

PROGRAM KREATIVITAS MAHASISWA

OPTIMASI PEMBUATAN BIOETANOL DARI UBI JALAR PUTIH (*Ipomea batatas*) SEBAGAI SUMBER ALTERNATIF BAHAN BAKAR YANG TERBARUKAN

BIDANG KEGIATAN:

PKM-AI

Oleh:

NURUL IZZATI 406332400980 2006 ROSITA YUSNIDAR 406332401332 2006

> UNIVERSITAS NEGERI MALANG MALANG 2010

HALAMAN PENGESAHAN USULAN PKM-AI

1. Judul Kegiatan : Optimasi Pembuatan Bioetanol dari Ubi Jalar Putih (Ipomea

batatas L) sebagai Sumber Alternatif Bahan Bakar yang

Terbarukan

2. Bidang Kegiatan : $(\sqrt{})$ PKM-AI () PKM-GT

3. Ketua Pelaksana Kegiatan

a. Nama Lengkapb. NIMi. Nurul Izzatij. 406332400980

c. Jurusan : Kimia

d. Universitas : Universitas Negeri Malang e. Alamat rumah : Pernang Kec. Buer Kab. Sumbawa,

NTB/081807535146

f. Alamat Email : <u>izzahn51@yahoo.com</u>

4. Anggota Pelaksana : 2 orang

5. Dosen Pendamping

a. Nama Lengkapb. NIPEvi Susanti, S.Si., M.Si.197506516998022001

c. Alamat Rumah : Jl. Simpang Cengger Ayam No. 18

Malang/0817213198

Menyetujui Malang, 10 Februari 2010 Ketua Jurusan Kimia Ketua Pelaksana Kegiatan

Drs. Prayitno, M.Pd. Nurul Izzati

NIP 195103081976031002 NIM 406332400980

Pembantu Rektor Dosen Pendamping

Bidang Kemahasiswaan

Kadim Maskjur Evi Susanti, S.Si., M.Si.

OPTIMASI PEMBUATAN BIOETANOL DARI UBI JALAR PUTIH (Ipomea batatas L) SEBAGAI SUMBER ALTERNATIF BAHAN BAKAR YANG TERBARUKAN

Nurul Izzati, Rosita Yusnidar, Amrullah Hamdan R.

FMIPA, Universitas Negeri Malang (UM)

ABSTRAK

Bioetanol merupakan salah satu solusi untuk mengurangi eksploitasi minyak bumi dan masalah global warming. Penambahan bioetanol ke dalam bensin dapat meningkatkan nilai oktan kendaraan bermotor. Pembuatan bioetanol dapat dilakukan terhadap tanaman berpati, dan salah satunya adalah ubi jalar putih. Penggunaan ubi jalar putih dapat menambah ragam bahan dasar pembuatan bioetanol yang ekonomis dan mudah diperoleh. Teknik pembuatan bioetanol dilakukan dengan proses HFT (Hidrolisis Fermentasi Terpisah) dimana ubi jalar dihidrolisis secara enzimatik dengan enzim amilase dari Aspergilus niger menjadi glukosa, kemudian dilanjutkan fermentasi menggunakan Saccharomyces cereviseae menjadi bioetanol dengan kondisi optimum masing-masing. Optimasi aktivitas enzim dilakukan dengan mengetahui masa idiofase kedua mikroba, yaitu hari ke-5 masa pertumbuhan Aspergilus niger dan jam ke 18-26 untuk Saccharomyces cereviseae. Hidrolisis dilakukan dengan memvariasi jumlah sel Aspergilus niger (20-60 mL) pada hari ke-5 masa pertumbuhannya dan waktu inkubasi 1-3 jam. Hidrolisis optimum terjadi pada penambahan 50 mL dan waktu inkubasi 2 jam. Fermentasi dilakukan dengan memvariasi waktu inkubasi 2-5 hari dan jumlah sel Saccharomyces cereviseae (2;4;6;dan 8 mL) pada masa pertumbuhan 18-26 jam. Fermentasi optimum diperoleh pada waktu inkubasi 3 hari dan penambahan Saccharomyces cereviseae 4 mL. Rendemen bioetanol yang diperoleh dengan kondisi optimum adalah 136 mL/Kg ubi jalar.

Keyword: bioetanol, teknik HFT, Aspergilus niger, dan Saccharomyces cerevisiae.

ABSTRACT

Bioethanol is one of solutions to decrease the petroleum exploitation and global warming problem. The adding of bioethanol to the gasoline can increase the octan value of motorcycle. The making of ethanol can be done from starch plants, one of them is white sweet potato. The using of white sweet potato can add the variety of basic materials to make bioethanol which is economical and easily to get. The

technique used to make bioethanol is HFT (Separated Hydrolisys fermentation). The white sweet potato is hydrolited enzymatically by using the amylase enzyme from Aspergillus niger become glucose, and then followed with fermentation by using Saccharomyces cerevisiae become bioethanol according to each its optimum condition. The optimasion of enzyme activity is done by understanding the idiophase period of the microbes, namely the 5th day of the Aspergillus niger growth cycle and 18-26 hours for Saccharomyces cerevisiae. The hydrolisys is done by variety of total cells of the Aspergillus niger (20-60 ml) at the 5th day of its growth cycle and incubation period in 1-3 hours. The optimum hydrolysis happened at 50 ml adding and 2 hours incubation period. The fermentation is done by variety of the incubation period in 2-5 days and total cells of Saccharomyces cerevisiae (2;4;6; and 8 ml) in 18-26 hours growth period. The optimum fermentation is reached at 3 days incubation period and adding 4 ml Saccharomyces cerevisiae. The rendemen of bioethanol is got in the optimum condition at 136 ml/Kg white sweet potatoes.

Key Words: Bioethanol, HFT (Separated Hydrolisys fermentation) technique, Aspergillus niger, and Saccharomyces cerevisiae.

PENDAHULUAN

Bioetanol merupakan etanol hasil fermentasi biomassa. Bioetanol digunakan sebagai bahan bakar terbarukan khususnya premium mengingat kuantitas minyak bumi saat ini terus menipis. Alasan bioetanol digunakan sebagai bahan bakar selain karena sifatnya yang dapat menggantikan premium adalah bioetanol memiliki kelebihan. Kelebihan bioetanol dibandingkan dengan premium yang selama ini kita gunakan adalah ramah lingkungan dan dapat diperbaharui. Hal ini sangat menguntungkan bagi lingkungan hidup dan kelangsungan hidup manusia mengingat premium tergolong bahan bakar yang sangat dibutuhkan.

Produksi bioetanol harus terus dikembangkan. Pentingnya hal tersebut dilakukan karena terjadi eksploitasi minyak bumi terus menerus sehingga menyebabkan cadangan minyak bumi menipis. Penipisan minyak bumi dapat kita rasakan akibatnya saat ini yaitu, seringnya terjadi kelangkaan bahan bakar minyak baik premium maupun bahan bakar lainnya. Penggunaan bioetanol sebagai bahan aditif pada premium dapat menghemat penggunaan premium itu sendiri. Selain itu, bioetanol dapat menurunkan kadar emisi gas rumah kaca hingga 80% dari hasil pembakarannya sehingga dapat mengurai efek rumah kaca.

Bahan baku untuk memproduksi bioetanol dapat berasal dari bahan yang mengandung glukosa, berpati, dan bahan yang berselulosa. Saat ini, bahan baku produksi bioetanol yang telah berkembang di Indonesia berasal dari bahan berpati yaitu singkong. Produksi bioetanol dari singkong telah mencapai skala industri. Singkong dapat dikonversi dengan ubi jalar karena sama-sama sebagai bahan berpati. Ubi jalar memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan singkong meskipun kandungan pati pada singkong lebih tinggi. Keunggulan ubi jalar dibandingkan dengan singkong adalah masa panennya lebih singkat dan produktifitasnya lebih

tinggi. Dengan mengkonversi bioetanol dari ubi jalar maka tidak dikhawatirkan terjadinya monokultural pertanian. Penelitian untuk pembuatan bioetanol dari ubi jalar belum banyak dilakukan.

Dalam proses pembuatan bioetanol ini, peneliti melibatkan biakan *Aspergillus niger* untuk mengubah pati menjadi glukosa dan *Saccharomyces cereviseae* untuk mengubah glukosa menjadi etanol. Penggunaan *Aspergillus niger* sebagai penghasil enzim amilase jauh lebih murah jika dibandingkan dengan membeli enzim tersebut dan limbah yang dihasilkan tidak berbahaya bahkan masih dapat dimanfaatkan yaitu sebagai pakan ternak maupun pupuk. Untuk mendapatkan hasil yang optimum, maka perlu dilakukan variasi pada tahap hidrolisis dan fermentasi.

METODE PENELITIAN

Obyek Penelitian

Obyek penelitian adalah ubi jalar putih yang diperoleh di BALITKABI (Balai Latihan Tanaman Umbi-umbian dan Kacang-kacangan), Jalan Raya Kendal Payak Kabupaten Malang, dan ubi dibeli pada bulan Maret 2009.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan suatu penelitian yang bersifat eksperimental laboratoris yang dilakukan di Laboratorium kimia FMIPA UM antara bulan September 2008-Mei 2009. Tahapan penelitian, yaitu: (1) pembuatan kurva perumbuhan mikroba yang digunakan, (2) preparasi ubi jalar, (3) penentuan kondisi sakarifikasi optimum meliputi jumlah biakan *Aspergillus niger* dan waktu sakarifikasi, (4) penentuan kondisi fermentasi optimum meliputi jumlah biakan *Saccharomyces cereviseae* dan waktu fermentasi, dan (5) identifikasi bioetanol yang dihasilkan. Kondisi sakarifikasi optimum ditentukan berdasarkan jumlah glukosa yang dihasilkan. Penentuan glukosa mengunakan metode Somogy-Nelson. Pengukuran kadar alkohol untuk menentukan rendemen bioetanol mengunakan alat alkoholmeter. Diagram alir penelitian selengkapnya terdapat di Lampiran 1.

Instrumen Pelaksanaan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari: (1) Peralatan gelas seperti gelas piala 50, 100, 1000 dan 2000 mL; erlenmeyer 250 mL; gelas ukur 5, 10, dan 25 mL; gelas alroji, corong kaca, pengaduk, tabung reaksi, alkohol meter, dan pipet tetes, (2) Alat penunjang lain seperti 1 set alat destilasi pemanas listrik, kertas saring ukuran 1 mikron, timbangan, sumbat karet atau gabus, kapas, aluminium foil, enkas, autoklaf, dan oven.

Langkah Kerja

Pembuatan Kurva Pertumbuhan Saccharomyces cereviseae

Saccharomyces cereviceae pada media padat diinokulasi dalam 100 ml media cair. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C dan kecepatan100 rpm. Absorbansi larutan pada media pertumbuhan diukur pada 660 nm setiap 2 jam selama 24 jam sehingga diperoleh kurva pertumbuhan yang merupakan hubungan antara waktu dengan absorbansi (jumlah sel).

Kurva Pertumbuhan untuk Aspergillus niger

Langkah pertama dalam pembutan kurva pertumbuhan untuk *Aspergillus niger* adalah membuat larutan *starter*. Larutan starter dibuat dengan cara *Aspergillus niger* dalam media padat diinokulasi ke media cair sebanyak 7 kali ose, diinkubasi selama 24 jam pada suhu 30°C dengan kecepatan 100 rpm. Absorbansi larutan starter diukur pada 660 nm. Sebanyak 2 ml larutan starter dimasukkan masing-masing ke dalam 9 buah tabung erlenmeyer yang berisi 50 ml media cair. Berat kering *Aspergillus niger* ditentukan setiap hari dengan cara menyaring media cair pada satu erlenmeyer. Endapannya ditambah natrium hidroksida. Dicuci dengan aquades sampai netral, kemudian dioven hingga diperoleh berat konstan. Kurva pertumbuhan diperoleh sebagai hubungan antara hari dengan berat kering *Aspergillus niger*.

Hidrolisis Optimum

Hidrolisis ubi jalar putih ini perlu dikondisikan agar mendapatkan hasil berupa glukosa yang optimum. Untuk itu, hidrolisis ini memvariasikan jumlah biakan *Aspergillus niger* dan waktu atau lamanya hidrolisis sehingga mencapai glukosa optimum.

Tahap awal adalah, ubi jalar yang telah dikeringkan dan ditumbuk halus tadi dicampur dengan aquades kemudian dipanaskan pada suhu 100°C selama setengah jam sambil diaduk sampai terbentuk bubur. Bubur dibiarkan menjadi dingin. Setelah itu, *Aspergillus niger* dimasukkan ke dalam 100 gram bubur tersebut. Konsentrasi *Aspergillus niger* divariasikan dari 10 ml, 20 ml, 30 ml, 40 ml, 50 ml, 60 ml, hingga 70 ml. Diinkubasi selama 2 jam, kemudian ditentukan kadar glukosa dengan metode *Somogy Nelson*.

Jika konsentrasi *Aspergillus niger* optimum telah ditentukan, maka selanjutnya dilakukan percobaan untuk menentukan waktu hidrolisis optimum. Cara kerjanya sama seperti penetapan jumlah *Aspergillus niger* optimum, hanya saja yang divariasikan adalah waktunya. Waktu yang divariasikan adalah dari 1 jam, 2 jam, 3 jam, 4 jam, 5 jam, 6 jam, dan 7 jam.

Penentuan Kondisi Fermentasi

Sebanyak 100 gram bubur ubi jalar putih ditambah dengan biakan *Aspergillus niger* optimum, diinkubasi selama waktu hidrolisis optimum. Campuran yang diperoleh ditambah dengan biakan *Saccharomyces cereviceae*. Konsentrasi *Saccharomyces cereviceae* divariasikan dari 20 ml, 40 ml, 60 ml, dan 80 ml. Dari variasi tersebut diambil jumlah konsentrasi yang menghasilkan jumlah alkohol yang paling banyak.

Setelah didapatkan jumlah *Saccharomyces cereviceae* optimum, maka selanjutnya adalah memvariasikan waktu atau lamanya fermentasi. Konsentrasi biakan *Saccharomyces cereviceae* merupakan variabel tetap, sedangkan waktu merupakan variabel bebas. Waktu yang digunakan adalah 1 hari, 2 hari, 3 hari, 4 hai, 5 hari, 6 hari, sampai 7 hari. Waktu yang diambil adalah waktu yang dapat menghasilkan etanol maksimum.

Penentuan Rendemen

Penentuan rendemen etanol dari ubi jalar putih dilakukan dengan menghidrolisis 500 gram bubur ubi jalar putih pada kondisi optimum. Setelah itu, dilanjutkan dengan fermentasi pada kondisi optimum. Hasil yang terbentuk disaring, filtratnya didestilasi kemudian diukur kadar alkoholnya dengan alkohol metri.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kurva Pertumbuhan Aspergillus niger dan Saccharomyces cereviceae

Tabel 1. Pertumbuhan Aspergillus niger dan Saccharomyces cereviceae

Aspergillus niger		Saccharomyces cereviceae	
Waktu (hari)	Berat Kering (gram)	Waktu (jam)	Turbidan (Densitas)
1	0,098	2	0,01
2	0,152	6	0,10
3	0,238	10	0,21
4	0,266	12	0,82
5	0,298	18	1,60
6	0,301	26	1,62
7	0,238	34	1,19
8	0,201	38	0,60

Pada hari pertama dan kedua *Aspergillus niger* berada pada fase lag, sedangkan untuk *Saccharomyces cereviceae* fase lag terjadi selama 6 jam pertama. Fase ini meruapakan fase penyesuaian diri mikroba dengan lingkungan yang baru (Tarigan, 1998:131). Selama fase ini, pembelahan sel berlangsung lambat. Hari ke-2

hingga ke-3 pertumbuhan *Aspergillus niger* mengalami fase logaritmik sedangkan *Saccharomyces cereviceae* terjadi pada jam ke-6 hingga jam ke-18. Pada fase ini mikroba sedang aktif melakukan metabolisme (Tarigan, 1998:132).

Tabel di atas menunjukkan bahwa pada hari ke-4 hingga ke-6 *Aspergillus niger* memasuki fase stasioner, sedangkan pada *Saccharomyces cereviseae* terjadi dari jam ke-18 hingga jam ke-26. Pada fase ini sudah tidak terjadi perkembangan lagi . Darkuni (2001) menjelaskan bahwa pada fase ini sel menjadi kecil karena sel tetap membelah walaupun ketersediaan nutrisi pada medium sudah sangat berkurang.

Setelah mengalami fase stasioner, seperti yang terlihat pada Tabel di atas menunjukkan bahwa kedua mikroba mulai fase kematian. Pada fase ini terjadi akumulasi bahan yang bersifat racun. Nutrisi yang diperlukan menjadi sangat berkurang sehingga sel kekurangan energi. Akibatnya, banyak sel yang mengalami kematian.

Kondisi Hidrolsis optimum dengan biakan murni Aspergillus niger

Hasil penelitian tentang kondisi hidrolisis optimum dapat dilihat pada Tabel di bawah ini.

Tabel 2. Kondisi Hidrolisis Optimum Dengan Biakan Murni *Aspergillus niger* dan *Saccharomyces cereviceae*

Volume A. niger	Jumlah Glukosa	Waktu	Jumlah Glukosa
(mL)	(gram)	(jam)	(gram)
20	0,04	1	0,04
30	0,05	1,5	0,06
40	013	2	0,10
50	0,18	2,5	0,05
60	0,06	3	0,04

Tabel 2. menunjukkan jumlah biakan Aspergillus niger dengan variasi konsentrasi 20 mL sampai 50 mL mengalami kenaikan kadar glukosa yang sangat tinggi. Aspergillus niger dalam media yang mengandung amilum (bubur ubi jalar) menghasilkan amilase. Jumlah Aspergillus niger yang terlibat dalam proses sakarifikasi sebanding dengan jumlah amilase yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah Aspergillus niger maka aktivitas amilase semakin tinggi. Jika aktivitas amilase meningkat dan jumlah substrat tetap maka jumlah kadar glukosa yang dihasilkan akan semakin tinggi. Akan tetapi, pada jumlah biakan Aspergillus niger diatas 50 mL (60 mL) menunjukkan hal yang berlawanan karena jumlah glukosa mengalami penurunan yang sangat tajam. Hal ini disebabkan karena jumlah Aspergillus Niger yang terlalu banyak. Pada kondisi tersebut menyebabkan terjadi perebutan makanan antara Aspergillus niger yang jumlahnya sangat banyak, sehingga produksi amilase kurang optimal. Bahkan dimungkinkan juga terjadi autolisis Aspergillus niger.

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa waktu sakarifikasi di atas 2 jam mengakibatkan terjadinya penurunan jumlah glukosa yang sangat tajam. Hal ini disebabkan karena proses sakarifikasi pada percobaan ini mengunakan mikroba yang menghasilkan amilase (*Aspergillus niger*) bukan langsung mengunakan enzim amilase. Akibatnya metabolisme *Aspergillus niger* akan mempengaruhi waktu sakarifikasi. Waktu sakarifikasi yang terlalu lama akan mengakibatkan penguraian glukosa yang telah terbentuk, menjadi zat lain yang lebih sederhana sambil mengha-silkan energi. Oleh sebab itu jumlah glukosa akan menurun karena digunakan *Aspergillus niger* sebagai sumber energi,

Kondisi Fermentasi Optimum dengan Menggunakan Saccharomyces cereviceae

Tabel 3. Kondisi Hidrolisis Optimum Produksi Bioetanol

Volume S. cereviceae	Rendemen	Waktu Fermentasi	Rendemen
(mL)	Bioetanol (mL/kg)	(jam)	Bioetanol (mL/kg)
2	89,7	2	80,0
4	135,7	3	130,0
6	48,6	4	54,4
8	16,4	5	32,4

Laju reaksi bergantung pada jumlah benturan antara partikel-partikel enzim dengan substrat. Semakin tinggi konsentrasi enzim, maka akan semakin banyak bioetanol yang dihasilkan. Dari Tabel 4 di atas didapatkan bahwa kondisi optimum penentuan bioetanol adalah dengan menggunakan volume *Saccharomyces cereviceae* 4 mL selama 3 jam, namun semakin banyak volume *Saccharomyces cereviceae* dan semakin lama waktu fermentasi semakin menurun produksinya. Banyaknya jumlah biakan yang ditambahkan dalam jumlah substrat yang tetap menyebabkan terjadi persaingan hidup yang ketat. Hal ini menyebabkan metabolisme glukosa menjadi alkohol kurang optimal karena banyaknya ragi yang mati. Jadi, pada kondisi tersebut terjadi "kanibalisme" sehingga jumlah sel yang hidup semakin sedikit dan aktivitas ragi untuk mengkonversi glukosa menjadi etanol semakin berkurang. Selain itu, dalam waktu yang semakin lama diindikasikan terjadinya penguraian alkohol yang telah terbentuk. Alkohol dalam waktu yang lama akan teroksidasi menjadi asam asetat. Menurut Prescott (1959) reaksi yang terjadi saat fermentasi alkohol berlangsung dalam waktu yang lama adalah sebagai berikut.

$$C_6H_{12}O_6$$
 + khamir $\rightarrow 2C_2H_5OH + 2CO_2$
Glukosa etanol
 $C_2H_5OH + O_2 \rightarrow CH_3COOH + H_2O$

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

- 1. Jumlah biakkan *Aspergillus Niger* optimum yang diperlukan untuk menghasilkan glukosa adalah 0,298 gram berat kering yang diperoleh dari 50 mL biakan *Aspergillus Niger* pada akhir fase log. Jumlah biakan mikroba tersebut dapat menghasilkan 0,184 gram glukosa dari 100 gram tepung ubi jalar putih.
- 2. Waktu optimum untuk sakarifikasi 100 gram tepung ubi jalar putih menggunakan jumlah biakan *Aspergillus Niger* yang optimum adalah 2 jam.
- 3. Fermentasi menggunakan biakan *Aspergillus Niger* optimum dan waktu optimum, maka rendemen bioetanol yang dihasilkan dari ubi jalar putih a 303 mL/kg.

Daftar Pustaka

Darkuni, M Noviar. Tanpa Tahun. Mikrobiologim"Pertumbuhan Bakteri". Malang: FMIPA Universitas Negeri Malang.

Santoso, Tri. 2001. Fermentasi Etanol dari Tetes Tebu dengan Penambahan Faksi Gula Reduksi Sisa Desugarisasi Tetes. Malang: Jurusan Biologi. FMIPA. Universitas Brawijaya.

Prescott, S. C. And Dunn, GG. 1959. Industrial Microbiology. New York: Mc. Graw-Hill Book Company Inc.

Tadeu, Gener. 2006. Solubiliza Of CaHPO₄ and AlPO₄ by Aspergullus Niger Cultur Media With Diferent Carbon And Nitrogen Sources. Brazil: Jurnal Mikrobiogi.

Tarigan, Jeneng. 1988. Pengantar Mikrobiologi. Jakarta: Depdikbud.