



PRODUKSI GULA REDUKSI DARI SABUT KELAPA MELALUI PRETREATMENT AUTOCLAVE

Fitri Junianti^{a,*}, Arief Widjaja^b

^aProgram Studi Teknik Kimia Mineral – Politeknik ATI Makassar
Jl. Sunu No. 220, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, 90211

^bDepartemen Teknik Kimia Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Kampus ITS Sukolilo, Surabaya, 60111

*E-mail: fitri.junianti@atim.ac.id

Masuk Tanggal : 20 Januari, revisi tanggal: 28 Februari, diterima untuk diterbitkan tanggal : 8 Juni 2022

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk memproduksi gula reduksi dari bahan biomassa. Pemilihan biomassa ini dengan melihat kandungan dari selulosa dan hemiselulosa pada biomassa tersebut. Sabut kelapa memiliki 22 % selulosa, 10% hemiselulosa, 47% lignin, 12% air (moisture), 1,5% abu dan 7,5% ekstrak. Tahapan pada penelitian ini dimulai dengan pretreatment mekanik untuk memperbesar luas permukaan sabut kelapa sehingga mudah untuk didegradasi dan tahan lama. Tahapan selanjutnya yaitu dipretreatment dengan autoclave pada kondisi operasi 121oC dan 1 bar dengan waktu reaksi 15, 30, 45, dan 60 menit. Konsentrasi gula reduksi terbesar didapatkan pada kondisi operasi 121oC dan 1 bar dengan waktu reaksi 60 menit.

Kata Kunci: Sabut kelapa, Autoclave, Selulosa, Gula reduksi

Abstract

This research aims to produce reducing sugar from biomass material. The selection of this biomass by looking at the content of cellulose and hemicellulose in the biomass. Coconut husk has 22% cellulose, 10% hemicellulose, 47% lignin, 12% water (moisture), 1.5% ash and 7.5% extract. The steps in this study began with mechanical pretreatment to increase the surface area of the coconut husk so that it was easy to degrade and last longer. The next step is pretreatment with an autoclave at 121oC and 1 bar operating conditions with reaction times of 15, 30, 45, and 60 minutes. The highest concentration of reducing sugar 2,0863 g/L was obtained at 121oC and 1 bar operating conditions with a reaction time of 60 minutes

Keywords: Coconut husk, Autoclave, Cellulose, Reducing sugar

1. PENDAHULUAN

Sabut kelapa merupakan bagian terluar buah kelapa yang membungkus tempurung kelapa. Ketebalan sabut kelapa berkisar 5-6 cm yang terdiri atas lapisan terluar (exocarpium) dan lapisan dalam (endocarpium). Endocarpium mengandung serat-serat halus yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat tali, karung, pulp, karpet, sikat, keset, isolator panas dan suara, filter, bahan pengisi jok kursi/mobil dan papan hardboard. Satu butir buah kelapa menghasilkan 0,4 kg sabut yang mengandung 30% serat. Produk primer dari pengolahan sabut kelapa terdiri atas serat (serat panjang), bristle (serat halus dan

pendek), dan debu sabut. Kandungan dari sabut kelapa terdiri dari 22 % selulosa, 10% hemiselulosa, 47% lignin, 12% air (moisture), 1,5% abu dan 7,5% ekstrak [1]. Kandungan selulosa dari sabut kelapa cukup tinggi sehingga sabut kelapa berpotensi untuk memproduksi glukosa melalui proses hidrolisis.

Selulosa, hemiselulosa, dan lignin merupakan polimer dari lignoselulosa. Selulosa dan hemiselulosa adalah makromolekul dari gula yang berbeda sedangkan lignin adalah polimer aromatik yang disintesis dari prekursor fenilpropanoid. Selulosa secara alami diikat oleh hemiselulosa dan tersusun secara padat oleh lapisan lignin [2].

Adanya lignin yang menyebabkan bahan-bahan lignoselulosa sulit untuk dihidrolisis. Oleh sebab itu, proses pretreatment dan hidrolisis merupakan tahapan sangat penting untuk menghasilkan gula reduksi

Gula reduksi merupakan gula yang dapat dioksidasi oleh zat pengoksidasi lembut seperti reagensia Tollens, suatu larutan basa dari $\text{Ag}(\text{NH}_3)_3$. Sifat mereduksi pada gula reduksi disebabkan adanya gugus hidroksi yang bebas dan reaktif [3]. Gugus hidroksi yaitu aldehyd pada glukosa dan keton pada fruktosa

Proses pretreatment pada bahan lignoselulosa dilakukan untuk membuka struktur lignoselulosa agar selulosa menjadi lebih mudah diakses oleh enzim yang memecah polimer polisakrida menjadi bentuk monomer sehingga mengurangi penggunaan enzim dan menekan biaya operasi [4]. Proses pretreatment dapat dilakukan dengan cara konvensional yaitu menggunakan asam dan dapat juga dengan metode sub/superkritis. Penggunaan asam pada pretreatment dapat menurunkan kadar hemiselulosa lebih tinggi dari pada menggunakan basa. Namun penggunaan asam ini kurang efektif karena tidak menurunkan kadar lignin secara signifikan, selain itu penggunaan asam ini menghasilkan limbah yang beracun. Sedangkan metode subkritis memiliki keuntungan sebagai reaksi pelarut yang ramah lingkungan, tidak beracun, tidak mudah terbakar, ekonomis, tidak mudah meledak, mudah dalam penggunaan dan pengoperasiannya [5,6].

Perancangan alat untuk pretreatment menggunakan subkritis harus memperhatikan kondisi operasi pada tekanan dan suhu yang tinggi sehingga memerlukan penanganan dan biaya yang tinggi. Oleh karena itu diperlukan alat yang sederhana dengan menggunakan prinsip subkritis. Autoclave merupakan alat yang prinsip kerjanya sama dengan subkritis tetapi autoclave bekerja pada kondisi operasi yang suhu dan tekanannya tidak bisa dikendalikan karena memiliki batasan pengoperasiannya. Batasan operasi ini dikarenakan hanya memanfaatkan uap untuk meningkatkan suhu dan tekanan pada saat autoclave beroperasi.

Produksi gula reduksi telah banyak dilakukan seperti Zhang dan Wu [6] menghasilkan massa maksimum gula reduksi 0,1626 g dari bagas tebu, Park dkk [7] dengan menggunakan pretreatment SCW memperoleh massa gula reduksi maksimum 0,00814 g laminaria japonica pada 200°C dengan penambahan 1% asam asetat. Prado dkk. [5] menggunakan metode subkritis untuk bagas tebu dengan menghasilkan gula reduksi 23%/100 gram bagas tebu.

2. PROSEDUR PERCOBAAN

Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan gula reduksi dari sabut kelapa dengan menggunakan pretreatment autoclave. Sebelum dimasukkan ke dalam autoclave sabut kelapa terlebih dahulu dilakukan pretreatment mekanik untuk mempermudah proses penguraian lignoselulosa.

Pretreatment mekanik : Bahan sabut kelapa didapatkan dari limbah hasil pertanian di kota Manado, dikeringkan di bawah sinar matahari selama 2 hari. Kemudian sampel tersebut digiling dengan menggunakan mesin penggiling. Selanjutnya sampel yang sudah berupa butiran-butiran dimasukkan kedalam oven selama 24 jam pada suhu 60 °C dan diayak dengan menggunakan screener berukuran 120 mesh.

Pretreatment autoclave (hidrolisis) : Sabut kelapa sebanyak 6 gram ditambahkan dengan 120 mL aquades selanjutnya di autoclave ketika temperatur dan tekanan masing-masing 121 °C dan 1 bar tercapai, waktu reaksi dijalankan 15-60 menit dengan interval waktu 15 menit.

Metode analisa: untuk menganalisa konsentrasi gula reduksi menggunakan metode DNS.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pretreatment Mekanik

Pengeringan sabut kelapa di bawah sinar matahari agar tidak terjadi pembusukan sehingga dapat bertahan dalam jangka waktu lama dan memudahkan proses penggilingan. Untuk menghambat pertumbuhan mikroba sabut kelapa dikeringkan dalam oven pada temperatur 60 °C. Pada penelitian ini ukuran sabut kelapa yang digunakan adalah 120 mesh untuk memperbesar luas permukaan sehingga memudahkan mendegradasi selulosa dan hemiselulosa menjadi gula reduksi.

3.2. Pretreatment Autoclave

Sabut kelapa dipretreatment autoclave pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan temperatur 121 °C dengan waktu reaksi 15 menit, 30 menit, 45 menit dan 60 menit. Variabel waktu ini untuk melihat pengaruh waktu reaksi terhadap konsentrasi gula reduksi. Pada pretreatment autoclave digunakan air sebagai pelarutnya sehingga penelitian ini ramah terhadap lingkungan. Hasil pretreatment dengan menggunakan autoclave ditunjukkan sebagai berikut:

Tabel 1. Massa Sabut Kelapa Sebelum dan Sesudah Pretreatment Autoclave pada 121°C dan 1 bar

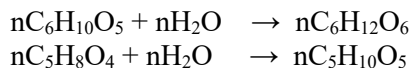
VARIABEL			Liquid		Massa Sabut Kelapa (gram)	
P (bar)	T (°C)	Waktu (Menit)	pH	Vol. Akhir (mL)	Awal	Akhir
1	121	15	5	59	6.089	5.0092
		30	5	56	6.068	5.2893
		45	5	79	6.007	4.9673
		60	5	61	6.009	4.9198

Pada Tabel 1 menunjukkan perubahan pH sebelum pretreatment adalah 7 karena menggunakan air sebagai pelarutnya dan sesudah autoclave menjadi pH 5. Hal ini menunjukkan selama proses autoclave terjadi disosiasi air menjadi H_3O^+ sehingga memberikan pengaruh pada keasaman air. Pada tabel 1 juga terlihat massa awal dan akhir setelah autoclave mengalami perubahan serta terlihat jumlah massa mengalami penurunan sejalan dengan lama waktu reaksi. Hal ini dikarenakan ikatan hidrogen dalam air semakin lama semakin lemah sehingga terjadi disosiasi air yang menyebabkan sifat air sebagai pelarut polar berubah menjadi pelarut organik yang dapat melarutkan solid yang mengandung senyawa-senyawa organik.

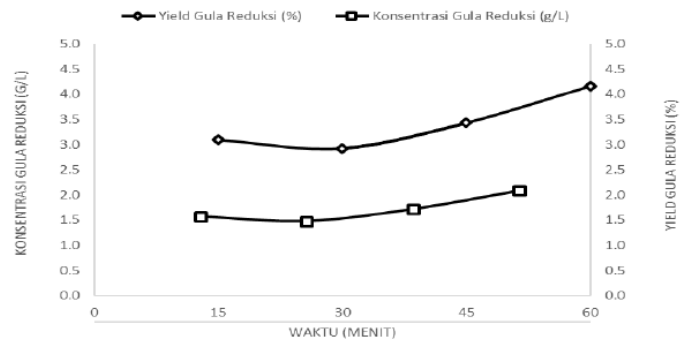
3.2. Analisa Konsentrasi dan Yield Gula Reduksi setelah Pretreatment Autoclave

Konsentrasi gula reduksi dianalisa menggunakan metode DNS (3,5-dinitrosalicylic acid). DNS bereaksi dengan gula reduksi membentuk amino-5-nitrosalicylate yang ditandai dengan terbentuknya warna merah bata, semakin banyak gula reduksi yang terdapat dalam sampel maka semakin banyak amino-5-nitrosalicylate yang terbentuk dan warna larutan semakin pekat yang berarti serapan semakin tinggi. Konsentrasi diukur dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

Temperatur dan tekanan yang tinggi dapat menyebabkan ikatan $-H$ pada air mulai melemah sehingga air dapat terdisosiasi menjadi katalis asam (H_3O^+) dan basa (OH^-). Sifat air ini yang mampu mengurai selulosa dan hemiselulosa menjadi gula reduksi seperti pada reaksi dibawah ini



Pada pretreatment autoclave dengan pelarut air didapatkan konsentrasi dan yield gula reduksi seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Nilai Konsentrasi dan Yield Gula Reduksi Pretreatment Autoclave dengan Metode DNS

Dari Gambar 4.1 dapat dilihat bahwa konsentrasi berbanding lurus dengan perolehan yield gula reduksi. Waktu reaksi sangat berpengaruh, semakin lama waktu reaksi semakin besar nilai konsentrasi dan yield yang didapat. Pada waktu reaksi 15 menit konsentrasi gula reduksi 1,5687 g/L dan saat 60 menit konsentrasi menjadi 2,0863 g/L. Wu dkk [9] dengan menggunakan asam sulfat sebagai pelarut yang dipretreatment dengan autoclave pada berbagai variabel waktu dari 10 – 60 menit diperoleh konsentrasi 2,86 g/L (0,09 g/L glukosa + 2.77 g/L galaktosa) pada waktu reaksi 10 menit dan saat waktu reaksi 60 menit konsentrasi menjadi 5,76 g/L (0.64 g/L glukosa + 5.12 g/L galaktosa). Namun pada waktu 30 dan 40 menit yield glukosa yang dilaporkan Wu dkk [9] adalah sama yaitu 1,89%. Pada penelitian ini juga didapatkan pengecualian pada waktu reaksi 30 menit, konsentrasi dan yield gula reduksi menurun menjadi 1,4771 g/L. Penurunan yield ini bisa dikarenakan jumlah hemiselulosa yang terdegradasi menjadi monomer-monomernya berkurang dan pada saat bersamaan selulosa belum terdegradasi secara maksimal menjadi gula reduksi.

Dalam penelitian ini konsentrasi gula reduksi tertinggi saat waktu reaksi 60 menit diperoleh 2,0863 g/L jauh lebih kecil sekitar 36,22% dibandingkan yang diperoleh oleh Wu dkk [9] pada waktu reaksi yang sama yaitu 5,76 g/L. Perbedaan ini dapat disebabkan karena komposisi kimia pada sampel dan jenis pelarut yang berbeda.

4. KESIMPULAN

Produksi gula reduksi dari sabut kelapa dengan menggunakan pretreatment autoclave telah berhasil dilakukan dengan menggunakan pelarut air. Air pada suhu dan tekanan yang tinggi pada kondisi subkritis dapat berubah menjadi pelarut organik sehingga dapat digunakan untuk melarutkan senyawa-senyawa organik seperti lignin, selulosa dan hemiselulosa. Konsentrasi

gula reduksi tertinggi didapat pada kondisi operasi tekanan 1 atm dan temperatur 121 °C dengan waktu reaksi 60 menit yaitu 2,0863 g/L.

UCAPAN TERIMA KASIH

Panduan untuk daftar pustaka merupakan modifikasi dari Internasional Standards Organization (ISO) documentation system and American Psychological Association (APA) style dan IEEE transaction, Jurnal. Template ini juga mengacu pada panduan yang dibuat oleh Journal MEV.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] K. BILBA, M. ARSENE, and A. OUENSANGA, "Study of banana and coconut fibers Botanical composition, thermal degradation and textural observations," *Bioresource Technology*, vol. 98, no. 1, pp. 58–68, Jan. 2007,
- [2] R. Maryana, D. Ma'rifatun, A. I. Wheni, K. W. Satriyo, and W. A. Rizal, "Alkaline Pretreatment on Sugarcane Bagasse for Bioethanol Production," *Energy Procedia*, vol. 47, pp. 250–254, 2014,
- [3] Lehninger and M. Thenawijaya, *Dasar-Dasar Biokimia*, 1st ed. Jakarta: Erlangga, 1982.
- [4] M. Dashtban, H. Schraft, and W. Qin, "Fungal Bioconversion of Lignocellulosic Residues; Opportunities & Perspectives," *International Journal of Biological Sciences*, pp. 578–595, 2009,
- [5] J. M. Prado, L. A. Follegatti-Romero, T. Forster-Carneiro, M. A. Rostagno, F. Maugeri Filho, and M. A. A. Meireles, "Hydrolysis of sugarcane bagasse in subcritical water," *The Journal of Supercritical Fluids*, vol. 86, pp. 15–22, Feb. 2014,
- [6] J. M. Prado, T. Forster-Carneiro, M. A. Rostagno, L. A. Follegatti-Romero, F. Maugeri Filho, and M. A. A. Meireles, "Obtaining sugars from coconut husk, defatted grape seed, and pressed palm fiber by hydrolysis with subcritical water," *The Journal of Supercritical Fluids*, vol. 89, pp. 89–98, May 2014,
- [7] F.-C. Wu, J.-Y. Wu, Y.-J. Liao, M.-Y. Wang, and I.-L. Shih, "Sequential acid and enzymatic hydrolysis in situ and bioethanol production from *Gracilaria* biomass," *Bioresource Technology*, vol. 156, pp. 123–131, Mar. 2014,