

EKSTRAKSI SERAT BAMBU DARI BAMBU TALI (*GIGANTOCHLOA APUS*) UNTUK BAHAN BAKU INDUSTRI KREATIF

EXTRACTION OF FIBER FROM BAMBOO (*GIGANTOCHLOA APUS*) FOR RAW MATERIAL OF CREATIVE INDUSTRY

Tatang Wahyudi, Cica Kasipah, Doni Sugiyana

Balai Besar Tekstil, Jalan Jenderal Ahmad Yani No. 390 Bandung
E-mail: texirdti@bdg.centrin.net.id

Tanggal diterima: 31 Juli 2015, direvisi: 20 Agustus 2015, disetujui terbit: 25 Agustus 2015

ABSTRAK

Dalam penelitian ini dilakukan ekstraksi serat bambu dari bambu tali (*Gigantochloa apus*) yang dapat dipintal menjadi benang serat bambu sebagai bahan baku industri kreatif. Tujuan dari penelitian ini adalah memperoleh metode optimum ekstraksi serat bambu dengan proses kombinasi kimia-mekanis yang lebih ramah lingkungan dan mengevaluasi karakteristik serat bambu tali siap pintal yang dihasilkan. Metode ekstraksi serat bambu meliputi proses *degumming*, pengelantangan, pencucian, *softening* dan *opening*. Pengaruh proses kimia dievaluasi melalui variasi konsentrasi NaOH 10 dan 20 g/L di dalam perlakuan panas dan tekan menggunakan *autoclave* dengan tekanan 1 kg/cm². Hasil karakterisasi fisik menunjukkan bahwa serat bambu siap pintal diperoleh pada kondisi optimum proses *degumming* menggunakan konsentrasi NaOH 20 g/L. Komposisi bundel serat bambu yang dihasilkan pada kondisi proses optimum mengandung 18,86% lignin dan 18,54% hemiselulosa. Hasil evaluasi sifat fisika menunjukkan bahwa serat bambu yang dihasilkan memiliki kekuatan tarik 24,84 kg, nilai mulur rata-rata 48,1%, *moisture regain* 7,7%, *moisture content* 7,1%, dan *tenacity* 0,09 N/Tex. Serat bambu yang dihasilkan dapat dipintal dengan baik menggunakan mesin jantra dan telah berhasil dibuat menjadi produk kreatif kerajinan.

Kata kunci: bambu; *degumming*; *Gigantochloa apus*; produk kreatif; serat

ABSTRACT

*Extraction of bamboo fiber from tali bamboo (*Gigantochloa apus*) which can be spun to bamboo-fiber yarn as raw material in creative industries has been carried out in this research. The aims of this research are to obtain the optimized method in extraction of bamboo-fiber with a combination process of chemical and mechanical that are more environmental friendly and to evaluate the characteristic of bamboo fiber yarn. The method of extraction bamboo-fiber consists of *degumming*, *bleaching*, *washing*, *softening* and *opening* processes. The effect of chemical process was evaluated by variation in concentration of NaOH 10 and 20 g/L, within heated and pressurized treatment by using *autoclave* with pressure 1 kg/cm². The result of physical characterization show that the optimized process of *degumming* for ready spin bamboo-fiber are obtained by applying the concentration of NaOH 20 mg/L. The composition of bamboo-fiber bundle as a result of optimized process condition contains 18,86% lignin and 18,54% hemicellulose. The result of physical properties shows that the obtained bamboo fiber has tensile strength 24,84 kg, average elongation 48,1%, *moisture regain* 7,7%, *moisture content* 7,1%, and *tenacity* 0,09 N/Tex. The obtained bamboo fiber has been successfully spun by using *jantra* machine and made as handicraft of creative product.*

Keywords: bamboo; *degumming*; *Gigantochloa apus*; creative product; fiber

PENDAHULUAN

Indonesia sebagai salah satu negara tropis di dunia memiliki sumber daya bambu yang cukup potensial. Bambu merupakan salah satu tumbuhan yang mudah tumbuh, memiliki kecepatan pertumbuhan tinggi dan tidak memerlukan perawatan khusus.^{1,2} Sumber daya bambu yang cukup melimpah tersebut perlu ditingkatkan pemanfaatannya agar dapat memberi sumbangan

terhadap pertumbuhan ekonomi nasional. Dari sekitar 1500 jenis bambu di dunia terdapat sekitar 8 jenis bambu endemis yang tersebar di Indonesia yang belum dimanfaatkan secara optimal.³ Beberapa jenis diantaranya terancam punah disebabkan oleh kurangnya pemberdayaan. Pada saat ini pemanfaatan bambu di Indonesia pada umumnya masih sebatas untuk meubel, barang kerajinan dan konstruksi ringan. Padahal menurut laporan beberapa penelitian, bambu mengandung

serat yang memiliki banyak keunggulan tertentu dibanding serat alam lainnya, antara lain dilaporkan bahwa serat bambu memiliki sifat antibakteri dan dapat digunakan sebagai bahan baku tekstil.^{4,5,6,7}

Peningkatan nilai tambah penggunaan bambu sebagai bahan dasar industri tekstil pada saat ini adalah dengan mengolah tanaman bambu menjadi serat bambu. Sebagai bahan dasar produk tekstil, teknologi pengolahan serat bambu sesungguhnya telah berkembang dimana bahan baku bambu diproses melalui proses seperti pembuatan bahan rayon viskosa, dilanjutkan dengan pemintalan dan pertununan hingga menjadi kain.^{8,9,10} Namun demikian, teknologi ini membutuhkan urutan waktu proses yang cukup panjang, biaya yang besar dan efek pencemaran lingkungan. Beberapa studi telah mempelajari bioproses dan biokomposit sebagai alternatif pengolahan yang lebih ramah lingkungan.^{11,12,13} Sebagai alternatif lain untuk meningkatkan nilai tambah pada bahan baku bambu ini adalah dengan menjadikan serat bambu sebagai bahan baku produk tekstil non sandang dan industri kreatif yang dapat dikembangkan lebih lanjut oleh industri skala kecil dan menengah. Proses pemanfaatan bambu sebagai bahan baku serat untuk produk tekstil non sandang dan produk kreatif diharapkan dapat menjadi langkah awal mengurangi biaya proses dan efek pencemaran sebagaimana dihasilkan proses pembuatan rayon viskosa.

Penelitian ini mencoba untuk mengekstraksi serat bambu dengan menggunakan metode yang lebih ramah lingkungan dengan penggunaan larutan NaOH pada proses *degumming* sekecil mungkin dan lebih memprioritaskan proses fisika/mekanis. Selain penggunaan larutan NaOH dengan kadar rendah, dalam penelitian ini juga dilakukan proses dengan temperatur dan tekanan tinggi yang bertujuan untuk mempercepat proses ekstraksi serat bambu agar diperoleh serat bambu yang memenuhi syarat siap pintal untuk pembuatan produk kreatif. Karakterisasi serat bambu hasil ekstraksi dilakukan melalui pengamatan mikroskopis dan evaluasi sifat-sifat serat berdasarkan data pengujian fisika tekstil. Karakteristik serat bambu yang diperoleh selanjutnya menjadi dasar untuk menentukan proses pemintalan serat dan jenis mesin pintal serat yang sesuai dengan karakter serat bambu yang diperoleh.

Pemilihan jenis bambu dilakukan dengan pertimbangan ketersediaan dan pemanfaatan yang relatif dominan oleh masyarakat. Bambu tali adalah salah satu jenis bambu yang keberadaannya cukup berlimpah dan banyak digunakan oleh masyarakat untuk berbagai penggunaan. Dari penelitian ini diharapkan diperoleh informasi tentang karakteristik serat bambu tali dan metode ekstraksi kimia-mekanis yang sesuai dalam menghasilkan serat bambu dengan dampak lingkungan yang minimal.

METODE

Bahan dan peralatan

Bahan utama yang digunakan dalam studi ini adalah: bambu tali (*Gigantochloa apus*) usia 2-3 tahun, natrium hidroksida kualitas p.a (Merck), hidrogen peroksida 50% kualitas teknis (Brataco), surfaktan non ionik *rucogen FWK 50* (Rudolf) dan enzim xilanase (Merck). Peralatan utama yang digunakan dalam penelitian ini antara lain: *autoclave* bertekanan 1 kg/cm², kompor gas, mesin *softening* serat, mesin *opener* serat dan alat jantra.

Persiapan

Proses persiapan merupakan bagian awal dari keseluruhan rangkaian proses dalam penelitian pembuatan serat bambu yang meliputi : proses *degumming* menggunakan larutan natrium hidroksida di dalam *autoclave*, proses pengelantangan menggunakan hidrogen peroksida, proses pencucian dan proses lanjutan menggunakan mesin *softening* dan mesin *opener*. Skema proses dalam penelitian ini mengikuti diagram alir sebagaimana ditunjukkan pada Gambar 1.

Persiapan terhadap bahan utama bambu tali adalah dengan proses pemotongan bambu sesuai dengan ukuran panjang ruas/bukunya. Bagian ruas bambu tidak digunakan atau dibuang, sedangkan bagian bambu yang diambil selanjutnya dibuang bagian kulitnya dan dibelah tipis memanjang dengan ketebalan sekitar 0,5-1,0 mm dan lebar sekitar 1-2 cm. Pembuatan larutan NaOH 10% untuk proses *degumming* dipersiapkan dengan melarutkan 100 gram NaOH dilarutkan dengan air hingga volume 1 liter.

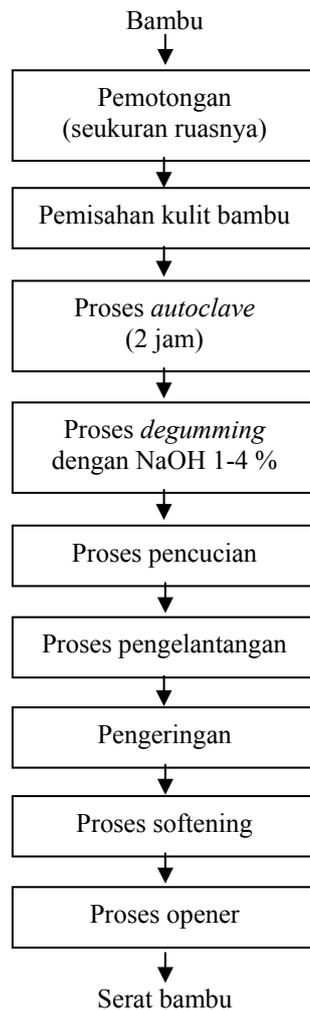
Proses *degumming*

Sebanyak 0,25 kg bambu yang telah dipersiapkan dalam proses persiapan sebelumnya ditempatkan dalam *autoclave*. Proses *degumming* dalam *autoclave* dilakukan dengan komposisi 10 ml surfaktan non ionik *rucogen FWK 50*, larutan NaOH 10% dengan variasi penggunaan 400 dan 800 mL, dan air hingga volume akhir 4L. Bambu diproses dalam *autoclave* dengan temperatur 90°C dan tekanan 0,9-1,0 kg/cm² selama 60 menit. Selanjutnya bambu dicuci menggunakan air sebanyak 3-4 kali hingga air cucian terlihat cukup bening.

Proses pengelantangan

Proses pengelantangan (*bleaching*) dilakukan terhadap bambu yang telah mengalami proses *degumming* dengan menggunakan larutan hidrogen peroksida. Proses ini dilakukan di dalam *autoclave* dengan menggunakan H₂O₂ 50% sebanyak 80 mL dan air hingga volume akhir 4 L. Proses pengelantangan dilakukan pada temperatur 90°C selama 60 menit disertai dengan pengadukan.

Bambu yang telah melalui proses pengelantangan selanjutnya dicuci dan dikeringkan dengan sinar matahari hingga kering udara.



Gambar 1. Rangkaian proses percobaan pembuatan serat bambu

Pemisahan serat bambu

Proses berikutnya yang dilakukan untuk menghasilkan serat bambu adalah pemisahan serat. Dalam proses ini, bambu yang telah mengalami proses sebelumnya diproses secara berturut-turut dengan menggunakan mesin softening dan mesin opener.

Karakterisasi dan pengujian sifat fisika serat bambu

Karakterisasi sifat fisika serat bambu hasil dari penelitian ini dilakukan dengan menggunakan mikroskop (Olympus VT II). Pengujian kadar lignin dan hemiselulosa dilakukan mengikuti metode uji berdasarkan SNI 0444:2009 dan SNI 14-1561-1989. Pengujian kekuatan tarik dan mulur serat bambu dilakukan dengan menggunakan alat *testometric* dan *micronaire* dengan metode uji berdasarkan SNI 08-1112-1989. Pengujian *moisture regain/content* dilakukan dengan metode uji berdasarkan SNI 8100 : 2015.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi fisik serat bambu

Penampakan fisik serat bambu dalam tiap tahapan serat bambu pada penggunaan NaOH dengan konsentrasi 20 g/L diperlihatkan pada Gambar 2. Perubahan yang tampak secara fisik dari setiap tahapan proses pengolahan (proses *degumming*; pengelantangan dan *softening*) adalah meningkatnya tingkat kecerahan warna dan kehalusan tekstur dari serat bambu. Pada penggunaan konsentrasi NaOH 20 g/L tampak bahwa serat bambu yang dihasilkan merupakan serat panjang. Berdasarkan pengamatan terhadap hasil akhir serat bambu yang dihasilkan dari percobaan/ekstraksi secara visual (Gambar 3) dan hasil pemotretan menggunakan mikroskop (Gambar 4), sifat serat secara fisik bukan merupakan serat tunggal, melainkan berupa bundel serat (*fiber bundle*).

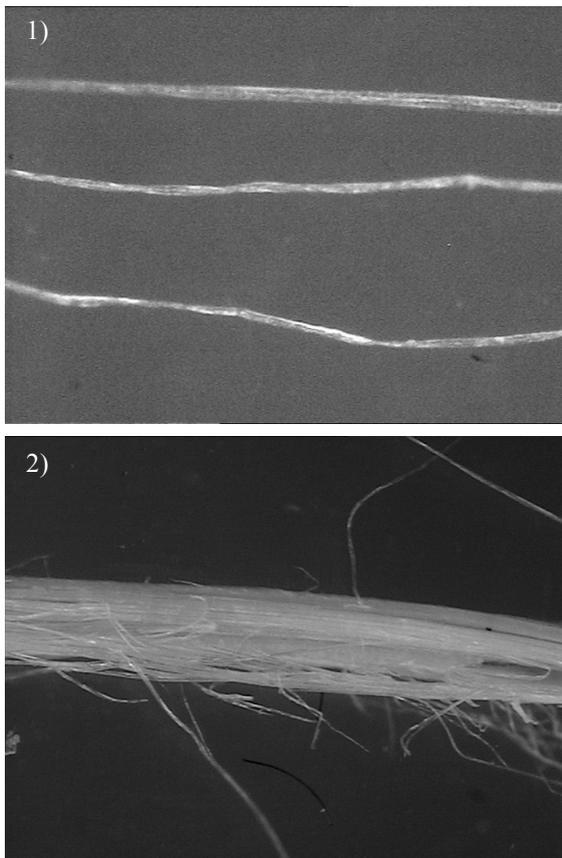


Gambar 2. Hasil pengolahan pada tiap tahapan serat bambu: 1) Sebelum proses *softening*; 2) Setelah proses *softening*; 3) Setelah proses *opener*.

Variasi konsentrasi NaOH memberikan efek pada kekuatan bundel serat bambu yang dihasilkan, dimana kekuatan bundel tampak semakin menurun dengan bertambahnya penggunaan konsentrasi NaOH. Penggunaan larutan NaOH 10 g/L menghasilkan serat bambu dengan warna serat yang berwarna coklat tua mengindikasikan masih banyaknya sisa pengotor.



Gambar 3. Serat bambu tali (*Gigantochloa apus*) yang siap untuk dipintal dengan alat jantra.



Gambar 4. Hasil pemotretan serat bambu menggunakan mikroskop: 1) Pembesaran 50x; 2) Pembesaran 200x.

Pada penggunaan NaOH 20 g/L warna serat tampak berwarna cerah kekuningan namun kekuatan tarik kurang baik dibanding dengan penggunaan NaOH 10 g/L. Penggunaan larutan NaOH di atas 20 g/L menghasilkan serat yang berwarna cerah kekuningan, namun serat bersifat rapuh dengan panjang serat yang sangat pendek. Warna serat dan sifat fisik secara khusus dapat dijelaskan melalui evaluasi komposisi serat yang akan dibahas selanjutnya. Variasi konsentrasi NaOH yang digunakan memberikan optimasi penggunaan larutan NaOH 20 g/L, sehingga menghasilkan serat bambu yang dapat dipintal.

Komposisi serat bambu

Hasil pengujian yang menunjukkan kandungan pengotor yang masih melekat pada bundel serat bambu hasil percobaan dapat dilihat sebagaimana ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil pengujian kadar lignin dan hemiselulosa pada serat bambu

No	Proses	Parameter (%)	
		Lignin	Pentosan sebagai hemiselulosa
1	Autoclave tanpa NaOH	25,24	23,31
2	Autoclave dengan NaOH 10 g/L	20,75	20,74
3	Autoclave dengan NaOH 20 g/L	18,86	18,54

Data pada Tabel 1 memperlihatkan bahwa bundel serat bambu hasil percobaan mengandung kadar lignin dan hemiselulosa yang semakin menurun seiring dengan bertambahnya penggunaan kadar NaOH. Penggunaan larutan NaOH dengan konsentrasi 20 g/L pada proses *degumming* dapat menurunkan lignin sebesar 25% dan hemiselulosa sebesar 20%. Menurut Li et al. (2010), keberadaan lignin pada serat bambu bertanggung jawab terhadap *stiffness* dan warna kekuningan serat bambu, dan tidak mungkin untuk menghilangkan lignin dengan bersih dari serat bambu secara sempurna, dikarenakan daya tahan lignin yang cukup tinggi terhadap alkali.^{14,15}

Evaluasi sifat fisika serat bambu

Pengujian sifat fisika telah dilakukan dalam penelitian ini dengan tujuan untuk mengetahui sifat-sifat bundel serat bambu hasil percobaan. Sifat fisika yang dievaluasi meliputi: kekuatan tarik dan mulur, *moisture regain/content* dan *tenacity*.

Kekuatan tarik dan mulur

Hasil dari pengujian kekuatan tarik serat bambu yang dilakukan dengan menggunakan alat

testometric dan *micronaire* ditampilkan pada Tabel 2. Penentuan kekuatan tarik menggunakan alat *testometric* dilakukan kecepatan tarik sebesar 7,5 mm/menit dan dengan jarak jepit 50 mm. Dari hasil penentuan kekuatan tarik, tampak bahwa serat bambu hasil percobaan mempunyai nilai rata-rata 24,84 kg. Menurut Li et al. (2010), kekuatan tarik yang cukup besar tersebut disebabkan oleh masih adanya gum yang lengket sebagai pengikat serat bambu, dan bukan merupakan kekuatan tarik seratnya itu sendiri.¹⁴ Pada Tabel 2 dapat dilihat pula sifat mulur bundel serat bambu yang menunjukkan nilai rata-rata sebesar 48,1%. Hasil penentuan kekuatan tarik dengan menggunakan alat *micronaire* serat bambu mempunyai kekuatan dan mulur rata-rata masing-masing 24836 gf dan 3,607 mm.

Moisture regain

Hasil penentuan *moisture regain* dan *moisture content* serat bambu hasil percobaan menunjukkan nilai masing-masing sebesar 7,7% dan 7,1%. Nilai tersebut cukup tinggi dan dapat dikatakan bahwa serat bambu tergolong serat yang hidroskopik. *Moisture regain* merupakan indeks karakteristik kemampuan sorpsi uap air di udara (kelembaban), yang juga merefleksikan karakteristik struktur serat. Besarnya nilai *moisture regain* sangat penting dikarenakan berhubungan dengan kenyamanan (*comfort*) suatu material tekstil. Nilai *moisture content* yang cukup tinggi, mengindikasikan bahwa serat bambu mempunyai kemampuan mengabsorpsi molekul air cukup tinggi. Bila dibandingkan dengan serat batang lainnya, serat bambu tali mempunyai *moisture regain* lebih kecil dibanding dengan serat bambu *Neosinocalamus affinis* yang berasal dari Tiongkok yang mempunyai *moisture regain* 10,14%.¹⁴ Namun demikian *moisture regain* serat bambu hasil percobaan mendekati nilai *moisture regain* kapas sebesar 8,5%.¹⁶

Tenacity

Berdasarkan perhitungan pada Tabel 2, *tenacity* serat bambu hasil percobaan diketahui sebesar 0,09 N/Tex. Jika dibandingkan dengan nilai *tenacity* serat bambu *Neosinocalamus affinis* (0,046

N/Tex), maka serat bambu tali memiliki *tenacity* hampir dua kali lipat lebih tinggi.¹⁴ *Tenacity* adalah parameter tekstil yang masih berhubungan dengan kekuatan suatu material tekstil. Semakin kecil ukuran serat kekuatannya tinggi, maka serat tersebut dikatakan memiliki *tenacity* yang tinggi.

Pembuatan benang dan produk kerajinan

Serat bambu tali yang telah dihasilkan dari studi ini masih berbentuk bundel serat dengan sifat-sifat sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya. Dengan pertimbangan sifat-sifat serat tersebut, serat bambu yang telah dibuat tampak belum dapat digunakan atau diproses sebagaimana halnya tekstil untuk sandang. Dalam upaya untuk menjadikan serat bambu hasil percobaan menjadi benang, maka teknik pembuatan benang dilakukan dengan menggunakan mesin jantra. Benang serat bambu tali telah berhasil dibuat meskipun lebih sulit dibanding dengan memproses jantra serat batang lainnya seperti rami, dikarenakan sifatnya yang agak kaku dan agak rapuh. Hasil proses jantra benang serat bambu tali hasil percobaan dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Benang serat bambu tali (*Gigantochloa apus*) hasil proses jantra.

Benang serat bambu tali hasil dari studi ini selanjutnya dicoba untuk dijadikan sebagai bahan baku produk kreatif kerajinan. Berdasarkan pengamatan dalam proses pembuatan beberapa produk kerajinan, benang serat bambu tali memiliki potensi yang baik untuk diolah menjadi produk-produk industri kreatif.

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisika serat bambu

No	Kek. Tarik (g)	Berat (g)	Mulur (mm)	Kek. Tarik (kg)	Berat (mg)	Mulur (%)	Tenacity (N/tex)	Tenacity (g/tex)
1	20180	0.12457	2.881	20.18	124.57	38.41	0.0795	8.0999
2	31670	0.14536	3.924	31.67	145.36	52.32	0.1069	10.8936
3	25040	0.10824	4.128	25.04	108.24	55.04	0.1135	11.5669

Tabel 2. Hasil pengujian sifat fisika serat bamboo (lanjutan)

No	Kek. Tarik (g)	Berat (g)	Mulur (mm)	Kek. Tarik (kg)	Berat (mg)	Mulur (%)	Tenacity (N/tex)	Tenacity (g/tex)
4	26980	0.16405	3.172	26.98	164.05	42.29	0.0807	8.2231
5	20320	0.14357	3.931	20.32	143.57	52.41	0.0694	7.0767
x	24838	0.13716	3.607	24.84	137.16	48.10	0.0900	9.1720
SD	4832.56	0.02	0.55	4.83	21.37	7.28	0.02	1.95
CV	19.46	15.58	15.14	19.46	15.58	15.14	21.21	21.21

KESIMPULAN

Serat dari bambu tali (*Gigantochloa apus*) telah berhasil dibuat melalui proses *degumming* dengan menggunakan larutan NaOH 20 g/L dalam kondisi temperatur 90°C dan tekanan 1 kg/cm². Serat bambu hasil ekstraksi yang diperoleh merupakan bundel serat, bukan merupakan serat tunggal. Serat bambu yang dihasilkan dapat dipintal dengan menggunakan mesin jantra dan dapat dijadikan bahan baku dalam pembuatan produk industri kreatif. Dalam penelitian selanjutnya perlu dilakukan studi tentang penggunaan cara/teknik membuka bundel serat bambu dengan cara pemasakan pada tekanan yang lebih tinggi yaitu 10 kg/cm² agar serat yang dihasilkan dapat dipintal menggunakan mesin pintal konvensional dan dapat digunakan dalam pembuatan produk tekstil sandang.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Balai Besar Tekstil atas pendanaan riset melalui anggaran DIPA 2014 dalam penyusunan tulisan ini.

PUSTAKA

- Hauser, P.J., (2007), *Bamboo Fibers*, North Carolina State University.
- Liese, W., (1985), *Anatomy and Properties of Bamboo*, Proceeding: Int. Bamboo Workshop, China.
- Widjaja, E.A. dan Risyad, Z., (1985), *Anatomical Properties of Some Bamboos Utilized in Indonesia*, Proceeding: International Bamboo Workshop, China.
- Waite, M., (2009), Sustainable textiles: the role of bamboo and a comparison of bamboo textile properties, *Journal of Textile and Apparel, Technology and Management* Vol.6 Issue 2.

- NL Agency, (2013), *Bamboo: analyzing the potential of bamboo feedstock for the biobased economy*, Ministry of Economic Affairs, Netherland.
- Xi, L.X. dan Qin, D.C., (2012), The antibacterial performance of natural bamboo fiber and its influencing factors, *Proceedings of the 55th International Convention of Society of Wood Science and Technology*, Beijing China.
- Hardin, I., Wilson, S.S., Dhandapani R., dan Dhende, V., (2009), An assessment of the validity of claims for "Bamboo" fibers, *AATTC Review* 9(10) pp. 33-36.
- Fu, J. et.al, (2012), Bamboo fibre processing: insights into hemicellulase and cellulase substrate accessibility, *Biocatalysis and Biotransformation* 30(1) pp. 27-37.
- Erdumlu, N., dan Ozipek, B., Investigation of regenerated bamboo fibre and yarn characteristics, (2008), *Fibres and Textiles in Eastern Europe* Vol.16, No.4(69) pp. 43-47.
- Scurlock, J.M.O., Dayton, D.C., dan Hames, B., (2000), Bamboo: an overlooked biomass resource?, *Biomass and Bioenergy* Vol.19-4, pp. 229-244.
- Khalil, H.P.S.A., Bhat, I.U.H., Jawaid, M., Zaidon, A., Hermawan, D., dan Hadi, Y.S., (2012), Bamboo fibre reinforced biocomposites: A review, *Materials and Design* 42 pp. 353-368.
- Ogawa, K., Hirogaki, T., Aoyama, E., Taniguchi, M., dan Ogawa, S., (2010), Fabrication of binder free green composite using bamboo fibers extracted with a machining center, *Key Engineering Materials* Vol. 447 pp. 760-764.
- Fu, J., Zhang, X., Yu, C., Guebitz, G.M., dan Paulo, A.C., (2012), Bioprocessing of Bamboo Materials, *Fibers & Textiles in Eastern Europe*, 20, 1(90), 13-19.
- Li, L.J., et al., (2010), Evaluation of Properties of Natural Bamboo Fiber for Application in Summer Textiles, *Journal of Fiber Bioengineering and Informatics*, 3(2) pp. 94-99.

¹⁵Yueping, W., et.al, (2009), Structure of Bamboo Fiber for Textiles, *Textile Research Journal* Vol. 80 (4) pp. 334-343.

¹⁶M. Danny Sukardan et al., (2004), *Penyempurnaan Proses Pengolahan Serat Rami Siap Pintal*, Laporan DIPA Balai Besar Tekstil.
