
PRODUKSI BIOETANOL MENGGUNAKAN BIOFILM SEL SACCHAROMYCES CEREVISIAE FNCC 3012 PADA PERMUKAAN BAGAS TEBU

Margono*, Endah Retno Dyartanti

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 57126 Telp/fax: 0271-632112

*Email : mrgono04@yahoo.com

Abstract: *The policy of Indonesian Government on supporting renewable energy resources developments has increased bioethanol research, both upstream or downstream processes. The objective of this research was to improve bioethanol productivity using immobilized Saccharomyces cerevisiae FNCC 3012 on sugarcane baggase surfaces. Fermentation process was divided into 2 steps, first was growth step of developing biofilm and second step was production process of bioethanol. Biofilm development was done for 72 hours by aerobic fermentation and followed by anaerobic fermentation producing bioethanol for 72 hours. Some volumetric flows of medium was implemented on the process, i.e. 1.44, 3.36 and 4.56 L/hr. The best consumption of glucose in this research was showed by 20 g/L glucose in input and 0.15 g/L glucose in the output medium. The increasing flowrate of medium into bioreactor results on decreasing of bioethanol concentration in output of the bioreactor. The optimum medium flowrate was 1.44 L/hr which was producing bioethanol concentration of 8.75% v/v.*

Keywords: *bioethanol, sugarcane baggase, biofilm, Saccharomyces cerevisiae FNCC 3012*

Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara penghasil tanaman tebu di dunia. Tanaman tebu merupakan sumber gula utama yang menjadi kebutuhan sehari-hari bagi rakyat Indonesia. Di sisi lain, proses pembuatan gula tebu juga menghasilkan limbah berupa ampas tebu (bagas tebu). Bagas tebu banyak dimanfaatkan untuk bahan bakar atau bahan baku pulp kertas. Potensi lain pemanfaatan bagas tebu adalah untuk sarana pertumbuhan sel mikrobia yang dalam hal ini dapat digunakan untuk sarana pertumbuhan sel *Saccharomyces cerevisiae* pada proses produksi bioetanol. Potensi ini sangat menarik karena sel *S. cerevisiae* amobil yang tumbuh pada permukaan partikel padatan, antara lain bagas tebu, terbukti meningkatkan produktivitas bioetanol. Lebih dari itu, potensi jumlah bagas tebu di Indonesia juga cukup besar, yaitu 6,5 juta ton per tahun (Maritje, 2011).

Teknologi produksi bioetanol menggunakan sel amobil terbukti memiliki produktivitas bioetanol yang lebih tinggi dibandingkan teknologi proses *batch* (Elervi dkk., 2006). Kesimpulan yang sama juga ditunjukkan oleh peneliti lain (Shindo, 2001). Keunggulan penggunaan sel amobil dengan proses kontinyu meliputi peningkatan produktivitas volumetrik, meningkatkan konsentrasi produk dalam aliran output, menurunkan konsentrasi substrat dalam aliran output, dan mencegah terjadinya *wash out* pada aliran output. Berdasarkan hasil penelitian

dan hasil analisa diperoleh bahwa konsentrasi glukosa dan Ca-alginat serta K-karaginan berpengaruh terhadap konsentrasi, yield dan produktivitas bioetanol yang dihasilkan. Konsentrasi, yield dan produktivitas bioetanol yang dihasilkan oleh sel amobil dalam bead alginat lebih tinggi dibandingkan dalam bead karaginan. Hasil tertinggi diperoleh pada konsentrasi Ca-alginat 3%, konsentrasi bioetanol 67,38 g/L (8,54%) pada konsentrasi substrat 18%, yield 33,76% pada konsentrasi substrat 10%, dan produktivitas bioetanol 88,51 g/L.jam pada konsentrasi substrat 18%. Hasil berbeda diperoleh pada proses fermentasi menggunakan bead K-karaginan, yaitu konsentrasi etanol 60,18 g/L (7,63%) pada konsentrasi karaginan 2% dan substrat 18%, yield 27,66% pada konsentrasi substrat 18%, dan produktivitas bioetanol 72,22 g/L.jam pada konsentrasi substrat 18%.

Ada beberapa kekurangan pada metode imobilisasi menggunakan Ca-alginate atau K-karaginan, yaitu sel *S. Cerevisiae* tidak dapat tumbuh lagi (pertumbuhan kecil) sehingga konsentrasinya berkurang dan sel terjebak di dalam bead sehingga proses pembentukan bioetanol dipengaruhi oleh proses difusi bahan/produk dalam bead dan proses fermentasi. Oleh karena itu perlu cara alternatif untuk mengatasi permasalahan tersebut. Proses fermentasi menggunakan biofilm sel *S. Cerevisiae* yang tumbuh pada permukaan partikel padatan dapat menjadi alternatif bagi

proses tersebut. Pada biofilm sel akan tetap tumbuh sehingga sel dapat mencapai konsentrasi tinggi dan hambatan oleh proses difusi bahan/produk dapat dihindarkan.

Metodologi Penelitian

Persiapan Yeast. Yeast berupa *Saccharomyces cerevisiae*. Yeast diperoleh dari Food and Nutrition Culture Collection (FNCC) Pusat Studi Pangan Gizi UGM, dipelihara dalam PGY agar miring, kemudian disimpan dalam refrigerator. Satu tabung agar miring diresuspensi dalam 100 mL PGY broth, ditumbuhkan dalam 250 mL Erlenmeyer pada 30 °C *overnight* kemudian digunakan untuk inokulasi fermentor.

Persiapan Medium. Medium fermentasi (Cysewski and Wilke, 1977) terdiri dari 100 g/L glukosa, 8,5 g/L yeast extract, 1,3 g/L NH₄Cl, 0,12 g/L MgSO₄.7H₂O, dan 0,06 g/L CaCl₂.

Persiapan Bahan isian. Bahan isian dibuat dari biji salak. Biji salak terlebih dahulu disterilisasi menggunakan otoklaf. Tinggi bahan isian disesuaikan dengan tinggi reaktor.

Cara fermentasi. Kolom fermentor diisi dengan bahan isian berupa biji salak. Semua peralatan disterilisasi dengan formalin tablet selama 18 jam. Untuk peralatan yang bisa dilepas dan diotoklaf, maka sterilisasi menggunakan otoklaf. Tangki substrat diisi dengan medium 2 L. Kemudian kolom diinokulasi dengan inokulum yeast yang telah disiapkan dengan metode seperti telah dijelaskan di atas. Inkubasi dilakukan sesuai dengan variabel waktu yang dipilih (24, 48, dan 72 jam) dengan aliran udara kompresor sehingga yeast tumbuh menempel pada bahan isian. Kecepatan aliran medium diatur sehingga terjadi aliran merambat pada permukaan bahan isian. Setelah inkubasi selesai, selanjutnya dilakukan fermentasi secara anaerobik selama 48 jam.

Hasil dan Pembahasan

Hasil percobaan menunjukkan bahwa variasi lamanya waktu pertumbuhan yeast dan kecepatan aliran medium produksi berpengaruh terhadap proses produksi bioetanol menggunakan metode biofilm pada permukaan bagas tebu. Bertambah lamanya waktu pertumbuhan sel *S. Cerevisiae* pada permukaan bagas tebu berpengaruh terhadap konsentrasi sel pada permukaan bagas tebu. Oleh karena itu perbedaan lama waktu pembentukan biofilm berpengaruh terhadap produktivitas bioetanol yang dihasilkan.

Lama waktu pertumbuhan biofilm sel *S. Cerevisiae* berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan sel. Pertumbuhan sel belum begitu nampak pada waktu pertumbuhan 24 jam, tetapi

pada waktu ke 72 jam pertumbuhan sel sudah sangat tampak menempel pada permukaan bagas. Waktu pertumbuhan ke 72 jam tersebut telah layak untuk digunakan sebagai media produksi bioetanol.

Lama waktu tinggal medium dalam bahan isian (biofilm) juga berpengaruh terhadap konsentrasi produk bioetanol. Hasil percobaan menunjukkan bahwa kecepatan aliran medium yang lebih lambat yang berarti lama waktu tinggal medium yang lebih lama akan meningkatkan konsentrasi bioetanol dalam aliran produk fermentasi. Hasil tersebut ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil fermentasi bioetanol menggunakan biofilm *S. Cerevisiae* FNCC 3012

Kecepatan Alir Medium (L/jam)	Waktu (jam)	Konsentrasi etanol	
		Input bioreaktor (% v/v)	Output bioreaktor (% v/v)
1,44	0	0	0
	12	7,74	7,93
	24	7,93	8,31
	36	8,18	8,44
	48	8,44	8,75
3,36	0	0	0
	12	5,97	6,86
	24	6,86	6,98
	36	7,17	7,30
	48	7,11	7,36
4,56	0	0	0
	12	4,40	4,59
	24	4,71	4,90
	36	5,03	5,15
	48	5,09	5,28

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin lama waktu fermentasi maka semakin tinggi konsentrasi bioetanol dalam produk dan akhirnya mengalami penurunan seiring dengan berjalannya waktu fermentasi. Peningkatan konsentrasi bioetanol terbesar terjadi pada waktu antara 0 – 12 jam. Hal tersebut karena pada waktu tersebut konsentrasi glukosa masih cukup tinggi. Konsentrasi bioetanol semakin menurun ketika proses fermentasi telah berjalan dalam waktu antara 24 – 48 jam. Penurunan konsentrasi bioetanol tersebut disebabkan oleh karena konsentrasi glukosa dalam medium semakin menipis dan mulai terbentuknya bioetanol yang bersifat racun bagi pertumbuhan sel *S. cerevisiae*.

Tabel 1 juga menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan alir medium dalam bahan isian (biofilm) maka semakin rendah konsentrasi

bioetanol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan oleh karena semakin tinggi kecepatan aliran medium berarti semakin rendah lama waktu tinggal medium dalam biofilm. Hal tersebut juga berarti bahwa semakin tinggi kecepatan aliran medium maka semakin singkat waktu kontak medium dengan sel *S. Cerevisiae* yang berfungsi mengubah medium glukosa menjadi bioetanol.

Kesimpulan

Tahap produksi bioetanol dilakukan dengan kecepatan alir medium yang bervariasi, yaitu 1,44 , 3,36 dan 4,56 L/jam. Percobaan dilakukan dengan konsentrasi glukosa umpan sebesar 20 g/L dan konsentrasi glukosa sisa proses 0,15 g/L. Hasil percobaan menunjukkan bahwa semakin tinggi kecepatan alir medium semakin rendah konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Kecepatan alir medium yang paling efektif adalah 1,44 L/jam dan menghasilkan konsentrasi bioetanol sebesar 8,75% v/v.

Ucapan terima kasih

Terima kasih kami sampaikan kepada Rektor Universitas Sebelas Maret atas bantuan dana penelitian pada program Hibah Sarjana DIPA BLU Universitas Sebelas Maret TA 2012.

Daftar Pustaka

- Cysewski, G.R. dan Wilke, C.R., 1977, Rapid Ethanol Fermentation Using Vacuum and Cell Recycle, *Biotechnol. Bioeng.*, 19, 1125.
- Elervi, P.A. dan Putra, S.R., 2006, Produksi Etanol Menggunakan *Saccharomyces cerevisiae* yang Diimobilisasi dengan Agar Batang, *Akta Kimindo*, 1 (2), 105 – 114.
- Kunduru, M.R, 1994, Development of a Biofilm Reactor For Enhanced Ethanol Production, UMI a Bell and Howell Information Company, USA.
- Maritje, 2011, Limbah RI Berpotensi Jadi Bahan Bakar Pembangkit Listrik, <http://www.solopos.com>
- Shindo, S., Takata, S., Haruo, T., dan Yoshimura, N., 2001, Development of Novel Carrier Using Natural Zeolite and Continuous Ethanol Fermentation With Immobilized *Saccharomyces cerevisiae* In a Bioreactor, *Biotechnology Letters*, 23, 2001-2004.