

Pemisahan Campuran Etanol–Oktanol–Air dengan Metode Distilasi dalam *Structured Packing*

Adesya Abdullah, Rahmatunnisa Nur Salikha, Tri Widjaja dan Setiyo Gunawan

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

Jl. Arief Rahman Hakim, Surabaya 60111 Indonesia

e-mail: papatri2003@yahoo.com

Abstrak—Keberadaan bahan bakar minyak (BBM) yang merupakan bahan bakar berbahan fosil sudah menjadi suatu kebutuhan utama masyarakat dunia, namun keberadaannya saat ini semakin menipis. Salah satu potensi yang relatif besar adalah pengembangan bioetanol menggunakan metode fermentasi ekstraktif. Hasil bioetanol dari metode fermentasi ekstraktif masih rendah, yaitu sekitar 15% sehingga diperlukan penelitian untuk pemurniannya. Tujuan dari penelitian ini adalah mendapatkan kadar etanol tertinggi dengan metode distilasi dalam *structured packing*. Dari hasil penelitian didapatkan pada variabel suhu 80°C pada porositas 20%, 40% dan 60% didapatkan kadar etanol sebesar 88,24% ; 91,95% dan 85,85%.

Kata Kunci—Bioetanol, distilasi, fermentasi, porositas, *structured packing*.

I. PENDAHULUAN

KEBERADAAN bahan bakar minyak (BBM) yang merupakan bahan bakar berbahan fosil sudah menjadi suatu kebutuhan utama masyarakat dunia. Seiring dengan semakin tingginya tingkat kebutuhan, pasokan bahan bakar fosil pun makin menipis. Menipisnya persediaan bahan bakar fosil sebagai sumber energi adalah ancaman bagi keberlangsungan hidup manusia di dunia. Hal ini disebabkan karena bahan bakar fosil adalah sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui (*nonrenewable resources*) yang jumlahnya terbatas di alam, sehingga dapat habis dan tidak dapat diperbaharui.

Melihat keadaan tersebut, saat ini sedang gencar-gencarnya dilakukan pengembangan sumber energi menggunakan sumber daya alam yang dapat diperbarui (*renewable resources*) sebagai solusi alternatif. Salah satu yang memiliki potensi besar adalah pengembangan bioetanol. Pengembangan bahan bakar yang berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbarui ini juga menjadi perhatian karena penggunaan bahan bakar fosil menimbulkan pencemaran lingkungan yang berasal dari emisi gas buang.

Etanol merupakan salah satu sumber energy alternatif yang memiliki beberapa kelebihan, antara lain dapat diperbarui, terurai secara biologis (*biodegradable*), toksisitas rendah, dan ramah lingkungan karena emisi CO₂ nya rendah [1].

Fermentatif-ekstraktif adalah teknik alternatif yang digunakan untuk mengurangi hambatan pada produk akhir dengan menghilangkan produk fermentasi *in situ*. Hal ini sangat sederhana dan bias dengan mudah diterapkan pada skala fermentasi yang besar.

Produksi dengan cara fermentatif-ekstraktif digunakan karena diharapkan dapat dihasilkan etanol dengan kadar 99%. Fermentatif-ekstraktif berarti etanol diproduksi dengan cara fermentasi suatu bahan sehingga didapatkan etanol yang kemudian dilakukan proses ekstraktif, tetapi kadar yang didapatkan dari hasil ekstraksi tersebut masih belum cukup besar sehingga dilanjutkan dengan proses distilasi dan adsorpsi.

Proses awal adalah melakukan fermentasi pada bahan yang mengandung glukosa sehingga didapatkan hasil berupa etanol. Etanol hasil fermentasi tersebut masih berupa *broth* yang dapat dikatakan masih banyak bahan pengotornya, pada *broth* ini kemudian dilakukan proses ekstraksi dengan *solvent* berbasis alcohol sehingga didapatkan etanol. Hasil ekstraksi ini pun belum didapatkan kadar etanol yang diinginkan sehingga diperlukan proses distilasi. Proses distilasi menghasilkan etanol yang telah terpisah dengan *solvent* dan air kemudian *solvent* dapat digunakan kembali untuk proses ekstraksi, tetapi sistem etanol-air akan membentuk azeotrop pada 78.2°C dengan komposisi 89.4% moletanol dan 10.6% mol air sehingga dengan menggunakan distilasi biasa, tidak dapat diperoleh etanol absolut.

Penelitian dilakukan dengan menggunakan sebuah *structured packing* berupa *steel wool*. *Steel wool* digunakan karena memiliki performa terbaik jika dibandingkan dengan *packing* lainnya pada diameter yang kecil (2-3 in), tetapi pada diameter besar penggunaan *steel wool* kurang disarankan karena *steel wool* dapat terbawa oleh *liquid* sebab *steel wool* hanya bekerja maksimal jika disusun merata. Kelebihan lainnya pada *steel wool* adalah harganya yang cukup murah dibandingkan dengan *packing* yang lainnya [2][3].

Packing	HETP
Stainless Steel Wool Scrubbers	0.13 m

Marbles (10mm diameter)	0.33 m
6mm Ceramic Raschig Rings	0.24 m
13mm Ceramic Raschig Rings	0.38 m

II. URAIAN PENELITIAN

A. Variabel Penelitian

Porositas dari *packing* (20%, 40% dan 60%). Temperatur yang digunakan adalah 80°C.

B. Kondisi Operasi

Penelitian dilakukan pada tekanan atmosferik (760 mmHg). Komposisi *feed* 15% etanol – 80% oktanol – 5% air.

C. Bahan yang Digunakan

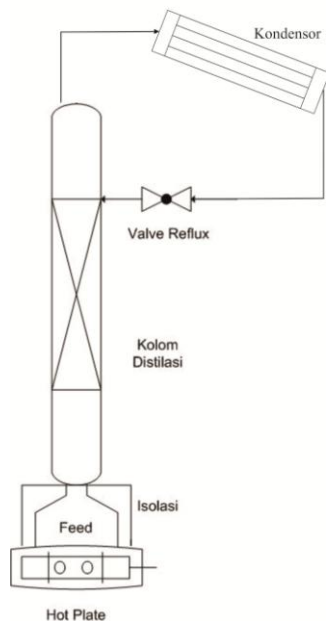
Etanol. Oktanol. Air. *Steel wool*.

D. Prosedur Penelitian

Proses Pembuatan *feed*

Pertama-tama membuat larutan sintesis campuran netanol-oktanol-air dengan komposisi masing-masing secara berturut-turut adalah 15%, 80% dan 5% [4].

Proses Distilasi



Gambar 1. Skema Alat Distilasi

Memeriksa keadaan peralatan distilasi diperiksa dan dipastikan semua *valve* tertutup. Lalu labu leher tiga diisi dengan larutan campuran. Mengalirkan air pendingin ke dalam *condenser*. Lalu *hot plate* dinyalakan untuk memanasi labu leher dua. Mengatur suhu *hot plate* untuk mencapai suhu yang

ditentukan. Produk yang dihasilkan lalu ditampung untuk kemudian dianalisa

Analisa Kandungan Etanol

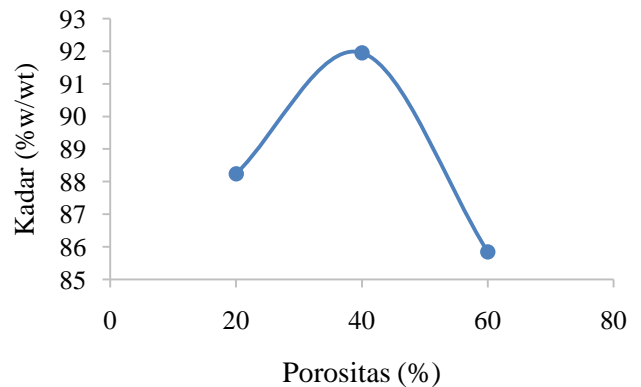
Analisa kandungan etanol pada produk distilasi ini menggunakan *gas chromatography*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini digunakan kolom distilasi yang diisi dengan *packing* berupa *steel wool*. Variabel yang digunakan pada proses distilasi adalah rate uap dan porositas dari *packing*. Berdasarkan kurva kesetimbangan system etanol-air -1-Oktanol, kondisi operasi untuk mencapai kadar etanol tertinggi yaitu 97,18% berlangsung pada suhu 78,67°C [5].

Porositas adalah kerapatan dari suatu *packing*. Semakin kecil nilai porositas maka semakin rapat pula *packing* itu dan sebaliknya. Semakin kecil nilai porositas maka semakin besar luas kontakannya. Luas kontak mempengaruhi kadar etanol yang akan dihasilkan. Semakin besar luas kontak maka kadar etanol yang dihasilkan juga semakin besar [6][7].

Dari gambar di bawah pada suhu yang tetap (80°C) dapat dilihat bahwa kadar etanol terbaik didapatkan pada porositas 40%.



Gambar 2. Hubungan Kadar dengan Porositas

Pada kondisi temperatur yang tetap, kenaikan porositas berpengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Semakin besar porositas maka kadar etanol yang dihasilkan akan semakin kecil, hal ini dikarenakan luas kontak yang terjadi sedikit [8][9].

Pada kondisi porositas yang tetap, kenaikan suhu juga berpengaruh pada kadar etanol yang dihasilkan. Semakin tinggi suhu maka semakin besar pula peluang *impurities* pada distilat [10].

Tabel 3. Kadar Etanol dalam Distilat untuk tiap *rate uap*

Porositas (%)	Rate Uap (ml/menit)	Kadar (% w/wt)
20	0,40	88,24
40	0,87	91,95

60

1,40

85,85

Dari hasil penelitian pada suhu 80°C, pada porositas 20% didapatkan kadar etanol 88,24%. Pada porositas 40% kadar etanol yang dihasilkan sebesar 91,95%. Pada porositas 60% kadar etanol yang dihasilkan turun menjadi 85,85%.

IV. KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan kadar etanol tertinggi dihasilkan pada temperatur 80°C pada porositas 40% dimana kadar etanol yang dihasilkan sebesar 91,95%.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Cheng, H. C., Wang, F. S. 2007, Trade-off Optimal Design of a Biocompatible Solvent for an Extractive Fermentation Process, *Chemical Engineering Science*, 62: 4316 – 4324.
- [2] Geankoplis, C.J., 2003, *Transport Process and Separation Process Principles 4th ed.*, New Jersey: Pearson Education Inc.
- [3] Van Winkle, Matthew. 1967. *Distillation*. California: McGraw-Hill.
- [4] Sinawang, Garry dan Lutfia. 2013, Pemisahan Etanol – AmilAlkohol – Air dengan Proses Distilasi dalam Structured Packing dan Dehidrasi Menggunakan Adsorbent.
- [5] Arce, A., Martinez-Ageitos, J., and Soto, A., 1996, VLE for Water + Ethanol + 1-Octanol, *Fluid Phase Equilibria* 122: 117-129.
- [6] Orlando Jr., A.E., Medina, L.C., Mendes, M.F., Nicolaiewsky, E.M.A., 2009, HETP Evaluation of Structured Packing Distillation Column, *Brazilian Journal of Chemical Engineering*, vol. 26 no. 03: 619-633.
- [7] Rocha, J. A., Bravo, J. L. and Fair, J. R., 1996, Distillation Columns Containing Structured Packings: A Comprehensive Model for their Performance. 2. Mass-Transfer Model, *Industrial Engineering Chemistry Research*, 35: 1660.
- [8] Rocha, J. A., Bravo, J. L. and Fair, J. R., 1985, Mass Transfer in Gauze Packings, *Hydrocarbon Processing*, 64: 1, 91.
- [9] Carlo, L. D., Olujić, Ž. and Pagliant, A., 2006, Comprehensive Mass Transfer Model for Distillation Columns Equipped with Structured Packings, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 45: 7967.
- [10] Mira, S., Khalimatussa'diyah, 2012, Pemisahan Ethanol dari Campuran Solvent Berbasis Alkohol dan Air dengan Proses Distilasi pada Packed Kolom dan Adsorpsi.