

PENGARUH KONSENTRASI H₂SO₄ DAN NaOH TERHADAP DELIGNIFIKASI SERBUK BAMBU (*GIGANTOCHLOA APUS*)

Harry Rizka Permatasari, Fakhili Gulo, Bety Lesmini
(Program Studi Pendidikan Kimia FKIP Universitas Sriwijaya)
Email : harryrizka@yahoo.com

Abstrak: Pengaruh konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH dalam delignifikasi serbuk bambu telah diteliti untuk menurunkan kadar lignin. Delignifikasi dilakukan pada suhu 121^oC selama 30 menit dengan variasi konsentrasi. H₂SO₄: 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% (v/v) sedangkan variasi NaOH adalah 2,0%, 4,0%, 6,0%, 8,0%, dan 10% (b/v). Kadar lignin dianalisis menggunakan metode Kappa. Peningkatan konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH sejalan dengan peningkatan kadar lignin terurai. Penguraian optimum sebesar 5,37% dicapai pada saat konsentrasi H₂SO₄ 2,5% sedangkan pada saat konsentrasi NaOH 6,0% penguraian optimum sebesar 9,53%.

Abstract: The effect of H₂SO₄ and NaOH concentration in the delignification of bamboo powder has been studied to low lignin content. Delignification done with 121^oC temperature for 30 minutes with various concentrations. H₂SO₄ concentrations used were 0.5%, 1.0%, 1.5%, 2.0%, and 2.5% (v / v) while the variations of NaOH used were 2.0%, 4.0%, 6.0%, 8.0%, and `10% (w / v). Lignin content was analyzed by using the Kappa method. The increase of H₂SO₄ and NaOH concentrations a line with the increase of decomposed lignin content. The optimum decomposition of 5.37% reached at 2.5% of H₂SO₄ concentration, while the decomposition of lignin when used NaOH obtained at the optimum concentration of 6.0% NaOH at 9.53%.

Key words: *Delignification, Bamboo powder, H₂SO₄, NaOH*

PENDAHULUAN

Cadangan bahan bakar fosil Indonesia bahkan dunia sangat terbatas dan lambat laun akan semakin menipis, oleh karena itu sangat tidak bijaksana jika bahan bakar hanya bergantung dari fosil saja (LEMHANNAS RI, 2012). Banyak pihak memikirkan cara lain untuk mendapatkan bahan bakar selain dari fosil yaitu melalui energi alternatif terbarukan. Salah satu bentuk energi terbarukan yaitu bioetanol yang dapat diproduksi dari tumbuhan. Produksi bioetanol

dari bahan – bahan yang mengandung glukosa berbenturan dengan fungsi bahan tersebut sebagai sumber pangan. Oleh karena itu dikembangkan produksi bioetanol dengan menggunakan bahan yang mengandung selulosa.

Salah satu bahan yang mengandung selulosa yaitu bambu. Persentase selulosa pada bambu yaitu 42,4% – 53,6%. Persentase komponen lain yang terkandung dalam batang bambu adalah lignin (19,8% - 26,6%), pentosan (1,24% - 3,77%), zat ekstraktif (4,5% - 9,9%), air (15% - 20%), abu (1,24% -

3,77%), dan SiO₂ (0,1% - 1,78%) (Hermiati & Euis, 2008). Persentase selulosa yang lumayan besar ini menjadikan bambu sebagai salah satu sumber bioetanol selulosa. Serbuk bambu, khususnya di daerah Kertapati – Palembang, merupakan limbah dari pembuatan sangkar burung. Tiap sore hasil serutan bambu ini dibakar dan dibuang. Pembakaran serbuk bambu ini tentu memegang peran dalam meningkatkan polusi udara. Memanfaatkan bambu sebagai sumber bioetanol selulosa tentunya jauh lebih baik daripada hanya menjadi polusi.

Pembuatan bioetanol dari bahan yang mengandung selulosa melewati empat tahap, yaitu *pre-treatment*, hidrolisis, fermentasi, dan pemurnian etanol (Mosier, Wyman, Dale, Elander, Lee, & Holtzapple, 2005). Bahan – bahan yang mengandung selulosa juga mengandung lignin. Lignin merupakan pelindung selulosa dan hemiselulosa. Lignin dapat mengganggu proses hidrolisa karena akan menghambat aktivitas enzim di dalam ragi dalam pengkonversian gula sederhana menjadi etanol (Wiratmaja, Kusuma, & Winaya, 2011). Oleh karena itu proses *pre-treatment* memegang peranan penting dalam produksi bioetanol. *Pre-treatment* disebut juga delignifikasi.

Delignifikasi bertujuan untuk mengurangi kadar lignin di dalam bahan berlignoselulosa. Delignifikasi akan membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses. Proses delignifikasi akan melarutkan kandungan lignin di dalam bahan sehingga mempermudah proses pemisahan lignin dengan serat (Sumada, Tamara, & Fiqih, 2011). Pada beberapa penelitian, delignifikasi umumnya menggunakan NaOH dan H₂SO₄. Pada penelitian tentang H₂SO₄ yang membandingkan *pretreatmet* menggunakan metode kimia dengan ampas tebu, yaitu dengan H₂SO₄ (0,25% dan 0,5%) dan variasi waktu pemanasan menggunakan *autoclave* dengan suhu 121⁰C selama 15, 30,

dan 45 menit. Berdasarkan hasil analisa, pada metode *pretreatment* dengan menggunakan H₂SO₄ 0,5% pada waktu pemanasan selama 30 menit terjadi penurunan kadar lignin dari 21,11% menjadi 12,97% (Wardani & Kusumawardini, 2012).

Dalam penelitian tentang delignifikasi ampas tebu menggunakan delignifikator NaOH 2%, 4% dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan pengurangan lignin terbanyak diperoleh melalui penggunaan NaOH 6% yaitu sebesar 32%, dari 17,65% menjadi 11,9% (Gunam, Wartini, Anggreni, & Suparyana, 2011).

Delignifikasi bambu masih jarang diteliti sehingga belum dapat disimpulkan delignifikator mana yang akan menghasilkan kadar lignin paling minimum.

Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian tentang delignifikasi bambu guna mendapatkan hasil berupa lignin minimum sehingga dapat mengoptimalkan tahap selanjutnya pada pembuatan bioetanol. Pada penelitian ini, kami menggunakan variasi konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH.

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut yaitu untuk mengetahui adakah pengaruh konsentrasi H₂SO₄ terhadap persentase lignin dalam delignifikasi serbuk bamboo, dan untuk mengetahui adakah pengaruh konsentrasi H₂SO₄ terhadap persentase lignin dalam delignifikasi serbuk bambu.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah penelitian kuantitatif, dengan metode pengumpulan data yaitu metode eksperimen. Variabel bebas berupa konsentrasi H₂SO₄ dan konsentrasi NaOH, sedangkan variabel terikat adalah delignifikasi serbuk bambu berupa kadar lignin. Variabel yang digunakan pada penelitian berupa konsentrasi H₂SO₄ dan NaOH. Konsentrasi berarti 1 mol zat terlarut di dalam 1 L

larutan. Konsentrasi H₂SO₄ yang digunakan adalah 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% (v/v). Konsentrasi NaOH yang digunakan adalah 2,0%, 4,0%, 6,0%, 8,0%, dan 10%. Kadar Lignin yang dihasilkan adalah kadar lignin sisa yang selanjutnya dicari kadar lignin terurainya.

Prosedur Penelitian

Alat : Alat-alat gelas, biuret, alat penggiling, *hot plate stirer*, penangas air, pH meter, *stop watch*, *magnetic stirer*, *autoclave*, oven.

Bahan : Serbuk bambu, H₂SO₄, NaOH, Na₂S₂O₃, KI, larutan amilum, aquades, KMnO₄.

Preparasi Serbuk Bambu

Sampel bambu dijemur pada panas matahari untuk menghilangkan kandungan airnya. Setelah kering bambu digiling menggunakan alat penggiling sampai berbentuk serbuk yang halus. Kemudian sampel diayak dengan ayakan 100 mesh.

Delignifikasi Menggunakan H₂SO₄ dan Dipanaskan Pada Suhu 121°C

Sebanyak 5 gram sampel yang telah menjadi serbuk ditambahkan 50 mL aquades (untuk delignifikasi tanpa delignifikator) dan 5 gram sampel + 50 mL larutan H₂SO₄ dengan variasi konsentrasi 0,5%, 1%, 1,5%, 2%, dan 2,5% (v/v). Kemudian dipanaskan dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 30 menit (Singh & Bishnoi, 2012). Lalu disaring dan dicuci dengan air sampai pH netral. Selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 10 jam.

Delignifikasi Menggunakan NaOH dan Dipanaskan pada Suhu 121°C

Sebanyak 5 gram sampel yang telah menjadi serbuk ditambahkan 50 mL aquades (untuk delignifikasi tanpa delignifikator) dan 5 gram sampel + 50 mL larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8% dan 10% (b/v). Kemudian dipanaskan

dengan *autoclave* pada suhu 121°C selama 30 menit (Singh & Bishnoi, 2012). Lalu disaring dan dicuci dengan air sampai pH netral. Selanjutnya dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 10 jam.

Penentuan Kadar Lignin dengan Metode Kappa (SNI 0494)

Sebanyak 1 g sampel dimasukkan ke dalam erlenmeyer kemudian 200 mL air suling ditambahkan ke dalam erlenmeyer. Erlenmeyer diletakkan di atas penangas air bersuhu 25,0 (± 0,2)⁰C dan aduk perlahan menggunakan *magnetic stirer* selama berlangsungnya reaksi. Larutan kalium permanganat 0,1 N dipipet 25 mL dan larutan asam sulfat 4,0 N dipipet 25 mL dimasukkan ke dalam gelas beker 50 mL. Campuran larutan kalium permanganat dan asam sulfat tersebut ditambahkan ke dalam erlenmeyer yang berisi sampel. Bilas beker gelas dengan air suling jangan lebih 5 mL, masukkan air pembilas ke dalam erlenmeyer. Biarkan reaksi berlangsung selama 10 menit, larutan kalium iodida 1,0 N ditambahkan sebanyak 5 mL. Titrasi dilakukan dengan larutan natrium thiosulfat 0,2 N setelah terbentuk iodida bebas (timbul warna kuning). Sebagai indikator, beberapa tetes larutan amilum di tambahkan sampai timbul warna biru, kemudian lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang. Pemakaian larutan natrium thiosulfat dicatat sebagai a mL. Blanko dikerjakan juga seperti perlakuan di atas tanpa menggunakan sampel. Pemakaian larutan natrium thiosulfat dicatat dalam titrasi blanko sebagai b mL.

Untuk menentukan kadar lignin dengan metode Kappa digunakan rumus sebagai berikut.

$$K = \frac{p \times f}{w}$$
$$p = \frac{(b - a)N}{0,1N}$$

$$\% \text{ Kadar Lignin Sisa} = K \times 0,15$$

Keterangan untuk blanko yaitu.

K = nilai bilangan kappa
 f = faktor koreksi pada pemakaian 50% KMnO_4 (terdapat pada tabel faktor koreksi)
 p = larutan KMnO_4 yang terpakai (mL)
 b = volume natrium thiosulfat pada tanpa sampel (mL)
 a = volume natrium thiosulfat pada blanko (mL)
 w = berat sampel (gram)
 N = konsentrasi natrium thiosulfat (0,2 N)

Keterangan untuk sampel yaitu.

K = nilai bilangan kappa
 f = faktor koreksi pada pemakaian 50% KMnO_4 (terdapat pada tabel faktor koreksi)
 p = larutan KMnO_4 yang terpakai (mL)
 b = volume natrium thiosulfat pada tanpa sampel (mL)
 a = volume natrium thiosulfat pada sampel (mL)
 w = berat sampel (gram)
 N = konsentrasi natrium thiosulfat (0,2 N)

Untuk mencari kadar lignin terurai digunakan rumus sebagai berikut.

$$\% \text{ Lignin Terurai} = \frac{\text{Lignin sisa pada blanko} - \text{Lignin sisa pada sampel}}{\text{Lignin sisa pada blanko}} \times 100\%$$

Hipotesis Statistik

$$H_a: \rho_{xy} > 0$$

$$H_0: \rho_{xy} = 0$$

Uji Hipotesis

Uji korelasi Pearson :

$$r = \frac{n \sum X_i Y_i - \sum X_i \sum Y_i}{\sqrt{n \sum X_i^2 - (\sum X_i)^2} \sqrt{n \sum Y_i^2 - (\sum Y_i)^2}}$$

Rumus regresi Linier sederhana:

$$Y = a + bX$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini serbuk bambu didelignifikasi menggunakan metode semi-kimiawi, yaitu dengan menggunakan delignifikator kimia dan di autoclave pada suhu tinggi secara fisik. Bagian bambu yang diambil adalah bagian dalam bambu yang merupakan serutan hasil limbah pembuatan sangkar burung. Sebelum menjadi serbuk, serutan bambu dijemur dan digiling untuk mengoptimalkan penghancuran lignin. Proses ini juga termasuk salah satu cara delignifikasi, yaitu secara fisika.

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi delignifikasi secara fisika, salah satunya ukuran sampel. Ukuran sampel dapat mempengaruhi porositas yang kemudian mempengaruhi kontak terhadap delignifikator (Sun & Cheng., 2002). Selain itu, pengecilan ukuran sampel akan memutuskan rantai polimer yang panjang menjadi rantai polimer yang lebih pendek sehingga memudahkan pemisahan lignin dari ikatan selulosa (Heradewi, 2007). Semakin kecil ukuran sampel maka akan semakin mudah dalam mendegradasi lignin, karena itulah pada penelitian ini serutan bambu dipotong, kemudian digiling, dan diayak dengan ayakan 100 mesh sehingga menjadi serbuk bambu.

Setelah menjadi serbuk, sampel didelignifikasi dengan H_2SO_4 dan NaOH serta dipanaskan pada autoclave dengan suhu 121°C . Pemakaian suhu diatas 180°C menyebabkan kemungkinan selulosa terdegradasi lebih banyak karena pada suhu ini lignin telah habis terlarut sehingga delignifikator yang tersisa akan mendegradasi selulosa. Sementara pada suhu rendah lignin belum terurai dan masih melindungi selulosa sehingga selulosa masih sulit untuk diakses.

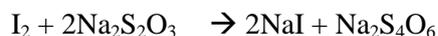
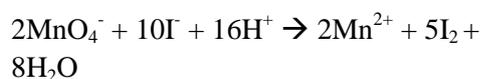
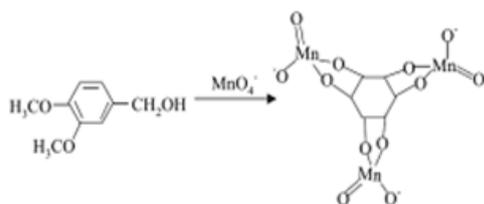
Pemanasan pada autoclave dengan suhu 121°C dilakukan selama 30 menit

karena pada waktu ini merupakan waktu yang paling optimum dalam delignifikasi (Singh & Bishnoi, 2012). Berdasarkan penelitian Oktaveni (2008) pada proses pemasakan dengan waktu yang sebentar (kurang dari 30 menit), delignifikator hanya dapat mendegradasi lignin diantara sel – sel kayu sementara lignin yang berada pada dinding sel kayu baru terlarut setelah waktu pemasakan ditingkatkan.

Setelah selesai didelignifikasi, serbuk bambu dianalisis kadar lignin menggunakan metode KAPPA, yaitu melalui konsumsi permanganat karena permanganat memiliki sifat mampu berikatan dengan lignin. Menurunnya kadar lignin akan meningkatkan konsumsi permanganat (Oktaveni, 2008). Jadi semakin banyak Natrium Thiosulfat yang digunakan untuk menghilangkan permanganat pada saat titrasi (pada analisa KAPPA) maka semakin rendah kadar lignin yang terkandung di dalam sampel.

Reaksi yang terjadi pada saat analisa KAPPA yaitu sebagai berikut (Ek, Gellerstedt, & Henriksson, 2009).

Reaksi Larutan Sampel



Pengaruh Konsentrasi H₂SO₄ Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu

Analisis Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan H₂SO₄ dengan Metode Kappa

Hasil analisis delignifikasi serbuk bambu menggunakan metode Kappa dengan

variasi konsentrasi H₂SO₄ ditabulasikan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Hasil Analisis Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan Metode Kappa dengan Variasi konsentrasi H₂SO₄

No.	[H ₂ SO ₄] (%)	Kadar Lignin Sisa (%)	Kadar Lignin Terurai (%)
1	0,0	9,130	0,00
2	0,5	8,980	1,64
3	1,0	8,900	2,52
4	1,5	8,830	3,29
5	2,0	8,690	4,82
6	2,5	8,640	5,37

Uji Hipotesis Statistik

Uji hipotesis menggunakan uji korelasi dan uji regresi linier. Uji korelasi digunakan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara konsentrasi H₂SO₄ dan kadar lignin terurai, sedangkan uji analisis regresi linier dilakukan untuk mengetahui sejauh mana pengaruh H₂SO₄ terhadap persen lignin terurai.

Tabel 2. Uji Korelasi antara Konsentrasi H₂SO₄ dan Persen Lignin Terurai

	[H ₂ SO ₄]	Persen Lignin terurai
	Pearson	1
	Correlati on	,991**
[H ₂ SO ₄]	Sig. (1-tailed)	,000
	N	6
Persen Lignin terurai	Pearson	,991**
	Correlati on	1

	Sig. (1-tailed)	,000	
	N	6	6

Dari hasil uji korelasi yang dilakukan didapatkan bahwa nilai korelasi Pearson 0,991 artinya terdapat hubungan yang sangat erat (Sugiyono, 2007). Hubungan $[H_2SO_4]$ dan persen lignin terurai sangat kuat yang ditunjukkan dengan nilai korelasi mendekati +1. Tanda positif berarti hubungan antara konsentrasi lignin dan persen lignin terurai berbanding lurus. Nilai signifikan yang dihasilkan yaitu $0,000 < 0,005$ berarti hubungannya signifikan. Selanjutnya dilakukan uji analisis regresi linier, hasil yang didapatkan adalah sebagai berikut.

Tabel 3. Uji Analisis Regresi

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,991 ^a	,983	,979	,29375

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error	Beta		
1	(Constant)	,286	,213		1,344	,250
	$[H_2SO_4]$	2,123	,140	,991	15,120	,000

Dengan R^2 sebesar 0,983 berarti $[H_2SO_4]$ mempengaruhi kadar lignin pada bambu sebesar 98,3%., Sedangkan 1,7% nya dipengaruhi oleh faktor lain. Standar deviasi yang didapatkan yaitu 4,591 lebih besar dibandingkan standar error, berarti model regresi bagus dalam bertindak sebagai predictor kadar lignin terurai.

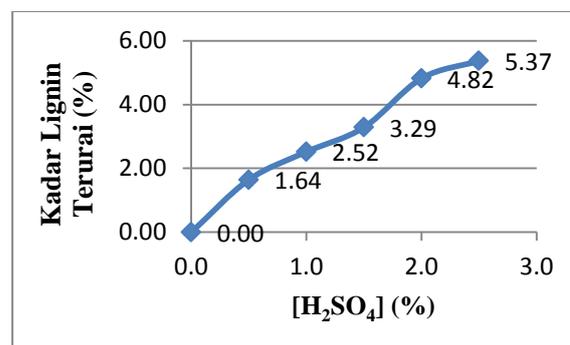
Berdasarkan tabel diatas didapatkan t_{hitung} sebesar 15,120 sedangkan t_{tabel} adalah 2,132, hal ini berarti $t_{hitung} > t_{tabel}$. Oleh karena itu H_0 ditolak. Persamaan model regresi yaitu.

$$Y = 0,286 + 2,123x$$

Berdasarkan analisis diatas didapatkan bahwa $\rho_{xy} \neq 0$, maka H_0 ditolak, yang berarti ada pengaruh konsentrasi H_2SO_4 terhadap delignifikasi serbuk bambu

Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan H_2SO_4

Jenis delignifikasi asam yang digunakan pada penelitian ini adalah konsentrasi rendah dan suhu yang sesuai. Penggunaan jenis delignifikasi ini untuk mencegah selulosa ikut terdegradasi dalam proses delignifikasi. Selulosa tidak akan terdegradasi jika konsentrasi yang digunakan rendah dan suhu yang sesuai. Kadar lignin terurai pada delignifikasi menggunakan H_2SO_4 dengan variasi konsentrasi H_2SO_4 0,5%, 1,0%, 1,5%, 2,0%, dan 2,5% (v/v) dan lama pemanasan 30 menit dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Kadar Lignin Terurai Pada Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan H_2SO_4

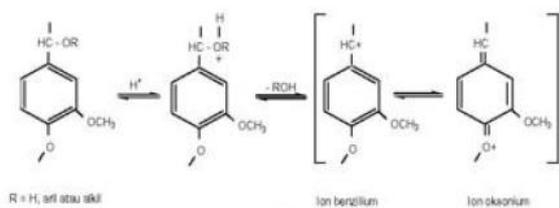
Dari grafik diatas dapat diketahui bahwa penambahan konsentrasi H_2SO_4 akan memperbesar kadar lignin terurai yang berarti memperkecil lignin terkandung di dalam serbuk bambu. Jadi, penurunan kadar lignin berbanding lurus dengan peningkatan konsentrasi H_2SO_4 .

Pada serbuk bambu dengan delignifikator H_2SO_4 0,5% terjadi penurunan kadar lignin sebesar 1,64%. Penurunan ini didapatkan dari selisih persentase lignin hasil

delignifikasi tanpa delignifikator dengan H₂SO₄ 0,5% , dibagi dengan persentase lignin tanpa delignifikator dan dikali 100%

Selisih kadar lignin terus mengalami peningkatan, pada H₂SO₄ 1,0% dengan persentase lignin sebesar 8,98% penurunan kadar lignin yang didapat yaitu 2,52%, pada H₂SO₄ 1,5% lignin yang terkandung sebesar 8,83% dengan penurunan kadar lignin 3,29 %, kadar lignin pada H₂SO₄ 2% sebesar 8,69%, penurunan kadar lignin yaitu 4,82%, kemudian pada konsentrasi 2,5% kadar lignin 8,64% dan selisih kadar lignin yang didapat sebesar 5,37%. Penurunan kadar lignin dari delignifikasi dengan H₂SO₄ 2% ke H₂SO₄ 2,5% cenderung konstan, hal ini dapat dilihat dari penurunan kadar lignin hanya 0,5%. Jika konsentrasi pada delignifikasi ditingkatkan dengan suhu 121⁰C maka selulosa akan terdegradasi.

Penambahan asam pada lignin yang mengandung fenolik eter akan menyebabkan terjadinya protonasi gugus eter di atom Ca dari benzil. Akibat dari terjadinya protonasi ini, molekul alkohol terlepas dan menghasilkan ion benzilium dan oksonium. Reaksi yang terjadi dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Reaksi Protonasi Gugus Eter (Ariani & Idiawati, 2011)

Selain itu, penambahan asam akan membuat pH rendah. pH merupakan salah satu hal yang mempengaruhi daya larut lignin, pH rendah akan membuat gugus hidroksil fenolat terprotonasi, berkondensasi dan mengendap dalam pelarut polar (Ariani & Idiawati, 2011).

Dari analisa lignin diatas didapatkan bahwa kondisi maksimal delignifikasi serbuk

bambu untuk mendapatkan kadar lignin minimal dari variasi konsentrasi yang dilakukan dengan H₂SO₄ adalah pada konsentrasi 2,5%.

Pengaruh Konsentrasi NaOH Terhadap Delignifikasi Serbuk Bambu

Analisis Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan NaOH dengan Metode Kappa

Hasil analisis delignifikasi serbuk bambu menggunakan variasi NaOH yang dipanaskan pada *Autoclave* selama 30 menit dengan metode Kappa dapat dilihat pada Table 5 dibawah ini.

Tabel 4. Hasil Analisis Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan Metode Kappa dengan Variasi Konsentrasi NaOH

No.	[NaOH] (%)	Kadar Lignin Sisa (%)	Kadar Lignin Terurai (%)
1	0,0	9,130	0,00
2	2,0	9,014	1,27
3	4,0	8,610	5,81
4	6,0	8,260	9,53
5	8,0	8,640	9,86
6	10	8,176	10,45

Uji Hipotesis Statistik

Uji pertama dilakukan uji korelasi yang didapatkan hasil hubungan antara konsentrasi NaOH dan persen lignin terurai sangat kuat yang ditunjukkan dengan nilai korelasi mendekati +1 yaitu sebesar 0,952 (Sugiyono, 2007). Tanda positif berarti hubungan antara konsentrasi lignin dan persen lignin terurai berbanding lurus. Nilai signifikan yang dihasilkan yaitu 0,000 < 0,005 berarti hubungannya signifikan. Tabel uji korelasi yang dihasilkan sebagai berikut.

Tabel 5. Uji Korelasi Konsentrasi NaOH dan Lignin Terurai

Correlations

		[NaOH]	Persen Lignin terurai
[NaOH]	Pearson Correlation	1	,952**
	Sig. (1-tailed)		,002
	N	6	6
	<hr/>		
Persen Lignin terurai	Pearson Correlation	,952**	1
	Sig. (1-tailed)	,002	
	N	6	6
	<hr/>		

Analisis selanjutnya yaitu uji analisis regresi linier, analisis data yang didapatkan yaitu sebagai berikut.

Tabel 6. Uji Analisis Regresi Linier

Model Summary				
Model	R	R Square	Adjusted R Square	Std. Error of the Estimate
1	,951 ^a	,905	,882	1,57971

Coefficients ^a						
Model		Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients	t	Sig.
		B	Std. Error			
1	(Constant)	,315	1,143		,275	,797
	[NaOH]	1,168	,189	,951	6,185	,003

Berdasarkan data diatas didapatkan bahwa konsentrasi NaOH mempengaruhi kadar lignin sebesar 90,5%, hal ini dapat diketahui dari nilai R² sebesar 0,905. Nilai standar deviasi adalah 4,59, lebih besar dibandingkan standar error, sehingga model regresi bagus dalam bertindak sebagai prediktor.

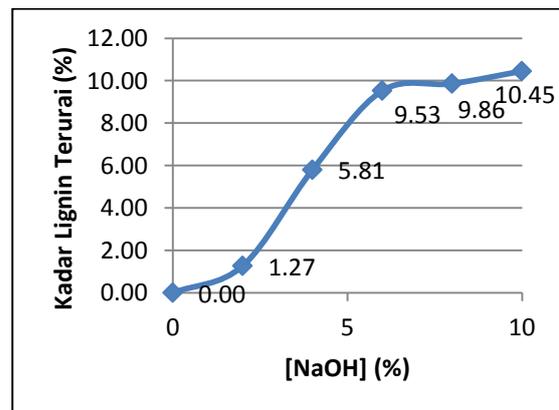
Pada data diatas t_{hitung} nilainya sebesar 6,185 sedangkan pada t_{tabel} 2,132, hal ini berarti H_0 ditolak karena $t_{hitung} > t_{tabel}$. Berdasarkan data diatas persamaan regresi yang didapatkan yaitu. $Y = 0,315 + 1,168x$.

Dari uji diatas dihasilkan bahwa $\rho_{xy} \neq 0$, maka H_0 ditolak, yang berarti ada pengaruh konsentrasi NaOH terhadap delignifikasi serbuk bambu

Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan NaOH

Penggunaan NaOH sebagai delignifikator pada penelitian ini dengan alasan NaOH dapat merusak struktur lignin pada bagian kristalin dan amorf. Selain itu penelitian ini bersifat *continue* yang memerlukan selulosa dan hemiselulosa dari serbuk bambu. NaOH dapat mengekstraksi hemiselulosa dengan cara memecah struktur amorf pada hemiselulosa. NaOH juga dapat menguraikan lignin pada suhu kurang dari 180°C. Jadi, penggunaan NaOH dapat menghancurkan lignin sekaligus mengekstraksi selulosa dan hemiselulosa pada serbuk bambu.

Kadar lignin terurai pada delignifikasi menggunakan NaOH dengan variasi konsentrasi 2,0%, 4,0%, 6,0%, 8,0%, dan 10% (b/v) serta lama pemanasan 30 menit dapat dilihat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 31. Kadar Lignin Terurai Pada Delignifikasi Serbuk Bambu Menggunakan NaOH

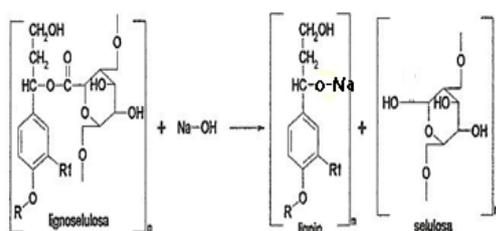
Pada delignifikasi tanpa NaOH kadar lignin pada serbuk bambu yaitu 9,130%. Kadar lignin terurai dari delignifikasi tanpa NaOH ke delignifikasi menggunakan NaOH 2% dengan kadar lignin sebesar 9,014% mengalami peningkatan sebesar 1,27 %.

Peningkatan konsentrasi NaOH semakin menurunkan kadar lignin dan meningkatkan kadar lignin terurai, yaitu pada konsentrasi 4% kandungan lignin sebesar

8,610% dengan kadar lignin terurai sebesar 5,81%, pada delignifikasi menggunakan NaOH 6% persentase lignin 8,260% dan selisih persentase kadar lignin sebesar 9,53%, penggunaan NaOH 8% menghasilkan kadar lignin terurai sebanyak 9,86% dan kadar lignin sisa sebesar 8,230%, serta penambahan NaOH 10% pada delignifikasi serbuk bambu menguraikan kadar lignin sebanyak 10,45% dengan persentase lignin sisa sebanyak 8,176%.

Berdasarkan keterangan diatas dapat diketahui bahwa peningkatan kadar lignin terurai sejalan dengan peningkatan konsentrasi NaOH. Kadar lignin terurai terus mengalami peningkatan hingga mencapai titik konstan pada konsentrasi 6,0 %, 8,0 %, dan 10 %. Jadi, dapat disimpulkan bahwa konsentrasi NaOH yang menghasilkan kadar lignin paling sedikit pada penelitian ini adalah NaOH 10%.

Kadar lignin menurun seiring dengan penambahan konsentrasi NaOH. Hal ini disebabkan penambahan basa alkali berupa NaOH akan mempermudah pemutusan ikatan senyawa lignin. Partikel NaOH akan masuk ke dalam bahan dan memecah struktur lignin (Elwin, Lutfi, & Hendrawan, 2013) sehingga lignin lebih mudah larut yang mengakibatkan penurunan kadar lignin. Reaksi pemutusan lignoselulosa dengan NaOH dapat dilihat pada Gambar 4 berikut.



Gambar 4. Reaksi Pemutusan Ikatan Lignoselulosa Menggunakan NaOH (Fengel & Wegeneer, 1995)

Penurunan persentase lignin di dalam serbuk bambu juga dipengaruhi oleh pH.

Lignin akan terlarut pada pH yang tinggi yaitu dalam lindi hitam karena gugus hidroksil fenolat lignin berada dalam keadaan terionisasi membentuk garamnya dan bersifat polar. Perlakuan tersebut akan memecah lignin menjadi partikel yang lebih kecil (Ariani & Idiawati, 2011).

SIMPULAN

Peningkatan konsentrasi H_2SO_4 dari 0,5% – 2,5% memberikan pengaruh berupa penurunan kadar lignin dalam delignifikasi serbuk bambu. Berdasarkan uji korelasi dan uji regresi didapatkan bahwa hubungan antara konsentrasi H_2SO_4 dan kadar lignin terurai signifikan. Besarnya penurunan kadar lignin sejalan dengan peningkatan konsentrasi H_2SO_4 . Semakin tinggi konsentrasi yang digunakan semakin besar pula kadar lignin terurai pada bambu. Kadar lignin terurai pada perlakuan ini antara 1,64% - 5,37%. Konsentrasi H_2SO_4 yang menghasilkan kadar lignin terurai paling besar pada penelitian ini adalah H_2SO_4 2,5% dengan persentase lignin terurai sebesar 5,37%.

Berdasarkan uji korelasi dan uji regresi didapatkan bahwa konsentrasi NaOH juga memberikan pengaruh dalam delignifikasi serbuk bambu secara signifikan. Konsentrasi NaOH juga memberikan pengaruh dalam delignifikasi serbuk bambu. Pengaruh NaOH terhadap delignifikasi serbuk bambu berupa penurunan kadar lignin antara 1,27% - 10,45% dengan konsentrasi NaOH paling optimal pada penelitian ini adalah NaOH 6%.

DAFTAR PUSTAKA

- Ariani, L., & Idiawati, N. 2011. Penentuan Lignin dan Kadar Glukosa dalam Hidrolisis Organosolv dan Hidrolisis Asam. *Jurnal Sains dan Terapan Kimia*, 5 (2): 140--150.

- Ek, M., Gellerstedt, G., & Henriksson, G. 2009. *Pulping Chemistry and Technology*. Berlin: Walter de Gruyter GmbH & Co.
- Elwin, Lutfi, M., & Hendrawan, Y. 2013. Analisis Pengaruh Waktu Pretreatment dan Konsentrasi NaOH terhadap Kandungan Selulosa, Lignin, dan Hemiselulosa Eceng Gondok Pada Proses Pretreatment Pembuatan Bioetanol. *Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*, 2 (2): 104--110.
- Fengel, D., & Wegener. 1995. *Kayu: Kimia, Ultrastruktur, Reaksi-Reaksi*. Terjemahan oleh Sastrohamidjojo, H. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Gunam, I. B., Wartini, N. M., Anggreni, A. A., & Suparyana, P. M. 2011. Delignifikasi Ampas Tebu Dengan Larutan Natrium Hidroksida Sebelum Sakarifikasi Secara Enzimatis Menggunakan Enzim Selulase Kasar Dari *Aspergillus Niger* FNU 6018. *Teknologi Indonesia LIPI Press*, 34 (Edisi Khusus 2011): 24--32.
- Heradewi. 2007. *Isolasi Lignin dari Lindi Hitam Proses Pemasakan Organosolv Serat Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*. Bogor: IPB.
- LEMHANNAS RI. 2012. Pengembangan Energi Baru Terbarukan guna Penghematan Bahan Baku Fosil dalam Rangka Ketahanan Energi Nasional. *Jurnal Kajian LEMHANNAS RI*, 14: 12--19.
- Mosier, N., Wyman, C., Dale, B., Elander, R., Lee, Y., & Holtzaple, M. 2005. Features of promising technologies for pretreatment of lignocellulosic biomass. *Bioresource Technology*, 673--686.
- Oktaveni, D. 2008. *Lignin Terlarut Asam dan Delignifikasi Pada Tahap Awal Proses Pulping Alkali*. Bogor: IPB.
- Singh, A., & Bishnoi, N. R. 2012. Enzymatic hydrolysis optimization of microwave alkali pretreated wheat straw. *Bioresource Technology*, 108: 95--101.
- Sun, Y., & Cheng, J. 2002. Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production. *Bioresource Technology Journal*, 1 (1): 1--11.
- Wardani, A. K., & Kusumawardini, I. 2012. *Pretreatment Ampas Tebu (Saccharum Oficinarum) sebagai Bahan Baku Bioetanol Generasi Kedua*, (Online), (<http://tehapeub.net/ejurnal/715d7-Indah-K.pdf>, diakses 10 Juni 2013).
- Wiratmaja, I. G., Kusuma, I. G., & Winaya, I. N. 2011. Pembuatan Etanol Generasi Kedua Dengan Memanfaatkan imbah Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Sebagai Bahan Baku. *Ilmiah Teknik Mesin Cakram*, 5 (1): 75--84.