

PEMBUATAN BIOETANOL DARI KULIT NANAS DENGAN METODE LIQUID STATE FERMENTATION (LSF) DENGAN VARIASI WAKTU DAN KONSENTRASI INOKULUM

Deasy, Rahmayuni*, Chairul**, Syelvia Putri Utami**
Laboratorium Rekayasa Bioproses
Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Riau
Kampus Bina Widya KM 12.5 Panam-Pekanbaru
Telp./Fax. 0761-566937
*Email : viva_deasy@yahoo.com

Abstract

*The world consumption of bioethanol for a variety of uses has increased very significantly in recent years. Pineapple skin is one of the potential materials to be processed into bioethanol. Availability of food waste material containing glucose as the skin is still fairly abundant pineapple and its utilization is limited only used for fertilizer and animal feed, so it is necessary for utilization of that adds value as well as a fairly high sugar content (13.65 % reducing sugar) makes the skin of pineapple has the potential to be processed into bioethanol. Through the process of fermentation using *Zymomonas mobilis*, glucose is converted into ethanol and carbon dioxide. Preparation of starter inoculum carried by *Zymomonas Mobilis* process. Fermentation takes place in batches with a volume of 1 liter of fermentation medium, fermentation time variation of pH 5, 2, 4, 6 and 8 days and inoculum concentration variation of 5, 10 and 15 % (v / v). Stirring speed of 200 rpm and temperature of fermentation at room temperature (25° – 30°C). Bioethanol concentration was analyzed by using gas Chromatography Mass Spectroscopy. The process of optimum fermentation conditions shown in inoculum concentration of 10% v / v and 4 days fermentation time. The concentration of bioethanol obtained under these conditions is 43.10 % (v / v) or 23.75 g / ml.*

Keyword : Bioethanol, Pineapple Peel, Fermentation, *Zymomonas mobilis*, Liquid State Fermentation

1. Pendahuluan

Kebutuhan energi saat ini banyak disuplai oleh bahan bakar yang berasal dari fosil. Adanya isu lingkungan dan fakta akan terbatasnya sumber bahan bakar fosil yang berakibat pada krisis energi yang akan menyebabkan terganggunya pertumbuhan perekonomian dunia telah menstimulasi upaya penggunaan dan pengembangan bahan bakar yang renewable dan ramah lingkungan. Penggunaan biofuel di Indonesia dengan menggunakan bioetanol sebagai campuran bahan bakar premium 10% untuk transportasi terdapat dalam Perpres No. 5 tahun 2006 dan Inpres No. 1 tahun 2006 [Junaidi, 2012]

Bioetanol merupakan etanol yang berasal dari sumber hayati dan dapat dijadikan sebagai bahan alternatif karena sifatnya yang ramah lingkungan, mengandung emisi gas CO lebih rendah (19-25%), memiliki kandungan oksigen yang tinggi (35%) sehingga terbakar lebih sempurna, bernilai oktan lebih tinggi (117), dan

dapat diproduksi terus menerus oleh mikroorganisme, salah satunya adalah bakteri *Zymomonas mobilis*. Adapun dasar penggunaan bakteri ini dikarenakan memiliki kelebihan yaitu tahan terhadap konsentrasi tinggi (15%), lebih toleran terhadap suhu dan dapat hidup pada pH rendah (3,5-7,5) seperti yang ditulis oleh Nurhatika, [2012]. Bioetanol juga merupakan bahan bakar yang tidak mengakumulasi gas karbon dioksida (CO₂) dan relatif kompatibel dengan mesin mobil berbahan bakar bensin. Kelebihan lain dari bioetanol adalah pada cara pembuatannya yang sederhana yaitu fermentasi dengan menggunakan mikroorganisme tertentu [Teresa, dkk, 2010].

Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah kulit nanas adalah metode Liquid State Fermentation (LSF) untuk memproduksi bioetanol. Liquid State Fermentation (LSF) merupakan metode fermentasi dalam media cair memiliki kelebihan yakni mudah melakukan sterilisasi dan kontrol aseptik, serta kontrol

parameter seperti (pH, temperatur dan konsentrasi substrat). Beberapa peneliti sebelumnya telah melakukan produksi bioetanol dengan kulit nanas sebagai bahan baku substrat, diantaranya Setyawati dan Astuti (2010), melakukan penelitian bioetanol dari kulit nanas dengan variasi massa *Saccharomyces cereviceae* dan waktu fermentasi, menggunakan fermentasi dalam media cair. Hasil penelitian yang diperoleh adalah kadar etanol tertinggi sebesar 3,965% pada penambahan 30 gram *Saccharomyces cerevisiae* dan waktu fermentasi 10 hari. Nurhatika (2013) menggunakan sampah pasar untuk pembuatan bioetanol dengan *Zymomonas mobilis* menghasilkan kadar etanol optimum 9.5 % (v/v) pada 10 % inokulum dan 6 hari fermentasi. Febriyanti dan Rufita (2011), melakukan penelitian pembuatan etanol dari limbah kulit nanas dengan proses enzimasasi dan fermentasi. Kadar etanol tertinggi dengan proses fermentasi melalui enzimasasi sebesar 49,2296% dengan lama waktu fermentasi 3 hari. Pada penelitian ini dilakukan fermentasi dengan metode LSF dengan bahan baku kulit nanas menggunakan *Zymomonas mobilis*, untuk memperoleh bioetanol dari kulit nanas dengan menggunakan metode Liquid State Fermentation (LSF) dan mempelajari pengaruh variasi perlakuan konsentrasi inokulum dan waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol

2. Material dan Metodologi

2.1 Kulit Nanas

Kulit nanas yang digunakan sebagai bahan baku substrat diperoleh dari limbah industri rumah tangga pengolahan keripik nanas desa Kualu Nanas, Riau.

Mikroorganisme dan Penyiapan Inokulum

Mikroorganisme yang digunakan adalah *Zymomonas mobilis* yang diperoleh dari Laboratorium PAU Universitas Gadjah Mada, dan ditumbuh kembangkan pada media tumbuh dengan komposisi media glukosa 10%, *yeast extract* 1%, KH_2PO_4 0.1%, $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ 0.05%, dan $(\text{NH}_4)_2\text{SO}_4$ 0.1% [Tanaka, 1999 dalam Ageng, 2009]. 1 jarum ose *Zymomonas mobilis* diinokulasi ke dalam 1 ml media tumbuh diperkaya yang telah disterilisasi pada temperatur 121°C selama 20 menit dan dishaker selama 24 jam pada kecepatan 120 rpm [Aditya, 2011].

2.2 Liquid State Fermentation (LSF)

Proses fermentasi dilakukan pada reaktor ukuran 2 liter, fermentor dan kulit nanas yang telah disterilisasi diinokulasikan dengan inokulum *Zymomonas mobilis* yang telah disiapkan secara hati-hati dan aseptik. pH awal proses fermentasi diatur 5 menggunakan buffer sitrat dan temperatur 25°C - 30°C (suhu ruang) serta kondisi anaerob, proses fermentasi berlangsung dengan variasi selama 2, 4, 6 dan 8 hari dengan volume inokulum 5, 10 dan 15% (v/v).

2.3 Metode Analisa

Analisa yang dilakukan pada penelitian ini dengan menguji kadar bioetanol produk menggunakan Gas Chromatography Mass Spectroscopy (GC-MS).

3. Hasil dan Diskusi

3.1 Pengaruh Variasi Waktu dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Perolehan Bioetanol

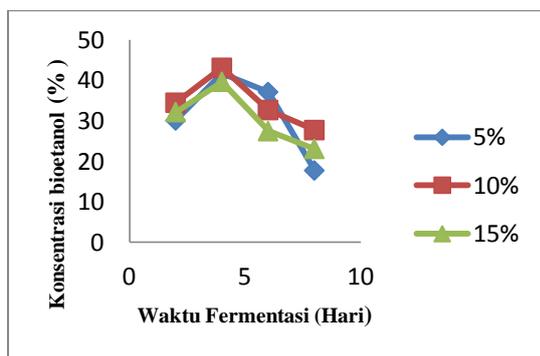
Variabel yang divariasikan pada penelitian ini adalah waktu fermentasi dan konsentrasi inokulum dengan menggunakan *Zymomonas mobilis*, sedangkan pH tetap yakni 5 dan suhu fermentasi pada suhu kamar (25° - 30°C). Kondisi optimum dalam fermentasi ini ditentukan dengan cara mengukur konsentrasi bioetanol hasil fermentasi yang telah dianalisa di laboratorium FMIPA UGM Yogyakarta. Konsentrasi bioetanol diukur dengan menggunakan *Gas Chromatography Mass Spectroscopy* (GC-MS). Konsentrasi bioetanol yang diperoleh pada masing-masing variabel penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Pengaruh Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Konsentrasi Bioetanol Hasil Fermentasi Kulit Nanas

Waktu Fermentasi (Hari)	Konsentrasi Bioetanol yang diperoleh (% v/v)		
	Konsentrasi Inokulum		
	5 %	10 %	15 %
2	30.09	34.47	32.16
4	41.69	43.10	39.66
6	37.11	32.66	27.44
8	17.71	27.70	23.06

Tabel 3.1 menunjukkan waktu optimum yang diperoleh untuk memproduksi bioetanol dengan berbagai variasi konsentrasi inokulum adalah pada

waktu 4 hari, konsentrasi bioetanol yang dihasilkan pada konsentrasi inokulum 5 % adalah 41.7% v/v, untuk konsentrasi inokulum 10 % adalah 43.1% v/v, dan konsentrasi inokulum 15 % adalah 39.6% v/v. Kenaikan konsentrasi etanol yang terjadi disebabkan karena adanya aktivitas metabolisme mikroorganisme yang memanfaatkan substrat pada bahan baku untuk menguraikan glukosa hingga menjadi bioetanol. Setelah waktu optimum fermentasi tercapai, konsentrasi bioetanol menurun pada waktu 6 hari dan 8 hari. Semakin lama waktu fermentasi, maka konsentrasi sel mikroorganisme akan semakin menurun dan menuju pada fase decline karena konsentrasi bioetanol yang dihasilkan semakin tinggi dan konsentrasi nutrisi sebagai makanan mikroorganisme semakin menurun [Setyawati, 2010].



Gambar 3.1 Hubungan Waktu Fermentasi dan Konsentrasi Inokulum Terhadap Perolehan Konsentrasi Bioetanol Hasil Fermentasi Limbah Nanas.

Profil waktu fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol dapat dilihat pada Gambar 3.1. Waktu fermentasi optimum adalah pada waktu fermentasi 4 hari, konsentrasi inokulum 10% menghasilkan konsentrasi bioetanol tertinggi 43.1 % (v/v). Awalnya semakin lama waktu fermentasi, konsentrasi bioetanol yang dihasilkan juga semakin tinggi, akan tetapi setelah kondisi optimum tercapai, konsentrasi bioetanol yang diperoleh cenderung mengalami penurunan. Konsentrasi bioetanol yang semakin menurun diakibatkan terjadinya inhibisi dalam proses fermentasi. Akumulasi produk bioetanol dengan konsentrasi yang tinggi akan bersifat racun bagi mikroorganisme penghasil bioetanol sehingga secara perlahan-lahan menghentikan pertumbuhan mikroorganisme serta produksi bioetanol itu sendiri. Selain itu, konsentrasi bioetanol yang menurun juga disebabkan adanya etanol yang

terkonversi menjadi asam-asam organik dan bereaksi balik menjadi asetaldehid menurut Conway (1992) dalam Oktaviani (2013).

Pengaruh konsentrasi inokulum terhadap perolehan bioetanol yakni dapat diduga dengan kecenderungan profil kurva pertumbuhan mikroba dan kurva konsumsi glukosa walaupun dalam penelitian ini tidak dilakukan pengukuran massa sel dan pengukuran konsentrasi gula awal, gula terfermentasi dan gula sisa. Pada rentang 0 sampai 2 hari mikroba dalam fase adaptasi dan fase pertumbuhan awal dan menurut Suprihatin (2010) jumlah inokulum atau jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat fase adaptasi. Pada rentang 2 sampai 4 hari mikroba dalam fase logaritmik dan menuju fase statis, pada masa ini mikroba membelah dengan cepat dan konstan mengikuti kurva logaritmik. Kecepatan pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh medium tempat tumbuhnya dan kandungan nutrisi, fase ini merupakan kondisi optimum fermentasi dengan konsentrasi inokulum 10 %, dapat diduga terjadi keseimbangan populasi mikroba dan ketersediaan nutrisi sehingga nutrisi yang tersedia dapat maksimal di konversi menjadi produk. Pada rentang 4 sampai 6 hari mikroba dalam fase statis dan fase menuju kematian disini populasi mikroba lebih besar dari ketersediaan nutrisi dan produk yang terbentuk berpeluang di metabolisme lanjut oleh mikroba. Pada rentang 6 sampai 8 hari mikroba dalam fase ini menuju kematian dan fase kematian dapat disebabkan oleh nutrisi yang tersedia sudah mulai habis dan energi cadangan dalam sel mikroba juga mulai habis.

Setiap variasi konsentrasi inokulum 5 %, 10 % dan 15 % menunjukkan kecenderungan data yang sama yakni mencapai puncak konsentrasi bioetanol pada waktu fermentasi 4 hari dan selanjutnya mengalami penurunan konsentrasi pada waktu fermentasi berikutnya. Konsentrasi inokulum 5 % menunjukkan keefektifan kadar bioetanol pada masa fermentasi 2, 4 dan 6 hari, karena pada hari ke 8 kadar etanol yang dihasilkan hanya 17.71 %. Konsentrasi inokulum 10 % menunjukkan keefektifan kadar bioetanol yang dihasilkan pada masa fermentasi 2, 4, 6 dan 8 hari. Pada hari ke 8 kadar bioetanol yang dihasilkan masih cukup tinggi yakni 27.70 %. Berbeda dengan konsentrasi inokulum 15 % dalam skala produksi kurang efektif karena di setiap masa fermentasi 2, 4, 6 dan 8 kadar bioetanol yang dihasilkan lebih kecil dari pada konsentrasi

inokulum 10 % pada masa fermentasi yang sama. Sehingga dapat disimpulkan bahwa jika dengan konsentrasi inokulum 10 % saja dapat dihasilkan kadar bioetanol maksimal yakni 43 %, maka tidak perlu lagi digunakan inokulum 15 % yang tidak efisien. Bahkan menurut Gibbson,WR. (1986) penggunaan konsentrasi inokulum yang terlalu tinggi dapat menyebabkan pengurangan viabilitas sel. Konsentrasi substrat yang terlalu tinggi juga dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme sehingga laju konversi menjadi lambat menurut Roukas (1996) dalam Putra dan Amran (2009).

4. Kesimpulan.

1. Salah satu faktor yang mempengaruhi proses fermentasi terhadap konsentrasi bioetanol yang dihasilkan adalah waktu fermentasi dan konsentrasi inokulum. Waktu optimum yang dibutuhkan pada proses fermentasi kulit nanas dengan metode liquid state fermentation (LSF) adalah 4 hari dan konsentrasi inokulum 10 %.
2. Konsentrasi bioetanol tertinggi yang diperoleh pada konsentrasi inokulum 5 % sebesar 41.69 % v/v, 43.10 % v/v untuk konsentrasi inokulum 10 %, dan 39.66 % untuk konsentrasi inokulum 15 %.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Bapak Chairul, ST, MT dan Ibu Syelvia Putri Utami, ST., M.Eng selaku dosen pembimbing, orang tua dan keluarga yang selalu memberikan dukungan, suami dan anak tercinta, serta semua pihak yang telah membantu selama jalannya penelitian.

Daftar Pustaka

- Abdullah, I.M.2013. Fermentasi Nira Nipah Menjadi Bioetanol Menggunakan *Saccaromyces cereviceae* pada Fermentor 70 Liter, Laporan Penelitian, Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru.
- Aditya, F.L 2011. Pembuatan Bioetanol Dari Nira Sorgum menggunakan Bakteri *Zymomonas mobilis* Dengan Variasi Volume Inokulum, Laporan Penelitian, Teknik Kimia Universitas Riau, Pekanbaru.
- Ageng, D. dan Putra S.R. 2008. Profil Fermentasi Sukrosa Menjadi Etanol Menggunakan *Zymomonas Mobilis* yang Dikoamobilkan dengan Ekstrak Kasar Invertase, Skripsi, Institut Teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Badan Pusat Statistik, 2012, Produksi Buah-buahan Menurut Provinsi, [Http://www.bps.go.id/produksi](http://www.bps.go.id/produksi), diakses pada 10 Juni 2013, pukul 15.00 WIB.
- Febriyanti, L dan E. Rufita., 2011, Pembuatan Bioetanol Dari Limbah Kulit Nanas (*Ananas Comosus L. Merr*) Dengan Proses Enzimasi Dan Fermentasi, Skripsi, Institut teknologi Sepuluh November, Surabaya.
- Hambali, E., dkk.(2007). Teknologi Bioenergi. Jakarta : Agromedia Pustaka.
- Hidayat, N., Padaga M. C. dan S. Suhartini, (2006). Yogyakarta : Mikrobiologi Industri.
- Ismail, K.S. Ku, (2008). Thermo-enzymatic Hydrolysis of Cassava Starch by a-amilase and amyloglucosidase, Malaysian Technical Universities Conference on Engineering and Technology.
- Junaidi, B.A, Abdullah, dan Gunawan. (2012). Kajian Produksi Biodiesel dan Bioetanol Berbasis Mikroalga Secara Simultan, Laporan Penelitian, Fakultas MIPA, Universitas Lampung, Lampung.
- Ketaren, S. (1989).Minyak dan Lemak Pangan. Edisi Pertama. Jakarta : UI-Press.
- Khairani, R. 2007. Tanaman jagung sebagai bahan bio-fuel. <http://www.macklintmip-unpad.net/Bio-fuel/Jagung/Pati.pdf>,diakses pada 25 Juli 2013, pukul 15.00 WIB.
- Kusuma, I.G.B.W., 2010, Pengolahan Sampah Organik Menjadi Etanol dan Pengujian Sifat Fisika Biogasoline, Universitas Udayana.
- Nurhatika, Sri dkk. 2013, Pengaruh Konsentrasi Inokulum Bakteri *Zymomonas mobilis* dan Lama Fermentasi pada Produksi Etano dari Sampah Sayur dan Buah Pasar Wonokromo Surabaya, Jurnal Sains dan Seni Pomits Vol 2 No. 2 2337-3520.
- Oktaviani, R. 2013. Produksi Etanol dari Limbah Kulit Nanas dengan Metode Solid State Fermentation (SSF) Terhadap Variasi Waktu dan Variasi Ukuran Partikel Substrat. Laporan Penelitian, Fakultas Teknik, Universitas Riau, Pekanbaru.
- Prihandana, R. (2007). Bioetanol Ubi Kayu Bahan Bakar Masa Depan. Jakarta: Agromedia.
- Pratama, M. 2010. Fermentor.<http://ilmy.blog.com/2010/01/23/fermentor/> [05 Agustus 2012].
- Ristiani, J. 2008. Sintesis Bioetanol dari Sari Kulit Nanas (*Ananascomosus L. Merr*) Sebagai Pengganti Bahan Bakar Cair.[Http://www.docstoc.com/docs/20822552/% E 2% 80% 9 C Sintesis-Etanol-dari](http://www.docstoc.com/docs/20822552/%E2%80%9C9C%20Sintesis-Etanol-dari)

- Sari-Kulit-Nanas-Ananas-comosus-L, diakses pada 26 Juli 2013, pukul 11.00 WIB.
- Rizani K.Z. 2000. Pengaruh Konsentrasi Gula Reduksi dan Inokulum (*Saccharomyces cerevisiae*) pada Proses Fermentasi Sari Kulit Nanas (*AnanascomosusL. Merr*) untuk Produksi Etanol". Skripsi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universtas Brawijaya, Malang.
- Rimbault, Maurice. (1998), General and microbiological aspects of solidsubstrate fermentation, *EJB Electronic Journal of Biotechnology* vol 1(3) : 174-188.
- Roehr, M. (2001). Potential Source of Energy and Chemical Products, *The Biotechnology of Ethanol*, Wiley-VCH Verlag GmbH, Weinheim, 100-101.
- Rogers, P.L., dkk(2007), *Zymomonas mobilis* for Fuel Ethanol and Higher Value Products, *Adv. Biochem. Eng. Biotechnol.*
- Sari, R. P. P. 2009. Pembuatan etanol dari nira sorgum dengan proses fermentasi. Skripsi, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Setyawati H.dan Rahman N.A. 2010. Bioetanol dari Kulit Nanas dengan Variasi Massa Fermentasi, Skripsi, Institut Teknologi Nasional, Malang.
- SNI 7390-2008. Standar Nasional Indonesia Kualitas Bioetanol. Badan Standarisasi Nasional (BSN).
- Sudarmadji S. (1997). *Prosedur Analisa untuk Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Liberty.
- Suprpti. (2001). *Budidaya Jamur Tiram Pada Media Serbuk Gergaji (Petunjuk Teknis)*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan dan Perkebunan. Bogor. 20 hal. ISBN 979-95743-2-3.
- Suprihatin. (2010). *Teknologi Fermentasi*. Surabaya : UNESA Press
- Tahir, I.2008. *Kajian Penggunaan Limbah Buah Nenas Lokal (AnanasComosus L) Sebagai Bahan Baku Pembuatan Nata*, Makalah Seminar Nasional Kimia XVIII, Jurusan Kimia FMIPA UGM.
- Teresa M. M., Antonio A. M. dan Caetano, N.S. 2010. *Microalgae for Biodiesel Production and Other Applications: A Review*, *Renewable and Sustainable Energy*, 14 217-232.
- Vernandos, A. dan N. Huda. 2008. *Fermentasi Nira Nipah Menjadi Etanol menggunakan Saccharomyces Cerevecae*. Universitas Riau : Pekanbaru
- Wyman, C. E. (2002). *Potential Synergies and Challenges in Refining Cellulosic Biomass to Fuels*. *Biotechnol Progress*.
- Zhang, K. dan Feng, H. (2010). *Fermentation Potentials of Zymomonasmobilis and its Application in Ethanol Production from Low-cost Raw Sweet Potato*. *African Journal of Biotechnology*. Vol. 9. 38. 6122-6128.