

## ISOLATION STUDY OF EFFICIENT $\alpha$ - CELLULOSE FROM WASTE PLANT STEM *MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*

### KAJIAN PROSES ISOLASI $\alpha$ - SELULOSA DARI LIMBAH BATANG TANAMAN *MANIHOT ESCULENTA CRANTZ* YANG EFISIEN

**Ketut Sumada, Puspita Erka Tamara, dan Fiqih Alqani**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jawa Timur  
Jl. Rungkut Madya, Gunung Anyar Surabaya 60294 fax. 0318706372

#### ABSTRACT

*Waste Manihot esculenta Crantz stems of plants is one of the waste has a high cellulose content. However, current waste plant Manihot esculenta Crantz stems only become organic waste that has not been fully utilized. The study is expected to utilize waste Manihot esculenta Crantz plant stems to produce  $\alpha$ -cellulose can be used for paper and solve the problem of the environment especially forests. Waste Manihot esculenta Crantz plant stems as a raw material containing fiber 65.38%, 29.01% leather waste, waste cambium levels of 5.61% and 56.82%  $\alpha$ -cellulose. Stages of research to produce  $\alpha$ -cellulose include prehidrolisis stage, the stage of delignification, bleaching stages, and analysis of  $\alpha$ -cellulose. At this stage delignification used NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> with varying concentrations of 5, 10, 15, 20, 25% by weight as degrading lignin which is then followed by bleaching stage using H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% and 5% NaOCl to get a pure  $\alpha$ -cellulose. The best results with  $\alpha$ -cellulose content of 90.41% in the delignification process Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> with 20% using 2% H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> bleaching.*

**Key words:** *Waste Plant Manihot esculenta Crantz Trunk, delignification, bleaching,  $\alpha$ -cellulose*

#### PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris dimana sebagian besar penduduknya bekerja disektor pertanian. Salah satu hasil pertanian yang banyak dijumpai adalah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz*. Pemanfaatan tanamannya sebagian besar menghasilkan ubi kayu untuk kebutuhan pangan dan produksi bioetanol. Sedangkan bagian batang hanya 10 % dari tinggi batang dimanfaatkan untuk ditanam kembali, dan 90% merupakan limbah. Limbah ini dapat dimanfaatkan untuk menghasilkan produk  $\alpha$ -selulosa yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri : kertas, bahan peledak, membran, plastik, dan sebagainya.

Limbah batang *Manihot esculenta Crantz* (ubi kayu) mengandung  $\alpha$ -selulosa yang cukup besar. Berdasarkan analisa laboratorium diketahui batang tanaman mengandung 56,82%  $\alpha$ -selulosa, lignin 21,72%, ADF 21,45% dan panjang serat 0,05 – 0,5 cm.

Proses isolasi  $\alpha$ -selulosa dari limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* meliputi proses prehidrolisis, delignifikasi, dan *bleaching*. Proses prehidrolisis merupakan proses awal menggunakan *aquadest* pada suhu 100°C selama 1 jam. Prehidrolisis

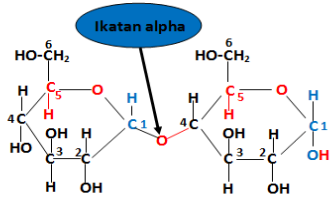
bertujuan untuk mempercepat penghilangan pentosan (hemiselulosa) dalam bahan baku pada waktu pemasakan (*cooking*). *Pretreatment* menggunakan air lunak (*soft water*) atau larutan asam encer. (Kol. Umar S. Tarmansyah, 2007). Proses delignifikasi bertujuan untuk melarutkan kandungan *lignin* dalam kayu, sehingga mempermudah pemisahan *lignin* dengan serat, proses ini dilakukan dengan menggunakan bahan kimia NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dan juga *bleaching* (pemutih) dengan menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> dan NaOCl. Proses *bleaching* bertujuan untuk melarutkan sisa senyawa *lignin* yang dapat menyebabkan perubahan warna, dengan cara mendegradasi rantai *lignin* yang panjang oleh bahan-bahan kimia pemutih menjadi rantai-rantai *lignin* yang pendek, maka *lignin* dapat larut pada saat pencucian dalam air atau alkali. (Dietrich Fengel – Gerd Wegener, 1995).

#### Pengertian Selulosa

Berdasarkan derajat polimerisasi (DP) dan kelarutan dalam senyawa natrium hidroksida (NaOH) 17,5%, selulosa dapat dibagi atas tiga jenis, yaitu :

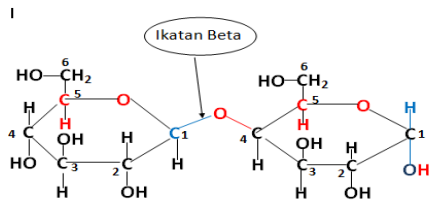
a.  $\alpha$  - *Selulosa (Alpha Cellulose)* adalah selulosa berantai panjang, tidak larut dalam larutan NaOH 17,5% atau

larutan basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) 600 – 15000.  $\alpha$ -selulosa dipakai sebagai penduga dan atau tingkat kemurnian selulosa. Selulosa dengan derajat kemurnian  $\alpha > 92\%$  memenuhi syarat untuk bahan baku utama pembuatan propelan atau bahan peledak. Sedangkan selulosa kualitas dibawahnya digunakan sebagai bahan baku pada industri kertas dan industri kain (serat rayon). Semakin tinggi kadar alfa selulosa, maka semakin baik mutu bahannya. Rumus struktur alfa selulosa sebagai berikut (Nuringtyas, 2010) :



Gambar 1. Rumus struktur  $\alpha$ -selulosa

b. Selulosa  $\beta$  (*Betha Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) 15 – 90, dapat mengendap bila dinetralkan.



Gambar 2. Rumus struktur beta selulosa

c. Selulosa  $\gamma$  (*Gamma Cellulose*) adalah selulosa berantai pendek, larut dalam larutan NaOH 17,5% atau basa kuat dengan DP (Derajat Polimerisasi) kurang dari 15, kandungan utamanya adalah hemiselulosa.

**Faktor-faktor yang mempengaruhi proses delignifikasi adalah:**

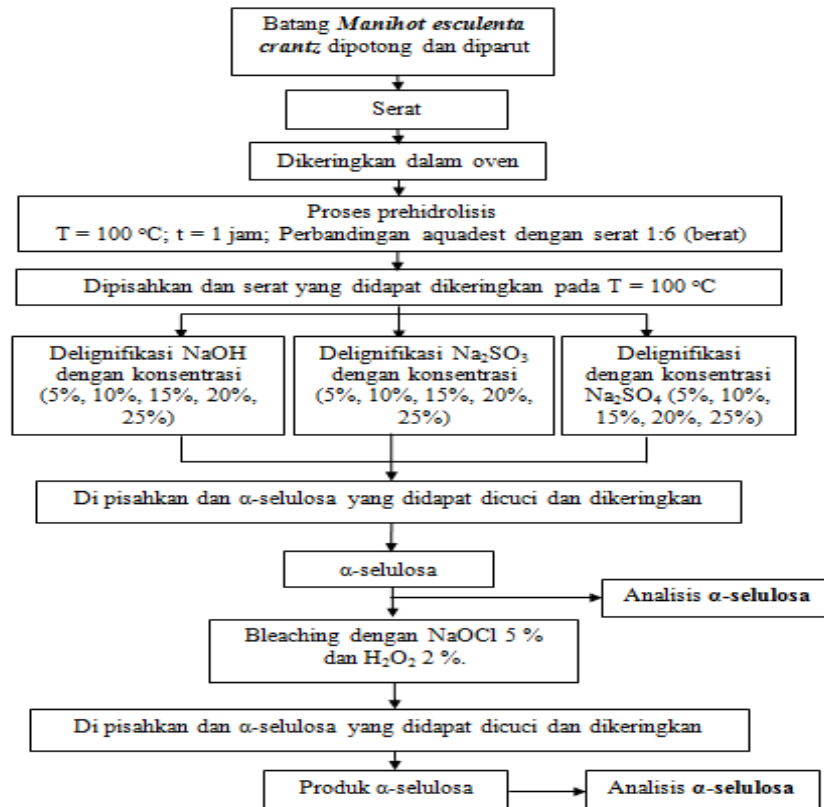
1. Waktu pemasakan, dipengaruhi oleh *lignin* semakin besar konsentrasi *lignin* semakin lama waktu pemasakan dan kisaran waktu pemasakan antara 1- 4 jam.
2. Konsentrasi larutan pemasak, jika kadar *lignin* besar

3. Pencampuran bahan, dipengaruhi oleh pengadukan. Dengan pengadukan, akan dapat meratakan larutan dengan bahan baku yang akan dipisahkan *ligninnya*.
4. Perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku, didasarkan pada perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku. Semakin kecil perbandingan larutan pemasak dengan bahan baku maka *lignin* yang didegradasi akan kecil juga.
5. Ukuran bahan, semakin besar ukuran bahan maka semakin lama waktu prosesnya.
6. Suhu dan Tekanan, semakin besar suhu dan tekanan maka semakin cepat waktu prosesnya, kisaran suhunya antara 100 °C - 110 °C dan untuk tekanannya 1 atm.

**METODOLOGI**

Penelitian dilakukan dalam 4 tahap kegiatan penelitian yaitu : 1) Tahap Prehidrolisis menggunakan aquadest, dengan rasio bahan terhadap cairan pemasak: 1 : 6 pada suhu 100°C selama 1 jam. 2) Tahap Delignifikasi menggunakan NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, dengan variasi konsentrasi yaitu masing-masing 5%, 10%, 15%, 20%, 25% dengan perbandingan berat serat dan volume larutan 1:8, diproses selama 2 jam pada suhu 105° C. 3) Tahap *Bleaching* menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% maupun NaOCl 5% selama 2 jam pada suhu 60°C. 4) Tahap analisis kadar  $\alpha$ -selulosa.

Limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* diparut agar menjadi serat, setelah itu dioven pada suhu 100 °C selama 2 jam. Lalu kita lakukan prehidrolisis. Timbang 50 gr serat limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* yang telah kering. Proses selanjutnya dimasak dengan NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sesuai dengan variabel. Kemudian  $\alpha$ -selulosa yang didapatkan dipisahkan dari cairan pemasaknya dan dicuci dengan air hingga bersih. Setelah pencucian,  $\alpha$ -selulosa basah selanjutnya dikeringkan pada suhu 100 °C. Kemudian dianalisis kadar  $\alpha$ -selulosa hasil proses delignifikasi. Serat basah hasil delignifikasi dengan berat 75 gr tersebut *dibleaching* dengan menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% sebanyak 500 ml maupun NaOCl 5% sebanyak 500 ml selama 2 jam pada suhu 60°C. Pisahkan suhu 105°C hingga kering. Kemudian dilakukan analisis kadar  $\alpha$ -selulosa. larutan *bleaching* dengan  $\alpha$ -selulosa,  $\alpha$ -selulosa yang didapat dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga kering. Kemudian dilakukan analisis kadar  $\alpha$ -selulosa.

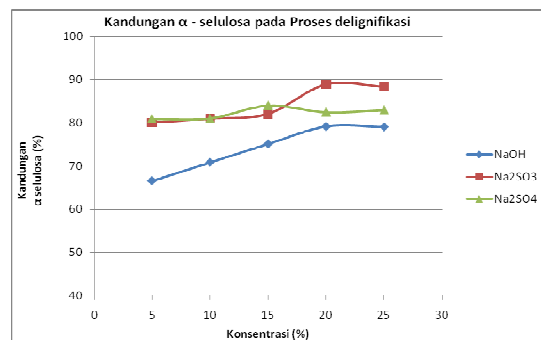


Gambar 3. Skema Penelitian

Limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* diparut agar menjadi serat, setelah itu dioven pada suhu 100 °C selama 2 jam. Lalu kita lakukan prehidrolisis. Timbang 50 gr serat limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* yang telah kering. Proses selanjutnya dimasak dengan NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sesuai dengan variabel. Kemudian α-selulosa yang didapatkan dipisahkan dari cairan pemasaknya dan dicuci dengan air hingga bersih. Setelah pencucian, α-selulosa basah selanjutnya dikeringkan pada suhu 100 °C. Kemudian dianalisis kadar α-selulosa hasil proses delignifikasi. Serat basah hasil delignifikasi dengan berat 75 gr tersebut dibleaching dengan menggunakan H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> 2% sebanyak 500 ml maupun NaOCl 5% sebanyak 500 ml selama 2 jam pada suhu 60°C. Pisahkan larutan bleaching dengan α-selulosa, α-selulosa yang didapat dikeringkan dalam oven pada suhu 105°C hingga kering. Kemudian dilakukan analisis kadar α-selulosa.

#### Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pada proses delignifikasi dengan menggunakan NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> dengan konsentrasi 5%-25% diperoleh kualitas α - selulosa seperti terlihat dalam grafik 1.

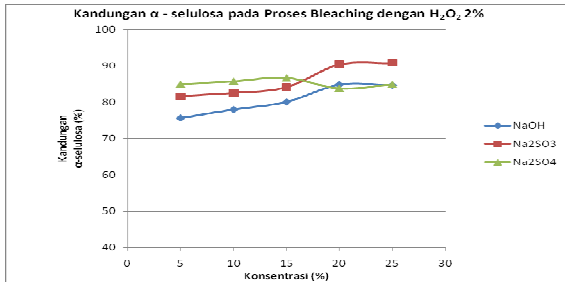


Gambar 4. Hubungan antara konsentrasi bahan proses delignifikasi dengan kandungan α - selulosa

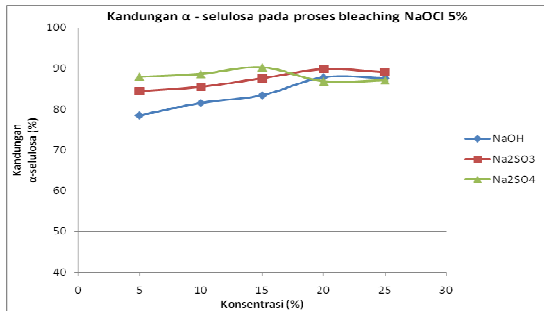
Berdasarkan Gambar 4, semakin besar konsentrasi NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> maka α - selulosa yang diperoleh semakin besar tetapi pada konsentrasi tertentu besarnya α - selulosa menunjukkan kecenderungan konstan. Hal itu disebabkan, karena semakin besar konsentrasi NaOH, Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub>, dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> maka kadar lignin yang terlarut semakin besar. Pada proses delignifikasi jenis bahan yang terbaik adalah Na<sub>2</sub>SO<sub>3</sub> dengan konsentrasi 20 % (pH = 11) diperoleh kandungan α - selulosa 88,90 %. Penggunaan NaOH dan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> memberikan hasil α - selulosa yang kecil karena NaOH mempunyai pH yang besar (pH = 14) sehingga terdapat α - selulosa yang larut. Sedangkan penggunaan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> mempunyai pH yang lebih kecil (pH = 9) menyebabkan

kelarutan *lignin* dan ADF yang rendah.

Pada proses *bleaching* menggunakan  $H_2O_2$  2% dan NaOCl 5% diperoleh kandungan  $\alpha$  – selulosa seperti pada Gambar 5 dan 6.



**Gambar 5.** Hubungan antara konsentrasi proses delignifikasi dengan proses *bleaching*  $H_2O_2$  2% terhadap kandungan  $\alpha$  – selulosa



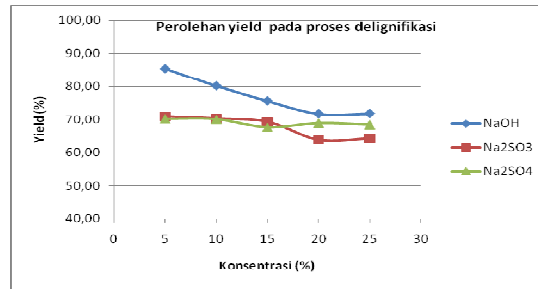
**Gambar 6.** Hubungan antara konsentrasi proses delignifikasi dengan proses *bleaching* NaOCl 5% terhadap kandungan  $\alpha$  – selulosa

Berdasarkan Gambar 5, pada proses *bleaching* dengan  $H_2O_2$  2% setelah terjadi proses delignifikasi,  $\alpha$  – selulosa yang diperoleh semakin besar tetapi pada konsentrasi tertentu menunjukkan kecenderungan konstan. Hal ini disebabkan, proses *bleaching*  $H_2O_2$  2% disamping dapat mengubah warna dapat juga menurunkan kadar *lignin* sehingga diperoleh produk dengan warna yang cerah dan  $\alpha$  – selulosa yang tinggi. Terjadi kenaikan kadar  $\alpha$  – selulosa sebesar 1,69 %.

Berdasarkan Gambar 6, pada proses *bleaching* dengan NaOCl 5% setelah terjadi proses delignifikasi,  $\alpha$  – selulosa yang diperoleh semakin besar tetapi pada konsentrasi tertentu menunjukkan kecenderungan konstan. Hal ini disebabkan, proses *bleaching* NaOCl 5% disamping dapat mengubah warna dapat juga menurunkan kadar *lignin* sehingga diperoleh produk dengan warna yang cerah dan  $\alpha$  – selulosa yang tinggi. Terjadi kenaikan kadar  $\alpha$  – selulosa sebesar 7,34 %.

Dari kedua Gambar diatas, proses *bleaching* dengan menggunakan  $H_2O_2$  2% menghasilkan  $\alpha$  – selulosa yang lebih besar dibanding dengan menggunakan NaOCl 5%. Hal ini disebabkan karena, menggunakan NaOCl 5% menghasilkan HOCl bersifat asam yang dapat melarutkan  $\alpha$  – selulosa.

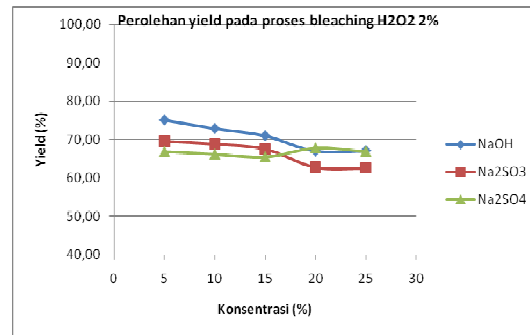
Pada proses delignifikasi *yield* yang dihasilkan seperti terlihat dalam Gambar 7



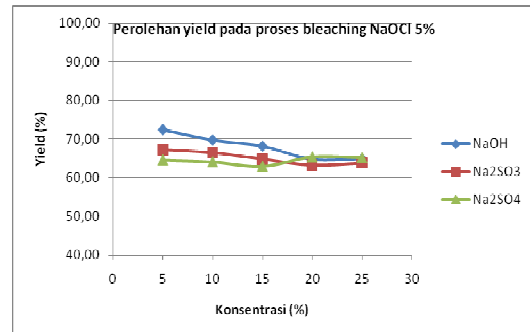
**Gambar 7.** Hubungan antara konsentrasi proses delignifikasi dengan *yield*

Berdasarkan Gambar 7, *Yield* adalah berat kering produk dibagi berat bahan awal dikali 100%. Pada proses delignifikasi semakin besar konsentrasi NaOH,  $Na_2SO_3$ , dan  $Na_2SO_4$  maka *lignin* yang terlarut semakin besar mengakibatkan *yield* yang diperoleh semakin kecil. *Yield* yang kecil menunjukkan konsentrasi  $\alpha$  – selulosa yang tinggi atau tingkat kemurnian  $\alpha$  – selulosa tinggi. *Yield* terkecil dengan kadar  $\alpha$  – selulosa terbesar diperoleh pada konsentrasi  $Na_2SO_3$  20% sebesar 63,91%.

Pada proses delignifikasi *yield* yang dihasilkan setelah *bleaching*  $H_2O_2$  2% dan NaOCl 5% seperti terlihat dalam Gambar 8 dan 9



**Gambar 8.** Hubungan antara konsentrasi proses delignifikasi dengan *yield* setelah *bleaching*  $H_2O_2$  2%



**Gambar 9.** Hubungan antara konsentrasi proses delignifikasi dengan *yield* setelah *bleaching* NaOCl 5%

Berdasarkan Gambar 8 dan 9, Pada proses *bleaching* menggunakan  $H_2O_2$  2% dan NaOCl 5%, secara umum *yield* yang diperoleh pada proses *bleaching* menggunakan NaOCl 5% jauh lebih kecil dibanding dengan  $H_2O_2$  2% tetapi pada kondisi tertentu  $H_2O_2$  2% lebih kecil. Hal ini disebabkan karena proses *bleaching* NaOCl menghasilkan asam dan memudahkan kelarutan *lignin* dan  $\alpha$  – selulosa. Kondisi terbaik proses *bleaching* menggunakan  $H_2O_2$  2% terjadi pada proses delignifikasi menggunakan  $Na_2SO_3$  20% dengan *yield* sebesar 62,85% dengan kadar  $\alpha$  – selulosa sebesar 90,41%.

#### KESIMPULAN

1. Limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* mengandung serat dengan kadar 65,38%.
2. Limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* mengandung  $\alpha$  – selulosa dengan kadar 56,82 %.
3. Panjang serat  $\alpha$  – selulosa 0,05 cm - 0,5 cm.
4. Limbah batang tanaman *Manihot esculenta Crantz* termasuk kayu keras.
5. Jenis bahan kimia untuk proses delignifikasi yang menghasilkan  $\alpha$  – selulosa terbesar adalah  $Na_2SO_3$  dengan konsentrasi 20 % dan kadar  $\alpha$  – selulosanya 88,90 %.
6. Jenis bahan kimia untuk proses *bleaching* yang menghasilkan  $\alpha$  – selulosa terbesar adalah  $H_2O_2$  dengan konsentrasi 2 % dan kadar  $\alpha$  – selulosanya 90,41 %.
7. Proses *bleaching*  $H_2O_2$  2% hanya mampu meningkatkan kadar  $\alpha$  – selulosa sebesar 1,69%.
8. *Yield* terkecil pada proses delignifikasi dengan kadar  $\alpha$  – selulosa terbesar diperoleh pada konsentrasi  $Na_2SO_3$  20% sebesar 63,91%.
9. *Yield* terkecil pada proses *bleaching* menggunakan  $H_2O_2$  2% dengan kadar  $\alpha$  – selulosa terbesar diperoleh pada konsentrasi  $Na_2SO_3$  20% sebesar 62,85%.
10. Berdasarkan analisis ekonomi proses yang efisien adalah proses delignifikasi menggunakan  $Na_2SO_3$  20% serta *bleaching* menggunakan  $H_2O_2$  2%.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anonim.2005.<http://repository.usu.ac.id/bitstream/123456789/18471/4/Chapter%20II.pdf>. diakses pada tanggal 1 Oktober 2010.
- Anonim.<http://72.14.235.104/search?q=cache:omEqHMA-CINUJ:buletinlitbang.dephan.go.id/index.asp%3Fvnomor%3D18%26mnurutisi%3D3+pembuat+n+SELULOSA&hl=id&ct=clnk&cd=1&gl=id>. Diakses pada 23 September 2010.
- Anonim.[http://www.indobioethanol.com/sumber\\_lain.php](http://www.indobioethanol.com/sumber_lain.php). Diakses 26 September 2010.

- Apriy Shinsetu Silver Fox. 10 Agustus 2010. *Makalah Pembuatan Pulp dan Kertas dari Ampas Tebu dengan Proses Acetosolv.* (Online), (<http://aprysilverfox.blogspot.com/2010/08/makalah-pembuatan-pulp-dan-kertas-dari.html>), diakses 1 Oktober 2010).
- Casey, P. 1980. *Pulp and Paper Chemistry and Chemical Technology Volume I*. John Wiley & Sons. New York Chichester Brisbane Toronto.p. 377-745.
- Dence, C.W., and Reeve, D.W. 1996. *Pulp Bleaching Principle and Practice*, page:349-415. Tappi Perss, Atlanta.
- Eko Nopianto. *Pengetahuan Bahan Agroindustri, Selulosa.* (Online), (<http://eekonopianto.blogspot.com/2009/04/selulosa.html>), diakses 25 September 2010).
- Endrah. 26 Januari 2010. *Pengelolaan Limbah Tape Singkong.* (Online), (<http://endrah.blogspot.com/2010/01/i.html>), diakses 6 September 2010).
- Fengel Dietrich – Wegener Gerd, 1995. *Kayu*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- George, T. Austin. 1975. *Shreve's Chemical Process Industries, 5<sup>th</sup> ed.*, page:615–624. Mc Grew Hill International Edition. New York.
- Isroi. 13 Februari 2008. *Potensi Bioethanol dari Biomassa Lignoselulosa,* (Online), (<http://isroi.wordpress.com/2008/02/13/potensi-bioethanol-dari-biomassa-lignoselulosa/>), diakses 26 September 2010).
- Kirk, R. E., Othmer, D. F.1952. *Encyclopedia Of Chemical Tecnology*, 4<sup>th</sup> ed., page:593 – 616. The International Science Encyclopedia Inc., New York.
- Nuringtyas, Tri Rini. 2010. *Karbohidrat*. Gajah Mada University Press, Yogyakarta.
- Nursyamsu. 1990. *Pembuatan Pulp dengan Proses Soda halaman:1-23*. BBPK, Bandung.
- Othmer, K. 1992. *Encyclopedia Of Chemical Technology Vol 9*. Interscience Encylopedia Inc, New York.
- Rahma. 2002. *Pembuatan Selulosa Asetat dari Sabut Siwalan*. Jurusan Teknik Kimia UPN “Veteran” Jawa Timur.
- Rapson and Spinner. 1979. *Brigness Reversion in Bleached Pulps*, page:357-387. Technical Association of Pulp and Paper Industry. USA.
- Sugesty. 1986. *Sumber Bahan Baku Pulp,halaman:1-20*. Balai Besar Pulp dan Kertas, Bandung.
- Tim Puslitbang Indhan Balitbang Dephan (Kol. Umar S. Tarmansyah). *Pemanfaatan Serat Rami untuk Pembuatan Selulosa,* (Online), (<http://buletinlitbang.dephan.go.id/index.asp?vnomor=18&mnurutisi=3>), diakses 26 September 2010)
- Zellerbach. 1983. *Clorine Dioxide Plant Clorate Electrolysis Synthesis* page:1-18. Lurgi Munich Process. USA.