

Pengeringan Etanol dalam Kolom Unggun Tetap dengan *Adsorbent Silica Gel*

Endah R.D¹, Bimo S.W. dan Siti Mira Q.²

¹Staff Pengajar Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret

²Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Universitas Sebelas Maret

Jurusan Teknik Kimia Fak. Teknik Univ, Sebelas Maret

Jl. Ir. Sutami No.:36A, Surakarta 57126

Telp./Fax : 0271-632112

Email : endah_rd@telkom.net

Abstrak

Energi fosil yang tidak dapat diperbaharui mendorong usaha untuk menemukan energi terbarukan yang dapat mengganti bahan bakar fosil. Bioetanol adalah salah satu sumber energi terbarukan karena terbuat dari bahan yang dapat ditanam secara relatif singkat. Salah satu contoh pemanfaatan etanol sebagai bahan bakar alternatif : sebagai gasohol campuran premium dan alkohol (>99%) untuk bahan bakar pengganti premium. Salah satu metode pengeringan etanol dengan metode adsorpsi. Metode ini digunakan karena relatif murah dan mudah dioperasikan. Penelitian merupakan bagian dari penelitian karakteristik gasohol sebagai bahan bakar alternatif. Penelitian ini bertujuan untuk mengeringkan etanol (etanol kadar >99%) atau fuel grade sebagai bahan bakar alternatif melalui metode adsorpsi dalam kolom ungun tetap dengan adsorbent silica gel. Penelitian ini akan mempelajari pengaruh laju alir uap etanol terhadap kadar etanol yang dihasilkan.

Proses pengeringan etanol diawali proses pemurnian etanol hasil fermentasi dengan proses destilasi sampai kadar $\pm 95\%$ dilanjutkan pengeringan menggunakan metode adsorpsi di dalam kolom ungun tetap dengan bahan isian. Alat ini terdiri : kolom ungun tetap (kolom adsorber), penampung etanol umpan (stokpot), kompor listrik, kondensor dan connector adsorber dengan kondensor. Kolom adsorber terdiri dari tabung tempat adsorben dengan diameter 3,6cm dan, tabung-dalam adsorber dengan diameter 3,8cm, tabung-luar adsorber dengan diameter 6cm dan tinggi 40cm. Kolom adsorber dilengkapi dengan jaket pemanas berupa air yang berada diantara tabung-dalam dan tabung-luar adsorber.

Etanol umpan dipanaskan dalam penampung etanol umpan menggunakan pemanas kompor listrik dan dijaga suhu pada temperatur $\pm 80^{\circ}\text{C}$. Uap etanol kemudian dialirkan ke dalam kolom ungun tetap yang berisi adsorbent silika gel ($\pm 200\text{gr}$) yang telah dikeringkan. Kolom adsorber dijaga suhunya dengan mengalirkan air panas dalam jaket pemanas dengan suhu $\pm 78^{\circ}\text{C}$. Pengeringan etanol dijalankan selama 90 menit. Uap etanol keluaran dari kolom adsorber diembunkan menjadi etanol cair melalui kondenser. Hasil keluaran etanol dari kondenser ditampung dan dianalisa kadar etanol menggunakan piknometer.

Kata kunci : adsorpsi; etanol; silica gel

Pendahuluan

Energi fosil yang tidak dapat diperbaharui mendorong usaha untuk menemukan energi terbarukan yang dapat mengganti bahan bakar fosil. Energi terbarukan adalah energi yang dapat diperbaharui dan apabila dikelola dengan baik, sumber daya itu tidak akan habis. Jenis energi terbarukan meliputi biomassa, bioenergi, panas bumi, energi surya, energi air, energi angin, dan energi samudera. Keunggulan bioenergi dibandingkan bahan bakar fosil yaitu dapat diperbaharui (*renewable*), ramah lingkungan, dapat meningkatkan kinerja mesin (pembakaran lebih sempurna, mesin bersih dan halus).

Bioetanol adalah salah satu sumber energi terbarukan karena terbuat dari bahan yang dapat ditanam secara relatif singkat. Salah satu contoh pemanfaatan etanol sebagai bahan bakar alternatif : sebagai gasohol campuran premium dan alkohol (>99%) untuk bahan bakar pengganti premium. Salah satu metode pengeringan etanol dengan metode adsorpsi. Metode ini digunakan karena relatif murah dan mudah dioperasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mengeringkan etanol (etanol kadar >99%) atau *fuel grade* sebagai bahan bakar alternatif melalui metode adsorpsi dalam kolom ungun tetap dengan *adsorbent silica gel*.

Adsorpsi adalah suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cairan, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Distilasi adalah pemisahan komponen-komponen yang mudah menguap dari suatu campuran cair dengan cara menguapkannya yang diikuti dengan kondensasi uap yang terbentuk dan menampung kondensat yang dihasilkan. Uap yang dikeluarkan

dari campuran disebut sebagai uap bebas, kondensat yang jatuh sebagai destilat dan bagian cairan yang tidak menguap sebagai residu. (Handojo, 1995)

Adsorbent yang digunakan adalah silica gel. Silika gel merupakan suatu bentuk dari silika yang dihasilkan melalui penggumpalan sol natrium silikat (NaSiO_2). Sol mirip agar - agar ini dapat didehidrasi sehingga berubah menjadi padatan atau butiran mirip kaca yang bersifat tidak elastis. Sifat ini menjadikan silika gel dimanfaatkan sebagai zat penyerap, pengering dan penopang katalis. Garam - garam kobalt dapat diabsorpsi oleh gel ini. Silica gel mencegah terbentuknya kelembaban yang berlebihan sebelum terjadi.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Priyo U. Dan Ragil P. (mahasiswa UNDIP) dengan menggunakan proses adsorpsi kontinyu didapatkan hasil semakin lama hasil adsorpsi maka semakin tinggi konsentrasi yang didapat.

Referensi alat *adsorber* yang digunakan yaitu *Bench-Scale Adsorber*. Sistem operasi dari alat *adsorber* ini seperti *Bench-Scale Adsorber* yang mana uap etanol-air akan melewati kolom unggun tetap. Peralatan *bench-scale adsorber* yang berdiameter-dalam 25,4 mm x tinggi *bed*-nya 49 cm sebelumnya telah dikeringkan semalam agar udara dapat melalui aliran pada 88 ke 90 °C. Alat ini didesain hanya untuk penentuan percobaan sifat adsorpsi. Suhu dinding kolom telah diperbaiki pada suhu *bed* awal selama proses berjalan oleh sirkulasi air panas melalui jacket (mantel). (Michael R. Ladisch, 1984)

Bahan dan Metode Penelitian

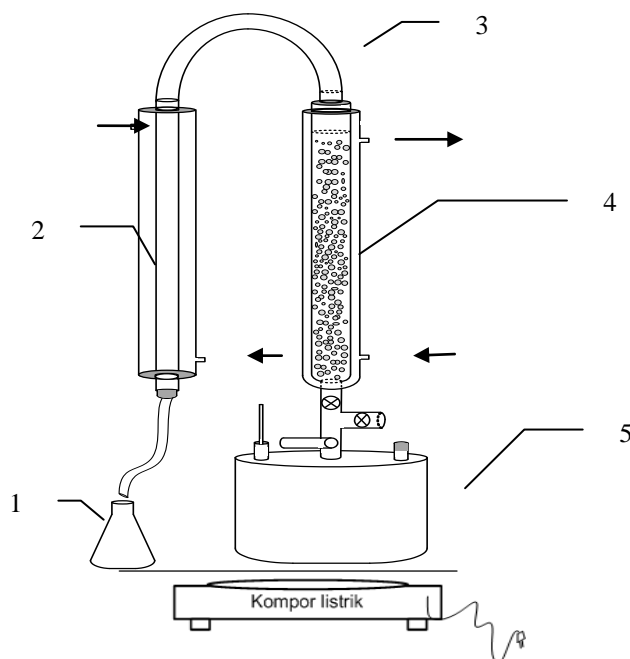
Bahan

Bahan yang digunakan adalah etanol dengan konsentrasi 70% v/v hasil fermentasi, aquadest dan adsorbent silika gel. Alat yang digunakan adalah rangkaian alat distilasi sederhana dengan bahan isian serta rangkaian alat adsorpsi kolom unggun tetap dengan adsorbent silika gel dan pendingin.

Metode Penelitian

Proses pengeringan etanol diawali proses pemurnian etanol hasil fermentasi dengan proses destilasi sampai kadar etanol $\pm 95\%$ menggunakan menara distilasi dengan bahan isian. Rangkaian Alat adsorber ini terdiri : kolom unggun tetap (kolom adsorber), penampung etanol umpan (stokpot), kompor listrik, kondensor dan connector adsorber dengan kondensor. Kolom adsorber terdiri dari tabung tempat adsorben dengan diameter 3,6cm dan, tabung-dalam adsorber dengan diameter 3,8cm, tabung-luar adsorber dengan diameter 6cm dan tinggi 40cm. Kolom adsorber dilengkapi dengan jacket pemanas berupa air yang berada diantara tabung-dalam dan tabung-luar adsorber.

Selanjutnya pengeringan etanol menggunakan rangkaian adsorpsi kolom unggun tetap. Variabel tetap yang digunakan dalam penelitian ini adalah berat adsorbent silika gel ($\pm 200\text{gr}$), volume umpan 1,5 liter dan waktu operasi 90 menit. Variabel yang berubah adalah variasi laju alir yaitu 0,1667 ; 0,25 dan 0,5 ml/s.



Keterangan:	
1	Erlenmeyer
2	Kondensor
3	Conector adsorber
4	Silica gel
5	Stokpot

Gambar 1. Rangkaian Alat Adsorpsi

Etanol umpan dengan kadar etanol $\pm 95\%$ dipanaskan menggunakan pemanas listrik dan dijaga suhu pada $\pm 80^\circ\text{C}$. Uap etanol kemudian dialirkan ke dalam kolom unggun tetap yang berisi adsorbent silika gel (200gr) yang telah dikeringkan. Kolom adsorber dijaga suhunya dengan mengalirkan air panas dalam jaket pemanas dengan suhu $\pm 78^\circ\text{C}$. Pengeringan etanol dijalankan selama 120 menit. Uap etanol keluaran dari kolom adsorber diembunkan menjadi etanol cair melalui kondenser. Hasil keluaran etanol dari kondenser ditampung dan dianalisa kadar etanol menggunakan piknometer. Data diambil setiap 30 menit.

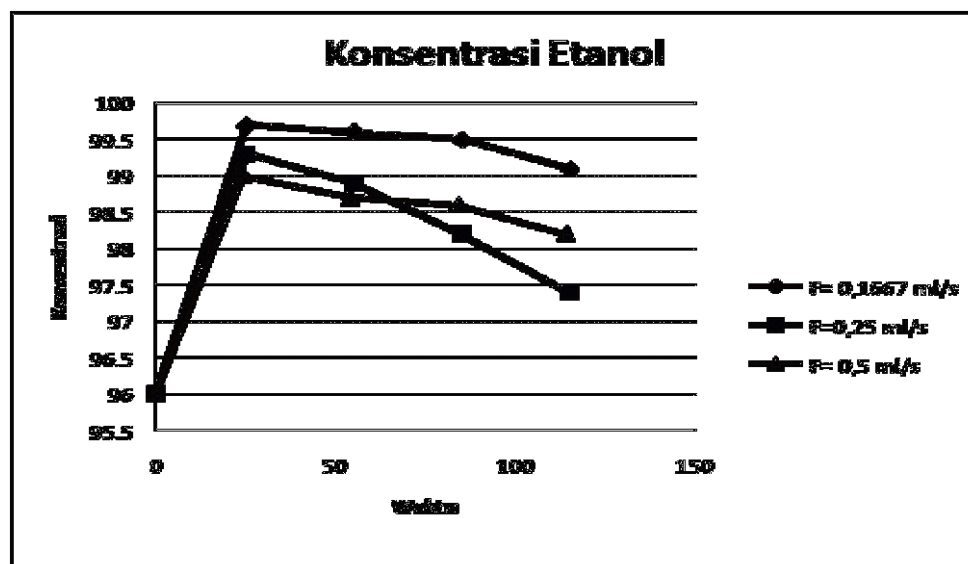
Hasil dan Pembahasan

Kondisi adsorpsi : Volume umpan : 1500 ml ; Kadar etanol umpan $> 95\%$, Suhu : $\pm 80^\circ\text{C}$; Massa adsorben : 200 gram. Dari kondisi operasi di atas serta variabel berubah yaitu variasi laju alir 0,1667; 0,25 dan 0,5 ml/s, maka didapatkan hasil:

Tabel 1 Hubungan antara konsentrasi etanol ($\% \text{v/v}$) dengan waktu (menit) pada berbagai laju alir uap etanol

No	Percobaan I		Percobaan II		Percobaan III	
	Waktu(menit)	F=0,1667ml/s	Waktu(menit)	F=0,25ml/s	Waktu(menit)	F=0,5ml/s
1	0	96	0	96	0	96
2	25	99,7	25	99,3	24	99
3	55	99,6	55	98,9	54	98,7
4	85	99,5	85	98,2	84	98,6
5	115	99,1	115	97,4	114	98,2

Dari tabel 1 dapat dilihat pada saat pertama menetes (25 menit) didapat konsentrasi etanol tertinggi, terlihat untuk tiga variabel laju alir uap etanol. Pada menit berikutnya konsentrasi etanol yang didapatkan cenderung semakin menurun hal tersebut dikarenakan semakin lama waktu pengeringan, semakin menurun kemampuan penyerapan air oleh adsorbent (silica gel) karena kejenuhan air dalam adsorbent. Jumlah uap air yang terjerab semakin sedikit sehingga menyebabkan konsentrasi uap air dalam campuran uap etanol-air keluaran kondensor semakin besar sehingga konsentrasi uap etanol dalam campuran uap etanol-air semakin menurun.



Gambar 2. Profil konsentrasi etanol keluar adsorber pada variabel laju alir uap etanol (0.1667, 0.25 dan 0.5 ml/s)

Dari gambar 2 dapat dilihat untuk laju alir uap campuran etanol-air 0,1667 ml/s konsentrasi etanol tertinggi yaitu 99,7% pada menit ke 25. Untuk laju alir 0,25 ml/s, konsentrasi etanol menurun menjadi 99,3% dan untuk laju alir 0,5 ml/s konsentrasi etanol didapat 99%. Pada variabel laju alir uap etanol-air terlihat bahwa semakin besar laju alir didapatkan konsentrasi uap etanol semakin menurun. Penurunan kadar etanol pada campuran etanol-air

dikarenakan uap etanol yang mengenai adsorbent semakin cepat dan kadar air yang terperab dalam adsorbent menjadi sedikit sehingga mengakibatkan kadar uap etanol menurun. Dari gambar 2 semakin cepat laju alir uap etanol maka didapat konsentrasi etanol semakin kecil. Hal ini dipengaruhi oleh kecepatan uap etanol yang terperab dalam adsorbent semakin sedikit. Konsentrasi etanol keluar adsorber akan menurun setelah diperoleh kadar etanol optimum (*fuel grade*). Hal ini disebabkan karena kecepatan desorpsi air lebih besar dibandingkan kecepatan adsorbsinya.

Kesimpulan

Proses pengeringan etanol untuk mendapatkan etanol dengan kadar lebih dari 99,5% (*fuel grade*) dilakukan dengan mengalirkan etanol yang berkadar 95 % secara kontinu pada kolom unggun tetap dengan menggunakan adsorben Silica pada ± 80 °C selama 115 - 120 menit.

Pada proses ini didapatkan kondisi terbaik pada berat adsorben 200 gram laju alir uap etanol 0.1667 ml/s dan menit ke 25. Pengaruh laju alir uap etanol terhadap konsentrasi etanol berbagai waktu dapat dilihat jelas pada Gambar 2, maka didapatkan semakin kecil laju alir maka semakin besar konsentrasi dan semakin besar laju alir semakin kecil konsentrasinya. Hal ini dikarenakan proses penjeraban etanol yang semakin lama akan menyebabkan konsentrasi etanol yang semakin besar. Sedangkan untuk waktu penjeraban etanol yang semakin cepat menyebabkan konsentrasi etanol semakin kecil.

Saran

Penelitian ini masih merupakan data awal untuk mencari kondisi yang sesuai untuk pembuatan etanol melalui metode reaksi simulan sehingga perlu dilakukan untuk range variabel yang lebih lebar dan dilakukan optimasi sehingga dicapai kondisi proses yang ekonomis. Diperlukan penelitian lanjutan untuk melihat karakteristik bahan bakar campuran etanol dan premium. Hasil yang didapatkan diaplikasikan pada mesin bakar dan diamati karakteristik bahan bakar ini.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Departemen Pendidikan Nasional yang telah membantu membiayai penelitian ini melalui DP2M DIKTI dengan dana Hibah Bersaing tahun 2010. Ucapan terimakasih juga disampaikan kepada seluruh Tim Bioetanol Teknik Kimia UNS, atas dukungan dan kerjasama yang telah diberikan.

Daftar Pustaka

Handojo, L., (1995). "*Teknologi Kimia Bagian 2*", PT Pradnya Paramita, Jakarta

Michael R. Ladisch, (1984), "I&EC Process Design & Development", *American Chemical Society*, American

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

Priyo. U., dan Ragil P., "Pemurnian Etanol Teknis Menjadi Etanol Absolut Secara Batch dan Kontinu dengan Adsorbent Tepung Jagung", Penelitian, Universitas diponegoro