

# EVALUASI METODE *RETTING* SERAT BATANG

Ahmad Dhiaul Khuluq dan Farida Rahayu  
Balai Penelitian Tanaman Pemanis dan Serat, Malang

## ABSTRAK

Serat batang merupakan salah satu serat alam yang sangat potensial di bidang industri tekstil. Diversifikasi produk berbahan baku serat yang berkualitas semakin berkembang. Kualitas serat banyak dipengaruhi oleh proses *retting*. Pemilihan metode *retting* perlu dilakukan untuk mengetahui efektivitas dan efisiensi proses pengolahan serat. *Retting* basah tradisional masih menjadi pilihan utama untuk mendapatkan serat batang. Metode *sea water retting* merupakan alternatif untuk daerah dekat dengan laut, sedangkan daerah marginal dan kekurangan air dapat menggunakan *retting* kering tradisional dan *bag retting*.

Kata kunci: Serat batang, *retting*, metode

## EVALUATION OF FIBER STEMS *RETTING* METHOD

### ABSTRACT

Fibre stem is one of natural fibre that potential in the textile industry. Diversification of products made from the best raw fibre quality keep on growing. The quality of fibre was much influenced by the *retting* process. Election of *retting* method needs to be done to the effectiveness and efficiency of fibre processing. Traditional wet *retting* is still the main choice to get the fibre stem. Sea water *retting* method is an alternative to the seaside area, while on marginal and dry land area can use a traditional dry *retting* and *bag retting*.

Keywords: Stem fibre, *retting*, method

## PENDAHULUAN

Serat alam merupakan salah satu sumber terbarukan yang sangat potensial di dunia industri. Hal ini didukung dengan diversifikasi produk berbahan baku serat yang cukup beraneka ragam dan bernilai ekonomis. Sektor industri tersebut meliputi kerajinan, karpet, tekstil, kertas, otomotif, *furniture*, *fibre glass*, dan banyak contoh lainnya, sehingga kebutuhan serat semakin besar dan terus meningkat seiring dengan bertambahnya waktu. Beberapa sumber serat yang terus dikembangkan adalah dari tanaman kenaf (*Hibiscus cannabinus*), yute (*Corchorus capsularis*), rami (*Boehmeria nivea*), linum (*Linum usitatissimum*), urena (*Urena lobata*), rosela (*Hibiscus sabdariffa*), sisal (*Agave sisalana*), dan abaka (*Musa textilis*).

Serat selulosa dibentuk di kulit batang. Ekstrak serat dilakukan dengan proses *retting* yang bertujuan untuk memisahkan serat dari jaringan selain

serat. Pektin dan hemiselulosa merupakan jaringan selain serat yang letaknya di sel parenkim dan lamela tengah. Masalah yang sering muncul dalam proses *retting* adalah waktu fermentasi yang relatif lama. Di samping itu proses *retting* tradisional membutuhkan banyak tenaga kerja, fermentor yang luas, kebutuhan air yang cukup banyak, dan bau tak sedap (*off odor*) yang dihasilkan dari dekomposisi senyawa organik oleh mikroba pembusuk, sehingga menurunkan kualitas serat. Hal ini menjadikan *retting* sebagai faktor penting yang terus diupayakan paket teknologinya untuk mendapatkan serat berkualitas, serta proses yang lebih efektif dan efisien.

Proses pemisahan serat dari komponen bukannya serat dapat dilakukan dengan cara fisik, kimia, mikrobiologi, dan enzimatik. Secara umum terdapat 3 metode *retting*, yaitu *dew retting*, *water retting*, *osmotic degumming* yang memiliki kelebihan dan kelemahan pada proses pengolahan dan aplikasi di lapangan. Diharapkan dengan mengetahui karak-

teristik serat batang dan metode *retting*, maka dapat dipilih aplikasi yang tepat sesuai dengan kondisi dan situasi untuk mendapatkan hasil serat yang berkualitas.

### Karakteristik Kimia dan Morfologi Serat Kenaf

Serat merupakan komponen tanaman tidak larut dalam air yang tersusun dari komponen dasar selulosa, lignin, pektin, dan hemiselulosa (Tabel 1). Komponen yang banyak digunakan untuk keperluan industri adalah polimer selulosa. Selulosa merupakan polimer berantai panjang polisakarida, karbohidrat dari beta glukosa. Polimer selulosa biasanya mengandung glukosa sekitar 100–2.000 molekul bahkan sampai 10.000. Selulosa adalah polimer glukosa hidrofilik terdiri atas rantai linier ikatan 1,4- $\beta$ -glukosa anhidrat yang mengandung gugus hidroksil alkohol (Bledzki dan Gassan 1999). Gugus hidroksil membentuk ikatan hidrogen di dalam molekul dan di antara molekul selulosa yang lain. Struktur kimia selulosa dari serat alam yang berbeda relatif sama, hanya berbeda pada derajat polimerisasi (DP). Nilai DP sangat mempengaruhi sifat mekanik dari serat (Mohanty *et al.* 2000).

Tabel 1. Komposisi kimia tanaman serat

Jenis	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Pektin (%)	Lignin (%)
Yute ( <i>Corchorus capsularis</i> )	64,4	12,0	0,2	11,9
Linum ( <i>Linum usitatissimum</i> )	64,1	16,7	1,8	2,0
Rami ( <i>Boehmeria nivea</i> )	68,6	13,1	1,9	0,6
Hemp ( <i>Cannabis sativa</i> )	67,0	16,1	0,8	3,3
Sisal ( <i>Agave sisalana</i> )	65,8	12,0	0,8	9,9
Abaka ( <i>Musa textilis</i> )	63,2	19,6	0,5	5,1
Kenaf ( <i>Hibiscus cannabinus</i> )	57,0	21,0	2,0	15,0

Sumber: Franck 2005; Tahir *et al.* 2011.

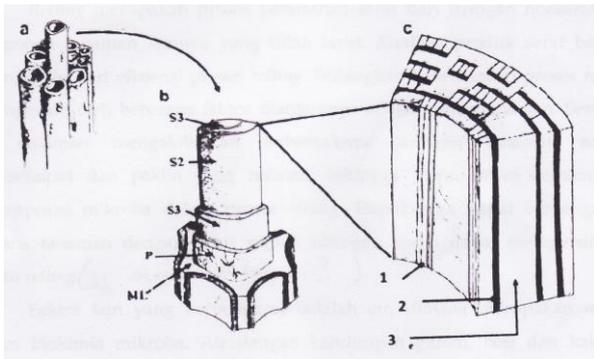
Hemiselulosa terdiri atas polisakarida yang berhubungan dengan selulosa, terutama setelah lignin dihilangkan. Letak perbedaan hemiselulosa dengan selulosa ada pada 3 aspek, yaitu perbedaan pada komponen penyusun gula dimana selulosa memiliki 1,4- $\beta$ -D-glukopiranososa, hemiselulosa memiliki banyak ikatan percabangan sedangkan selulosa

merupakan polimer rantai tunggal tanpa percabangan derajat polimerisasi hemiselulosa lebih kecil dibandingkan dengan selulosa (Bledzki dan Gassan 1999).

Lignin adalah senyawa yang tidak mudah larut. Hal ini disebabkan lignin memiliki berat molekul tinggi dan strukturnya kompleks. Ikatan rangkap dalam lignin memberikan penampakan warna gelap pada serat tanaman. Jika lignin teroksidasi dan ikatan rangkap terputus, serat akan tampak lebih terang. Lignin merupakan senyawa yang sangat sedikit hidrofilik dibandingkan hemiselulosa dan selulosa. Sedangkan pektin adalah senyawa tidak beraturan dan heteropolisakarida. Letaknya terakumulasi dalam dinding primer dan lamela tengah. Senyawa pektin merupakan bagian penting dalam penggabungan serabut serat, karena bertugas sebagai pengikat antardinding sel. Penghilangan pektin dapat mengakibatkan pemisahan serabut serat dalam batang (Rowell *et al.* 2000 dalam Li 2009).

Bagian tanaman yang berkaitan dengan keberadaan komponen serat adalah dinding sel, lamela tengah, parenkim, dan kolenkim. Dinding sel tersusun dari selulosa, pektin, polisakarida non-selulosa, hemiselulosa dan lignin (Gambar 1). Selulosa merupakan penyusun utama dinding sel. Kumpulan molekul-molekul yang terjalin dalam benang lebih besar menjadi sejumlah berkas disebut mikrofibril. Ruang antara mikrofibril dapat terisi dengan senyawa lignin dan suberin (zat gabus). Lignin juga banyak ditemukan di jaringan berkayu lamela tengah (Setjo *et al.* 2004).

Lapisan epidermis memiliki kandungan utama pektin. Lapisan luar dari epidermis terdapat lilin yang berfungsi melindungi tanaman dari kekeringan, sedangkan dinding sel primer maupun sekunder merupakan tempat kandungan serat selulosa terbanyak. Secara umum senyawa pektin banyak terdapat di lamela tengah dan dinding sel primer. Lignin tersebar di bagian dinding sel primer dan sekunder dengan konsentrasi jumlah paling banyak di lamela tengah, sedangkan selulosa merupakan komponen dominan dari dinding sel sekunder. Hemiselulosa terikat dalam mikrofibril selulosa dengan ikatan hidrogen yang membentuk lapisan yang mengelilingi fibril dan keduanya (selulosa dan hemiselulosa) diselubungi oleh lignin (Madsen 2004).



Gambar 1. Dinding sel tanaman

Keterangan:

a. kumpulan sel; b. lapisan dinding sel; c. distribusi komponen sel; S. dinding sel sekunder; P. dinding sel primer; ML. lamela tengah; 1. fibril selulosa; 2. hemiselulosa; 3. matriks lignin-hemiselulosa (Pe'rez et al. 2002).

## METODE RETTING

### Faktor yang Mempengaruhi Retting

*Retting* merupakan proses pemisahan serat dari jaringan nonserat dan komponen tanaman lainnya yang tidak larut. Kualitas produk serat banyak dipengaruhi dari efisiensi proses *retting*. Sedangkan keberhasilan proses *retting* dipengaruhi oleh beberapa faktor, terutama umur tanaman. Semakin tua tanaman mengakibatkan terbentuknya jaringan tanaman seperti hemiselulosa dan pektin yang resisten, sehingga menurunkan kemampuan dekomposisi mikroba dalam proses *retting*. Pupuk juga dapat berpengaruh, karena tanaman dengan dosis pupuk nitrogen tinggi dapat mempersingkat waktu *retting* (Ahmed dan Akhter 2001). Faktor tersebut tergolong pengaruh internal dalam tanaman yang perlu diperhatikan untuk mendapatkan hasil *retting* optimal.

Faktor eksternal yang dapat berpengaruh adalah kualitas dan kuantitas air, dimana merupakan media proses biokimia mikroba. Air dengan kandungan garam, besi, dan kalsium rendah dapat meningkatkan proses *retting*. Selain itu pH dan suhu juga merupakan faktor yang berpengaruh. Nilai pH 6–8 sangat dianjurkan karena merupakan pH optimal pertumbuhan mikroba sedangkan suhu optimal proses *retting* dengan hasil baik adalah 34°C. Faktor lain yang juga penting adalah aktivator. Urea digunakan dalam *retting* untuk menaikkan pertum-

bahan jumlah mikroba (aerob dan anaerob) dengan menaikkan pH dan menyediakan kebutuhan nitrogen (Ahmed dan Akhter 2001). Mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi *retting* diharapkan dapat membantu meningkatkan kualitas produk serat melalui proses *retting* yang efektif dan efisien.

Secara umum, berdasarkan ketersediaan jumlah air dalam suatu wilayah, metode *retting* dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu *retting* basah yang biasa dipakai di daerah dengan jumlah air melimpah dan *retting* kering yang digunakan di daerah dengan ketersediaan air terbatas.

### Metode Retting Basah

Ketersediaan air yang banyak merupakan faktor utama dari *retting* basah. Metode *retting* basah dapat dilakukan dengan cara tradisional dan *sea water retting*.

#### Retting Basah Tradisional

Metode ini sudah sejak dulu dilakukan di berbagai negara karena murah dan mudah dilakukan. Pada prinsipnya batang kenaf direndam dalam air dan terjadi perombakan alami oleh mikroba dan jamur di sekitarnya, sehingga terjadi degradasi jaringan kulit batang yang dapat memudahkan pemisahan serat dari batang dan komponen lainnya. Perendaman dilakukan dalam air sedikit mengalir dengan meletakkan pemberat di atas batang kenaf selama 14–20 hari (Gambar 2). Indikator akhir perendaman adalah apabila kulit mudah dilepas dari batang, dan kulit telah berubah menjadi serat yang mudah diurai satu dengan lainnya, atau disebut dengan serat masak. Jika terjadi perendaman lewat masak serat menjadi rapuh. Hal ini kemungkinan disebabkan proses degradasi mikroba pada serat terus berlangsung, sehingga polimer selulosa serat ikut terdekomposisi menjadi polimer selulosa pendek.

*Retting* basah cara tradisional memiliki kelebihan, yaitu mudah dilakukan dan kualitas serat yang dihasilkan relatif bagus. Sedangkan kelemahannya adalah produk serat berbau busuk yang kurang diminati. Di samping itu membutuhkan areal yang luas dan jumlah air yang banyak. Sehingga diperlukan teknologi *retting* basah yang lebih ramah lingkungan, mudah digunakan, dan dapat mengurangi permasalahan *retting* di lapangan.



Gambar 2. Water retting tradisional (Kholiya et al. 2011)

Proses *retting* basah kenaf telah dikembangkan dengan penambahan nutrisi pemerkaya (urea), sirkulasi *liquor*, dan starter kultur unggulan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan urea 0,05% dan *Bacillus polymyxa* BCC-27 dengan sirkulasi 3 jam/hari menjadikan proses *retting* lebih cepat (5 hari) dengan karakteristik serat yang dihasilkan tergolong kategori baku mutu A (Ainuri et al. 1993).

### Sea Water Retting

Proses *retting* juga dapat dilakukan di perairan laut yang biasa disebut *sea water retting*. Hal ini telah dibuktikan Zhang et al. (2008) dengan mendapatkan hasil serat berkualitas tinggi dan mengurangi penggantian air. Di samping itu, didapatkan pula strain mikroba yang memiliki aktivitas pektinase cukup tinggi, yaitu *Stenotrophomonas maltophilia* dan *Ochrobactrum anthropi*. Perkembangan metode *retting* ini cukup baik dalam menyediakan alternatif teknologi *retting* di daerah pesisir.

### Retting Kering

Disebut juga dengan *retting* kering karena tidak membutuhkan banyak air seperti *retting* basah. Proses ini sangat sesuai diterapkan untuk daerah yang memiliki persediaan air terbatas. Beberapa metode yang tergolong *retting* kering adalah *retting* kering tradisional, *bag retting*, *chemical retting*, dan *enzyme retting*.

### Retting Kering Tradisional

Cara ini dilakukan dengan bantuan faktor alam yang terdiri atas bakteri alami, sinar matahari, kelembapan dan proses fermentasi untuk mendegradasi kulit batang tanaman serat. Umumnya proses *retting* kering terjadi selama 2–3 minggu ter-

gantung dari kondisi iklim lingkungan (Gambar 3). Kelemahan *retting* kering tradisional adalah warna serat menjadi gelap, sehingga menurunkan kualitas serat yang dihasilkan (Brahmsmount 2011). Dengan mengetahui kombinasi faktor yang mempengaruhi proses *retting*, dapat dilakukan pengembangan metode pada identifikasi dan adaptasi lingkungan untuk memberikan kondisi fermentasi terkontrol dalam ruangan yang sesuai, sehingga didapatkan *retting* kering dengan waktu fermentasi pendek dan kualitas serat bagus.



Gambar 3. Perlakuan *retting* kering tradisional (Brahmsmount 2011)

### Bag Retting

Metode *bag retting* (Gambar 4) dilakukan pada kulit batang dalam wadah plastik selama periode tertentu. Bakteri dan jamur diperoleh secara alami dari dalam serat kulit hijau segar yang dapat menghasilkan enzim untuk mengurai struktur serat dengan mendegradasi jaringan non-selulosa sehingga didapatkan serat selulosa yang diharapkan. Keuntungan metode ini adalah proses *retting* terlindung dari faktor lingkungan lainnya dan dapat lebih terkontrol. Di samping itu metode ini dapat menghasilkan serat berkualitas tinggi dan mengurangi polusi air.



Bahan baku

Bag retting

Bag retting -  
*S. commune*

Gambar 4. Hasil *bag retting* dan kombinasi *Schizophyllum commune* (Li et al. 2008)

Li *et al.* (2008) melakukan penelitian dengan kombinasi *bag retting* dan jamur *white rot* (*Schizophyllum commune*) pada serat rami. Perbandingan dilakukan dengan perlakuan *bag retting* dan kombinasi penambahan inokulum jamur. Bahan yang digunakan adalah serat batang segar yang telah terkelupas dengan penambahan air 60% (v/b) dalam plastik tertutup rapat selama 2 minggu suhu ruang. Sedangkan kombinasi dilakukan dengan penambahan 10 mg inokulum jamur dan 20 g kulit yang telah disterilisasi pada suhu 27°C. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan terbaik adalah pada kombinasi *bag retting* dengan penambahan jamur *Schizophyllum commune* yang menghasilkan *tensile strength* sebesar 45 Mpa. Hal ini menunjukkan bahwa jamur *white rot* efektif memproduksi enzim ekstraseluler yang dapat mendegradasi lignin dan komponen non selulosa pada jaringan kulit batang.

### Chemical Retting

Tujuan utama *retting* adalah menghilangkan komponen non selulosa, khususnya lignin untuk mendapatkan bahan baku serat berkualitas. Lignin merupakan ikatan hidrogen yang kuat dengan selulosa serta matrik pektin dan hemiselulosa.

Song dan Obendorf (2006) berhasil melakukan *retting* kimia pada serat kenaf dengan penambahan 1% NaOH dapat menguraikan lignin jenis *syringyl* dan *guaiacyl* dibandingkan dengan serat sebelum perlakuan. Hal ini ditunjukkan dengan pengukuran menggunakan alat FT-IR (*fourier transform infrared spectroscopy*) dimana terjadi penurunan absorbansi dari 1.600 cm<sup>-1</sup> menjadi 1.058 cm<sup>-1</sup> setelah proses *retting*. Penurunan absorbansi membuktikan degradasi ikatan hidrogen antara lignin dengan senyawa lainnya yang terurai karena pengaruh reaksi kimia NaOH yang ditambahkan.

Proses penghilangan pengotor pada serat sebagai bahan baku tekstil juga dapat disebut proses *degumming*. Proses ini bertujuan sama dengan proses *retting* yaitu memisahkan komponen non selulosa dari serat. Perlakuan preklorit merupakan cara kimia proses *degumming* pada serat yute. Variasi perlakuan seperti konsentrasi sodium hidroksida,

waktu, suhu, konsentrasi sodium silikat, konsentrasi agen *degumming* TF-125A dan agen penetrasi TF-107B, serta rasio larutan dapat mempengaruhi kualitas serat yang dihasilkan. Hasil terbaik menunjukkan bahwa penambahan 12 g/l sodium hidroksida, 3 g/l sodium silikat, 2 g/l TF-107B, 2 g/l TF-125A, waktu perendaman 105 menit, suhu 100°C, rasio larutan 1:20 (b/v) merupakan proses *degumming* efektif yang dapat menghilangkan hemiselulosa, lignin, pektin, dan komponen nonserat lainnya cukup signifikan seperti Tabel 2 (Wang *et al.* 2008). Penggunaan bahan kimia kurang ramah lingkungan dapat mengakibatkan pencemaran, di samping itu masih relatif kurang ekonomis untuk aplikasi masyarakat pada umumnya sehingga terjadi keengganan untuk beralih dari metode *retting* basah tradisional.

### Enzyme Retting

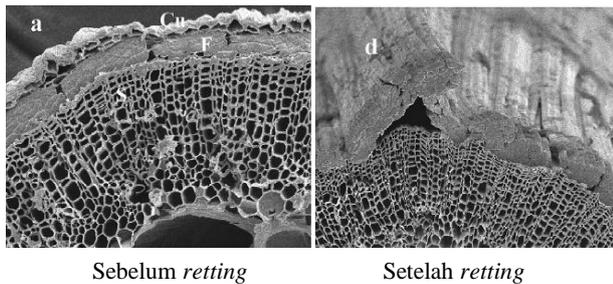
Reaksi enzimatik merupakan reaksi spesifik pada bahan baku yang spesifik, sehingga dibutuhkan pengetahuan dan ketelitian lebih tinggi untuk mendapatkan hasil yang maksimal. Kontaminasi secara fisik maupun kimia dapat mempengaruhi keberlangsungan proses enzimatik. Proses *retting* dapat dilakukan dengan reaksi enzimatik, seperti penggunaan pektat liase pada serat linum/*flax* (*Linum usitatissimum*). Sampel yang digunakan adalah 150 g batang serat linum yang dicelupkan dalam larutan enzim pektat liase komersial 2% (v/v) selama 1 jam dan 18 mM EDTA selama 23 jam. Kemudian diinkubasi dalam kondisi optimal enzim beraktivitas (pH 12, suhu 55°C) menghasilkan serat yang baik dan bersih (Akin *et al.* 2007).

Gambar 5 menunjukkan bahwa lapisan kutikula dapat terkikis dengan perlakuan enzimatik dan jaringan serat terurai dari komponen pengikat serat selulosa. Dengan demikian, proses *retting* enzimatik sangat efektif dilakukan dengan waktu yang relatif pendek, tetapi membutuhkan biaya yang relatif tinggi, sehingga aplikasi untuk masyarakat awam masih kurang dalam aspek pembiayaan dan keterampilan.

Tabel 2. Komposisi bahan sebelum dan sesudah proses *degumming* serat yute

Sampel	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)	Pektin (%)	Ekstrak cair (%)	Lemak dan lilin (%)
Bahan awal	65,44	17,61	14,35	0,13	1,86	0,61
<i>Degumming</i>	84,78	4,67	9,25	0,04	0,98	0,28

Sumber: Wang *et al.* 2008



Sebelum *retting*

Setelah *retting*

Gambar 5. *Scanning electron* mikroskopi dari serat batang (Akin *et al.* 2007)

Keterangan:

( a) Bahan baku perbesaran 250x; d) *Retting* pospat liase dan EDTA perbesaran 150x; Cu) Kutikula di luar kulit batang; F) Jaringan serat; S) Komponen batang)

## KESIMPULAN

Berdasarkan ketersediaan jumlah air di suatu wilayah, metode *retting* dibagi dua yaitu *retting* basah (*retting* basah tradisional, *sea water retting*) dan *retting* kering (*retting* kering tradisional, *bag retting*, *chemical retting*, *enzyme retting*). Pemilihan metode *retting* disesuaikan kebutuhan, kemampuan, dan ketersediaan sumber daya sehingga menghasilkan kelayakan proses dan usaha. Bagi masyarakat umum atau kebanyakan, *retting* basah masih menjadi pilihan utama untuk mendapatkan serat batang. Metode *sea water retting* merupakan alternatif untuk daerah dekat dengan laut, sedangkan daerah marginal dan kekurangan air dapat menggunakan *retting* kering tradisional dan *bag retting*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahmed, Z. & F. Akhter. 2001. Jute retting: An Overview. *Journal of Biological Sciences* 1(7):685–688.
- Ainuri, M., G. Said, M. Romli & Sudjindro. 1993. Pengembangan sistem proses *retting* serat kenaf (*Hibiscus cannabinus* L.) menggunakan kultur mikrobia pada lingkungan non-aseptik. *Agritech* 17(1): 18–25.
- Akin, D.E., B. Condon, M. Sohn, J.A. Foulk, R.B. Dodd, L.L. & Rigsby. 2007. Optimization for enzyme-retting of flax with pectate lyase. *Industrial Crops and Products* 25(2007):136–146.
- Bledzki, A.K & J. Gassan. 1999. Composite reinforced with cellulose based fiber. *Progress in Polymer Science* 24:221–274.
- Brahmsmount. 2011. Fact on Flax. Brahms mount blog. <http://brahmsmount.com/wordpress/>.
- Franck, R.R. 2005. *Bast and Other Plant Fibres*. Woodhead Publishing, Cambridge, UK.
- Kholiya, R., A. Goel & D. Kholiya. 2011. Unconventional fibre plants: a source of sustainable livelihood. *International Journal of Science Technology and Management* Vol. 2(1).
- Li, Yan, K.L. Pickering & R.L. Farrell. 2008. Analysis of Green Hemp Fibre Reinforced Composites Using Bag Retting and White Rot Fungal Treatments. The University of Waikato, New Zealand.
- Madsen, B. 2004. Properties of Plant Fibre Yarn Polymer Composite. Ph.D. Thesis, The Technical University of Denmark.
- Mohanty, A.K., M. Misra & G. Hinrichsen. 2000. Biofibres, biodegradable polymers and biocomposite: An overview. *Macromolecular Materials and Engineering* 276–277(1):1–24.
- Pe'rez, J., J. Munoz-Dorado, T. de la Rubia & J. Martinez. 2002. Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicelluloses and lignin: An overview. *Int. Microbiol.* 5:53–63.
- Li, Y. 2009. Processing of Hemp Fiber Using Enzyme/Fungal Treatment for Composite. Ph.D. Thesis, University of Waikato.
- Setjo, S, E. Kartini, M. Saptasari & Sulisetijono. 2004. *Anatomi Tumbuhan*. UM, Malang.
- Song, K.H. & S.K. Obendorf. 2006. Chemical and biological retting of kenaf fibers. *ProQuest Agriculture Journals* p. 51.
- Tahir, P.M., A.B. Ahmed, S.O.A. Saifulazry & Z. Ahmed. 2011. Retting process of some bast plant fibers and its effect on fibre quality: A review. *BioResources* 6(4): 5260–5281.
- Wang, W., Z. Cai & J. Yu. 2008. Study on the chemical modification process of jute fiber. *Journal of Engineered Fibers and Fabrics* 3(2):1–11.
- Zhang, L.L., R.Y. Zhu, J.Y. Chen, J.M. Chen & X.X. Feng. 2008. Sea water treatment of hemp and characterization of bacterial strains involve in the retting process. *Process Biochemistry* 43(2008):1195–1201.

## DISKUSI

- Tidak ada pertanyaan.