

PEMBUATAN BIOETANOL BERBASIS GLUKOSA OFF GRADE DENGAN PROSES FERMENTASI MENGGUNAKAN FERMIOL

Khurniawati, Muhamad Uman Fathoni, Ni Ketut Sari*

Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik
Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur
Jalan Raya Rungkut Madya Gunung Anyar Surabaya 60294
Telepon (031) 8782179, Faks (031) 8782257
*E-mail : ketutsari.tk@upnjatim.ac.id

Abstrak

Glukosa off grade merupakan glukosa yang belum bersertifikasi Standart Nasional Indonesia (SNI) dikarenakan memiliki warna kecoklatan dan berbau khas gula, sehingga menurunkan harga jual glukosa off grade. Produk olahan dari glukosa off grade merupakan sarana yang tepat untuk meningkatkan daya jualnya di pasaran. Salah satu solusi adalah dengan mengubah glukosa off grade tersebut menjadi produk bioetanol dengan menggunakan proses fermentasi. Penelitian ini bertujuan untuk menghitung kadar optimum glukosa dan waktu terbaik dalam fermentasi glukosa off grade menjadi bioetanol.. Dalam penelitian pembuatan bioetanol berbasis glukosa off grade dengan proses fermentasi menggunakan fermiol digunakan variabel konsentrasi glukosa awal 10%; 12%; 14%; 16%; dan 18% (b/b), dan waktu fermentasi 3, 4, 5, 6, 7(hari). Proses fermentasi dilakukan pada keadaan anaerob, suhu $\pm 30^{\circ}\text{C}$, volume larutan 800 ml, kecepatan pengadukan 100 rpm, NPK dan Urea 0,1g/100 ml, fermiol 0,15g/liter. Diperoleh hasil terbaik dengan kadar bioetanol sebesar 11% (v/v) dan persentase yield sebesar 61,63% pada perlakuan menggunakan konsentrasi glukosa awal 14%(b/b) selama 6hari. Serta kadar sisa glukosa terbaik sebesar 3,2(%b/b) pada perlakuan menggunakan konsentrasi glukosa awal 14% (b/b).

Kata kunci : bioetanol, fermentasi, fermiol, glukosa off grade

MANUFACTURE OF GLUCOSE-BASED BIOETANOL OFF GRADE WITH THE FERMENTATION PROCESS USING FERMIOL

Abstract

Glucose off grade is glucose which has not been certified by the Indonesian National Standard (SNI) because it has a brown color and has a smell of sugar, thus reducing the selling price of glucose off grade. Processed products from glucose off grade are the right means to increase their marketability. One solution is to convert the glucose off grade into bioethanol products using the fermentation process. The research was to calculate the optimum glucose level and the best time in glucose off grade fermentation to bioethanol. The fermentation process using fermiol, glucose concentration variable was 10%; 12%; 14%; 16%; and 18% (b/b), time 3, 4, 5, 6, 7(days). The fermentation process is anaerobic conditions, temperature $\pm 30^{\circ}\text{C}$, volume of 800 ml solution, stirring speed 100rpm, NPK and Urea 0.1 g/100ml, fermiol 0.15g/liter. The best results were obtained with bioethanol levels of 11% (v/v) and the yield percentage of 61.63% in the using glucose concentration of 14%(b/b) for 6days. And the best residual glucose level was 3.2(% b/b) in the using glucose concentration of 14% (b/b).

Keywords : bioethanol, fermentation, fermiol, glucose off grade

PENDAHULUAN

Etanol atau *ethyl alcohol* merupakan produk fermentasi yang dapat dibuat dari substrat yang mengandung karbohidrat. Dalam dunia industri etanol digunakan sebagai bahan campuran untuk minuman keras seperti sake atau gin, bahan baku farmasi dan kosmetik, dan campuran bahan bakar kendaraan, bensin etanol (gasohol) dan sebagai sumber oksigen untuk pembakaran yang lebih bersih pengganti (methyl tertiary-butyl ether/MTBE) (Sari, 2013). Bioetanol dapat diproduksi dari beberapa bahan baku, yaitu bahan bergula, berpati, dan berlignoselulosa. Salah satu bahan bergula yang dapat dimanfaatkan menjadi bahan baku dalam pembuatan bioetanol adalah glukosa *off grade*. Glukosa *off grade* ini sendiri merupakan glukosa yang belum bersertifikasi Standart Nasional Indonesia (SNI). Industri makanan dan minuman saat ini memiliki kecenderungan untuk menggunakan sirup glukosa sebagai bahan baku pengganti gula. Namun kebanyakan industri lebih memilih menggunakan sirup glukosa yang telah berstandart SNI sebagai bahan baku pembuatan produknya dari pada menggunakan glukosa *off grade* sehingga menyebabkan penurunan harga jual glukosa *off grade* di pasaran (Murtias, 2015). Oleh karena itu perlu dibuat derivat dari glukosa *off grade* ini agar daya jual glukosa *off grade* dapat meningkat, salah satunya sebagai bahan penghasil etanol.

Fermentasi dapat didefinisikan sebagai suatu proses oksidasi anaerobik dari karbohidrat yang menghasilkan alkohol serta karbon dioksida. Fermentasi batch adalah sistem fermentasi tertutup, dimana tidak ada penambahan media baru, tidak ada penambahan (O_2), antifoam, asam/basa dilakukan dengan cara kontrol pH. Fermentasi batch banyak digunakan di dunia industri untuk memproduksi etanol karena kemudahan dalam proses sterilisasi dan pengontrolan alat (Martha, 2017). Dalam penelitian ini digunakan mikroorganisme fermiol untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Keuntungan penggunaan fermiol adalah mengurangi penambahan yeast, menghasilkan sedikit atau tidak ada busa, mengurangi gliserol, dapat berlangsung pada fermentasi suhu yang lebih tinggi, tanpa resiko fermentasi macet, hasil alkohol yang lebih tinggi tanpa adanya penghambat, fase adaptasi yang pendek, produksi asam. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui kadar optimum glukosa dan waktu terbaik dalam fermentasi glukosa *off grade* menjadi etanol.

METODE PENELITIAN

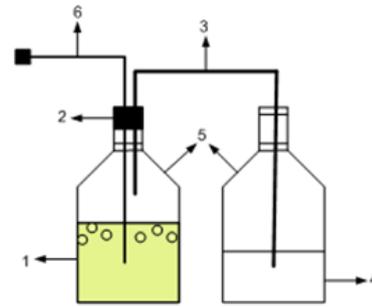
Bahan

Bahan utama berupa glukosa *off grade* dari PT Lautan Warna Sari. Bahan kimia pendukung

adalah fermiol, aquadest, urea dan NPK untuk sebagai nutrisi.

Alat

Alat utama berupa tangki fermentasi yang tersaji pada Gambar 1. Beberapa alat pendukung yang digunakan dalam penelitian adalah refraktometer, beaker glass, gelas ukur, neraca analitik, spatula dan autoclave.



Keterangan Gambar

1. Botol berisi glukosa *off grade*
2. Penutup botol
3. Selang penghubung
4. Botol berisi aquadest
5. Botol
6. Selang sampling

Gambar 1. Rangkaian Alat Fermentasi

Pelaksanaan Penelitian

Glukosa *off grade* diencerkan dengan aquadest hingga 800ml dengan kadar sesuai peubah yang dijalankan. Kemudian larutan disterilkan dengan autoclave selama 15menit. Dinginkan $\pm 30^{\circ}C$. Masukkan fermiol 0,15g/liter, NPK dan urea 0,1% g/100ml ke dalam botol yang berisi larutan glukosa. Proses fermentasi disertai dengan pengadukan dengan kecepatan 100rpm selama 1jam tiap harinya. Analisa alkohol hasil fermentasi menggunakan metode indeks bias refraktometer dan analisa pula kadar glukosanya sesuai waktu peubah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisa laboratorium yang tercantum dalam Tabel 1, dapat diketahui bahwa jumlah unsur pembentuk bioetanol (glukosa) adalah sebesar 80%, ini berarti kandungan glukosa yang terdapat pada bahan baku yang berasal dari PT. Lautan Warna Sari masih terlalu tinggi karena kadar glukosa optimum untuk proses fermentasi berkisar antara 10-18%, oleh karena itu perlu dilakukan proses pengenceran glukosa terlebih dahulu sebelum dilakukan proses fermentasi. Berdasarkan hasil analisis bahan baku, diperoleh data sebagai berikut :

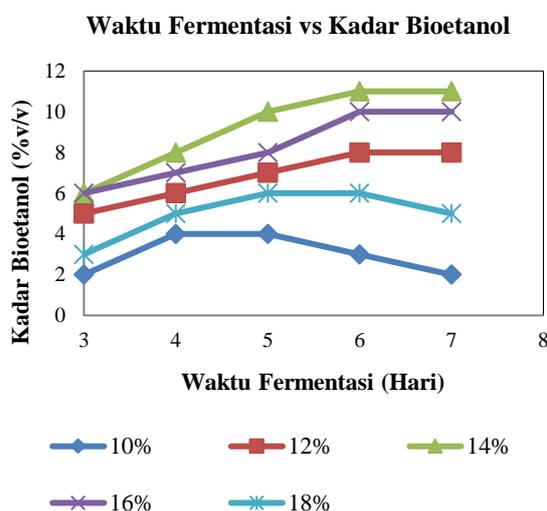
Tabel 1. Kadar Glukosa Pada Glukosa Off Grade

No.	Nama Sampel	Parameter	Kadar (%)
1.	Glukosa Off Grade	Glukosa	80

(Sumber: Laboratorium Riset Teknik Kimia UPN "Veteran" Jawa Timur)

Pengaruh Kadar Glukosa Pada Awal Proses Fermentasi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar bioetanol yang dihasilkan dari keseluruhan variabel dipengaruhi oleh kadar glukosa yang digunakan pada awal proses fermentasi. Perlakuan menggunakan kadar glukosa awal 10% menghasilkan kadar optimum bioetanol sebesar 4%, perlakuan menggunakan kadar glukosa awal 12% menghasilkan kadar optimum bioetanol sebesar 7%, perlakuan menggunakan kadar glukosa awal 14% menghasilkan kadar optimum bioetanol sebesar 11%, perlakuan menggunakan kadar glukosa awal 16% menghasilkan kadar optimum bioetanol sebesar 8%, dan perlakuan menggunakan kadar glukosa awal 18% menghasilkan kadar optimum bioetanol sebesar 6%. Profil kadar bioetanol yang dihasilkan selama proses fermentasi disajikan pada Gambar 2.

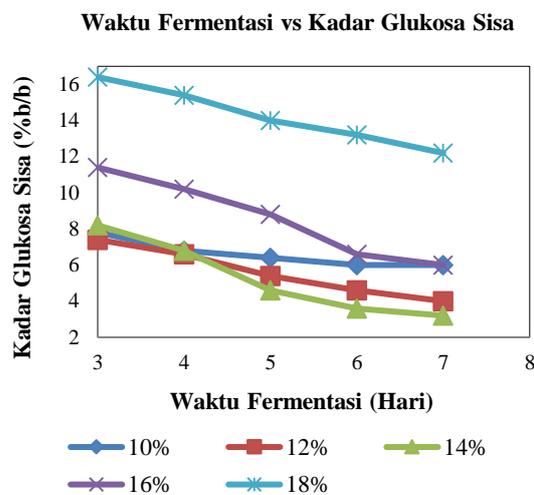


Gambar 2. Hubungan Antara Kadar Bioetanol Hasil Fermentasi Dengan Waktu Fermentasi

Gambar 2. menunjukkan bahwa pada keseluruhan perlakuan tidak mengalami fase adaptasi, hal ini dikarenakan pada hari ke-3 mikroorganisme telah mencapai fase logaritmik, sehingga kadar bioetanol akan mengalami kenaikan seiring bertambahnya waktu dan pada suatu saat kadar bioetanol akan konstan, hal ini disebabkan karena mikroorganisme telah mengalami fase

stasioner. Namun, waktu untuk mencapai fase stasioner ini berbeda-beda pada setiap perlakuan, pada perlakuan glukosa awal 10% fase stasioner terjadi pada hari ke-4 sampai ke-5. Kemudian pada perlakuan glukosa awal 18% fase stasioner terjadi dari hari ke-5 sampai ke-6. Hal ini menunjukkan bahwa dengan menggunakan kadar glukosa awal terlalu tinggi dan terlalu rendah dapat mempercepat fase stasioner dan fase kematian.

Penggunaan glukosa awal terlalu rendah dapat menyebabkan waktu pertumbuhan yeast yang pendek, sehingga menyebabkan kadar bioetanol rendah dan mengalami fase kematian lebih cepat, hal ini dikarenakan jumlah mikroba yang terbentuk lebih banyak dibandingkan dengan jumlah makanan yang tersedia pada awal fermentasi, pada penggunaan glukosa awal terlalu tinggi dapat mengurangi jumlah oksigen terlarut sebelum proses fermentasi berlangsung, walaupun dalam jumlah yang sedikit, oksigen tetap dibutuhkan oleh mikroba untuk proses metabolismenya. Sehingga bila proses metabolismenya terganggu dapat menyebabkan kadar bioetanol yang rendah dan kadar glukosa sisa yang tinggi. Profil kadar glukosa sisa disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Hubungan Antara kadar glukosa sisa dengan waktu fermentasi

Gambar 3. menunjukkan bahwa kadar glukosa sisa tertinggi terdapat pada perlakuan dengan menggunakan kadar glukosa awal 18% dan terendah pada perlakuan dengan menggunakan kadar glukosa awal 14%. Perlakuan dengan kadar glukosa awal yang terlalu tinggi dapat menyebabkan kadar glukosa sisa yang tinggi, dikarenakan rasio glukosa yang terlalu besar pada awal proses fermentasi menyebabkan oksigen terlarut yang rendah, sehingga perkembangbiakan mikroba pada awal fermentasi terhambat dan menyebabkan glukosa belum terurai sempurna. Sedang pada perlakuan dengan kadar glukosa terlalu rendah juga dapat

menyebabkan glukosa sisa yang cukup tinggi, hal ini dikarenakan jumlah makanan awal mikroba yang sedikit sedangkan reproduksi sel mikroba banyak, karena asupan oksigen terlarut pada awal fermentasi tercukupi, sehingga menyebabkan mikroba cepat mencapai fase kematian dan glukosa belum terurai sempurna.

Perlakuan dengan menggunakan glukosa awal 18% terdapat kejanggalan data, pada hari ke-6 sampai hari ke-7 terjadi penurunan kadar bioetanol dan penurunan kadar glukosa, hal ini seharusnya tidak terjadi karena bila mikroorganisme telah berhenti memproduksi bioetanol maka kadar glukosa akan tetap dan tidak akan terjadi penurunan kadar glukosa. Penurunan kadar bioetanol dan kadar glukosa ini diduga dikarenakan adanya bakteri *Acetobacter aceti* yang masuk ke dalam fermentor pada saat pengambilan sampel. Fenomena serupa juga dilaporkan oleh (Jeckson, 2014) dimana penurunan kadar bioetanol disebabkan karena selama pengambilan sampel ada mikroba *Acetobacter aceti* yang masuk ke dalam fermentor dan mengkonversi bioetanol menjadi asam asetat.

Adanya bakteri *Acetobacter aceti* ini tidak langsung meracuni fermiol, hal ini dapat dilihat dari laju pembentukan bioetanol yang rata-rata sebesar 8 ml/hari lebih besar dari jumlah alkohol yang dikonsumsi oleh *Acetobacter aceti*, menurut (Nurika, 2012) jumlah rata-rata alkohol yang dikonsumsi oleh *Acetobacter aceti* dalam pembuatan asam asetat dari air kelapa secara fermentasi kontinyu menggunakan kolom biooksidasi adalah sebesar 2,14ml sampai 2,73ml/hari, hal inilah yang menyebabkan laju pembentukan bioetanol tetap konstan dan tidak langsung mengalami penurunan dikarenakan fermiol tetap memproduksi bioetanol dari glukosa yang masih tersisa, kemudian bioetanol yang telah dihasilkan terkonversi menjadi asam asetat karena adanya *Acetobacter aceti*, oleh karena itu terjadi penurunan konsentrasi etanol yang dihasilkan dan juga penurunan kadar glukosa sisa. Perubahan etanol menjadi asam asetat ditandai dengan adanya bau masam pada sampel pada akhir proses fermentasi.

Berdasarkan penelitian terdahulu kondisi optimum pembuatan wine dari apel reject dengan menggunakan mikroba Nopkor Mz. pada penambahan gula dengan kadar 15%(b/v) dan waktu fermentasi selama 8hari menghasilkan kadar alkohol sebesar 9,3% (Ariyanto, 2013), pada fermentasi bagas tebu oleh *Zymomonas mobilis* dengan konsentrasi inokulum 15%(v/v), urea 0,3%(b/v), dan waktu fermentasi 45jam diperoleh kadar etanol sebesar 1,257%(v/v) (Ernes, 2014), pada produksi etanol dari mangga afkir dengan menggunakan mikroba *K.Marxianus* berada pada konsentrasi glukosa 20°Brix, pH 4,6 selama 12hari didapat etanol sebesar 5%(b/v) (Figueroa, 2016). Penelitian produksi bioetanol dari umbi uwi menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae* 1,5% volume substrat,

sebagai nutrisi gula pasir 5%, urea dan NPK 0,1g/100ml, proses fermentasi selama 12hari mendapatkan kadar bioetanol 9,97% (Sita, 2016).

Hasil dari penelitian memiliki kadar bioetanol sebesar 11%(v/v) pada perlakuan menggunakan kadar glukosa awal 14%, penambahan fermiol 0,15g/liter, urea dan NPK 0,1g/100ml, pengadukan 100 rpm selama 1 jam, dan waktu fermentasi 6 hari. Hal ini disebabkan penggunaan fermiol yang telah diaktivasi sehingga dapat menghasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi dari penggunaan *Saccharomyces cerevisiae* biasa atau penggunaan mikroorganisme yang lain.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, kondisi terbaik diperoleh pada perlakuan kadar glukosa awal 14%, penambahan fermiol 0,15 g/liter, urea dan NPK 0,1gr/100ml, pengadukan 100rpm selama 1jam, dan waktu fermentasi selama 6hari menghasilkan yield bioetanol sebesar 61,63%. Hal ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Yield Pada Kadar Bioetanol Optimum

Kadar Glukosa Awal (%b/b)	Kadar Bioetanol Optimum (%v/v)	Yield
10	4	31.71%
12	8	52.52%
14	11	61.63%
16	10	49.09%
18	5	21.99%

Berdasarkan data yield yang dihasilkan, dapat diketahui bahwa glukosa off grade masih tersisa dalam jumlah yang cukup besar dan belum terurai sempurna menjadi bioetanol, oleh karena itu pada perlakuan dengan kadar glukosa awal 14% perlu dilakukan injeksi ulang nutrien pada hari keenam atau dengan mengintensifkan proses pengadukan agar dapat menekan proses fermentasi sehingga glukosa off grade dapat terurai sempurna menjadi bioetanol dan menghasilkan yield yang tinggi.

SIMPULAN

Hasil penelitian serta pembahasan pada “Pembuatan Bioetanol Berbasis Glukosa Off Grade Dengan Proses Fermentasi Menggunakan Fermiol” dapat diambil kesimpulan bahwa Kandungan glukosa dalam bahan baku glukosa off grade sebesar 80%. Dari hasil ini dilakukan proses pengenceran sesuai kadar peubah yang dijalankan. Hasil terbaik pada proses fermentasi yaitu pada kadar glukosa awal 14% dan berlangsung selama 6hari yang menghasilkan kadar bioetanol sebesar 11%(v/v) dengan persentase yield tertinggi sebesar 61,63%. Kadar glukosa sisa terkecil yakni 3,2% pada

perlakuan dengan menggunakan kadar glukosa awal 14%. Sedangkan kadar glukosa sisa terbesar yakni 12,2% pada perlakuan dengan menggunakan kadar glukosa awal 18%.

SARAN

Pembuatan bioetanol dari glukosa off grade lebih mudah digunakan, karena tidak perlu adanya pretreatment, lain halnya dengan bahan baku umbi-umbian yang harus dihidrolisis terlebih dahulu. Penggunaan fermiol sebagai sumber mikroorganisme dapat menghasilkan kadar bioetanol lebih tinggi dari pada jenis mikroorganisme yang lain. Perlu dilakukan penambahan ulang nutrisi selama proses fermentasi dapat meningkatkan yield bioetanol yang dihasilkan sehingga glukosa yang tersisa sedikit. Perlu dilakukan pengintensifan pengadukan sehingga dapat memperbesar kontak mikroorganisme terhadap substrat, dan dapat meningkatkan yield bioetanol. Dapat dihasilkan kadar bioetanol yang lebih tinggi dengan proses distilasi.

PUSTAKA

- Ariyanto, H D, Hidayatulloh F & Murwono J. 2013. Pengaruh Penambahan Gula Terhadap Produktivitas Alkohol Dalam Pembuatan Wine Berbahan Apel Buang (Reject) Dengan Menggunakan Nopkor MZ. *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*.
- Ernes, A, Ratnawati L, Wardani, A K & Kusnadi, J. 2014. Optimasi Fermentasi Bagas Tebu Oleh *Zymomonas mobilis* CP4 Untuk Produksi Bioetanol. *Agriotech*.

- Figuerola, J B, Arellano J C T, Gallegos, A C F, Herera, R R, Toledo, H D & Aguilar C N. 2016. *Native Yeasts For Alternative Utilization of Overripe Mango Pulp For Ethanol Production*. Elsevier.
- Jeckson, E, Adrianto A & Sri R M. 2014. Pengaruh Laju Pengadukan dalam Pembuatan Bioetanol dari Limbah Serabut Buah Sawit Menggunakan *Saccharomyces Cerevisiae*. *Jom FTEKNIK*.
- Martha, B, Yuwono, F & Widjaja, T. 2017. Optimasi Fermentasi Produksi Etanol Dari Nira Siwalan (*Borassus flabellifer*) Menggunakan Mikroorganisme *Saccharomyces cerevisiae* dan *Pichia stipitis* Dengan Metode Respon Permukaan. ITS-Press, Surabaya.
- Murtias, K D, Ade H M & Agus B. 2015. Optimasi Produksi Gula Cair Dari Pati Sagu (*Metroxylon* spp.) Asal Sulawesi Tenggara. Program Studi Kimia Universitas Pakuan, Bogor.
- Nurika, I & Nur H. 2012. Pembuatan Asam Asetat dari Air Kelapa Secara Fermentasi Kontinyu Menggunakan Kolom Biooksidasi. *Jurnal Teknologi Pertanian*.
- Sari, N K, C Pudjiastuti & Nyoman A. 2013. *Bioethanol Production Comparison of Elephant Grass and Liquid Waste Plant Wheat Boga Sari*. International Seminar on Biorenewable Resources Utilization for Energy and Chemicals, BE.02, Bandung.
- Sita, T V. 2016. Optimasi Proses Fermentasi Pada Produksi Bioetanol Dari Umbi Uwi Dengan Menggunakan Mikroba *Saccharomyces Cerevisiae*. Laporan Tugas Akhir Program Studi D₃ Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar.