
PRODUKSI BIOETANOL DARI SORGHUM (SORGHUM BICOLOR) SECARA KONTINYU DARI REAKTOR UNGGUN TERFLUIDISASI (FLUIDIZED BED BIOREACTOR)

Endah Retno Dyartanti, Margono*, Jemy Harris, Kurniawan Putra
Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret
Jl. Ir. Sutami no. 36 A, Surakarta 27126 Telp/fax:0271-632112

*Email: mrgono04@yahoo.com

Abstract: *Many studies have been done regarding the optimization of fermentation process to produce bioethanol. This study aims to determine the effect of feed flow rate during the fermentation. Fermentation is performed continuously by the method of Simultaneous Saccharification Fermentation (SSF) using column Fluidized bed (fluidized bed bioreactor). The used materials are sorghum which converted into glucose in the process of liquefaction and saccharification. This study used the variation of the feed flow rate of 240, 260, 280, and 300 ml/minute with a substrate concentration of 25% (m/v). Fifteen minutes before the fermentation was complete, for each flow rate was sampling every 5 minutes to calculate the levels of glucose, total glucose levels, and levels of bioethanol. The results showed that the feed flow rate of 240,260,280 and 300 ml/minutes produced bioethanol with the each highest levels of 8.32, 8.32, 8.33, 8.33g/L/h, respectively.*

Keywords: *flow rate, amobil, fluidized bed bioreactor*

PENDAHULUAN

Potensi tanaman sorgum digunakan sebagai bahan baku pembuatan bioetanol sangat besar karena sumber bahan bakunya dapat diambil dari pati, nira, dan ampas dari sorgum. Sorgum memiliki komposisi pati sebanyak 80,42%, bahkan kandungan karbohidrat dalam biji sorgum cukup tinggi, yaitu sekitar 73%, jauh lebih tinggi dibandingkan pada singkong yang hanya sekitar 34,5% (Suarni, 2004).

Simultan sakarifikasi dan fermentasi kontinyu dalam unit bioreaktor unggun terfluidakan memiliki banyak kelebihan karena hemat bahan, hemat biaya operasi dan dapat menghasilkan konsentrasi bioetanol yang besar dalam waktu singkat (Krishnan dkk., 1999).

Metode ko-immobilisasi adalah metode penempatan enzim di dalam suatu daerah atau ruang tertentu (*entrapment*) bersama dengan mikro organisme sehingga dapat menahan aktivitas katalitiknya serta dapat digunakan secara berulang-ulang dan kontinyu (Chibata, 1978). Keuntungan dengan menggunakan ko-immobilisasi sel dibandingkan dengan *free cell* adalah memberikan kemudahan pemisahan produk, produktivitas volumetrik yang tinggi, meningkatkan proses kontrol, mengurangi kontaminasi, menurunkan biaya pemisahan serta mencegah terjadinya *watch out* pada aliran keluar produk. Ko-immobilisasi yang digunakan

yang dipilih adalah Ca-alginat dengan konsentrasi enzim 25% (v/v) dan yeast 7% (v/v).

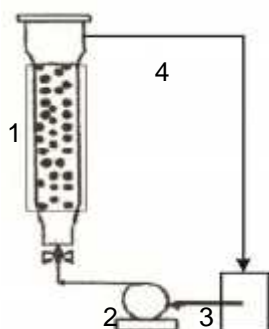
Menurut Lup teanu (2007), Bioreaktor Unggun Terfluidakan merupakan jenis reaktor menggunakan fluida (cairan atau gas) yang dialirkan melalui biokatalis (biasanya berbentuk butiran-butiran kecil) dengan kecepatan yang cukup sehingga biokatalis akan terolak dan akhirnya katalis tersebut dapat dianalogikan sebagai fluida juga.

Menurut Sun dkk. (1997), ko-immobilisasi yeast dan enzim *amylogluco sidase* dapat lebih efektif mengkonversi larutan pati menjadi etanol di dalam *Fluidized Bed Bioreactor*. Biokatalis tidak mengalami penurunan performa yang signifikan dalam 10 minggu pengoperasian secara kontinyu, bioreaktor mudah dioperasikan dan tidak diperlukan pengontrolan pH. Dalam pengoperasian tidak ditemukan kontaminasi bakteri.

METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan: Biji sorgum, *Dry yeast*, -amonipropyl triethoxysilane (-AMPTS), *Glukoamylase*, *Alfaamylase*, Kalsium diklorida, Silica gel, *Glutaral- dehyde*, Asam Sitrat, Buffer Asetat, Buffer Fosfat, Na-Alginat, Aquadest, NaOH. Mikroorganisme yang digunakan adalah *Saccharomyces Cereviseae*. Alat yang digunakan adalah *Fluidized Bed Bioreactor* dengan volume total umpan sebanyak 5 L. Sementara

untuk isian (packing/bead) reaktor digunakan sebanyak 164,095 gram.



Keterangan :

1. Fluidized Bed Bioreaktor
2. Pompa
3. Feed Tank
4. Output Fermentasi

Gambar 1. Rangkaian Alat Fermentasi

Penelitian dilakukan dengan empat tahapan yaitu ko-immobilisasi, persiapan medium, simultan sakarifikasi dan fermentasi (SSF), dan analisa data. Pada tahap ko-immobilisasi dibagi menjadi empat tahapan yaitu silanisasi silika, immobilisasi enzim dan silika, Ko-immobilisasi enzim dan yeast dalam Na-alginat, dan pembuatan bead biokatalis. Pada tahap ini dihasilkan bead biokatalis dengan 25% enzim glukamilase dan 7% yeast dalam Na-alginat.

Pada pembuatan medium fermentasi dilakukan dalam dua tahap yaitu liquifikasi dan hidrolisis. Pada tahap ini menggunakan bantuan enzim alfaamylase. Pada tahap ini perbandingan jumlah pati sorgum dan CaCl_2 0,01 M sebesar 25% (w/v).

Pada tahap simultan sakarifikasi dan fermentasi menggunakan *Fluidized Bed Bioreactor* dengan volume total umpan sebanyak 5 L yang disirkulasi dengan variasi laju alir sebesar 240, 260, 280, dan 300 ml/menit. Waktu fermentasi 15 menit tiap masing-masing laju alir.

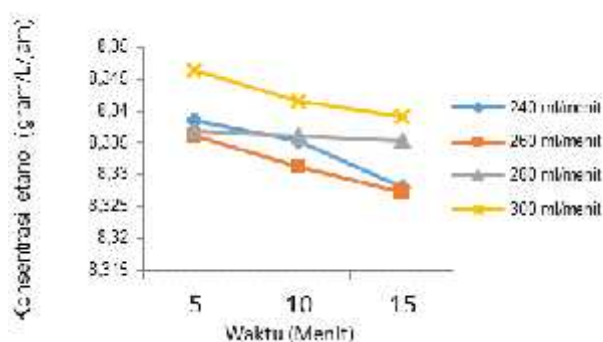
Analisa data untuk kadar glukosa menggunakan metode lane-eynon sedangkan analisa untuk kadar bioetanol menggunakan piknometer.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Laju Alir Terhadap %(v/v) Bioetanol yang Dihasilkan

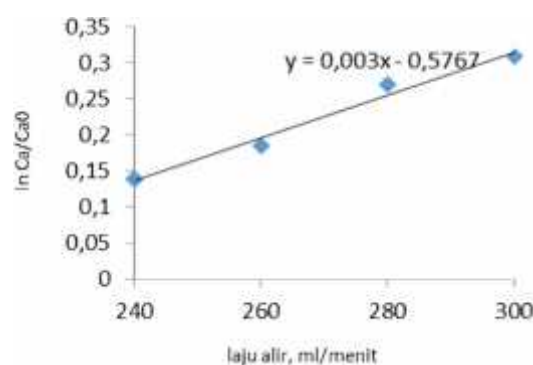
Semakin besar laju alir substrat pada saat proses fermentasi menyebabkan penurunan konsentrasi bioetanol yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena glukosa yang bertindak sebagai reaktan, padahal semakin besar laju alir

substrat, glukosa yang dihasilkan lebih sedikit. Hal ini menyebabkan mikroorganisme *saccharomyces cereviseae* hanya bisa mengubah sedikit reaktan menjadi bioetanol. *Saccharomyces cereviseae* tidak bisa mengubah selain glukosa, meskipun pati merupakan polimer glukosa. Sehingga di dalam reaktor masih banyak pati. Hal ini ditunjukkan oleh gambar.4. Setelah 15 menit fermentasi bioetanol tertinggi yang dihasilkan dengan laju alir 240 ml/menit sebesar 8,338 gram/L/jam, pada laju alir 260 ml/menit sebesar 8,336 gram/L/jam dan pada laju alir 280 ml/menit sebesar 8,336 gram/L/jam sedangkan pada laju alir 300 ml/menit sebesar 8,346 gram/L/jam



Gambar 2. Konsentrasi Bioetanol Hasil SSF(gram/L/jam)

Pengaruh Laju Alir Terhadap Konstanta Kecepatan reaksi

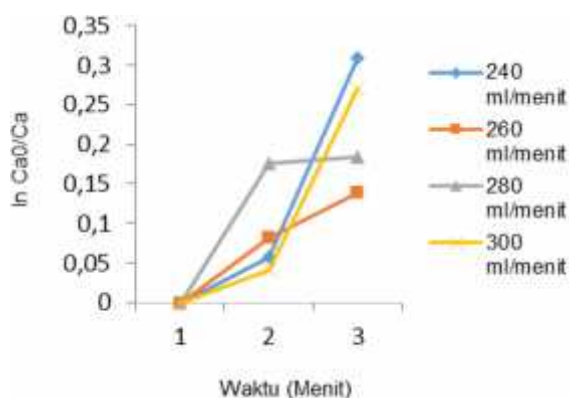


Gambar 3. Konstanta Kecepatan Reaksi Pembentukan Bioetanol

Menurut Gambar 3, kecepatan reaksi konsumsi substrat glukosa merupakan reaksi order 1 yang merupakan hasil *trendline* dengan konstanta kecepatan reaksi sebesar 0.003/detik. Kesimpulan bahwa kecepatan konsumsi substrat glukosa mengikuti persamaan reaksi kimia order 1 sesuai dengan peristiwa reaksi umum yang terjadi dalam bidang bioproses.

Pengaruh Laju Alir Terhadap Kecepatan reaksi Pembentukan Etanol

Semakin besar laju alir substrat pada saat proses fermentasi menyebabkan penurunan kecepatan reaksi pembentukan etanol. Hal ini disebabkan karena kecepatan konsumsi glukosa selama waktu fermentasi identik dengan kecepatan berkurangnya konsentrasi reaktan dalam suatu reaksi kimia sehingga semakin besar berkurangnya konsentrasi glukosa semakin besar juga koefisien kecepatan reaksinya. Hal ini ditunjukkan oleh gambar.5. Pada laju alir 240 ml/menit koefisien kecepatan reaksi pembentukan bioetanol sebesar 0,05873./jam, pada laju alir 260 ml/menit sebesar 0,08204./jam dan pada laju alir 280 ml/menit sebesar 0,17682./jam serta pada laju alir 300 ml/menit sebesar 0,04202./jam



Gambar 4. Pengaruh Laju Alir Terhadap Kecepatan reaksi Pembentukan Etanol

KESIMPULAN

Berdasarkan data yang diperoleh dapat ditarik kesimpulan antara lain: 1) semakin besar laju alir semakin kecil penurunan konsentrasi glukosa, (2) semakin besar laju alir semakin kecil penurunan konsentrasi gula total, 3) semakin besar laju alir semakin kecil bioetanol yang dihasilkan, 4) semakin besar laju alir semakin kecil konstanta kecepatan reaksi pembentukan bioetanol

DAFTAR PUSTAKA

- Chibata, Ichiro, 1978, "Immobilized Enzymes: Research and Development", Wiley & Sons Incorporated John, New York.
- Elevri, Putra Asga dan Putra, Surya Rosa, 2006, "Produksi Etanol Menggunakan Saccharomyces cerevisiae yang Diamobilisasi dengan Agar Batang", Akta Kimindo Vol. 1 No.2 pp 105-114.

Goksungur, Y., dan N, Zorlu, 2001, "Production of Ethanol from Beet Molasses by Ca-Alginate Immobilized Yeast Cell in a Packed-bed Bioreactor", Turk J Biol 25, page 265-275, Turkey.

Grote, W., K.J Lee, dan P.L rogers, 1980, "Continuous Ethanol Production by Immobilized Cells of Zymomonas mobilis", Biotechnology letters vol 11, hal 481-486., New York.

Kim, S.D., Kim, H.S., Han, J.H., Chem. Eng. Sci. Vol 47. P 3419, 1999.

Krishnan, M.S., Nghiem, N.P., and Davidson, B.H., 1980, "Ethanol Production from Corn Starch in a Fluidized-bed Bioreactor," Appl. Biochem. Biotechnol, New York.

Koutinas, A.A., Arifeen, N., Wang, Ruohang, Kookos, Ioannis K., and Webb, Colin, 2007, *Biotechnology Progress: Process Design and Optimization of Novel Wheat-Based Continuous Bioethanol Production System*, Volume 23, Issue 6, 2007, Pages: 1394–1403.

Lup teanu, A., Galaction, A., and Ca caval, 2007, *Bioreactors with immobilized biocatalysts*, Inter Global, Romania

Perry, R.H., and Green, D., 1984, *Perry's Chemical Engineering Hand's Book*, 6th Edition, Mc Graw Hill Book Co., New York.