

PEMANFAATAN LIMBAH SERAT INDUSTRI TEPUNG SAGU AREN SEBAGAI BAHAN BAKU PEMBUATAN KERTAS (PULP) DENGAN PROSES DELIGNIFIKASI

Purnawan¹

¹Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta

Masuk: 2 Juni 2011, revisi masuk : 13 Juli 2011, diterima: 5 Agustus 2011

ABSTRACT

There are several home industries in sago aren processes center in Daleman, Tulung, Klaten, Central Java, produce sago aren flour product (soun) an average of 200 tons/year, these home industries produce waste by product of sago fibre. The process of pulp from sago fibre is done by two steps of the process, step one is with using nitric acid (HNO₃) and second process with soda coustic (NaOH). The process is conducted in three neck flask equipped with a stirrer, and cooler. The temperature is kept constant. Delignification process of sago aren fibre was carried and by two steps. Firstly 10 grams of sago fiber adds by 400 ml of HNO₃ 7.5%. Secondly the product of step one adds by 400 mL of NaOH 7.5%, while the condition of both steps one kept on temperature of ±103 °C, and the stirring speed of 400 rpm, obtained relatively good condition by using NaOH concentrations of 7.5% and 1.5 hours of processing time. In these conditions the percentage of product cellulose results obtained is 33.41%, with the permanganate numbers of 1.28, the concentration of α cellulose 95.74%.

Keywords : sago waste, cellulose, delignification, pulp

INTISARI

Terdapat banyak industri rumah tangga di sentra pengolahan sago aren di Daleman, Tulung, Klaten, Jawa Tengah, dengan hasil produksi berupa tepung sago aren (*soun*) rata-rata 200 ton/tahun, dari industri ini terdapat limbah berupa serat sago. Proses pembuatan pulp dari serat sago dengan proses delignifikasi melalui dua tahap proses yaitu proses pertama dengan asam nitrat dan proses kedua dengan proses soda. Proses dilakukan dalam labu leher tiga yang dilengkapi dengan pengaduk, serta pendingin. Suhu dijaga konstan. Proses delignifikasi dengan nitrat soda, dengan menggunakan 10 gram serat sago, 400 ml HNO₃ 7,5% dan 400 mL NaOH 7,5%, suhu ±103°C, dan kecepatan pengadukan 400 rpm, diperoleh kondisi yang relatif baik dengan menggunakan konsentrasi NaOH 7,5 % dan waktu proses 1,5 jam. Pada kondisi tersebut diperoleh rendemen (hasil) 33,41%, dengan angka permanganat 1,28 dan kadar α selulosa 95,74%.

Kata kunci : limbah sago, selulosa, delignifikasi ,pulp.

PENDAHULUAN

Perkembangan *investasi* di bidang industri akan berdampak positif pada sektor ekonomi dan sosial, di sisi lain dampak negatif yang ditimbulkan tak dapat dihindari dimana aktifitas industri akan menghasilkan limbah padat, cair dan gas yang berpotensi mencemari lingkungan. Salah satu industri kecil yang

berpotensi mencemari lingkungan adalah industri pengolahan sago aren yang menghasilkan limbah cair dan limbah padat berupa serat. Penelitian ini mengarah pada rekayasa pembuatan *pulp* dengan proses delignifikasi menggunakan asam nitrat dan natrium *hydroksida*. Pada proses delignifikasi dikenal dua macam proses yaitu proses mekanis

¹purweng@yahoo.co.id

dan kimia, untuk proses kimia dapat dibedakan menjadi berbagai macam cara yaitu : proses soda, proses sulfat, proses organik netral seperti alkohol dan benzene (Stephenson, 1950). Pada proses pengambilan selulosa dikenal dua macam proses yaitu proses mekanis dan proses kimia.

Pada proses mekanis, selulosa yang dihasilkan mempunyai warna yang sama dengan bahan baku. Keuntungan dari metode ini adalah prosesnya dapat dilakukan dengan sederhana, tidak diperlukan bahan-bahan kimia, biayanya relatif murah dan bahan baku yang hilang relatif lebih sedikit. Kerugiannya selulosa yang dihasilkan mempunyai kualitas rendah karena tidak murni dan berwarna coklat (Shreve, 1977).

Proses Kimia terdiri dari proses soda, proses sulfat, proses sulfit, dan proses soda khlor. Pada proses soda larutan yang dipergunakan ialah natrium hidroksida dan natrium karbonat. Larutan soda akan menghidrolisa lignin dan zat pengikat serat yang lain sehingga serat yang terdapat dalam bahan bakuan akan terlepas. Proses dijalankan pada suhu antara 165°C sampai dengan 171°C , tekanan 90–105psi dan waktu 6–8jam (Shreve, 1977). Selulosa hasil ukurannya pendek dan kurang kuat, berwarna coklat tetapi mudah untuk dilakukan pemutihan.

Pada proses Sulfat dikenal dengan nama proses kraft yang menggunakan larutan pemasak yang terdiri dari NaOH, Na_2S dan Na_2CO_3 . Hasil yang diperoleh relatif lebih baik untuk kuat tariknya tetapi warnanya kurang baik sehingga diperlukan bahan pemutih lebih banyak. Pemasakan dilakukan pada suhu antara $171 - 179^{\circ}\text{C}$, tekanan 100 –125psi dan waktu 2 sampai dengan 5jam (Shreve, 1977).

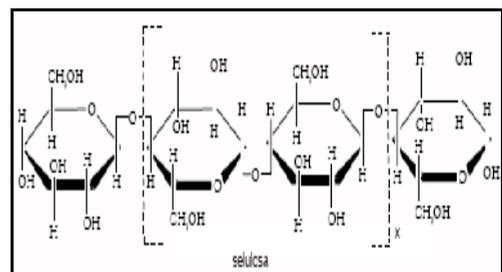
Pada proses Sulfit larutan pemasak bersifat asam yaitu larutan bisulfit dari $\text{Ca}(\text{HSO}_3)_2$ atau $\text{Mg}(\text{HSO}_3)_2$, Pemasakan dilakukan pada suhu antara $129 - 149^{\circ}\text{C}$, tekanan 70 sampai dengan 90 psi dan waktu 7 sampai dengan 12 jam (Stephenson, 1950). Dalam proses pemasakan bahan dasar yang berwarna ini akan menghasilkan selulosa yang

berwarna putih dan akan terpecah serta membentuk liginosulfonat.

Proses soda-khlor, bahan kimia yang dipergunakan adalah NaOH, gas khlor dan larutan CaOCl_2 . Pemasakan dijalankan pada suhu antara 120°C , tekanan 1 (satu) atmosfer dan waktu 4 (empat) sampai dengan 5jam (Stephenson, 1950). Proses soda-khlor atau disebut juga proses pomilio ini merupakan proses kontinyu yang terdiri atas beberapa tingkatan proses yaitu pemasakan dengan larutan soda, khlorinasi dengan memakai gas khlor, pencucian dengan larutan soda encer dan proses pemutihan dengan mengalirkan gas khlor sehingga lignin yang mengikat khlor larut didalam cairan pemasaknya (Casey, 1951).

Proses soda- nitrat, pada proses ini bahan baku direbus dengan HNO_3 dalam penangas air. Bahan yang telah diolah dengan HNO_3 direbus kembali dengan larutan NaOH dalam waktu 45 menit pada kondisi suhu 98°C .

Pada proses ini asam nitrat akan mengoksidasi dan menghidrolisa lignin hingga didapat lignin yang mudah larut dalam alkali encer. Pentosan dan karbohidrat juga akan diserang oleh asam nitrat akan tetapi selulosa sendiri hampir tidak mengalami perubahan. Zat padat hasil selanjutnya diolah kembali menggunakan larutan soda encer. lignin yang telah rusak bereaksi dengan NaOH menjadi Na lignat yang akan larut dalam pencucian. (Agra, 1979).



Gambar 1 : Struktur Molekul Selulosa

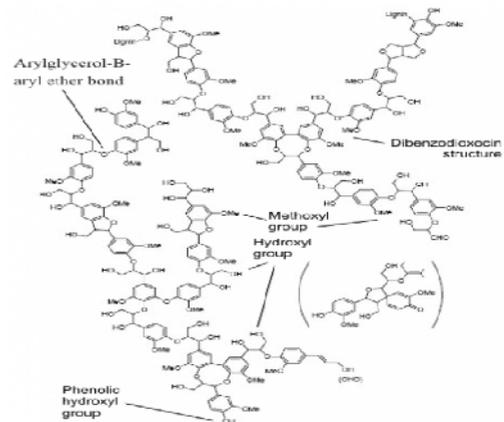
Selulose merupakan serat berwarna putih, tidak larut dalam air panas dan dingin, alkali dan pelarut. Hidrolisa glukosidik menyebabkan selulosa menjadi pendek dan kekuatan menjadi berkurang, secara analitis selulosa dapat

dibedakan menjadi 3 (tiga) golongan yaitu : 1). Alpha selulosa yaitu bagian selulosa yang tidak dapat larut dalam larutan NaOH 17,5%. 2). Beta selulosa yaitu bagian selulosa yang dapat larut dalam larutan NaOH 17,5% tetapi dapat diendapkan pada suhu antara 15 sampai dengan 35°C sesudah larutan diasamkan . 3). Gama selulosa selulosa yang dapat larut dalam larutan NaOH 17,5% tetapi tidak dapat diendapkan sesudah larutan diasamkan pada suhu antara 15 sampai dengan 35°C.

Untuk mendapatkan mutu selulosa yang baik lignin harus dihilangkan terlebih dahulu, penghilangan lignin dapat dilakukan dengan menambahkan asam atau basa agar menjadi senyawa lain yang mudah larut. Lignin merupakan senyawa yang mudah dipengaruhi senyawa pengoksidasi, karena sifat inilah yang dipakai untuk menentukan jumlah lignin yang ada dalam selulosa yaitu dengan cara menentukan bilangan permanganatnya (Stephenson, 1950). Lignin adalah zat yang bersama-sama dengan selulosa terdapat dalam kayu. Lignin merupakan polimer dengan struktur aromatik yang terbentuk melalui unit-unit penil propan (Sjorberg, 2003) yang berhubungan secara bersama oleh beberapa jenis ikatan yang berbeda

Lignin sulit didegradasi karena strukturnya yang kompleks dan heterogen yang berikatan dengan selulosa dan hemiselulosa dalam jaringan tanaman. Lebih dari 30 persen tanaman tersusun atas lignin yang memberikan bentuk yang kokoh dan memberikan proteksi terhadap serangga dan patogen (Perez et al. 2002).

Lignin adalah polimer tridimensional phenylpropanoid dihubungkan dengan beberapa ikatan berbeda antara karbon ke karbon dan beberapa ikatan lain antara unit phenylpropane yang tidak mudah dihirolisis. Lignin adalah polimer dari unit phenylpropene: unit guaiacyl (G) dari prekursor trans-coniferyl-alcohol, syringyl (S) unit dari trans-sihapylalcohol, dan p-hydroxyphenyl (H) unit dari prekursor trans-p-coumaryl alcohol dan dibagi menjadi dua kelompok utama, yaitu: guaiacyl lignin dan guaiacyl-syringyl lignin (Gibbs, 1958).



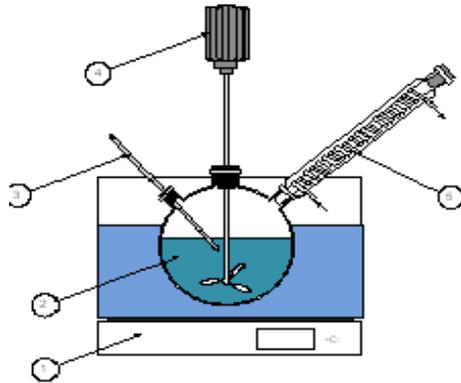
Gambar 2 : Struktur Senyawa Lignin (Brunov, 1998)

METODE

Serat dimasukkan dalam labu leher tiga 500 ml yang dilengkapi dengan pengaduk dan pendingin balik. Pada delignifikasi dengan proses soda pereaksi NaOH ditambahkan kedalam labu dengan volume dan konsentrasi yang telah ditentukan. Setelah dilakukan pemanasan dan pengadukan dengan selang waktu tertentu, hasilnya disaring dan dicuci dengan air panas sampai air cucian bebas basa, sedangkan untuk delignifikasi dengan pereaksi nitrat – soda, larutan asam nitrat ditambahkan dalam labu yang berisi serat dengan volume dan konsentrasi yang telah ditentukan. Setelah dilakukan pemanasan dan pengadukan dengan selang waktu tertentu, hasilnya disaring dan dicuci dengan air panas sampai air cucian bebas asam. Endapan dimasukkan kedalam labu leher tiga kembali dan larutan NaOH ditambahkan dengan konsentrasi dan volume yang telah ditentukan, kemudian dipanaskan dan diaduk pada selang waktu tertentu, kemudian disaring dan dicuci sampai bebas basa, selulosa hasil yang diperoleh dikeringkan dalam oven. Proses delignifikasi menggunakan rangkaian peralatan seperti pada Gambar 3.

Pengaruh Konsentrasi Natrium hidroksida pada proses soda dikerjakan pada kondisi proses : berat bahan 10 gram, volume NaOH 400 ml, waktu

proses 1 jam, suhu proses $\pm 103 \pm 2^{\circ}\text{C}$, kecepatan pengadukan 400 rpm.



Gambar 3. Rangkaian alat proses

Keterangan gambar :

1. Oil bath
2. Labu leher tiga
3. Thermometer
4. Motor pengaduk
5. Pendingin balik

Tabel 1. Pengaruh konsentrasi naoh terhadap berat produk hasil, berat α selulosa, angka permanganat, berat lignin dan berat bahan lain pada proses soda.

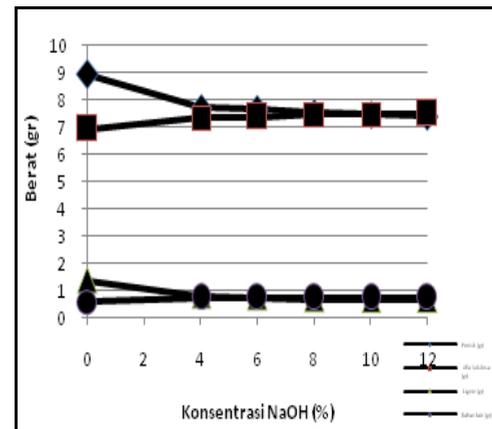
NaoH (%)	Prod. (gr)	Alfa (gr)	AP	Lignin (gr)	Bahan lain (gr)
0	8,94	6,94	16,8	1,39	0,61
4	7,74	7,35	9,98	0,83	0,76
6	7,66	7,40	9,35	0,77	0,77
8	7,55	7,47	8,43	0,70	0,76
10	7,48	7,49	8,12	0,67	0,77
12	7,42	7,52	8,12	0,67	0,75

Tabel 2. Pengaruh konsentrasi naoh terhadap % produk, % α selulosa, % lignin dan % bahan lain pada proses soda

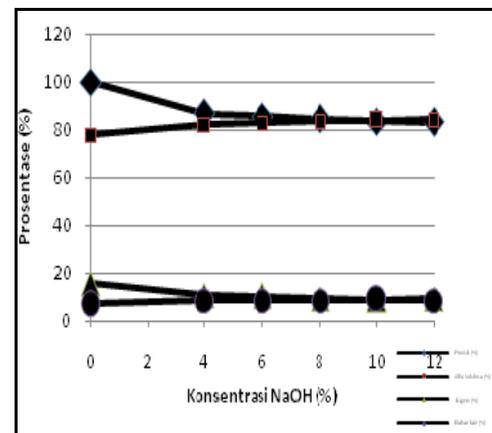
NaoH (%)	Produk (%)	Alfa (%)	Lignin (%)	Bahan lain (%)
0	100	77,63	15,54	6,82
4	86,66	82,25	9,28	8,46
6	85,74	82,81	8,61	8,58
8	84,47	83,62	7,83	8,55
10	83,69	83,84	7,49	8,66
12	83,06	84,16	7,49	8,34

Dari tabel 1 dan 2 serta Gambar 4 dan Gambar 5 dapat dilihat bahwa konsen-

trasi NaOH cukup berpengaruh terhadap kadar α selulosa dan angka permanganat, yaitu semakin besar % NaOH maka kadar α selulosa semakin tinggi sedangkan angka permanganat semakin kecil. Hal ini menunjukkan bahwa NaOH sangat berpengaruh terhadap pelarutan komponen lignin, dengan konsentrasi pelarut yang besar maka daya dorong transfer massa juga semakin besar.



Gambar 4 . Grafik pengaruh konsentrasi naoh terhadap berat produk hasil pada proses soda



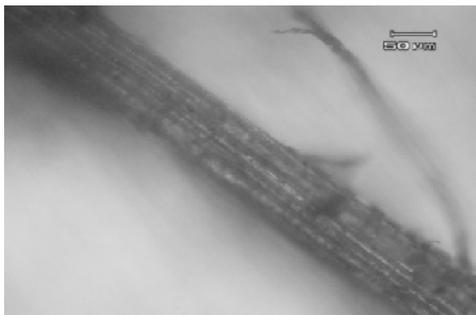
Gambar 5. Grafik pengaruh konsentrasi naoh terhadap % produk, % selulosa dan bahan lain pada proses soda

Pada konsentrasi NaOH 10% hingga 12% penurunan angka permanganat tidak terlalu signifikan begitu pula kenaikan kadar α selulosa, hingga konsentrasi NaOH 12% kadar α selulosa masih dibawah 90% hal ini disebabkan

ikatan lignin dengan serat sangat kuat sehingga lignin belum seluruhnya dapat terlarutkan, secara fisis seperti terlihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.



Gambar 6. Serat masih mengandung Lignin



Gambar 7. Struktur serat dengan pembesaran 100 x setelah proses soda

PEMBAHASAN

Pada proses delignifikasi dimaksudkan untuk menghilangkan lignin yang terdapat pada serat sehingga diperoleh kadar α selulosa tinggi. Kondisi proses : berat bahan 10 gram, volume HNO_3 400 ml, konsentrasi HNO_3 5%, waktu 1 jam, suhu proses $103 \pm 2^\circ\text{C}$, kec. Pengadukan 300rpm, volume NaOH 400ml, waktu 1 jam, Suhu $103 \pm 2^\circ\text{C}$, kecepatan pengadukan 300rpm.

Pada tabel 3 dan 4 serta Gambar 8 dan 9 terlihat bahwa pada proses nitrat soda penggunaan larutan asam nitrat sebagai pemecah struktur ikatan lignin dan serat cukup berpengaruh sehingga pada proses tahap kedua menggunakan larutan NaOH untuk melarutkan lignin akan lebih efektif. Kenaikan konsentrasi NaOH dapat menaikkan daya larut lignin

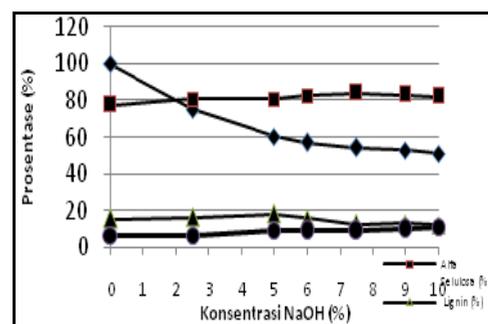
dalam NaOH, sehingga kadar α selulosa semakin meningkat dan jumlah lignin semakin menurun.

Tabel 3. Pengaruh konsentrasi naoh terhadap berat produk hasil, kadar α selulosa, % lignin dan % bahan lain pada proses nitrat soda

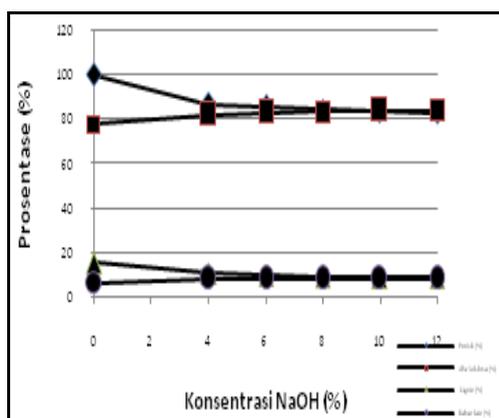
NaOH (%)	Produk (%)	Alfa (%)	Lignin (%)	Bahan lain (%)
0	100	77,63	15,54	6,82
2,5	75,24	80,89	12,41	6,69
5,0	60,32	80,87	9,73	9,39
6,0	57,16	82,65	8,16	9,18
7,5	54,42	84,13	6,93	8,93
9,0	52,87	82,96	6,93	10,10
10,0	51,08	82,28	6,37	11,34

Tabel 4. Pengaruh konsentrasi naoh terhadap berat produk hasil, berat α selulosa, angka permanganat, berat lignin dan berat bahan lain pada proses nitrat soda

NaOH (%)	Prod. (gr)	Alfa (gr)	AP	Lignin (gr)	Bahan lain (gr)
0	8,94	6,9	17	1,39	0,61
2,5	6,73	7,2	14	1,11	0,59
5,0	5,39	7,2	11	0,87	0,84
6,0	5,11	7,3	8,8	0,73	0,82
7,5	4,86	7,5	7,5	0,62	0,79
9,0	4,72	7,4	7,4	0,62	0,90
10,0	4,57	7,3	6,8	0,57	1,01



Gambar 8. Grafik pengaruh konsentrasi Naoh terhadap % produk, % selulosa dan % bahan lain.

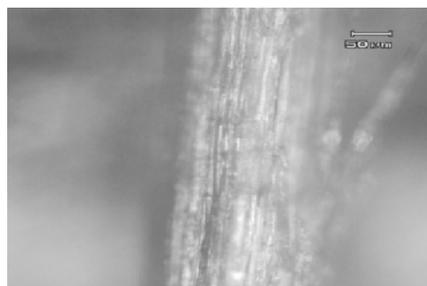


Gambar 9. Grafik pengaruh konsentrasi Naoh terhadap % produk, % Selulosa dan % bahan lain.

Kadar α selulosa optimum tercapai pada konsentrasi NaOH 7,5% sebesar 84,13% setelah konsentrasi optimum kenaikan konsentrasi NaOH yang lebih tinggi yang tidak berpengaruh terhadap kenaikan kadar α selulosa bahkan cenderung mengalami penurunan hal ini disebabkan selulosa sebagian ikut terlarut sehingga prosentase bahan lain semakin besar, secara fisis seperti terlihat pada Gambar 10 dan Gambar 11.



Gambar 10. Serat setelah proses nitrat



Gambar 11. Struktur serat dengan pembesaran 100 kali

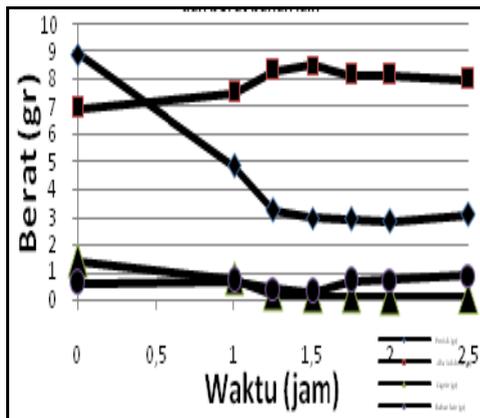
Pengaruh waktu proses pada proses delignifikasi menggunakan nitrat soda. Variabel waktu sebagai variabel tidak tetap proses nitrat soda bertujuan untuk mengetahui pengaruh waktu proses terhadap prosentase α selulosa, angka permanganat dan prosentase hasil selulosa, sedangkan variabel tetap dipergunakan konsentrasi NaOH optimum yang telah dicapai yaitu konsentrasi NaOH 7,5%. Kondisi proses: berat bahan 10 gram, volume HNO₃ 400 ml, konsentrasi HNO₃ 7,5%, waktu 1 jam, suhu proses 103 ± 2°C, kecepatan pengadukan 300 rpm, volume NaOH 400 ml, Suhu 103 ± 2°C, tercapai pada konsentrasi NaOH 7,5% sebesar 84,13% setelah konsentrasi optimum kenaikan konsentrasi NaOH yang lebih tinggi tidak berpengaruh terhadap kecepatan pengadukan 300 rpm dengan variabel tidak tetap berupa lama waktu proses.

Tabel 5. Pengaruh waktu proses terhadap % produk, % α selulosa, angka permanganat, % lignin dan % bahan lain pada proses nitrat soda

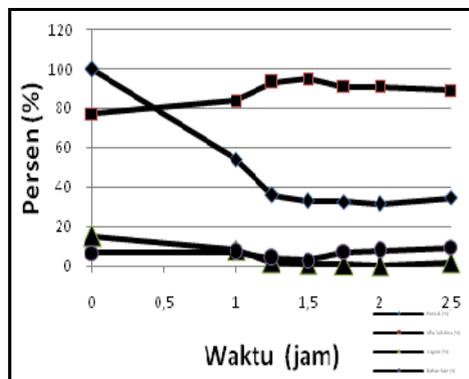
Waktu (jam)	Produk (%)	Alfa (%)	Lignin (%)	Bahan lain (%)
0	100	77,63	15,54	6,82
1,00	54,42	84,13	8,50	7,37
1,25	36,40	93,25	2,35	4,40
1,50	33,29	95,34	1,34	3,32
1,75	32,76	91,35	1,12	7,53
2,00	31,73	91,27	0,67	8,06
2,50	34,62	89,47	0,78	9,75

Tabel 6. Pengaruh waktu proses terhadap berat produk hasil, berat α selulosa, berat lignin dan berat bahan lain pada proses nitrat soda.

Waktu (jam)	Produk (gr)	Alfa (gr)	AP	Lignin (gr)	Bahan lain (gr)
0	8,94	6,9	17	1,39	0,61
1,00	4,86	7,5	9,1	0,76	0,66
1,25	3,25	8,3	2,5	0,21	0,39
1,50	2,97	8,2	1,4	0,12	0,29
1,75	2,93	8,1	1,2	0,10	0,67
2,00	2,84	8,1	0,7	0,06	0,72
2,50	2,67	7	0,8	0,07	0,87



Gambar 12. Grafik pengaruh waktu terhadap produk hasil, berat α selulosa, berat lignin, dan berat bahan lain



Gambar 13. Grafik pengaruh waktu terhadap % produk, % α selulosa, dan % bahan lain

Waktu proses sangat berpengaruh terhadap produk hasil, α selulosa dan lignin yang dapat terpisahkan. Semakin lama waktu proses jumlah produk hasil dan jumlah lignin yang dapat terpisahkan semakin menurun, kadar α selulosa semakin meningkat hingga dicapai waktu optimum tercapai yaitu selama 1,5 jam, setelah itu mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan semakin lama waktu proses makin banyak lignin yang dapat terlarut dalam NaOH, tetapi pada waktu proses 1,5 - 2,5 jam relatif konstan sehingga waktu sudah tidak terlalu berpengaruh terhadap proses transfer massa lignin karena proses transfer massa sudah mencapai kesetimbangan atau pelarut sudah mengalami kejenuhan terhadap kadar lignin. Secara keseluruhan

an persen produk mengalami penurunan karena terjadi penurunan kadar lignin tetapi pada saat lignin mencapai kesetimbangan, α selulosa ikut terlarut dalam NaOH sehingga menyebabkan penurunan % produk hasil hal ini ditunjukkan dengan semakin besar jumlah dan prosentase bahan bahan lain yang terlarut.

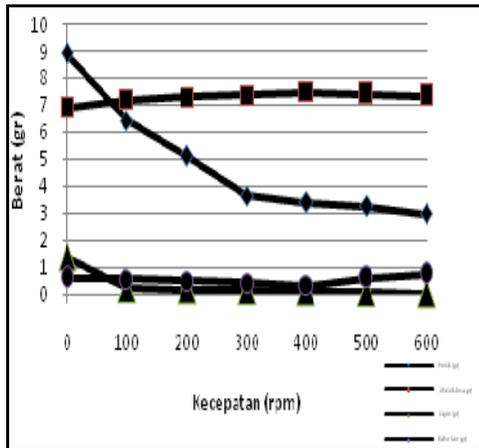
Pengaruh kecepatan pengadukan pada proses delignifikasi menggunakan nitrat soda. Pada proses ini variabel kecepatan pengadukan sebagai variabel tidak tetap proses nitrat soda bertujuan untuk mengetahui pengaruh kecepatan pengadukan terhadap prosentase α selulosa, angka permanganat dan prosentase hasil selulosa, sedangkan variabel tetap dipergunakan konsentrasi NaOH optimum yang telah dicapai yaitu konsentrasi NaOH 7,5% serta waktu optimum 1,5jam. Dari tabel 5 dan 6 serta Gambar 12 dan Gambar 13 dapat dilihat bahwa dengan jumlah dan konsentrasi HNO₃ dan NaOH yang tetap.

Tabel 7. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap % produk, % α selulosa, % lignin dan % bahan lain pada proses nitrat soda

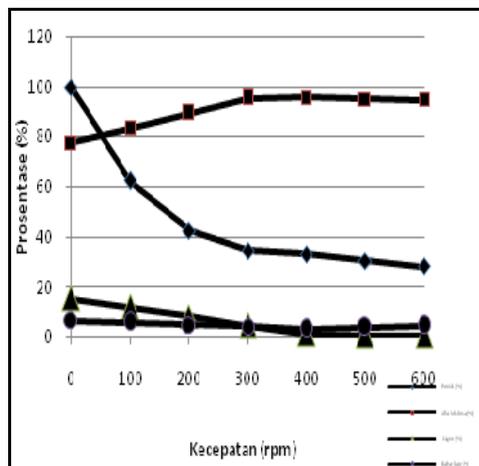
Kecepatan (rpm)	Produk (%)	Alfa (%)	Lignin (%)	Bahan lain (%)
0	100	77,6	15,54	6,82
100	62,36	83,5	11,94	5,94
200	42,58	89,3	8,34	5,06
300	34,72	95,3	4,74	4,18
500	30,47	95,2	0,78	3,92
600	28,35	94,92	0,56	4,56

Tabel 8. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap berat produk, berat α selulosa, angka permanganate, berat lignin dan berat bahan lain pada proses nitrat soda

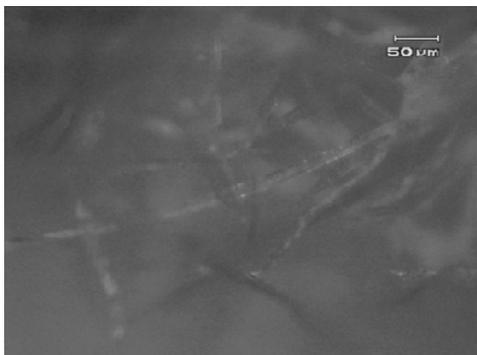
Kecepatan (rpm)	Produk (gr)	Alfa (gr)	AP	Lignin (gr)	Bahan lain (gr)
0	8,94	6,94	16,8	1,39	0,61
100	6,46	7,23	11,5	0,23	0,58
200	5,12	7,32	6,53	0,18	0,49
300	3,66	7,39	3,29	0,14	0,44
400	3,42	7,52	1,28	0,10	0,34
500	3,26	7,42	1,09	0,08	0,62
600	2,98	7,32	0,85	0,04	0,75



Gambar 14. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap berat produksi hasil, berat α selulosa, dan berat bahan lain.



Gambar 15. Pengaruh kecepatan pengadukan terhadap % produk, % α selulosa, % lignin dan % bahan lain



Gambar 16. Struktur Serat Pada Kondisi Optimum Dengan Pembesaran 100x

Dari tabel 7 dan tabel 8 serta Gambar 14 dan Gambar 15 dapat dilihat bahwa dengan konsentrasi HNO_3 , konsentrasi NaOH serta waktu yang tetap, kecepatan pengadukan sangat berpengaruh terhadap produk hasil, α selulosa dan lignin yang dapat terpisahkan.

Pengadukan semakin cepat jumlah produk hasil dan jumlah lignin yang dapat terpisahkan semakin menurun, sedangkan kadar α selulosa semakin meningkat hingga dicapai kecepatan optimum tercapai yaitu 400 rpm, setelah itu mengalami penurunan. Hal ini menunjukkan bahwa pengadukan semakin cepat maka makin banyak lignin yang dapat terlarut dalam NaOH, tetapi pada kecepatan 300 rpm hingga 500 rpm relatif konstan sehingga kecepatan sudah tidak terlalu berpengaruh terhadap proses transfer massa lignin, secara keseluruhan persen produk mengalami penurunan karena α selulosa ikut terlarut dalam NaOH sehingga menyebabkan penurunan % produk hasil secara fisis seperti terlihat pada Gambar 15 dan Gambar 16.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa limbah padat berupa serat sagu aren dapat diproses menjadi selulosa dengan proses delignifikasi.

Pada proses delignifikasi menggunakan nitrat soda dengan berat bahan 10 gram, volume HNO_3 400 ml, konsentrasi HNO_3 7,5%, waktu 1jam, suhu proses $103 \pm 2^\circ\text{C}$, kecepatan pengadukan 400rpm, volume NaOH 400ml, diperoleh kondisi relatif baik dengan menggunakan konsentrasi NaOH 7,5% dengan waktu 1,5jam.

Pada kondisi tersebut diperoleh hasil : angka permanganat 1,28 , kadar α selulosa 95,74% dan prosentase produk hasil 33,41%.

DAFTAR PUSTAKA

- Agra, I.B., Warnijati, S and Hanafi., 1970, " Nitric Acid Pulping of Kapok (*Ceiba Pentandra*) Wood ", Research Journal, vol.3 No. 5 ,

- pp 1-9 . Universitas Gadjah Ma-
da, Yogyakarta.
- Brunov G. 1998., "Methods to Reveal the
Structure of Lignin. In:Hofrichter
M and Steinbu"chel A (eds) *Lig-
nin, Humic Substances and Coal*"
, vol. 1, pp. 89–116. Weinheim:
Wiley-VHC.
- Casey, P.J., 1951, "Pulp and Paper", Vol
III, 3 ed., pp 4-19, Van Norstrand
Reinhold Company, New York.
- Gibbs., 1958, "Enzymatic bleaching of
wood pulp " School of Biological
Sciences, University of Macqua-
rie, Sydney, New South Wales.
- Perez, J., J. Munoz-Dorado, T. de la
Rubia, and J. Martinez., 2002. " *Biodegradation and biological
treatments of cellulose, hemi-
cellulose, and lignin*" : an over-
view. *Int. Microbiol.* 5: 53-63.
- Sjoberg., (2003), " *Degradation of hemi-
cellulose, cellulose and lignin in
decomposing spruce needle litter
in relation to N*", Department of
Ecology and Environmental Re-
search, Swedish University, Swe-
den
- Stephenson, J.N., 1950, "Pulp and Paper
Manufacture", Vol I, pp 364-662,
Mc Graw Hill Book Company,
Inc., New York.