pulping and Papermaking*. Second Edition. Academic Press. California. USA.
- Casey, J.P. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical*

- Technology Vol. I : Pulping and Bleaching*. Third Edition. Wild Interscience Publication. New York.
- Enayati, A., Y., Hamzeh, S.A., Mirshokraie, M., Molaii. M. 2009. *Papermaking Potential of Canola Stalk*. *Bioresources Journal* 4 (1) 2009. 245 – 256.
- Fatriasari, W. dan E., Hermiati. 2006. *Analisis Morfologi Serat dan Sifat Fisis Kimia Beberapa Jenis Bambu Sebagai Bahan Baku Pulp dan Kertas*. Laporan Teknik Akhir Tahun 2006 UPT. BPP Biomaterial – LIPI. Bogor.
- Fengel, D. dan G. Wegener, G. 1995. *Kayu : Kimia ultrastruktur reaksi – reaksi*. Gadjah Mada University Press.
- Han, J.S. 1998. *Properties of Nonwood Fibers*. Proceeding of The Korean of Wood Science and Technology Annual Meeting.
- Heyne, K. 1987. *Tumbuhan berguna Indonesia III*. Badan Penelitian dan Pengembangan Departemen Kehutanan : Jakarta.
- Jahan, M. S., R., Chowdhury, A., Islam, M.K. 2007. *Pulping of Dhaincha (Sesbania aculeata)*. *Cellulose Chem. Technol* 41. 413 – 421.
- Jahan, M. S., R., Sabina, B., Tasmin, N., Chowdhury, A., Noori, A., Al- Ma'ruf. 2009. *Effect of Harvesting Age on The Chemical and Morphological Properties of Dhaincha (Sesbania aculeata) and Its Pulpability and Bleachability*. *Bioresources Journal* 4(2)- 2009. 471- 481.
- Khalil, A.H.P.S., M.S., Alwani, A.K.M., Omar. 2006. *Chemical Composition, Anatomy, Lignin Distribution and Cell Wall Structure of Malaysian Plant Waste Fibers*. *BioResources Journal* 1 (2), 220 – 232.
- Mohmod, A.L. dan K.C., Khoo. 1992. *Fibre Morphology and Chemical Properties of Gigantochloa scotechinii*. *Journal of Tropical Forest Science* 6(4): 397 – 407 397.
- Panshin, A.J. and J.E., de Zeeuw. 1980. *Textbook of Wood Technology. Vol.1: Structure, Identification, Properties, and Use of the Commercial Wood of the United States and Canada*. McGraw-Hill Book. Company. New York
- Pahkala, S.K. 2001. *Non-Wood Plants as Raw Materials for Pulp and Paper*. Academic Dissertation of Faculty of Agriculture and Forestry University of Helsinki. Finlandia.
- Rodriguez, A., Moral, A., Srrano, L., Labidi, J., dan Jimenez, L. 2008. *Rice straw pulp obtained by using various method*. *Bioresources Technology* (9) 2881 – 2886.
- Rousu, R., Anzaldo, J., Vargaz, J., Turrado, J., dan Patt, R. 2002. *Morphological and Chemical Composition of Pith and Fibers From Mexican Sugarcane Baggase*. *Holz als Roh- und Werkstoff* 59, 447-450.
- Shatalov, A.A. dan H. Pereira. 2006. *Papermaking Fibers From Giant Reed (Arundo donax L) Advanced Ecologically Friendly Pulping and Bleaching Technologies*. *Bioresources Journal* 1 (1) 2006. 45 – 61.
- Sridach, W., 2010. *Pulping and Paper Properties of Palmyra Palm Fruit Fibers*. Songklanakarin

- Journal of Science and Technology.
- Syafii, W dan Siregar, Z. 2006. *Sifat kimia dan dimensi serat kayu mangium (Acacia mangium Wild dari tiga provenans*. Journal Tropical Wood Science & Technology Vol. 4 No. 1: 28 – 32.
- Tutus, A., N., Comlecioglu, S., Karaman, H., Alma. 2010. *Chemical composition and Fiber properties of Crambe orientalis and C. Tataria*. International Journal and Agriculture & Biology, 12: 286 – 290.
- Yahya, R., Sugiyama, J., Silsia, D., Grill. 2010. *Some anatomical features of an Acacia hybrid, A. mangium and A. auriculiformis grown in Indonesia with regard to pulp yield and paper strength*. Journal of Tropical Forest Science 22 (3) : 343 – 351.