

PROSES PEMURNIAN SELULOSA PELEPAH SAWIT SEBAGAI BAHAN BAKU NITROLESULOSA DENGAN VARIASI pH DAN KONSENTRASI H₂O₂

Rianto Harpendi, Padil, Yelmida

Laboratorium Dasar Teknik, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik,
Universitas Riau 28293

Email : rianto.harpendi@gmail.com

Hp : 085271331256

ABSTRAK

One of the raw materials for propellant or explosive double base type is nitrocellulose. Availability of cellulose which is the main component of biomass is very abundant in Indonesia, particularly solid waste palm oil industry. With cellulose content of 34.89%, palm midrib is one solid waste palm with potential to be used as the main raw material cellulose. Purity cellulose levels that must be achieved to produce nitrocellulose propellant as raw material is more than 92%. So as to improve the purity of the cellulose in the palm midrib must be purified using hydrogen peroxide, which is initiated by the hydrolysis with EFB ash extract. Hydrogen peroxide is a chemical that can be used for the bleaching process, because this compound is more environmentally friendly than chlorine. The purpose of this is to obtain the best conditions to obtain cellulose purity of more than 92%. The bleaching process is done by varying the concentration of hydrogen peroxide (1%, 2%, 3%, 4%, 5%) and pH (8, 9, 10, 11, 12). Pulp composition analysis of purified cellulose. Obtained the best process conditions is the concentration of 3% hydrogen peroxide and pH 9 with 95.11% purity cellulose.

Keywords : Palm Midrib, Bleaching, Hydrogen Peroxide, Cellulose

1. PENDAHULUAN

Saat ini kebutuhan propelan untuk mendukung pertahanan dan keamanan Indonesia masih mengandalkan impor dan produk luar negeri. Salah satu bahan baku pembuatan propelan atau bahan peledak jenis *double base* adalah nitroselulosa. Nitroselulosa dapat diproduksi dari bahan baku utama selulosa baik sintesis maupun alami [Loekman, 2006]. Disisi lain, ketersediaan selulosa yang merupakan komponen utama biomassa sangat melimpah di Indonesia khususnya limbah hasil industri sawit. Pelepah sawit merupakan limbah padat sawit yang sangat potensial untuk digunakan

sebagai bahan baku utama selulosa [Padil, 2010].

Pemanfaatan limbah pelepah sawit belum dilakukan secara optimal. Sejauh ini pelepah sawit sebageian besar hanya diolah menjadi pakan ternak dan pupuk kompos, bahkan sebagian besar petani menumpuk pelepah sawit begitu saja di perkebunan. Hasil penelitian Padil [2010] melaporkan komposisi selulosa, hemiselulosa, dan lignin pelepah sawit secara berturut-turut : 34,89%, 27,14%, dan 19,87%. Pada tahun 2010, data Dinas Perkebunan Riau menunjukkan provinsi Riau tercatat sebagai wilayah yang memiliki perkebunan sawit terluas di Indonesia

yaitu 1,61 juta hektar. Dengan luas perkebunan sawit tersebut, maka limbah pelepah sawit yang dihasilkan sebesar 10,14 juta ton per tahun. Sehingga, dengan melimpahnya pelepah sawit yang didukung oleh semakin pesatnya industri sawit di Indonesia maka perlu dilakukan penelitian dengan bahan baku baru yaitu pelepah sawit untuk pembuatan nitroselulosa.

Kemurnian kadar selulosa yang harus dicapai untuk memproduksi nitroselulosa sebagai bahan baku propelan adalah lebih dari 92% [Padil, 2010]. Zulfieni [2011], melakukan proses hidrolisis terhadap pelepah untuk memurnikan selulosa dengan menggunakan larutan pemasak dari ekstrak abu TKS (Tandan Kosong Sawit) dihasilkan kadar selulosa 86,12%. Untuk meningkatkan kadar selulosa, pada penelitian ini akan dilakukan proses *bleaching* terhadap pelepah sawit setelah proses hidrolisis. Diharapkan dengan dilakukan proses *bleaching*, kemurnian selulosa bisa mencapai tingkat yang diinginkan.

Pelepah Sawit

Pelepah sawit merupakan salah satu limbah padat yang dihasilkan oleh industri sawit. Litbang Deptan [2010] memperkirakan dalam satu pohon sawit bisa dihasilkan 22 batang pelepah dan satu hektar akan dihasilkan sekitar 6,3 ton pelepah setiap tahunnya.

Selulosa

Selulosa merupakan komponen utama penyusun biomassa. Selulosa adalah komponen dasar pada dinding sel dan serat. Selulosa tersusun dari pengulangan unit β -1, 4-D-glukopiranososa yang memberi kekuatan akan serat, rumus molekulnya adalah $(C_6H_{10}O_5)_n$. Selulosa dapat dibedakan

atas tiga jenis berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH), yaitu selulosa alfa, selulosa beta dan selulosa gamma.

Selulosa dapat larut dalam asam pekat (seperti asam sulfat 72%) yang mengakibatkan terjadinya pemecahan rantai selulosa secara hidrolisis. Selulosa alfa merupakan kualitas selulosa yang paling tinggi (mumi). Selulosa alfa lebih dari 92% memenuhi syarat untuk digunakan sebagai bahan baku utama pembuatan propelan dan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa kualitas dibawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri tekstil [Tarmansyah, 2007].

Hemiselulosa

Hemiselulosa juga merupakan senyawa polimer yang terdapat pada biomassa. Hemiselulosa mirip dengan selulosa yang merupakan polimer gula. Namun, berbeda dengan selulosa yang hanya tersusun dari glukosa, hemiselulosa tersusun dari bermacam-macam jenis gula.

Kandungan hemiselulosa di dalam biomassa lignoselulosa berkisar antara 11% hingga 37% (berat kering biomassa). Hemiselulosa lebih mudah dihidrolisis dari pada selulosa.

Lignin

Didalam sel tumbuhan lignin berfungsi menaikkan sifat-sifat kekuatan mekanik sehingga tumbuhan yang besar yang tingginya lebih dari 100 m dapat berdiri kokoh. Pada kayu, bagian makromolekul biomassa yang berfungsi sebagai pengikat ini berjumlah sekitar 17 sampai 40 % dengan persentase lignin tertinggi terdapat pada batang paling dalam dan paling rendah pada cabang maupun kulit. Unit-unit pembentuk

lignin adalah p-koumaril alkohol, koniferil alkohol dan sinapil alkohol yang merupakan senyawa induk (*precursor*) dalam pembentukan lignin

Ekstraktif

Zat ekstraktif merupakan komponen kimia minor pembentuk biomassa. Pada tanaman zat ekstraktif berfungsi untuk memperkokoh tanaman. Kandungan ekstraktif biasanya kurang dari 10 %

Pemurnian (*Bleaching*)

Proses *bleaching* dilakukan untuk mendegradasi sisa lignin yang masih terdapat dalam *pulp*. Dari proses *bleaching* diharapkan bisa memperbaiki *brightness*, meningkatkan kemurnian selulosa dan serat selulosa yang didegradasi seminimal mungkin.

Untuk meningkatkan derajat putih, proses *bleaching* menggunakan bahan kimia yang reaktif untuk melarutkan sisa lignin yang ada didalam *pulp*. Akan tetapi yang tidak kalah penting, penggunaannya tidak menyebabkan kerusakan selulosa yang lebih besar dan pencemaran lingkungan.

Bahan kimia yang umum digunakan dalam proses *bleaching* adalah jenis oksidator dan alkali. Oksidator dalam proses *bleaching* berfungsi untuk mendegradasi lignin dari gugus kromofor dan alkali berguna untuk mendegradasi lignin dengan cara hidrolisa.

Beberapa contoh dari bahan kimia yang umum digunakan dalam proses pemutihan *pulp* adalah klorin, ozon, klorin dioksida, asam perasetat dan hidrogen peroksida.

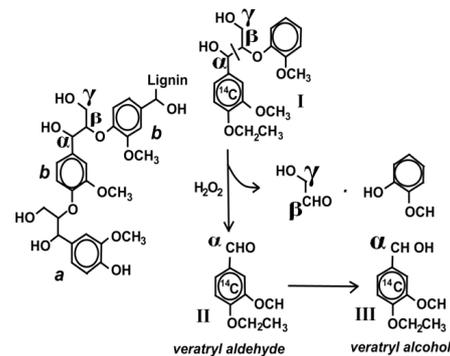
Hidrogen Peroksida

Hidrogen peroksida (H₂O₂) berbentuk cairan, tidak berwarna, berbau

khas agak keasaman dan larut dengan baik dalam air. Hidrogen peroksida lebih ramah lingkungan dibandingkan bahan kimia yang lain. Selain itu kekuatan oksidatornya dapat diatur sesuai kebutuhan dengan dikombinasikannya penggunaan hidrogen peroksida dengan sodium hidroksida [Potucek and Milichovsky, 2000].

Dengan digunakannya larutan sodium hidroksida dihasilkan anion perhidroksil (HOO⁻) sebagai ion aktif yang sangat berperan dalam proses pemutihan. Ion HOO⁻ mengoksidasi unit non-fenolik lignin melalui pelepasan satu elektron dan membentuk radikal kation yang kemudian terurai secara kimiawi.

Unit non-fenolik merupakan penyusun sekitar 90% struktur lignin. Hidrogen peroksida dapat memutus ikatan C α -C β molekul lignin dan mampu membuka cincin lignin dan reaksi lain. Hidrogen peroksida mengkatalis suatu oksidasi senyawa aromatik non-fenolik lignin membentuk radikal kation aril. Hidrogen mengkatalis oksidasi senyawa lignin non-fenolik dengan perubahan veratryl alkohol menjadi veratryl aldehyde sehingga *pulp* menjadi putih [Jayanudin, 2009].

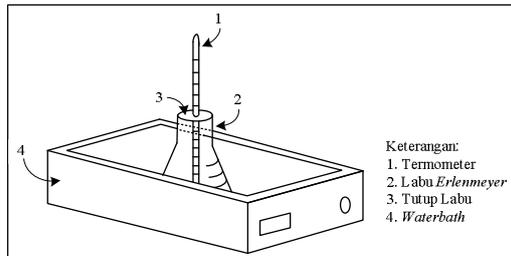


Gambar 1. Proses Penguraian Lignin oleh H₂O₂ [Othmer, 1992]

2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang Digunakan

Alat- alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah reaktor hidrolisis, *heating mantle*, kondensor, *water bath*, *thermohake erlenmeyer*, termometer dan *soxhlet*.



Gambar 2. Skema peralatan proses *bleaching*

Bahan yang Digunakan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah sawit, ekstrak abu TKS, hidrogen peroksida (H_2O_2) 30%, natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, Natrium Hidroksida 0,1 N, asam sulfat pekat (H_2SO_4) 98%, indikator *ferroin*, *hexane*, kalium dikromat ($K_2Cr_2O_7$) 0,5 N dan *ferrous ammonium sulfat* ($Fe(NH_4)_2(SO_4)_2 \cdot 6H_2O$) 0,1 N.

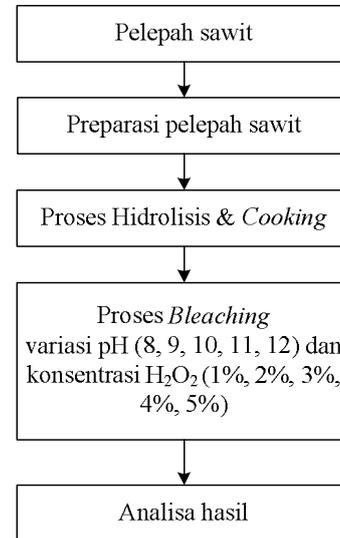
Variabel Penelitian

Variabel tetap pada penelitian ini adalah kondisi proses hidrolisis (temperatur $100^\circ C$, rasio bahan baku dan cairan 1:10, waktu 60 menit), kondisi proses *cooking* (temperatur $100^\circ C$, rasio bahan baku dan cairan 1:5, waktu 30 menit), waktu dan temperatur pada proses pemurnian masing- masing 60 menit dan $90^\circ C$. Sebagai variabel yang berubah adalah konsentrasi hidrogen peroksida (1%, 2%, 3%, 4% dan 5%) dan pH (8, 9, 10, 11, 12).

Prosedur Penelitian

Tahap- tahap penelitian terdiri dari persiapan bahan baku, proses hidrolisis, proses pemurnian (*bleaching*) dan

analisa selulosa. Diagram alir rancangan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram alir penelitian

Preparasi Pelepah Sawit

Pada tahap awal penelitian, pelepah sawit dibersihkan dari lidi dan daunnya. Kemudian dikeringkan dan serat pelepah sawit tersebut dihaluskan menjadi ukuran yang lebih kecil yaitu 20-40 mesh.

Proses Hidrolisis dan *Cooking*

Pada proses hidrolisis, serat pelepah sawit dilarutkan dengan ekstrak abu TKS dengan nisbah 1:10. Hidrolisis berlangsung selama 1 jam dengan suhu $100^\circ C$. *Pulp* dari hidrolisis yang telah dicuci dilarutkan kembali dengan ekstrak abu TKS dengan nisbah 1:5. Proses *cooking* dilakukan pada suhu $100^\circ C$ selama 60 menit. *Pulp* hasil *cooking* dicuci dengan air panas untuk menghilangkan lindi hitam. Setelah dicuci, *pulp* dikeringkan dalam oven [Zulfieni, 2011].

Proses Pemurnian (*Bleaching*)

Pulp kering hasil *cooking* dilarutkan dengan hidrogen peroksida (1%, 2%, 3%, 4%, 5%) dalam *erlenmeyer* dengan perbandingan padatan dengan larutan 1:10. Kemudian pH diukur dan diatur dengan penambahan natrium hidroksida 0,1 N. Setelah pH sesuai dengan yang diinginkan (8, 9, 10, 11, 12), panaskan dalam *waterbath* dengan suhu 90°C selama 60 menit. Selama pemanasan setiap 10 menit pH diukur dan diatur sesuai pH yang diinginkan. Setelah dipanaskan, sampel didinginkan pada suhu ruangan dan disaring dengan menggunakan pompa vakum. Selama proses penyaringan cuci sampel dengan air sampai pH netral. Kemudian pulp hasil *bleaching* dikeringkan di oven sampai kering pada suhu $\pm 105^{\circ}\text{C}$ [Traspelina, 2011].

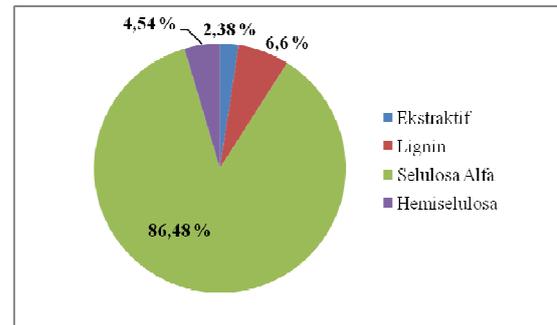
Analisa Hasil

Pulp yang diperoleh dari hasil *bleaching* selanjutnya dianalisis komponen kimianya antara lain kadar air (SNI 08-7070-2005), kadar ekstraktif (TAPPI – 222 cm-98), kadar selulosa – α (SNI 0444-2009) dan *lignin* (SII 0528-81).

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisa Komposisi Kimia Pelepah Sawit Hasil Hidrolisis

Serat pelepah sawit (20-40 mesh) yang telah dikeringkan dilakukan proses hidrolisis dengan menggunakan larutan ekstrak abu TKS untuk mempercepat penghilangan pentosan (hemiselulosa) saat proses *cooking* dan memurnikan selulosa.

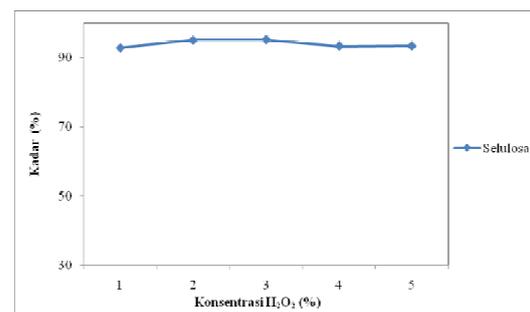


Gambar 4. Komposisi kimia pelepah sawit hasil hidrolisis

Dari Gambar 4, komposisi selulosa pelepah sawit hasil hidrolisis adalah 86,48%. Disisi lain, komposisi lignin, hemiselulosa dan ekstraktif masih cukup tinggi. Sehingga, memungkinkan untuk memperoleh kadar selulosa diatas 92% melalui proses pemurnian (*bleaching*) dengan menggunakan hidrogen peroksida.

Pengaruh Konsentrasi Hidrogen Peroksida Terhadap Kemurnian Selulosa

Gambar 5 menunjukkan bahwa variasi konsentrasi hidrogen peroksida memberikan pengaruh terhadap kemurnian selulosa pelepah sawit.



Gambar 5. Hubungan konsentrasi H_2O_2 terhadap kemurnian selulosa pelepah sawit

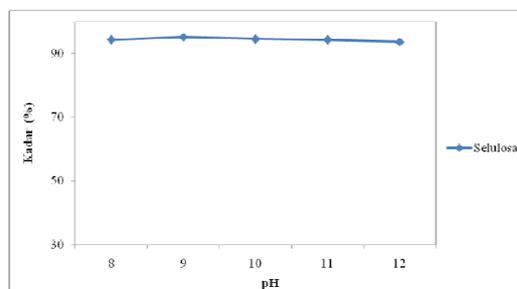
Pada konsentrasi hidrogen peroksida 1% hingga 3% terjadi peningkatan kemurnian selulosa berturut- turut yaitu 92,86%, 95,07% dan

95,11%. Dengan konsentrasi hidrogen peroksida yang semakin ditingkatkan maka reaksi akan ditingkatkan sehingga pembentukan ion OOH^- semakin cepat terbentuk. Ion OOH^- yang terbentuk dari penambahan alkali yang berfungsi mengoksidasi lignin yaitu dengan memutus ikatan $\text{C}\alpha - \text{C}\beta$ molekul lignin sisi di pulp. Akibatnya gugus kromofor pada lignin semakin berkurang dan kadar selulosa meningkat.

Pada konsentrasi hidrogen 4% kadar selulosa yang dihasilkan menurun jika dibandingkan dengan kemurnian selulosa pada konsentrasi hidrogen peroksida 3%. Hal ini disebabkan karena selulosa mulai teroksidasi oleh hidrogen peroksida. Akan tetapi, pada konsentrasi 5% terjadi peningkatan kadar selulosa yaitu 93,42% dari kadar selulosa variasi konsentrasi 4% hidrogen peroksida. Hal ini disebabkan karena terjadinya perubahan pH *bleaching* yang mengganggu kinerja hidrogen peroksida. Untuk itu, pada proses *bleaching* dapat digunakan *buffer* sebagai *stabilizer* bahan kimia sehingga kinerja bahan kimia lebih stabil.

Pengaruh pH Terhadap Kemurnian Selulosa

Gambar 6 menunjukkan bahwa variasi pH mempengaruhi kemurnian selulosa pelepah sawit.



Gambar 6. Hubungan pH terhadap kemurnian selulosa pelepah sawit

Pada pH 8 dan 9 terjadi peningkatan kadar selulosa berturut-turut yaitu 94,26% dan 95,11%. Proses *bleaching* dengan bahan kimia hidrogen peroksida tidak efektif pada keadaan asam, karena hidrogen peroksida akan terdekomposisi menjadi air sehingga lambat bereaksi dengan gugus kromofor pada lignin. Sehingga kemurnian selulosa yang didapat rendah. Untuk pH *bleaching* dengan hidrogen peroksida diperlukan kondisi basa antara pH 8 hingga 12 [Tutus, 2004]. Semakin basa proses *bleaching* maka jumlah gugus ion perhidroksil (OOH^-) yang terbentuk tiap waktu makin banyak. Sehingga reaksi yang terjadi antara gugus ion perhidroksil (OOH^-) dengan gugus kromofor pada lignin semakin cepat.

Sebaliknya, pada pH 10 hingga 12 terjadi penurunan kemurnian selulosa yaitu berturut-turut 94,53%, 94,29% dan 93,65%. Pada pH 9 kemurnian selulosa sudah optimum yaitu 95,11%. Sehingga saat pH 10 hingga 12, selulosa terdegradasi oleh hidrogen peroksida.

Tabel 1. Data hasil penelitian dengan variasi konsentrasi H_2O_2 dan pH

Konsentrasi H_2O_2 (%)	Selulosa (%)	pH	Selulosa (%)
1	92,86	8	94,26
2	95,07	9	95,11
3	95,11	10	94,53
4	93,33	11	94,29
5	93,42	12	93,65

4. KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat diambil kesimpulan bahwa kondisi terbaik pemurnian selulosa pelepah sawit dengan

menggunakan hidrogen peroksida adalah pH 9 dan konsentrasi hidrogen peroksida 3% dengan kemurnian selulosa 95,11%.

Saran

Untuk memaksimalkan kinerja hidrogen peroksida karena pH yang tidak stabil, pada proses *bleaching* dapat digunakan *buffer* sebagai *stabilizer* bahan kimia.

DAFTAR PUSTAKA

- Asri, S., 2010, Pemurnian Selulosa- α Batang Sawit Menggunakan Ekstrak Abu TKS, *Skripsi*, Universitas Riau.
- Batubara.,R, 2006. Teknologi Bleaching Ramah Lingkungan, *Karya Tulis*, Universitas Sumatera Utara.
- Fengel, D. dan Wegener, G., 1995, *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi. Translated from the English by H. Sastrohamidjojo*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Giles, M., 2009, *Process for Bleaching Pulp*, International Patent, Intellectual Property Department : Washington DC.
- Jayanudin, 2009, *Pemutihan Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida*, *Jurnal Rekayasa Proses* Vol. 3, No 1.
- Kenneth, E, 1981, *Pulping Process Mill Operations : Technology and Practices*, Miller Freeman, Inc., California.
- Litbang Deptan, 2010, *Pengolahan Pelepah Kelapa Sawit menjadi Pakan*, Available from: <http://lolitikambing.litbang.deptan.go.id/ind/images/stories/pdf/pakan_komplit_pelepah_sawit.pdf>, 22 Desember 2012.
- Loekman, 2006, *Nitroselulosa Dari Kulit Batang Pisang*, LAPAN, Jakarta.
- Nagiev, T., 2007, *Coherent Synchronized Oxidation Reactions by Hydrogen Peroxide*, Elsevier B. V. : Amsterdam.
- Othmer, K, 1992, *Encyclopedia Of Chemical Technology Vol 9*, Interscience, Encyclopedia Inc, New York.
- Padil, 2010, Proses Pembuatan Nitroselulosa Berbahan Baku Biomassa Sawit, *Seminar Nasional Fakultas Teknik UR*, ISBN 978-602-96729-0-9, TK 20.
- Pahkala, K.S, 2001, *Non – Wood Plants as Raw Material for Pulp and Paper, Finland, Faculty of Agriculture and Forestry*, Available from : <www.thesis.helsinki.fi/english.html>, 22 Desember 2012.
- Potucek, F and Milichovsky, M., 2000, *Kraft Pulp Bleaching with Hydrogen Peroxide and Peracetic Acid.*, *Journal Chem Papers*, Vol 54 : 406- 411.
- Purba, B.F.R., 2009, Pengaruh Penambahan Hidrogen Peroksida

- (H₂O₂) Terhadap Derajat Keputihan (*Brightness*) Pada Tahap D2 Di Unit *Bleaching* PT Toba Pulp Lestari Tbk – Porsea, *Karya Ilmiah*, Universitas Sumatera Utara.
- Sjostrom, E., 1995, *Kimia Kayu: Dasar-dasar dan Penggunaan Edisi Kedua*, Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Tarmansyah, U.S., 2007, *Pemanfaatan Serat Rami Untuk Pembuatan Selulosa*, Jakarta Selatan, Puslitbang Indhan Balitbang Dephan.
- Traspelina, L., 2011, Pemurnian Selulosa Hasil Hidrolisis Limbah Batang Sawit Menggunakan Hidrogen Peroksida Sebagai *Bleaching Agent*, *Skripsi*, Universitas Riau.
- Tutus, A., 2004, *Bleaching of Rice Straw Pulps with Hydrogen Peroxide*, Pakistan Journal of Biological Sciences, Vol 8 : 1327-1329.
- Van Dam, J.E.G., 2002, *Coir Processing Technologies: Improvement of Drying, Softening, Bleaching and Dyeing Coir Fibre/Yarn and Printing Coir Floor Coverings*, FAO and CFC : Netherlands.
- Walsh, P., 1991, *Hydrogen Peroxide: Innovation in Chemical Pulp Bleaching*, Interlox America : Houston.
- Wildan A, Abdullah, Priyanto A, 2010, Studi Proses *Bleaching* Serat Kelapa Sebagai Reinforced Fiber, *Seminar Rekayasa Kimia dan Proses*, ISSN : 1411-4216
- Zulfieni, W.Y., 2011, Hidrolisis Pelepah Sawit Untuk Memurnikan Selulosa- α Menggunakan Larutan Pemasak dari Ekstrak Abu TKS, *Skripsi*, Universitas Riau.