

Optimasi Proses Produksi Etanol Dari Molases Menggunakan Teknik Fermentasi-Ekstraktif

Firda Atikah Rosyadi, Kurnia Putri Prasavitri, Tri Widjaja
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)
Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia
e-mail: papatri2003@yahoo.com

Abstrak—Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan yield dan produktivitas etanol menggunakan fermentasi kontinyu pada packed bed bioreaktor dan proses fermentasi yang diintegrasikan proses ekstraksi dengan *recycle* dari rafinat yang dikembalikan pada fermentor serta mengetahui jenis pelarut yang terbaik untuk proses fermentasi ekstraktif ditinjau dari sifat inhibisi serta melakukan optimasi dengan mengembangkan model matematis dari proses fermentasi-ekstraktif menggunakan MATLAB 7.0 dengan metode Golden Section serta membandingkan hasilnya antara eksperimen dan pemodelannya. Pada proses ini digunakan molases sebagai bahan baku dan *n-amyl alcohol*, *1-octanol* dan *1-dodecanol* sebagai *solvent* pada proses ekstraksi. Konsentrasi awal molases adalah 161,14 g/L (17%). Variabel *recycle ratio* yang digunakan sebesar 40%, 50%, 60% dan 70% terhadap *feed*. Pelarut yang digunakan ada tiga macam berdasarkan jumlah atom C-nya yaitu *n-amyl alcohol* (C-5), *1-octanol* (C-8), dan *1-dodecanol* (C-12). Konsentrasi gula reduksi sisa dianalisa dengan metode DNS (*Dinitrosalisilic acid*), sedangkan kadar etanol dianalisa dengan metode *Gas Chromatography* (CG). Fermentasi-ekstraktif dilakukan secara eksperimen dan pemodelan dengan metode Golden Section. Yield optimum untuk pelarut *n-amyl alcohol* adalah sebesar 10,0049%. Pada *recycle ratio* 0.4. Nilai yield optimum yang didapatkan untuk pelarut *1-octanol* dan *1-dodecanol* adalah saat tidak ada *recycle* sebesar 9,9949% dan 9,992%. Berdasarkan hasil tersebut maka diketahui bahwa *n-amyl-alkohol* merupakan pelarut terbaik yang digunakan pada proses fermentasi ekstraktif.

Kata Kunci—etanol, molases, fermentasi-ekstraktif, permodelan

I. PENDAHULUAN

Bioetanol (C₂H₅OH) dikenal sebagai bahan bakar dari minyak nabati yang memiliki sifat menyerupai minyak premium yang ramah lingkungan karena bersih dari emisi bahan pencemar. Bahan bakar ini diperoleh melalui proses fermentasi gula sederhana / glukosa yang terdapat pada bahan alami (tumbuh-tumbuhan) dengan memanfaatkan kemampuan mikroorganisme tertentu. Dalam penelitian ini, dipilih *molasses* sebagai bahan baku dikarenakan *molasses* mengandung glukosa yang bisa langsung didegradasi menjadi etanol. *Molases* merupakan *by product* dari industri gula yang didapat setelah sukrosanya dikristalkan dan dipisahkan dari niranya. *Molases* merupakan campuran kompleks yang mengandung sukrosa, gula invert, garam-garam, dan bahan-

bahan non gula. *Molases* bersifat asam, mempunyai pH 5,5–6,5 [1].

Fermentasi pada umumnya menggunakan proses batch sebab kadar dan produktivitas etanol yang dihasilkan rendah, hal ini dikarenakan akumulasi dari etanol yang terbentuk pada fermentor akan meracuni mikroorganisme yang berperan dalam pembentukan etanol itu sendiri. Akumulasi dari produk terlarut yang bersifat racun akan menurunkan secara perlahan-lahan dan bahkan dapat menghentikan pertumbuhan serta produksi dari mikroorganisme [2].

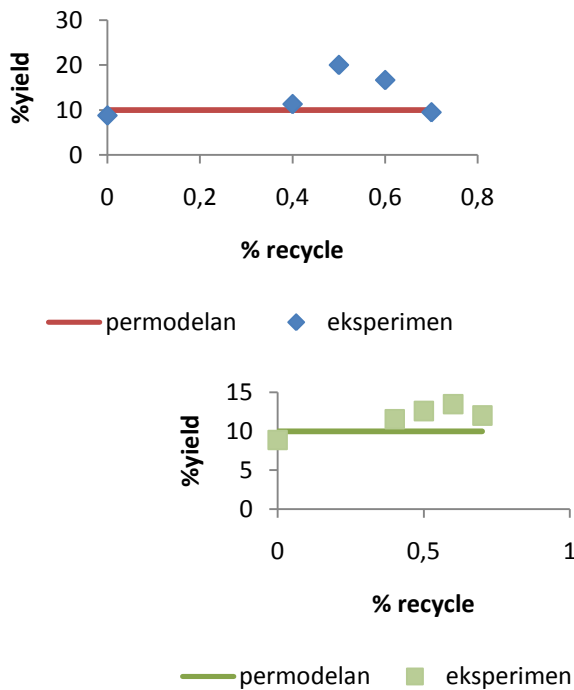
II. URAIAN PENELITIAN

Penelitian ini akan dilakukan secara eksperimen dan pemodelan. Variabel yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Fermentasi-Ekstraktif tanpa *Recycle* :Konsentrasi glukosa awal dalam molasses 161,14g/L (17%), periode pengambilan sampel : tiap 6 jam selama 120 jam, pelarut: amylalcohol,1-octanol, 1-dodecanol, laju alir pelarut: 20 mL/menit sedangkan variabel untuk Fermentasi-Ekstraktif menggunakan *recycle* yaitu konsentrasi glukosa dalam molasses :161,14g/L (17%), periode pengambilan sampel : tiap 6 jam selama 120 jam, pelarut: amylalkohol,1-oktanol, 1-dodekanol, laju alir pelarut: 20 mL/menit, rasio *recycle* dari rafinat 40%, 50%, 60% dan 70%. Dan untuk permodelan menggunakan Metode Golden Section.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengembangan model matematis pada proses frementasi ekstraksi ini memberikan kemudahan dalam menentukan perkiraan kondisi pelarut yang memungkinkan untuk mendapatkan hasil ekstrak (etanol) yang optimal. Perhitungan empiris dari *Packed Bed Fermentors* dilakukan dengan menggunakan software MATLAB R2009 [3].

Untuk mencari optimasi adalah dengan mengembangkan model matematis dari proses fermentasi-ekstraktif yaitu metode Golden Section menggunakan MATLAB R2009. Berikut adalah grafik hasil yield etanol dari proses fermentasi ekstraksi untuk berbagai pelarut:



Gambar 1 Perbandingan Hasil Yield Etanol Antara Ekperimen dan Permodelan (a) *n-Amyl Alcohol* (b) *1-Octanol* (c) *1-Dodecanol*

Dari grafik diatas, didapatkan yield optimum untuk pelarut *n-Amyl Alcohol* adalah pada recycle 0,4 dengan yield sebesar 10,0049%. Hal tersebut sesuai dengan penelitian sebelumnya yaitu kondisi yield semakin lama semakin naik kemudian setelah mencapai nilai optimum, nilai yieldnya menjadi turun karena pengaruh toksisitas. Nilai yield optimum yang didapatkan untuk pelarut *1-octanol* dan *1-dodecanol* adalah saat tidak ada recycle sebesar 9,9949% dan 9,992%. Hal ini disebabkan karena pelarut *1-octanol* dan *1-dodecanol* memiliki kelarutan yang lebih besar dibanding pelarut *n-amylalcohol* sehingga saat recycle, etanol yang terikut dalam proses tersebut lebih besar. Hal tersebut menyebabkan mikroorganisme teracuni dan dihasilkan kadar etanol yang rendah [4].

IV. KESIMPULAN

- Yield dan produktivitas sistem overall pada permodelan untuk masing-masing pelarut yang digunakan adalah:
 - n-amyl alcohol*
Yield meningkat dari 10,0044% - 10,0049% untuk kenaikan recycle 0 - 40% dan produktivitas 67,2263 g/L.jam pada recycle 70%
 - 1-octanol*
Yield dan produktivitas sebesar 9,9949% pada saat tidak ada recycle dan 67,0738 g/L.jam pada recycle 70%
 - 1-dodecanol*
Yield dan produktivitas sebesar 9,992% pada saat tidak ada recycle dan 67,0267 g/L.jam pada recycle 70%
- Proses fermentasi-ekstraktif menggunakan metode Golden Section dengan membandingkan eksperimen

yaitu untuk pelarut *n-amyl alcohol* pada eksperimen dan permodelan sebesar 20,0326% dan 10,0049%, untuk pelarut *1-octanol* sebesar 13,4537% dan 9,9949% dan untuk pelarut *1-dodecanol* sebesar 12,6670% dan 9,992%.

DAFTAR NOTASI

K_{gP}	Koefisien transfer massa etanol melalui dinding Flok
K_{gS}	Koefisien transfer massa glukosa melalui dinding kapsul
K_{gP}	Koefisien transfer massa etanol melalui dinding kapsul
K_{gS}	Koefisien transfer massa glukosa melalui dinding Flok
K_{od}	Koefisien perpindahan massa total berdasarkan pada fasa kontinyu
K_{de}	Koefisien kesetimbangan distribusi etanol
P_b	Konsentrasi etanol di dalam kapsul
\bar{P}_b	Konsentrasi bulk etanol
r_p	Laju spesifik produksi etanol
r_s	Laju spesifik konsumsi glukosa
S	Konsentrasi glukosa di dalam flok
S_b	Konsentrasi glukosa bulk
\bar{S}_b	Konsentrasi glukosa di dalam kapsul
x	Konsentrasi etanol dalam rafinat
y	Konsentrasi etanol dalam ekstrak
Y_C atau $Y_{x/s}$	Yield factor untuk yeast
Y_P atau $Y_{p/s}$	Yield factor untuk etanol

DAFTAR PUSTAKA

- Widjaja, T., Altway, A., Permanasari A.R, Gunawan S., 2014. Production of Ethanol As A Renewable Energy By Extractive-Fermentation. *Appied Mechanic and Material* Vol. 493 (2014) pp. 300-305.
- Minier, M, Goma,G., 1982. *Ethanol Production by Extractive Fermentation*, *Biotechnology and Bioengineering*, Vol. XXIV, 1565-1579.
- Elnashaie, S.S.E.H. dan Fakeeha, A.H., 1994. *A Mathematical Model Achieving the Twin Objective of Simplicity and Accuracy for The Simulation of Immobilized Packed Bed Fermentors*. *Mathl. Comput. Modelling* Vol. 19, No. 5, 105-114.
- Goksungur, Y. dan Zorlu, N., 2001. *Production of Ethanol From Beet Molasses by Ca-Alginate Immobilized Yeast Cells in a Packed-Bed Bioreactor*, *Turk J Biol*, 25, 265-275.