

PEMANFAATAN MICROWAVE DALAM PROSES *PRETREATMENT* DEGRADASI LIGNIN AMPAS TEBU (*BAGASSE*) PADA PRODUKSI BIOETANOL

Utilization of Microwave Pretreatment Process Degradation of Lignin in Pulp Sugarcane (Bagasse) in Bioethanol Production

Niken Lila Widyawati*, Bambang Dwi Argo

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi: email nikenlila@ub.ac.id

ABSTRAK

Ampas tebu memiliki kandungan lignoselulosa yang dapat dipecah menjadi glukosa sebagai pembuatan bioetanol. Pada penelitian ini dilakukan *pretreatment* ampas tebu menggunakan larutan NaOH dan memanfaatkan iradiasi gelombang mikro pada *microwave*. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui pengaruh lama pemaparan *microwave* dengan konsentrasi NaOH pada kandungan selulosa. *Pretreatment* ampas tebu dilakukan dalam *microwave* dengan variasi waktu (10 menit, 20 menit, 30 menit dan 40 menit) dan variasi konsentrasi NaOH (1 Molar, 2 Molar, dan 3 Molar). Karakteristik sebelum dan sesudah perlakuan dianalisis dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan selulosa tertinggi dengan rata-rata sebesar 86.85% dengan perlakuan konsentrasi NaOH 3 Molar dan lama pemaparan *microwave* 40 menit. Sementara kandungan lignin mengalami penurunan dari 17.56% menjadi 5.47% dan kandungan hemiselulosa dari 20.98% menjadi 2.58%.

Kata Kunci: Lignoselulosa, NaOH, SEM

ABSTRACT

Bagasse contains lignocellulose can be broken down into glucose as bioethanol production. In this research, bagasse pretreatment was conducted using NaOH solution and utilizing microwave irradiation in a microwave. The purpose of this research was to determine the effect of long exposure to microwave with NaOH concentration on the cellulose content. Pretreatment of bagasse is done in the microwave with the variation of time (10 minutes, 20 minutes, 30 minutes, and 40 minutes) and the variation of the concentration of NaOH (1 molar, 2 molar, and 3 molar). Characteristics before and after treatment were analyzed by Scanning Electron Microscopy (SEM). The results showed that the highest content of cellulose with an average of 86.85% by treatment with NaOH 3 molar and long exposure to microwave 40 minutes. While the lignin content decreased from 17.56% to 5.47% and a hemicellulose content of 20.98% to 2.58%.

Keywords: lignocellulose, NaOH, SEM

PENDAHULUAN

Ampas tebu adalah suatu residu dari proses penggilingan tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) setelah diekstrak atau dikeluarkan niranya pada industri pemurnian gula sehingga diperoleh hasil samping sejumlah besar produk limbah berserat yang dikenal sebagai ampas tebu (*bagasse*). Menurut rumus Pritzeltwitz, tiap

kilogram ampas dengan kandungan gula sekitar 2.5% (Yuwono. dkk, 2012).

Ampas tebu (*bagasse*) merupakan limbah pertanian yang sangat melimpah di Indonesia. Berdasarkan data dari Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI, 2010), ampas tebu yang dihasilkan sebanyak 10% dari berat tebu giling. Sejauh ini sebanyak 60% dari ampas tebu dimanfaatkan oleh pabrik gula sebagai

bahan bakar, bahan baku untuk kertas, industri jamur, bahan baku industri kanvas rem dan lain-lain. Oleh karena itu, diperkirakan sebanyak 40% dari ampas tebu tersebut belum dimanfaatkan, *bagasse* (limbah padat tebu) sebagian besar mengandung *ligno-cellulose* (Lestu dkk., 2010). *Bagasse* mengandung air 48 - 52%, gula rata-rata 3.3%, dan serat rata-rata 47.7%. Serat *bagasse* tidak dapat larut dalam air dan sebagian besar terdiri dari selulosa, pentosan dan lignin.

Ampas (32% tebu) dan *trash* (14% tebu) merupakan senyawa lignoselulosa. Lignoselulosa dipecah menjadi selulosa, lignin dan hemiselulosa. Selulosa diuraikan menjadi glukosa kemudian menjadi etanol. Selulosa didegradasi menjadi silosa yang bisa diubah lebih lanjut menjadi silitol (silitol merupakan pemanis alternatif yang baik bagi kesehatan karena berkalori rendah dan tidak merusak gigi). Dengan cara ini, produksi etanol per ha tebu akan meningkat 2-3 kali lipat. Bila hanya mengandalkan tetes, produksi etanol per ha tebu kira-kira 1200 L. Dengan konversi ampas dan *trash* akan dihasilkan lebih dari 2500 L etanol per ha (Toharisman, 2008). Oleh karena itu, perlu diadakan suatu penelitian untuk mengetahui hasil terbaik dalam proses *pretreatment*. Proses *pretreatment* yang dilakukan adalah dengan menggunakan metode fisik (*microwave*) dan metode kimia (NaOH).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui adanya pengaruh waktu *microwave* terhadap kandungan selulosa, hemiselulosa dan lignin ampas tebu pada proses *pretreatment*. Mengetahui peningkatan kandungan selulosa, menurunkan kandungan lignin dan hemiselulosa pada ampas tebu setelah proses *pretreatment*. Mengetahui hasil perlakuan terbaik peningkatan kandungan selulosa yang paling optimal pada proses *pretreatment*.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas tebu, NaOH dan aquades. Bahan kimia yang digunakan untuk analisis kimia adalah H_2SO_4 1N, H_2SO_4 72%.

Alat yang digunakan antara lain:

blender (Matsunichi), *microwave* (Panasonic NN-GD 371 M, 950 watt), pH universal (Merck), pH meter senseline plus F470 (Methrom 740), timbangan digital, plastic klip, gelas ukur, Erlenmeyer, spatula, heater, saringan, wadah plastik, *water bath*, oven, dan *hot water slube*.

Proses *Pretreatment*

Ampas tebu dipotong dengan ukuran kurang lebih 2 mm dan direndam dengan menggunakan air selama kurang lebih 12 jam. Ampas tebu hasil rendaman digiling menggunakan blender selama kurang lebih 1.5 menit. Setiap sampel ditimbang sebanyak 10 g. Kemudian masing-masing sampel dicampur dengan NaOH 1 M, 2 M, dan 3 M. Bahan *pretreatment* dengan lama pemaparan *microwave* adalah 10, 20, 30 dan 40 menit.

Analisa Selulosa, Hemiselulosa, dan Lignin Metode Chesson (Datta, 1981)

Bahan baku ampas tebu kering sebanyak 1 g ditimbang dan ditambahkan 150 mL H_2O . Di refluks pada suhu 100 °C dengan *water bath* selama 1 jam. Satu gram berat sampel kering bubuk ampas tebu ditimbang, sebelum dicampur dengan H_2O sebagai nilai (a). Residu disaring dicuci dengan aquades sampai netral, volume aquades yang digunakan 300 mL. Residu yang sudah netral dikeringkan dengan oven sampai konstan. Pengeringan dilakukan pada suhu 105 °C dengan waktu 24 jam. Setelah bahan konstan ditimbang sebagai nilai (b). Dihitung nilai *Hot Water Slube* (HWS). *Hot Water Slube* (HWS). Perhitungan nilai *Hot Water Slube* (HWS) adalah 1 dikurangi nilai (b) dibagi dengan nilai (a) dikalikan 100%.

Prosedur Perhitungan Kandungan Selulosa

Residu ditambahkan 10 mL H_2SO_4 72% direndam pada suhu kamar selama 4 jam. Ditambahkan 150 mL H_2SO_4 1 N dan direfluks pada *water bath* dengan waktu 1.5 jam pada pendingin balik. Residu disaring dengan H_2O 400 mL sampai netral, selanjutnya dipanaskan dengan oven suhu 105 °C selama 24 jam. Setelah 24 jam dan dianggap konstan residu ditimbang sebagai nilai (d). Total kandungan selulosa adalah nilai (c) dikurangi nilai (d) dibagi dengan nilai (a) dikalikan 100%.

Menghitung Nilai Hemiselulosa

Residu ditambahkan H_2SO_4 1 N direfluks dengan *water bath* suhu 100 °C selama 1 jam. Residu disaring dengan air sampai netral sebanyak 300 mL, selanjutnya residu dikeringkan dengan oven sampai konstan pada suhu 105 °C selama 24 jam dan timbang sebagai nilai (c). Total hemiselulosa yang terkandung nilai (b) dikurangi nilai (c) dibagi dengan nilai (a) dikalikan 100%.

Perhitungan Lignin

Residu diabukan dan ditimbang sebagai nilai (e). Total lignin dapat dihitung dengan pengurangan nilai (d) dengan nilai (e) dibagi dengan nilai (a) dikalikan 100%. Pencucian residu menggunakan aquades panas.

Pengolahan Data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan analisis ragam dua arah (*Two way Analysis of Variance = Two way ANOVA*) dengan metode RAL secara faktorial. Apabila terdapat beda nyata pada analisis ragam (ANOVA), maka dilakukan uji *Duncant New Multiple Range Test (DMRT)*/uji jarak beranda dengan taraf nyata 5%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Ampas Tebu

Sebelum dilakukan *pretreatment* ampas tebu terlebih dahulu perlu dilakukan analisa bahan baku dengan mengukur kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin dengan menggunakan metode Chesson. Hasil pengukuran dapat diketahui pada Tabel 1.

Hasil yang didapatkan kandungan selulosa pada ampas tebu sebelum dilakukan proses *pretreatment* sudah tinggi (53.75%) dan kandungan lignin yang jauh

lebih kecil (17.56%) menjadikan ampas tebu layak untuk dilakukan penelitian lebih lanjut dalam pembuatan bioetanol.

Pretreatment Ampas Tebu dengan Menggunakan Microwave dan NaOH

Lama paparan *microwave* yang digunakan adalah 10, 20, 30, dan 40 menit. Sedangkan konsentrasi larutan NaOH yang dicampurkan pada ampas tebu sebanyak 1, 2, dan 3 M. Penambahan larutan NaOH dengan berbagai konsentrasi dan lama paparan *microwave* dengan waktu yang berbeda dimaksudkan untuk mendapatkan kondisi yang terbaik dalam meningkatkan kandungan selulosa, mendegradasi lignin dan hemiselulosa.

Sesuai dengan pernyataan Dawson dan Boophaty (2008), yaitu cara kerja NaOH dalam mendegradasi lignin yang membungkus selulosa dan hemiselulosa yaitu dengan cara merusak lignin yang membungkus selulosa dan hemiselulosa sehingga lignin yang membungkus akan pecah atau rusak.

Proses perusakan struktur pada ikatan lignin dan hemiselulosa mampu mengakibatkan peningkatan jumlah selulosa bebas yang ada pada bahan. Pada larutan ampas tebu yang mengandung NaOH (basa kuat), energi dapat disebar melalui konduksi ionik yang menyebabkan pemanasan (Winarsih, 2013). Oleh karena itu, agar degradasi lignin yang dihasilkan semakin meningkat maka ditambahkan perlakuan pemanasan (paparan *microwave*) pada saat proses *pretreatment*.

Kadar selulosa, hemiselulosa, dan lignin hasil *pretreatment* pada masing-masing perlakuan dapat dilihat pada Tabel 2.

Hasil dari analisa kandungan selulosa menunjukkan adanya kenaikan

Tabel 1. Kandungan Ampas Tebu Sebelum Proses *Pretreatment*

Komposisi	Kandungan (%)	Rata-Rata (%)
Selulosa	54.77 52.73	53.75
Hemiselulosa	21.16 20.79	20.98
Lignin	16.26 18.85	17.56

Tabel 2. Rata-rata kandungan selulosa, hemiselulosa, dan lignin setelah *pretreatment*

Konsentrasi NaOH (Molar)	Lama <i>microwave</i> (menit)	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
1	10	70.44	16.49	9.18
	20	79.15	9.60	5.03
	30	80.81	8.78	4.69
	40	84,12	5.99	4.77
2	10	76.93	11.64	6.58
	20	82.96	5.49	5.53
	30	80.35	8.48	6.12
	40	84.42	5.21	4.37
3	10	77.88	9.52	7.51
	20	79.30	7.83	6.11
	30	83.19	2.66	6.22
	40	86.85	2.58	5.47

kandungan selulosa pada ampas tebu dari sebelum *pretreatment* dan setelah *pretreatment* yaitu sebesar 53.75% menjadi 86.85% (untuk hasil dari perlakuan terbaik). Sehingga didapatkan kenaikan kandungan selulosa sebesar 33.1%. Kandungan hemiselulosa ampas tebu mengalami penurunan dari yang semula 20.98% menjadi 2.58% (untuk hasil dari perlakuan terbaik) dengan penurunan sebesar 18.4%. Kandungan lignin ampas tebu juga mengalami penurunan dengan kandungan sebelum perlakuan sebesar 17.56% menjadi 5.47% (untuk hasil dari perlakuan terbaik). Sehingga penurunan yang terjadi sebesar 12.09%.

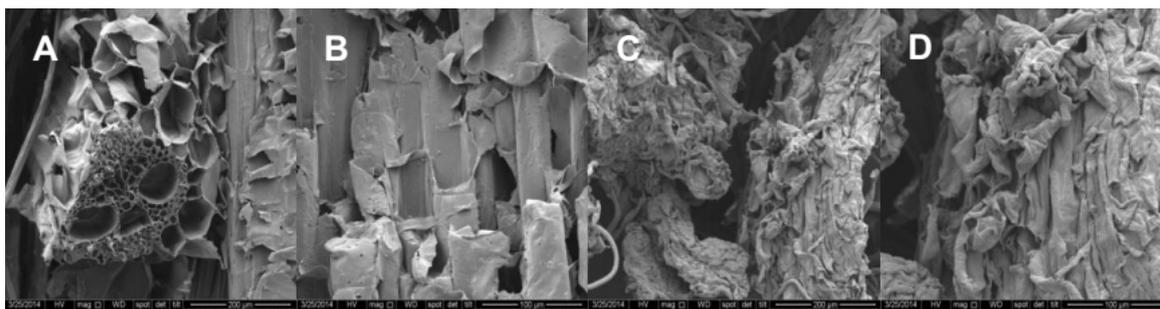
Hal ini sesuai dengan pernyataan dari penelitian Azuma *et al.* (1984), menyatakan bahwa semakin lama pemaparan *microwave*, lignin yang didegradasi lebih banyak jumlahnya. Hal ini berkaitan dengan efek

panas yang ditimbulkan selama waktu pemaparan *microwave*. Juga pernyataan dari Zheng *et al.* (2009), bahwa *pretreatment* alkali dapat menyebabkan polimer terurai dalam dinding sel dengan cara memutus ikatan hidrogen dan kovalen.

Struktur Mikro Permukaan Ampas Tebu

Setelah diketahui perlakuan yang terbaik, (3 M, 40 menit) maka untuk perlakuan selanjutnya dilakukan uji *Scanning Electron Microscopy* (SEM) seperti pada Gambar 1.

Gambar 1 a menunjukkan bahwa ampas tebu sebelum *pretreatment* terlihat struktur dengan banyak rongga di dalamnya. Pada Gambar 1 c terlihat bahwa ampas tebu mengalami perubahan bentuk, ampas tebu menjadi lebih tidak beraturan dan tidak terdapat rongga-rongga lagi di dalamnya. Perubahan stuktur ampas tebu



Gambar 1. Mikrostruktur Permukaan Ampas Tebu Hasil Uji SEM : (a) Ampas tebu sebelum pretreatment perbesaran 500x, (b) Ampas tebu sebelum pretreatment perbesaran 1000x, (c) Ampas tebu setelah pretreatment perbesaran 500x, (d) Ampas tebu setelah pretreatment perbesaran 1000x.

ini akibat dari perlakuan *pretreatment* yang telah diberikan. Struktur lignin ampas tebu pada Gambar 1 a masih terlihat besar yaitu berupa struktur yang beraturan yang berupa rongga-rongga. Pada perbesaran 1000x Gambar 1 b terlihat lebih jelas rongga-rongga pada ampas tebu. Pada Gambar 1 c setelah mengalami proses *pretreatment* permukaan luar menjadi rusak dan tidak terdapat rongga-rongga lagi, sehingga permukaannya menjadi terbuka dan tidak kompak lagi.

Hal ini sesuai dengan pernyataan Kaustav et al. (2012) dalam Winarsih (2013), bahwa perubahan mikrostruktur ampas tebu dipengaruhi oleh peningkatan konsentrasi NaOH untuk proses *pretreatment*, dimana permukaan ampas tebu terlihat semakin kasar dan berserabut seiring dengan peningkatan konsentrasi NaOH yang digunakan untuk proses *pretreatment*.

KESIMPULAN

Radiasi gelombang mikro yang terjadi pada microwave berpengaruh terhadap penurunan kandungan lignin dan hemiselulosa, serta peningkatan kandungan selulosa pada bahan ampas tebu. Didapatkan perlakuan terbaik pada proses pretreatment ampas tebu dengan konsentrasi NaOH 3 M dan waktu pemaparan microwave selama 40 menit. Masing-masing besar kandungan untuk kandungan selulosa sebesar 86.85%, kandungan lignin sebesar 5.47% dan kandungan hemiselulosa sebesar 2.58%.

DAFTAR PUSTAKA

- Azuma, J.I., Tanaka, F., Koshijima, T., 1984. Enhancement of Enzymatic Susceptibility of Lignocellulosic Wastes by Microwave Radiation. *Journal of Fermentation Technology*. 62 (4), 377-384.
- Datta, A., A. Betterman, dan T.K. Kirk. 1981. Identification of Specific Manganese Peroxidase Among Lignolytic Enzym Secreted by Phanerochaete Chrysosporium During Wood decay, *Appl. Environ. Microbiol.* 57 : 1453 - 1460.
- Dawson, L., and Boopathy, R. 2008. Cellulosic Ethanol Production from Sugarcane Bagasse Without Enzymatic Saccharification. *Bioresources* 3(2), 452-460.
- Kaustav K A., Sarkar, Nibedita N., Ghosh, Sumanta K.S.K., Banerjee, S.S., 2012. *Bioethanol Production from Agricultural Wastes: An Overview*. Volume 37, Issue 1, Pages 19-27.
- Lestu, N.L.B., Saul R, dan Dinoyo I. 2010. *Hidrolisis Ampas Tebu Secara Enzimatis Menggunakan Trichoderma reesei*. UNDIP. Semarang.
- P3GI. 2010. Laporan Produksi Giling Tahun 2009 PTPN/PT Gula di Indonesia. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Pasuruan.
- Toharisman, A. 2008. Sekalilagi: Etanol dari Tebu. Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI). Pasuruan.
- Winarsih, S. 2013. *Pemanfaatan Jerami Padi untuk Produksi Bioetanol dengan Pretreatment Microwave Alkali dan Hidrolisis Menggunakan Enzim Kasar dari*

- Trichoderma reesei* dan *Aspergillus niger*. FTP, UB. Malang.
- Yuwono, T., Rolanda, E., Widjaja, A., dan Soeprijanto. 2012. *Fermentasi Hidrolisat Enzimatik Bagasse Tebu Menjadi Hidrogen*. Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknol-
- gi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Zheng Y, Pan Z, Zhang R. 2009. Overview of Biomass Pretreatment for Cellulosic Ethanol Production. *Int J Agric. Biol. Eng.*, 2:51-68.