

PRODUKSI BIOETANOL DARI AMPAS KELAPA MELALUI PRETREATMENT *AUTOCLAVE*

Fitri Junianti¹

¹Politeknik ATI Makassar

nursiahbasman@gmail.com¹

ABSTRAK

Kebutuhan energi yang semakin meningkat memerlukan sumber energi yang tidak hanya berasal dari bahan bakar fosil tapi memerlukan sumber energi yang terbarukan. Salah satu sumber energi yang terbarukan adalah bioetanol. Penelitian ini bertujuan untuk produksi bioetanol dari bahan berlignoselulosa. Ampas kelapa merupakan bahan berlignoselulosa dengan kandungan selulosa 36,08%; hemiselulosa 12,58% dan lignin 9,81%. Tahap pada penelitian ini terdiri dari tahap pretreatment mekanik dengan memperkecil ukuran dari ampas kelapa. Ampas kelapa tersebut kemudian dihidrolisis dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 150°C dengan tekanan 0,2 MPa dengan waktu operasi 120 menit. Tahap selanjutnya yaitu fermentasi dengan menggunakan ragi selama 3,5 dan 7 hari secara anaerob dan menambahkan urea sebagai sumber nitrogen selama proses fermentasi. Hasil dari fermentasi kemudian didistilasi untuk mendapatkan bioetanol selama 12-72 jam. Kadar bioetanol tertinggi didapatkan pada waktu fermentasi 7 hari yaitu 3,76%.

Kata kunci: Ampas kelapa, *autoclave*, bioetanol, fermentasi.

ABSTRACT

The increasing need for energy requires energy sources that don't only come from fossil fuels but require renewable energy sources. One of the renewable energy sources is bioethanol. This research purpose is to produce bioethanol from lignocellulosic materials. Coconut pulp is a lignocellulosic material with 36,08% cellulose; 12,58% hemicellulose and 9,81% lignin. The step in this study consisted of a mechanical pretreatment stage by reducing the size of the coconut pulp. The coconut pulp was then hydrolyzed using an autoclave at a temperature of 150 °C with a pressure of 0.2 MPa in 120 minutes operating time. The next stage is fermentation using yeast for 3, 5 and 7 days anaerobically and adding urea as a nitrogen source during the fermentation process. The results of the fermentation are distilled to obtain bioethanol for 12-72 hours. The highest bioethanol content was obtained at 7 days of fermentation which was 3.76%.

Keywords: Coconut pulp, autoclave, bioethanol, fermentation.

PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif untuk dijadikan pengganti bahan bakar fosil. Bioetanol telah dikembangkan oleh negara Brazil dan Amerika. Brazil memproduksi bioetanol dengan jumlah produksi 15 juta m³ dengan menggunakan bahan baku tebu. Amerika sendiri memproduksi bioetanol 14 juta m³ dengan bahan baku jagung. Indonesia berpotensi untuk mengembangkan energi alternatif bioetanol karena Indonesia merupakan negara agraris. Olehnya itu pemerintah juga sudah memperkuat pengembangan bioethanol dengan Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti [7] Bioetanol dapat diproduksi dari fermentasi bahan berlignoselulosa yang banyak terdapat pada limbah biomassa. Penelitian-penelitian tentang produksi bioetanol telah banyak dilakukan Ningsih dkk (2021) menghasilkan 9,69% bioetanol dari tandan kosong kelapa sawit; Wusna dkk (2019) menghasilkan 40% bioetanol dari kulit pisang kapok; Nurfiana dkk (2009) menggunakan biji durian untuk produksi bioetanol; Hermiati dkk (2009) menghasilkan bioetanol dari ampas tebu; Ni'mah dkk (2015) menghasilkan bioetanol dari limbah serat kelapa.

Salah satu contoh limbah biomassa adalah ampas kelapa. Ampas kelapa mengandung selulosa 36,08 %; hemiselulosa 12,58% dan lignin 9,81% [4]. Lignin dapat menyebabkan selulosa dan hemiselulosa sulit untuk dihidrolisis. Olehnya itu, diperlukan proses pretreatment sebelum di fermentasi. Pretreatment terdiri dari metode kimia, fisika, dan biologi serta kombinasi dari metode- metode tersebut. Menurut Rezanika dkk, (2020) pretreatment dengan menggunakan proses kimia terdiri dari: pretreatment alkali/ basa (biasanya menggunakan NaOH), asam (H_2SO_4), IL (Ion Liquid) dan Pelarut organik. Pretreatment dengan metode fisika terdiri dari: ledakan steam/uap; hidrotermal (subkritis/superkritis) dan menggunakan microwave. Untuk pretreatment dengan metode biologi yaitu menggunakan jamur atau bakteri.

Penggunaan bahan kimia seperti penggunaan asam, basa kurang efektif menurunkan kadar lignin dan penggunaannya menghasilkan limbah beracun. Olehnya itu pretreatment secara fisika yaitu penggunaan pemanasan pada suhu tinggi memiliki kelebihan karena pelarut yang digunakan (air) ramah lingkungan, tidak beracun, tidak mudah terbakar, ekonomis, mudah dalam penggunaan dan pengoperasiannya [5]

Penelitian ini menggunakan pretreatment dengan autoclave. Hal ini didasari dari prinsip penggunaan subkritis dan superkritis untuk mendegradasi lignoselulosa. Subkritis dan superkritis merupakan rekayasa air dengan adanya perubahan suhu dan tekanan. Subkritis air merupakan air yang berada pada suhu antara ke titik didih kritis atau dekat dengan titik kritis yaitu 100-374°C (Prado, 2014) sedangkan superkritis air merupakan air yang dikondisikan pada suhu diatas 374°C dan tekanan diatas 218 atm. Autoclave merupakan mesin steam yang digunakan untuk mensterilkan alat kesehatan maupun alat-alat laboratorium. Prinsip kerja autoclave dengan memanfaatkan uap yang dihasilkan selama autoclave beroperasi akan meningkatkan suhu dan tekanan di dalam autoclave hal ini sama dengan prinsip subkritis yang membedakan pada kondisi operasi di tekanan yang tidak bisa dikendalikan karena memiliki Batasan tekanan pada saat pengoperasiannya.

Degradasi lignoselulosa menjadi gula reduksi telah banyak dilakukan. Prado dkk (2014) menggunakan metode subkritis untuk bagas tebu dengan menghasilkan gula reduksi 23%/100 gram bagas tebu [pradoa] dan pada kondisi operasi kondisi operasi 208 dan 257°C dengan tekanan 20Mpa selama 30 menit menghasilkan gula reduksi 11,7%/100 gram sabut kelapa; 6,4%/100 gram defatted grape seed dan 11,9%/100 gram palm fiber. Produksi gula hexose dari limbah jagung sebesar 27,4% pada 2800C selama 27 detik, sedangkan gandum sebesar 6,7% pada 2800C selama 54 detik (Zhao dkk., 2009). Wang dkk (2012) berhasil menghidrolisis selulosa pada subkritis dengan menggunakan campuran etanol/air kemudian diproses menjadi etanol.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini bertujuan untuk produksi bioetanol dari ampas kelapa dengan menggunakan pelarut air untuk menghidrolisis lignoselulosa pada ampas kelapa. Pretreatment yang digunakan melalui 2 tahapan yaitu pretreatment dan proses fermentasi. Pretreatment dilakukan dengan 2 tahapan yaitu pretreatment mekanik dan pretreatment autoclave. Fermentasi dilakukan dengan menggunakan ragi tape.

Pretreatment mekanik: ampas kelapa dikeringkan untuk menghilangkan kadar airnya dapat dilakukan dengan menyangrai pada wajan dengan api kecil. Ampas kemudian digiling/ diblender untuk mendapatkan ukuran yang lebih kecil.

Pretreatment autoclave (hidrolisis) : ampas kelapa sebanyak ± 100 gram ditambahkan dengan 500 mL Aquadest kemudian dimasukkan dalam autoclave selama 2 jam.

Fermentasi: Hasil pretreatment di fermentasi dengan menggunakan ragi tape dan penambahan urea dengan perbandingan 1:2 untuk per liter sampel. Fermentasi dilakukan dengan variasi waktu 3, 5 dan 7 hari. Perhitungan bakteri dengan menggunakan metode uji total plate count (TPC) dengan menggunakan metode pour plate yaitu 1 mL sampel dituang ke cawan petri kemudian ditambahkan 10 mL media PCA dan diratakan. Setelah itu diinkubasi diinkubasi pada suhu 30°C selama 24 hingga 48 jam.

Distilasi : distilasi sederhana dilakukan pada range suhu 78-80°C selama 12-72 jam. Distilat yang berupa bioetanol ditentukan kadarnya dari berat jenis yang dikonversi ke tabel hubungan berat jenis terhadap kadar etanol.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pretreatment

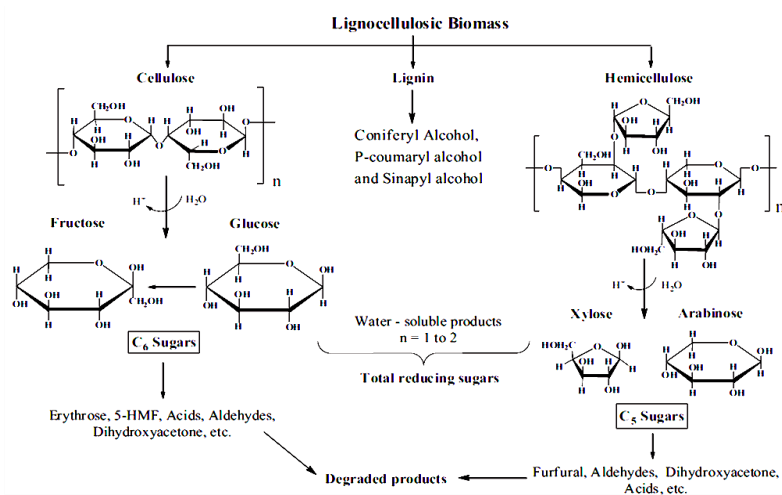
Pretreatment mekanik bertujuan mengubah ukuran dari ampas kelapa menjadi lebih kecil agar luas permukaan ampas kelapa semakin besar sehingga memudahkan dalam proses hidrolisis. Ampas kelapa 100gram dan 500 ml aquadest kemudian dimasukkan dalam autoclave selama 2 jam. Kondisi operasi pada tekanan 0,2 mPa dan suhu 150°C. Pemilihan autoclave ini berdasarkan prinsip subkritis yaitu kondisi operasi pada tekanan 1- 218 atm dan suhu 100- 374°C. Kondisi operasi pada autoclave ini akan mengubah air yang digunakan sebagai pelarut terurai menjadi H_3O^+ dan OH^- sehingga air bersifat sebagai pelarut organik yang mampu menghidrolisis ampas kelapa.

Tabel 1. Hasil pretreatment Autoclave

Sebelum <i>Pretreatment Autoclave</i>			Setelah <i>Pretreatment Autoclave</i>	
Massa (gram)	Volume (mL)	pH	Volume (mL)	pH
100	500	7	280	5
100	500	7	300	5
100	500	7	285	5

Pada tabel 1 terlihat perubahan pada pH sebelum dan sesudah autoclave. Hal ini menunjukkan bahwa air terdisosiasi menjadi H_3O^+ dan OH^- yang membuat air bersifat seperti pelarut organik sehingga mampu menghidrolisis ampas kelapa yang berlignoselulosa. Perubahan juga terjadi pada jumlah volume air hal ini dikarenakan ikatan hidrogen air semakin lama semakin melemah sehingga terdisosiasi yang menyebabkan dapat melarutkan senyawa-senyawa organik yang ada dalam sampel seperti selulosa dan hemiselulosa.

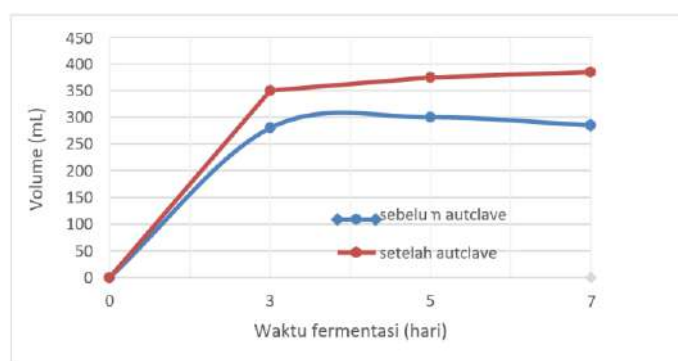
Pretreatment dengan autoclave dapat melemahkan ikatan lignin sehingga selulosa dan hemiselulosa dapat dihidrolisis menghasilkan gula reduksi. Proses degradasi digambarkan sebagai berikut [aida]:

**Gambar 1.** Reaksi Lignoselulosa setelah Pretreatment SCW [1][3]

Gula reduksi yang dihasilkan selanjutnya akan diurai oleh mikroba dalam proses fermentasi.

Fermentasi

Fermentasi menggunakan ragi tape dengan penambahan urea. Ragi tape terdiri dari berbagai mikroba seperti *kapang aspergillus*, *mucor sp*, *Rhizopus sp*, *saccharomycopsi malanga*, *saccharomyces cereviceae* yang dapat digunakan untuk mendegradasi selulosa menjadi gula reduksi dan mengubah gula reduksi menjadi etanol. Penambahan urea untuk menghasilkan sumber nitrogen yang merupakan nutrisi bagi mikroba.

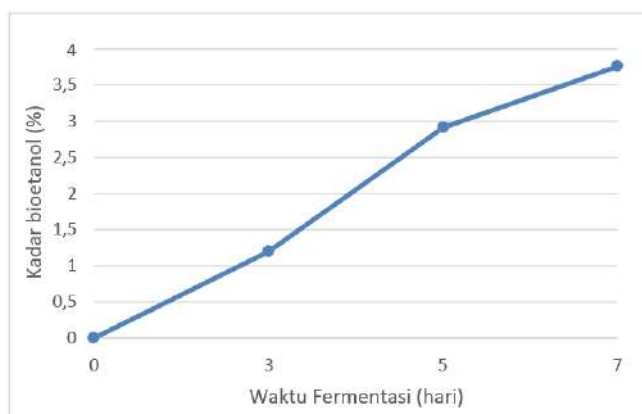
**Gambar 2.** Volume sebelum dan sesudah fermentasi

Pada gambar 2 terlihat volume sesudah fermentasi untuk semua variable waktu fermentasi mengalami kenaikan. Untuk waktu fermentasi 3 hari mengalami kenaikan 26,8%; untuk 5 hari 25% dan untuk 7 hari 35%. Hal ini mengidentifikasi adanya penguraian gula reduksi menjadi etanol. Hal ini dapat juga dilihat dari pertumbuhan bakteri pada tiap variabel waktu fermentasi.



Gambar 3. Jumlah Bakteri Selama Proses Fermentasi

Pada gambar 3 laju pertumbuhan untuk bakteri masih pada fase eksponensial dan masih harus terus dilanjutkan waktu fermentasinya sampai pada fase kematian dimana tidak ada lagi etanol yang diproduksi. Semakin banyak jumlah bakteri maka semakin banyak jumlah etanol yang dihasilkan. Hal ini dapat dilihat dengan makin bertambahnya volume sampel setelah proses fermentasi. Hasil fermentasi kemudian didistilasi pada suhu 78-80°C didapatkan kadar etanol seperti pada gambar 4.



Gambar 4. Kadar Bioetanol

Kadar bioetanol yang dihasilkan meningkat sebanding dengan lama waktu fermentasi dan pertumbuhan bakteri. Oleh karena laju pertumbuhan bakteri belum pada fase kematian maka kadar alkohol masih akan terus meningkat sejalan dengan waktu fermentasinya.

Kadar bioetanol dengan pretreatment autoclave didapatkan berturut-turut 1,2%; 2,91% dan 3,76%. Produksi bioetanol dengan menggunakan autoclave lebih efektif dibandingkan dengan tanpa pretreatment seperti yang dilakukan oleh Widyatmoko dan Duhita (2012) pada penelitian menggunakan ampas kelapa tidak kupas didapatkan kadar bioetanol 1,41% sedangkan pada kelapa kupas 1,14%. Kedepan waktu fermentasi harus terus dilanjutkan dengan melihat fase pertumbuhan bakterinya.

KESIMPULAN

Produksi bioetanol dengan pretreatment *autoclave* dapat mengubah fungsi air dari pelarut non polar menjadi pelarut polar dan dapat melemahkan ikatan lignin sehingga selulosa dan hemiselulosa dapat dihidrolisis menghasilkan gula reduksi dan dengan mudah bakteri mengurainya menjadi bioetanol pada proses fermentasi. Kadar bioetanol tertinggi 3,76% dengan waktu fermentasi 7 hari.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aida, T.M., Shiraishi, N., Kubo, M., Watanabe, M., Smith Jr., R.L., 2010, "Reaction kinetics of D-xylose in sub- and super critical water". *The Journal of Supercritical Fluids* 55, 208–216.
- [2] Hermiati E, Djumali, Candra S, Ono S, dan Bambang P, 2010, Pemanfaatan Biomassa Lignoselulosa Ampas Tebu untuk Produksi Bioetanol, *Jurnal Litbang Pertanian*, 29(4).
- [3] Kumar, S., Guptha, R., Lee, Y.Y., Gupta, R.B., 2010, "Cellulose Pretreatment In Subcritical Water: Effect Of Temperature On Molecular Structure And Enzymatic Reactivity", *Bioresource Technology*. 101, 1337–1347.
- [4] Nurfiana F, Mukaromah U, Vicky Citra, Jeannisa dan Sugili P, 2009, Pembuatan Bioethanol Dari Biji Durian Sebagai Sumber Energi Alternatif, *Seminar Nasional V*, ISSN 1978-0176
- [5] Park Jung-Nam, Tai-Sun S, Joo-Hee L, Byung-Soo C, 2012, Production of Reducing Sugars from *Laminaria japonica* by Subcritical Water Hydrolysis, *APCBEE Procedia*, 2 17 – 21.
- [6] Prado J.M., Luis A.F.R., Tania F.C., Mauricio A.R., Fransisco M.F., M.Angela. A.M., 2014a, "Hydrolysis Of Sugarcane Bagasse In Subcritical Water", *The Journal of Supercritical Fluids*, . 86, . 15-22.
- [7] Warsa, 2013, Bioetanol Dari Bonggol Pohon Pisang, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol.8 (1), 37-40.
- [8] Widyatmoko, H dan Sawitri A.,D, 2012., Pembuatan Etanol dari Limbah Ampas Kelapa dengan Menggunakan *Rhizopus Oligosporus* dan *Saccharomyces Cereviseae* dengan Penambahan Phospat, *JTLVol* 6 (1), 15-22.
- [9] Zin, N.B.M., B.M. Yusof, S.N. Oslan, H. Wasoh, J.S. Tan, A.B. Ariff, dan M. Halim. 2017. Utilization of acid pre- treated coconut dregs as a substrate for production of detergent compatible lipase by *Bacillus stratosphericus*. *AMB Ekspres*. 7:131.