



e-ISSN Number
2655 2967

Available online at <https://jurnal.teknologiindustriumi.ac.id/index.php/JCPE/index>

Journal of Chemical Process Engineering

Volume 4 Nomor 1 (2019)



SINTA Accreditation Number
10/E/KPT/2019

Pengaruh Suhu Dan Waktu Pretreatment Alkali Pada Isolasi Selulosa Limbah Batang Pisang

(Effect of Temperature and Time on Alkali Pretreatment of Cellulose Isolation From Banana Stem Waste)

Lia Lismeri, Yuli Darni, Mitra Dimas Sanjaya, Muhammad Iqbal Immadudin

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jalan Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro 1, Bandar Lampung 35145, Indonesia

Inti Sari

Limbah batang pisang yang dihasilkan dari perkebunan pisang merupakan biomassa yang kandungan selulosanya dapat diisolasi dan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan serat selulosa. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan yield selulosa dari batang pisang dengan perlakuan pretreatment alkali. Pelarut alkali yang digunakan adalah NaOH 1% dengan variabel operasi berupa temperatur 60, 70, dan 80°C dan waktu 60, 90, dan 120 menit. Proses delignifikasi dilakukan dengan menggunakan Na₂SO₃ 20% dan H₂O₂ 2% sebagai agen pemutih. Dari hasil analisis kadar lignoselulosa, pretreatment yang menghasilkan rendemen selulosa terbesar yaitu 51,64% pada kondisi operasi suhu 80°C selama 60 menit. Dari hasil Uji FTIR dan SEM dapat diketahui bahwa isolasi selulosa dari batang pisang dengan pretreatment alkali memperlihatkan keberadaan gugus fungsi utama penyusun selulosa serta struktur permukaan serat selulosa.

Kata Kunci: Batang Pisang, Isolasi Selulosa, Pretreatment Alkali, Serat Selulosa

Key Words : *Banana Stem, Cellulose Isolation, Alkali Pretreatment, Cellulose Fiber*

Abstract

Banana stem waste from banana plantation is a lignocelluloses biomass which contain cellulose and can be isolated and used as raw material for cellulose fiber. The aim of this research was to improve the cellulose yield by using alkali pretreatment method. In this study, banana stem wastes treated with NaOH 1% with temperature variable of 60, 70, and 80°C and time variable of 60, 90, and 120 minutes. Followed by delignification using Na₂SO₃ 20% and bleaching by H₂O₂ 2%. Lignocelluloses content analysis result give the best pretreatment at variable of temperature 80°C and variable of time 60 minutes which give cellulose content 51.64%. FTIR and SEM testing result shown that isolated cellulose from banana stem waste with alkali pretreatment show the existence of main functional groups of cellulose and the surface structure of cellulose fiber.

Published by

Department of Chemical Engineering
Faculty of Industrial Technology
Universitas Muslim Indonesia, Makassar

Address

Jalan Urip Sumohardjo km. 05 (Kampus 2 UMI)
Makassar- Sulawesi Selatan

Phone Number

+62 852 5560 3559
+62 823 4988 0792

Corresponding Author

lismeri@yahoo.co.id



Journal History

Paper received : 17 April 2019
Received in revised form : 18 Mei 2019
Accepted : 29 Mei 2019

PENDAHULUAN

Provinsi Lampung merupakan salah satu provinsi dengan produksi pisang nasional terbesar di Indonesia dengan produksi pada tahun 2014 mencapai 1,4 juta ton. Limbah batang pisang yang dihasilkan dari pertanian pisang merupakan sumber biomassa yang kandungan selulosanya dapat diisolasi dan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan serat selulosa. Venkateshwaran dan Elayaperumal (2010) yang meneliti komposisi lignoselulosa pada batang pisang menemukan bahwa batang pisang mengandung kadar selulosa yang cukup tinggi yaitu 46%, diikuti hemiselulosa 38,54%, dan lignin 9%. Kandungan selulosa yang cukup tinggi menjadikan limbah batang pisang layak sebagai bahan baku pembuatan serat selulosa.

Proses isolasi selulosa dari limbah batang pisang terdiri dari tahapan *pretreatment*, delignifikasi, dan *bleaching*. *Pretreatment* alkali merupakan proses *pretreatment* dengan menggunakan larutan alkali dengan tujuan untuk meregangkan ikatan antar lignoselulosa sehingga memudahkan pelarutan lignin dan hemiselulosa pada tahapan selanjutnya (Sun dan Cheng, 2002). Delignifikasi merupakan proses pendegradasian ikatan lignin untuk mempermudah pemisahan lignin dengan kandungan lignoselulosa lainnya (Sun dan Cheng, 2002). Sedangkan proses *bleaching* merupakan proses yang dilakukan untuk pemutihan dan mendegradasi lignin yang tersisa dengan cara memutuskan rantai-rantai pendek lignin sehingga lignin mudah larut saat pencucian (Fengel dan Wegener, 1995).

Asror dan Emilia (2017) meneliti pengaruh suhu dan konsentrasi NaOH proses *pretreatment* pada jerami padi mendapatkan hasil rendemen selulosa tertinggi sebesar 34,13% pada kondisi konsentrasi NaOH 7% dan suhu 140°C. Penelitian yang dilakukan Han *et. al.* (2012) mengenai *pretreatment* pada batang gandum dengan menggunakan NaOH 1% selama 1,5 jam dengan suhu 121°C memberikan hasil kenaikan kandungan selulosa sebesar 44,52% sementara kandungan hemiselulosa dan lignin berkurang sebesar 44,15% dan 42,52%. Kemudian penelitian yang dilakukan oleh Sumada dkk (2011) mengenai delignifikasi pada limbah batang ubi kayu menggunakan NaOH, Na₂SO₃, dan Na₂SO₄ dengan variasi konsentrasi 5-25% memperoleh hasil kandungan selulosa tertinggi pada

penggunaan larutan Na₂SO₃ 20% dengan hasil kandungan selulosa 88,90%.

Berdasarkan penelitian-penelitian yang telah dilakukan sebelumnya, maka penelitian ini dilakukan untuk meningkatkan rendemen selulosa yang didapat dengan melakukan variasi pada suhu dan waktu pada tahap *pretreatment* dengan menggunakan larutan NaOH.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dalam 4 tahapan yakni: 1) *Pretreatment* alkali dilakukan menggunakan refluks dengan limbah batang pisang sebanyak 30 gr serbuk dimasak dengan menggunakan pelarut NaOH 1%, rasio bahan baku dan pelarut 1:10 dengan variasi suhu 60, 70, 80°C dan variasi waktu pemasakan 60, 90, 120 menit. Kemudian campuran dipisahkan dari pelarut, disaring, dicuci dengan aquades sampai pH netral, dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 100°C.

2) Tahap delignifikasi menggunakan Na₂SO₃ 20%, dengan rasio berat bahan dan volume larutan 1:10 selama 2 jam pada suhu 105°C. Kemudian selulosa yang didapatkan dipisahkan dari pelarut basa dan dicuci dengan *aquadest* hingga bersih. Setelah pencucian, selulosa basah selanjutnya dikeringkan pada suhu 100°C.

3) Tahapan *bleaching* atau pemutihan menggunakan H₂O₂ 2% dengan rasio berat bahan dan volume larutan 1:15 selama 2 jam pada suhu 60°C. Kemudian selulosa yang didapatkan dipisahkan dari pelarut peroksida dan dicuci dengan *aquadest* hingga bersih. Setelah pencucian, selulosa basah selanjutnya dikeringkan pada suhu 100°C.

4) Tahap analisis untuk mengetahui kadar lignoselulosa dilakukan dengan metode Cheson-Datta. Uji FTIR dilakukan pada rentang 500-4000 cm⁻¹ untuk mengetahui komposisi gugus penyusun serat selulosa yang diteliti. Uji SEM dilakukan untuk melihat struktur permukaan serat selulosa yang diteliti.

Analisis lignoselulosa dengan *metode Cheson-Datta* (Lismeri dkk, 2016), dilakukan dengan cara sebanyak 1 gram bahan kering (a) dimasukkan dalam gelas beaker dan ditambah *aquadest* 150 ml. Dipanaskan selama 1 jam pada *hotplate* dengan suhu 100°C. Saring dan cuci dengan *aquadest* sampai volume filtrat 300 ml, kemudian residu dikeringkan pada oven bersuhu 105°C hingga beratnya konstan (b). Residu kemudian

dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian ditambah 150 ml H₂SO₄ 1N lalu dipanaskan pada *hotplate* dengan suhu 100°C selama 1 jam. Saring dan cuci residu dengan *aquadest* sampai volume filtrat 300 ml. Residu dikeringkan hingga beratnya konstan dan ditimbang (c). Residu kemudian dimasukkan lagi ke dalam erlenmeyer dan ditambahkan 10% H₂SO₄ 72%. Direndam selama 4 jam pada suhu kamar kemudian ditambahkan 150 ml H₂SO₄ 1N (untuk pengenceran) lalu dipanaskan pada *hotplate* dengan suhu 100°C selama 1 jam. Saring dan cuci residu dengan *aquadest* hingga volume filtrat 400 ml. Residu dikeringkan hingga beratnya konstan dan ditimbang (d). Residu kemudian diabukan selama 6 jam (600°C), kemudian berat abu ditimbang (e).

$$\begin{aligned} \text{Hot Soluble Water (\%)} &= \frac{a-b}{a} \times 100\% \\ \text{Hemiselulosa (\%)} &= \frac{b-c}{a} \times 100\% \\ \text{Selulosa (\%)} &= \frac{c-d}{a} \times 100\% \\ \text{Lignin (\%)} &= \frac{d-e}{a} \times 100\% \\ \text{Abu (\%)} &= \frac{e}{a} \times 100\% \end{aligned}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan mengenai isolasi selulosa limbah batang pisang dengan *pretreatment* alkali didapatkan hasil kadar lignoselulosa sebagai berikut.

Tabel 1. Kadar Lignoselulosa Limbah Batang Pisang Setelah *Pretreatment*

Suhu (°C)	Waktu (Menit)	Selulosa	Hemi selulosa	Lignin
		%	%	%
60	60	45,36	35,51	8,86
	90	45,56	37,68	6,53
	120	48,67	34,37	7,49
70	60	50,69	35,93	2,72
	90	46,38	36,70	9,33
	120	46,60	38,29	9,24
80	60	51,64	34,37	6,86
	90	48,22	33,64	9,49
	120	49,87	34,21	9,10

Tabel 2. Kadar Lignoselulosa Bahan Baku Limbah Batang Pisang, Setelah *Pretreatment*, Setelah Delignifikasi, dan Setelah *Bleaching*

Tahapan	Selulosa	Hemi selulosa	Lignin
	%	%	%
Bahan Baku	27,04	25,78	5,79
<i>Pretreatment</i>	51,64	34,37	6,86
Delignifikasi	55,59	30,56	6,85
<i>Bleaching</i>	64,11	30,06	1,00

Berdasarkan data pada tabel 1, proses *pretreatment* yang menghasilkan selulosa dengan kadar tertinggi yaitu 51,64% didapat pada variabel suhu tertinggi yaitu pada parameter suhu 80°C. Kenaikan kadar serta berat selulosa yang didapat seiring dengan kenaikan suhu yang dipakai menandakan pengaruh suhu pada proses *pretreatment*. Suhu yang semakin tinggi akan memberikan energi yang lebih besar pada reaksi sehingga reaksi pemutusan ikatan pada rantai lignin dan hemiselulosa berjalan lebih baik sehingga lebih banyak ikatan selulosa yang dapat terbebas. Asror dan Emilia (2017) yang meneliti kandungan selulosa dari jerami padi dengan *pretreatment* NaOH menyatakan bahwa terjadi kenaikan kandungan selulosa yang didapat seiring dengan naiknya suhu NaOH dikarenakan semakin banyaknya hemiselulosa dan lignin yang terlarut sehingga perbandingan kadar selulosa dengan hemiselulosa dan lignin dalam padatan mengalami kenaikan.

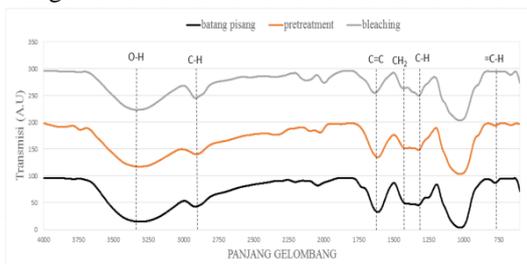
Data tabel 1 juga menunjukkan bahwa waktu pemasakan terbaik yaitu selama 60 menit pada suhu 80°C. Pengaruh waktu menunjukkan bahwa semakin lama waktu dapat mengurangi kadar dan berat selulosa yang didapat. Waktu *pretreatment* yang lama dapat meningkatkan kadar selulosa yang didapat karena semakin banyak rantai hemiselulosa dan lignin yang terputus namun waktu yang terlalu lama dapat menyebabkan monomer-monomer yang terputus dapat bereaksi dengan polimer yang ada sehingga menghasilkan lignin baru (Surest dan Satriawan, 2010). Selain itu waktu yang terlalu lama akan mengurangi kadar selulosa yang didapat karena sebagian ikatan selulosa yang diperoleh dapat terdegradasi oleh NaOH (Han *et. al.*, 2017).

Dari tabel 2, dapat terlihat perubahan komposisi lignoselulosa pada limbah batang pisang setelah delignifikasi dan *bleaching*. Dapat terlihat bahwa untuk hasil delignifikasi terdapat

kenaikan pada kadar selulosa dan penurunan pada kadar hemiselulosa dan lignin, namun penurunan yang terjadi pada lignin sangat kecil sehingga dianggap kurang signifikan. Penurunan berat hemiselulosa dapat terjadi karena pada proses delignifikasi ini lignin mengalami pelunakan sehingga sebagian hemiselulosa yang semula terikat oleh lignin menjadi terbebas dan dapat direduksi ikatannya oleh larutan Na_2SO_3 . Sedangkan lignin karena hanya melunak maka hanya sebagian kecil saja yang tereduksi oleh Na_2SO_3 . Kecilnya penurunan pada lignin dapat disebabkan oleh suhu delignifikasi yang digunakan kurang tinggi karena perubahan struktur ikatan pada lignin akan semakin mudah terjadi pada kondisi suhu yang tinggi (Laurentius dkk, 2013).

Kemudian dapat terlihat pada hasil *bleaching* terdapat kenaikan pada kadar selulosa, serta penurunan pada kadar lignin dan hemiselulosa. Penurunan pada kadar lignin disebabkan oleh reaksi dari hidrogen peroksida yang digunakan terhadap ikatan lignin yang ada dimana hidrogen peroksida memutus rantai-rantai lignin menjadi pendek, sehingga lignin dapat larut saat pencucian dalam air (Fengel dan Wegener, 1995). Selain itu hidrogen peroksida dapat memutus ikatan memutus ikatan $\text{C}\alpha\text{-C}\beta$ pada molekul lignin dan mampu membuka cincin lignin (Jayanudin dkk, 2010). Penurunan kadar hemiselulosa yang kecil pada *bleaching* dapat disebabkan oleh waktu pemasakan yang kurang lama, namun waktu pemasakan yang terlalu lama selain dapat memutus rantai hemiselulosa dapat juga memutus rantai selulosa sehingga menurunkan kadar selulosa yang didapat (Riama dkk, 2012).

Uji FTIR yang dilakukan memberikan hasil sebagai berikut.

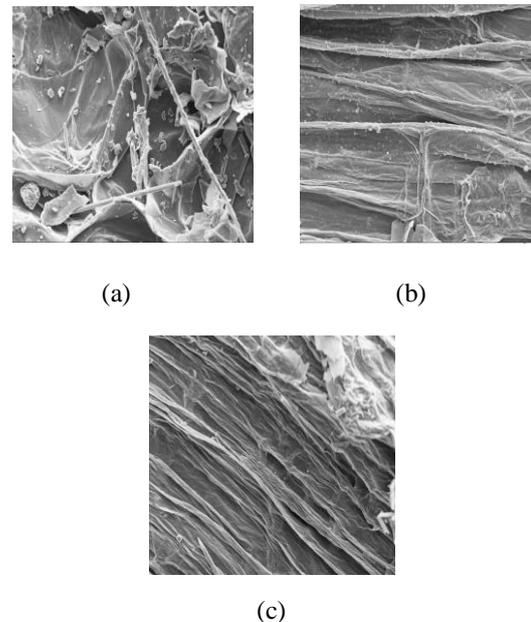


Gambar 1. Grafik Spektrum FTIR Limbah Batang Pisang, *Pretreatment*, *Bleaching*

Dari Gambar 1. terlihat bahwa puncak intensitas gelombang pada $3200\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan gugus O-H *alcohol stretch* yang melambangkan ikatan pada selulosa. Terlihat peningkatan

intensitas serapan yang sesuai dengan kenaikan kadar selulosa yang didapat dari penelitian yang telah dilakukan. Kemudian puncak dengan intensitas gelombang $1410\text{-}1462\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan kehadiran gugus CH_2 yang melambangkan ikatan selulosa-lignin dan puncak dengan intensitas gelombang $1180\text{-}1360\text{ cm}^{-1}$ yang melambangkan ikatan selulosa-hemiselulosa. Terlihat penurunan intensitas serapan yang menandakan berkurangnya kadar lignin dan hemiselulosa pada limbah batang pisang setelah *pretreatment*, delignifikasi, dan *bleaching* sesuai dengan data yang didapat. Penurunan pada ikatan lignin dan ikatan hemiselulosa menandakan bahwa tujuan dari proses *pretreatment* dan *bleaching* yaitu untuk mereduksi ikatan lignin telah tercapai.

Uji SEM yang dilakukan memberikan hasil sebagai berikut.



Gambar 2. Hasil Analisis SEM (a) Limbah Batang Pisang, (b) *Pretreatment*, (c) *Bleaching*

Hasil analisis SEM pada gambar 2 (a) menunjukkan bahwa limbah batang pisang memiliki jaringan lignoselulosa kompleks dengan struktur permukaan yang kasar, matriks yang tidak beraturan, serta terdapat silika pada struktur permukaan. Pada gambar 2 (b) yang menunjukkan hasil setelah *pretreatment* dapat dilihat bahwa struktur yang kasar dan tidak beraturan telah berubah serta terdapat perubahan kerapatan pada struktur permukaan serat batang pisang. Hal ini disebabkan oleh tereduksinya ikatan hemiselulosa dan lignin serta berkurangnya silika yang ada pada permukaan batang pisang oleh larutan NaOH pada proses *pretreatment* sehingga menyebabkan struktur permukaan yang lebih teratur. Kemudian pada gambar 2 (c) yang menunjukkan hasil setelah delignifikasi dan

bleaching dapat dilihat bahwa struktur permukaan terlihat semakin bersih, serat menjadi lebih jelas terlihat, serta renggangan yang ada pada serat semakin jelas. Renggangan pada serat dan permukaan yang bersih menandakan hilangnya silika dan komponen lignin yang disebabkan oleh reaksi dari larutan Na_2SO_3 yang digunakan pada tahap delignifikasi dan larutan H_2O_2 yang digunakan pada tahap *bleaching* terhadap komponen tersebut.

KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan kesimpulan yang didapat adalah kadar selulosa tertinggi yang didapat yaitu sebesar 51,64% dan didapat pada variabel suhu *pretreatment* 80°C selama 60 menit. Berdasarkan hasil analisis FTIR dan SEM yang dilakukan, limbah batang pisang yang telah diberi perlakuan *pretreatment* alkali memperlihatkan keberadaan gugus fungsi utama penyusun selulosa serta struktur permukaan serat selulosa.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih ditujukan kepada semua pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian, penulisan dan penerbitan jurnal ini

DAFTAR PUSTAKA

- Asror, K., Emilia, A. R. (2017). Pengaruh Suhu dan Konsentrasi NaOH Pada Proses *Hydrothermal* Jerami Padi Untuk Bahan Baku Biogas. Skripsi. Institut Teknologi Sepuluh November.
- Fengel, D., Wegener, G. (1995). Kayu, Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-reaksi. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Han, L., Feng, J., Zhang, S., Ma, Z., Yonghong W. and Xing Z. (2012). *Alkali Pretreated of Wheat Straw and Its Enzymatic Hydrolysis. Brazilian Journal of Microbiology*, 43 (1), 53-61.
- Jayanudin, Hartono, R., Jamil, N.H. (2010). Pengaruh Konsentrasi dan Waktu Pemutihan Serat Daun Nanas Menggunakan Hidrogen Peroksida. Seminar Rekayasa Kimia dan Proses 2010. Semarang, Indonesia: Jurusan Teknik Kimia, Universitas Diponegoro.
- Laurentius, U. W., Sumada, K., Caecilia P. Dan Novel K. (2013). Pemisahan Alpha-Selulosa dari Limbah Batang Ubi Kayu Menggunakan Larutan Natrium Hidroksida. *Jurnal Teknik Kimia*, 7(2), 43-47.
- Lismeri, L., Zari, P.M., dan Novarani, T. (2016) Sintesis Selulosa Asetat Dari Limbah Batang Ubi Kayu. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 11(2), 82-91
- Riama, G., Veranika, A., Prasetyowati. (2012). Pengaruh H_2O_2 , Konsentrasi NaOH dan Waktu Terhadap Derajat Putih Pulp dari Mahkota Nanas. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(3), 25-34.
- Sumada, K., Tamara, P. E., Alqani, F. (2011). *Isolation Study of Efficient α -Cellulose from Waste Plant Stem Manihot esculenta crantz. Jurnal Teknik Kimia*, 5(2), 434-438.
- Sun, Y., Cheng, J. (2002). *Hidrolisis of Lignocellulose Material for Ethanol Production: a review. Bioresource Technology*, 83, 1-11.
- Surest, A.H, Satriawan, D. (2010). Pembuatan *Pulp* dari Batang Rosella dengan Proses Soda. *Jurnal Teknik Kimia*, 17 (3), 1-7.
- Venkateshwaran, N., Elayaperumal, A. (2010). *Banana Fiber Reinforced Polymer Composites-A Review. Journal of Reinforced Plastics and Composites*, 29, 2387-2396.