

# Pengaruh Konsentrasi Sodium Hydroxide (NaOH) pada Proses Delignifikasi Kandungan Lignoselulosa Serat (Fiber) Siwalan (*borassus flabellifer*) sebagai Bahan Dasar Pembuatan Bioethanol

Tun Sriana<sup>1\*</sup>, Tri Dianpalupidewi<sup>1</sup>, Syamsul Ma'arif Putera Ukhrawi<sup>1</sup>, Iryanti Fatyasari Nata<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pengolahan Migas, Politeknik Energi dan Mineral (PEM) Akamigas, Cepu, Jawa Tengah

<sup>2</sup> Program Studi Teknik Kimia, Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru, Kalimantan Selatan

✉ tun.sriana@gmail.com

Salah satu sumber energi alternatif yang potensial dikembangkan di Indonesia adalah bioethanol. Serat siwalan adalah limbah organik yang potensial dikembangkan sebagai bahan baku bioethanol. Proses delignifikasi diperlukan sebelum limbah siwalan difermentasi menjadi bioethanol. Pada proses ini, lignin yang terdapat pada serat siwalan akan dipecah untuk mendapatkan selulosa yang dikonversi menjadi gula. Dari hasil penelitian diperoleh bahwa konsentrasi NaOH 1N mampu meningkatkan kadar selulosa hingga 71,37% dibanding dengan konsentrasi NaOH 2N yang hanya mampu menaikkan kadar selulosa sebesar 59,53%. Untuk waktu pemanasan optimal pada proses ini adalah 30 menit pada suhu 100 °C

**Kata kunci:** limbah siwalan, delignifikasi, NaOH, bioethanol, lignin, selulosa

Diajukan: 7 Juni 2021

Direvisi: 15 Juli 2021

Diterima: 1 Oktober 2021

Dipublikasikan online: 7 Oktober 2021

## Pendahuluan

Ketersediaan energi masih menjadi masalah besar bagi kehidupan manusia. Berbagai upaya telah dilakukan untuk memenuhi kebutuhan energi tersebut. Salah satu usaha yang telah dilakukan adalah pengembangan sumber energi alternatif dari bahan alam yang jumlahnya melimpah dan dapat diperbarui.

Bioethanol adalah salah satu sumber energi alternatif yang sangat berpotensi dikembangkan di Indonesia. Dibandingkan dengan bahan bakar fosil, bioethanol mempunyai beberapa kelebihan diantaranya mudah terbakar, memiliki nilai kalor bakar netto yang besar dan dapat larut secara langsung dengan bensin pada setiap perbandingan. Bioethanol juga beroktan tinggi dengan angka oktan sebesar 109 untuk riset dan 98 untuk angka oktan motor (Mukaromah, 2006).

Salah satu sumber daya alam yang dapat dikembangkan sebagai bahan baku bioethanol adalah material dengan kandungan lignoselulosa. Hal ini disebabkan karena material yang mengandung lignoselulosa telah terbukti berpotensi untuk dikembangkan sebagai bahan bakar alternatif dan ramah lingkungan (Mardina et al., 2013).

Serat siwalan (*borassus flabellifer*) adalah salah satu limbah yang memiliki kandungan hemiselulosa (18,52%), selulosa (29,32%) dan lignin (0,23%) (Dahlan, 2011). Selain serat siwalan, beberapa limbah pertanian yang mengandung lignoselulosa diantaranya adalah

bagas tebu (Maryana et al., 2014) dengan kandungan hemiselulosa (22,9%), selulosa (44,43%) dan lignin (17,52%) serta jerami padi dengan kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin sebesar 42,3%; 20,4% dan 12,1% secara berurutan (Gayang, 2013).

Serat siwalan yang terdapat pada pohon siwalan tidak banyak dimanfaatkan dan dibuang sebagai limbah. Pohon lontar dengan luas area pertanaman mencapai 1.500 ha terdapat di sepanjang pesisir pulau Jawa Tengah, Jawa Timur dan Madura (Syakir & Karmawati, 2019). Nira siwalan mengandung gula sebanyak 10,98% (Haisya et al., 2011) dan biasanya difermentasi sederhana untuk menghasilkan tuak dan cuka. Meskipun tidak mempunyai kandungan gula setinggi nira, serat siwalan diyakini masih mempunyai kandungan gula yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioethanol.

Proses pembuatan bioethanol dari serat siwalan mempunyai proses yang berbeda, yang disebut dengan proses delignifikasi. Tujuan dilakukan proses delignifikasi adalah untuk mengurangi kadar lignin pada bahan berlignoselulose (Permatasari et al., 2014). Proses delignifikasi dilakukan dengan melarutkan kandungan lignin di dalam bahan sehingga mempermudah proses pemisahan lignin dari serat siwalan. Pada proses ini akan terjadi konversi lignoselulosa menjadi senyawa gula. Jika dibandingkan dengan larutan asam, larutan basa mempunyai hasil yang lebih baik untuk proses delignifikasi (Mardina et al., 2013; Saleh et al., 2009).

Cara mensitasi artikel ini:

Sriana, T., Dianpalupidewi, T., Ukhrawi, S.M.P., Nata, I.F. (2021) Pengaruh konsentrasi sodium hydroxide (NaOH) pada proses delignifikasi kandungan lignoselulosa serat (fiber) siwalan (*borassus flabellifer*) sebagai bahan dasar pembuatan bioethanol. *Buletin Profesi Insinyur* 4(2) 049-052

Proses penghilangan lignin dan peningkatan kandungan selulosa dapat dilakukan dengan menggunakan larutan basa atau alkali *pretreatment* seperti sodium hydroxide (NaOH). Penggunaan NaOH terbukti efektif dilakukan pada banyak bahan baku biomassa (Saleh et al., 2009).

Tujuan dalam penelitian ini adalah menentukan konsentrasi optimal NaOH yang menghasilkan kadar selulosa tertinggi pada proses delignifikasi serat siwalan.

## Metode

Serat siwalan dicacah dengan ukuran tertentu. Pencacahan serat siwalan dimaksudkan untuk memperluas luas permukaan dari material. Serat siwalan yang sudah dicacah kemudian dikeringkan dengan menggunakan oven sampai mendapatkan berat konstan.

Sebanyak 10 gram serat siwalan kering dimasukkan ke dalam larutan NaOH dengan konsentrasi 1N dan 2N. Serat siwalan yang telah direndam kemudian dipanaskan ke dalam *water batch* dengan suhu 100°C. Untuk mengetahui waktu pemanasan optimum pada proses delignifikasi, waktu pemanasan yang digunakan adalah 15, 30 dan 45 menit secara berurutan. Kemudian dilakukan pencucian dengan menggunakan aquadest sampai mencapai pH netral. Setelah mendapatkan pH netral, langkah selanjutnya adalah dilakukan pengeringan pada sampel dengan menggunakan oven sampai mendapatkan berat konstan. Untuk mengetahui kandungan lignoselulosa yang terkandung dilakukan uji Chessone pada masing-masing sampel (Mardina et al., 2013).

## Prosedur Analisa

Persentase kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin pada proses delignifikasi serat siwalan dianalisa dengan menggunakan metode Chesson (Datta, 1981). Tahapan yang dilakukan dalam uji Chesson adalah (1) 1 gram sampel direfluk dengan 150 ml H<sub>2</sub>O pada suhu 100°C selama 2 jam, (2) Residu sampel pada tahap 1 yang sudah dikeringkan dalam oven sampai mendapatkan berat konstan direfluks dengan 150 ml 0,5M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pada suhu 100°C selama 2 jam, (3) Residu pada tahap 2 yang sudah dikeringkan dalam oven hingga berat konstan direndam dalam 10 ml 72% (v/v) H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> selama 4 jam pada suhu kamar, kemudian diencerkan menjadi 0,5M dan direfluks selama 2 jam pada 100°C. (4) Residu sampel tahap 3 yang telah dikeringkan kemudian diabukan.

Perhitungan untuk mengetahui kandungan komponen selulosa, hemiselulosa dan lignin serbuk serat siwalan yang telah menerima perlakuan di atas adalah sebagai berikut:

$$\text{Hemiselulosa (\%)} = \frac{b - c}{a} \times 100\%$$

$$\text{Selulosa (\%)} = \frac{c - d}{a} \times 100\%$$

$$\text{Lignin (\%)} = \frac{d - e}{a} \times 100\%$$

Dimana:

- Berat kering awal sampel serat siwalan
- Berat kering residu sampel yang direfluks dengan air (tahap 1)

- Berat kering residu sampel yang direfluks dengan 0,5M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (tahap 2)
- Berat kering residu sampel yang direndam dengan 72% H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (tahap 3)
- Abu yang dihasilkan oleh residu sampel (tahap 4)

## Hasil Penelitian dan Pembahasan

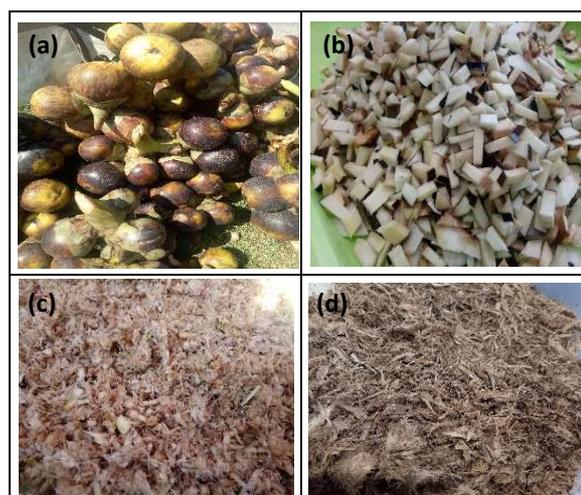
### Proses *pretreatment* serat siwalan

Komposisi kimia yang terkandung pada serat siwalan tergantung pada beberapa faktor diantaranya adalah varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim, pemupukan dan perairan. Untuk mengetahui komposisi kimia dari serabut siwalan perlu dilakukan. Perbandingan komposisi kimia dari serat siwalan, nira dan beberapa tanaman Palma tertera pada Tabel 1.

**Tabel 1** Perbandingan komposisi kimia serat siwalan, nira dan tanaman palm (Haisya et al., 2011)

Parameter Uji	Hasil Analisa (%)				
	serat Siwalan	Nira	Aren	Nipah	Kelapa
Protein	0,85	0,28	0,23	0,21	0,41
Lemak	0,96	0,02	0,02	0,21	0,17
Kadar Air	96,38	87,78	88,85	86,30	88,40
Kadar Abu	0,90	0,10	0,03	0,43	0,38
Kadar Gula	0,91	10,96	10,02	12,23	10,27

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa jika dibandingkan dengan jenis tanaman palm yang lain, kulit siwalan mempunyai kadar gula yang paling sedikit. Untuk dapat meningkatkan kadar gula yang terdapat pada kulit siwalan maka proses delignifikasi diperlukan. Tahap-tahap proses pencacahan kulit siwalan menjadi serat siwalan seperti yang terlihat pada Gambar 1.



**Gambar 1** Tahapan proses pencacahan buah siwalan

Sebelum proses delignifikasi dilakukan pretreatment pada kulit siwalan. Untuk mendapatkan hasil yang maksimal, kulit siwalan dipotong-potong sekecil mungkin agar mempunyai luas permukaan yang jauh lebih besar. Hal ini diharapkan agar akan lebih

mudah ikatan lignin pada lignoselulosa terpecah dan diperoleh selulosa.

### Proses delignifikasi

Proses delignifikasi dilakukan pada dua konsentrasi NaOH yang berbeda yaitu 1N dan 2N. Untuk mengetahui pengaruh waktu pada proses delignifikasi, variable perbedaan waktu mulai dari 15, 30 dan 45 menit dipertimbangkan pada penelitian ini. Hasil analisa untuk serat siwalan yang telah direndam menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 1N pada perbedaan variabel waktu ditunjukkan pada Tabel 2.

**Tabel 2** Presentasi komposisi kimia untuk NaOH 1N

Waktu pemanasan	Hasil Analisa (%)		
	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
<i>Untreatment</i>	43,67	26,85	21,67
15 menit	67,86	19,33	9,75
30 menit	71,37	3,66	5,24
45 menit	60,76	18,86	11,38

Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa jika dibandingkan dengan *untreatment* sampel, dengan proses pemanasan akan meningkatkan kadar selulosa dan menurunkan jumlah ligninnya. Namun demikian, semakin lama waktu pemanasan tidak menyebabkan jumlah lignin semakin menurun dan meningkatkan jumlah selulosa. Dengan menggunakan NaOH dengan konsentrasi 1N, jumlah lignin paling kecil terdapat pada waktu pemanasan selama 30 menit dan naik dengan naiknya waktu pemanasan. Pada kondisi ini dapat disimpulkan pada lama waktu optimal pemanasan adalah selama 30 menit untuk NaOH 1N.

Untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NaOH terhadap proses delignifikasi pada serat siwalan, NaOH dengan konsentrasi 2 N dipelajari. Hasil Analisa untuk serat siwalan yang telah direndam menggunakan larutan NaOH dengan konsentrasi 2 N dapat dilihat pada Tabel 3.

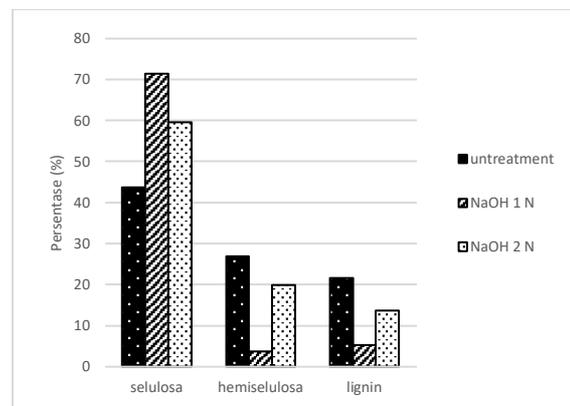
**Tabel 3** Presentasi komposisi kimia untuk NaOH 2N

Waktu pemanasan	Hasil Analisa (%)		
	Selulosa	Hemiselulosa	Lignin
<i>Untreatment</i>	43,67	26,85	21,67
15 menit	51,61	22,53	14,01
30 menit	59,53	19,81	13,61
45 menit	48,75	23,64	18,83

Dari Tabel 3 dapat dilihat bahwa dengan menggunakan NaOH 2 N dapat menurunkan kadar lignin dan meningkatkan kadar selulosa dibandingkan dengan *untreatment* sampel. Sama dengan ketika menggunakan NaOH 1 N, waktu pemanasan selama 30 menit akan dapat menurunkan kadar lignin lebih baik dibandingkan dengan waktu yang lainnya.

Jika dibandingkan antara konsentrasi 2 N, NaOH dengan konsentrasi 1 N lebih mampu menaikkan kadar

selulosa dan mampu menurunkan kadar lignin lebih baik. Sedangkan untuk lama pemanasan, 30 menit adalah waktu yang paling optimal baik dengan menggunakan NaOH 1 N maupun 2 N.



**Gambar 2** Perbandingan % komposisi kimia serat siwalan pada proses delignifikasi selama 30 menit

Perbandingan % komposisi kimia serat siwalan pada proses delignifikasi selama 30 menit seperti terlihat pada Gambar 2. Dari gambar dapat dilihat bahwa proses delignifikasi terbukti mampu meningkatkan % selulosa dan menurunkan % lignin jika dibandingkan dengan *untreatment*. Penggunaan NaOH 1N mampu meningkatkan % selulosa dan menurunkan % lignin lebih banyak jika dibandingkan dengan NaOH 2N. Hal tersebut terjadi karena selulosa masih berada pada fase padat dan hanya sedikit yang berada pada fase cair (Maryana et al., 2014).

### Kesimpulan

Proses delignifikasi adalah proses untuk menghilangkan kandungan lignin menjadi lignoselulosa. Konsentrasi NaOH 1N lebih mampu meningkatkan kadar selulosa jika dibandingkan dengan NaOH 2N. Sedangkan waktu pemanasan terbaik untuk proses delignifikasi serat siwalan adalah 30 menit.

### Ucapan Terimakasih

Ucapan terimakasih ditujukan kepada PEM Akamigas yang telah membiayai penelitian pada tahun 2019 dengan No Surat Perjanjian: 30/Pj/PEM.UPPM/2019.

### Referensi

- Dahlan, D. N. A. (2011). *Evaluasi Potensi Limbah Sabut Siwalan Terfermentasi EM-4 Sebagai Pakan Sapi Pedaging Secara In-Vitro*. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Datta, R. (1981). *Acidogenic fermentation of lignocellulosic acid yield and conversion of components. Biotechnology and Bioengineering, 23, 2167–2170.*
- Gayang, F. (2013). *Konversi Lignoselulosa Tandan Kosong Kelapa Sawit Menjadi Gula Pereduksi Menggunakan Enzim Xilanase dan Selulase Komersial*. Institut

- Pertanian Bogor.
- Haisya, N. B. S., Utama, B. D., Edy, R. C., & Aprilia, H. M. (2011). The Potential of Developing Siwalan Palm Sugar (*Borassus flabellifer* Linn.) as One of the Bioethanol Sources to Overcome Energy Crisis Problem in Indonesia. *2nd International Conference on Environmental Engineering and Applications*, 89–93.
- Mardina, P., Talalangi, A. I., Sitinjak, J. F. M., Nugroho, A., & Fahrizal, M. R. (2013). Pengaruh Proses Delignifikasi pada Produksi Glukosa dari Tongkol Jagung dengan hidrolisi Asam Encer. *Konversi*, 2(2), 17–23.
- Maryana, R., Ma'rifatun, D., Wheni, A. I., Satriyo, K. W., & Rizal, W. A. (2014). Alkaline Pretreatment on Sugarcane Bagasse for Bioethanol Production. *Energy Procedia*, 47, 250–254.
- <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.egypro.2014.01.221>
- Mukaromah, U. (2006). *Amorphopallus sp Sangat Efektif sebagai Alternatif Sumber Bahan Bakar Bioethanol Pengganti Gasoline*.
- Permatasari, H. R., Gulo, F., & Lesmini, B. (2014). *Pengaruh Konsentrasi H2SO4 dan NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu (Gigantochloa Apus)*.
- Saleh, A., Pakpahan, M. M. D., & Angelina, N. (2009). Pengaruh Konsentrasi Pelarut, Temperatur dan Waktu Pemasakan Pada Pembuatan Pulp dari Sabut Kelapa Muda. *Jurnal Teknik Kimia*, 16(3), 35–44.
- Syakir, M., & Karmawati, E. (2019). *Tanaman Perkebunan Penghasil Bahan Bakar Nabati* (pp. 26–38).