

Ethanol Fuel Grade dengan Metode Adsorpsi dalam Kolom Unggun Tetap Menggunakan Adsorbent dari Limbah Pertanian

Endah Retno Dyartanti¹, Enny Kriswiyanti Artati¹ dan Wahyudi Budi S²

¹Staf Pengajar Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sebelas Maret

²Staf Pengajar Pasca Sarjana Teknik Kimia, Universitas Gadjah Mada.

Email : endah_rd@uns.ac.id

Abstract :

Bioetanol merupakan salah satu sumber energi terbarukan yang digunakan dalam bentuk campuran dengan bensin yang disebut gasohol. Bioetanol yang digunakan harus memiliki konsentrasi lebih dari 99% (fuel grade). Salah satu metode yang digunakan untuk pengeringan etanol hingga kadar >99% adalah adsorpsi. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bioetanol dengan kadar >99% (fuel grade) melalui metode adsorpsi dalam kolom ungun tetap dengan adsorben Limbah Pertanian (Tongkol Jagung, Jerami dan Biji Sorghum). Penelitian ini juga bertujuan mempelajari pengaruh jenis adsorbent terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Bahan yang digunakan sebagai adsorbent adalah Tongkol Jagung, Jerami dan Biji Sorghum, aquades, dan alkohol 95%. Rangkaian alat adsorber terdiri dari 2 bagian: kolom adsorben(3,6cm) dan kolom bagian luar(3,8cm). Kolom adsorben diisi oleh adsorben yang ditempatkan dalam keranjang untuk mempermudah proses pengambilan dan pemasukan adsorben. Adsorbent dari limbah pertanian (tongkol jagung, jerami dan biji sorghum) diperlakukan dengan preparasi (dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C). Cara yang serupa digunakan untuk membuat adsorbent dari jerami dan biji sorghum. Bioetanol dalam tangki penampung (stockpot) diuapkan pada suhu ±80 °C. Uap bioetanol dilewatkan dalam kolom ungun tetap yang berisi adsorben, kemudian uap keluarannya dikondensasikan dengan kondensor. Bioetanol cair hasil keluaran kemudian ditampung dan dianalisa menggunakan piknometer. Karakteristik adsorbent dianalisa dengan menggunakan BET dan uji spectra FTIR.

Kata kunci: Adsorpsi; Ethanol fuel grade; Kolom ungun tetap; limbah pertanian

Pendahuluan

Bioetanol merupakan salah satu sumber energi terbarukan karena sifatnya yang dapat diperbaharui secara cepat. Penggunaan bahan bakar bioetanol juga dapat mengurangi emisi karbon. Pemanfaatan bioetanol sebagai bahan bakar alternatif di Indonesia hanya digunakan pada sektor industri farmasi, kesehatan, dan minuman. Bioetanol dapat digunakan sebagai bahan bakar murni atau dicampur dengan bensin dalam konsentrasi yang bervariasi. Gasohol adalah pengganti premium merupakan campuran antara bioetanol (>99 %) dengan premium. Untuk memperoleh bioetanol fuel grade dengan kadar >99%, digunakan teknologi pemisahan lanjut yaitu distilasi azeotrop, pervorasi membran, dan adsorpsi. Teknologi pemisahan lanjut masih terus dikembangkan untuk mendapatkan teknologi yang sederhana dan efisien sehingga mudah diaplikasikan. Proses pengeringan etanol yang banyak digunakan di industri adalah adsorpsi. Adsorpsi merupakan salah satu cara pengeringan bioetanol dengan biaya yang lebih ekonomis. Media adsorpsi (*adsorbent*) yang biasa digunakan adalah zeolit alam dan CaO.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan bioetanol dengan kadar >99% (fuel grade) melalui metode adsorpsi dalam kolom ungun tetap dengan bahan penjerab limbah pertanian (jerami, tongkol jagung dan biji sorghum). Penelitian ini juga bertujuan mempelajari pengaruh jenis adsorben terhadap kadar bioetanol setelah proses adsorpsi.

Dewasa ini sedang digalakkan penelitian mengenai penggunaan adsorben alternatif yang berasal dari alam, dimana selain memiliki kemampuan adsorpsi yang baik juga ekonomis. Danarto dkk (2005, 2007) menggunakan biomassa rumput laut, pasir silika, dan sekam padi sebagai adsorben alternatif untuk proses penjerapan logam berat sedangkan Juang et.al. (2002) menggunakan bagase sebagai bahan baku adsorben karbon aktif. Ladisch, et.al. (1984) menggunakan adsorben pati jagung dan kentang untuk pemurnian etanol. Quintero and Cardona (2009) menggunakan material pati dan selulosa murni sebagai adsorben pada pemurnian etanol. Dyartanti, dkk (2007) menggunakan batu kapur CaO sebagai adsorben pada pemurnian etanol.

Ladisch, et.al. (1984) menyatakan bahwa bahan yang mengandung pati maupun selulosa dapat digunakan untuk adsorpsi uap air. Beberapa bioadsorben yang sudah digunakan : pati jagung, pati kanji, pati kentang dan selulosa murni. Bahan adsorben dari limbah yang dipilih adalah jerami yang mempunyai kandungan selulosa 34,2 % (Wyman dkk, 2002), tongkol jagung dengan kandungan selulosa 41 % (Lorentz dan Kulp, 1991) dan pati shorghum

yang hanya digunakan sebagai pakan ternak dengan kandungan pati 73 % (Direktorat gizi, Departemen Kesehatan RI, 1992)

Perbandingan konsumsi energi dari beberapa adsorben juga telah dilakukan. Dehidrasi dengan CaO memerlukan energi 3669 kJ/kg dan dengan selulosa 2873 kJ/kg (Wang, 2010). Hassballah dan Hills (1990) juga membandingkan konsumsi energi dengan adsorben *corn grift* sebesar 32 kJ/m³ etanol dan dengan distilasi azeotrop 88 kJ/kg.

Dengan pertimbangan efisiensi energi, murah, *renewable, recyclable*, tidak beracun dan ramah lingkungan, maka dalam penelitian ini dipilih bioadsorben untuk dehidrasi etanol. Pemilihan ini juga didasari bahwa limbah bioadsorbennya mudah diurai oleh alam dan bisa digunakan sebagai bahan baku untuk fermentasi.

Adsorpsi adalah salah satu proses pengeringan etanol melalui suatu proses pemisahan bahan dari campuran gas atau campuran cairan, bahan harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut. Adsorben adalah bahan padat dengan luas permukaan yang besar. Permukaan luas ini terbentuk karena banyaknya pori-pori yang halus pada permukaan tersebut. Pemilihan adsorben yang baik didasarkan pada luas permukaannya yang besar. Dalam penelitian Michael R. Ladisch, 1984, penelitian 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. Suhu dinding kolom telah diperbaiki pada suhu bed awal selama proses berjalan oleh sirkulasi air panas melalui jacket (mantel).

Bahan dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan adalah bioetanol $\pm 70\%$, Tongkol Jagung, Biji Sorghum dan Jerami. Asam sulfat, Hidrogen Peroxide, Methanol, Asam Klorida, dan *Aquadest*.

Alat utama yang digunakan adalah rangkaian alat distilasi dan rangkaian kolom unggun tetap.

Metode Penelitian

Adsorbent dibuat dengan cara dipotong-potong dicuci kemudian dioven pada suhu 80°C. Kemudian dioven pada suhu 80°C selama 4 jam. Sebelum digunakan, adsorben dioven pada suhu 80°C.

Proses adsorpsi etanol diawali dengan proses distilasi sampai kadar etanol $\pm 95\%$ menggunakan kolom distilasi batch dengan suhu 80°C. 500 ml etanol ditempatkan dalam penampung etanol umpan (*stockpot*), dan adsorben ditempatkan dalam kolom adsorben. Etanol dalam *stockpot* dipanaskan dengan kompor listrik pada suhu 80°C. Uap etanol yang dihasilkan akan melewati adsorben yang ditempatkan dalam kolom adsorben dan kemudian dilewatkan dalam kondensor untuk dikondensasikan. Etanol cair hasil keluaran ditampung dalam piknometer dan diukur beratnya agar diketahui densitas dan konsentrasinya. Pengambilan sampel dilakukan setiap 10 menit sampai umpan dalam *stockpot* habis. Setelah umpan dalam *stockpot* habis, adsorben dikeluarkan dari kolom *adsorber* lalu ditimbang. *Waktu 0 menit ialah waktu pada saat etanol mulai menetes pada accumulator.

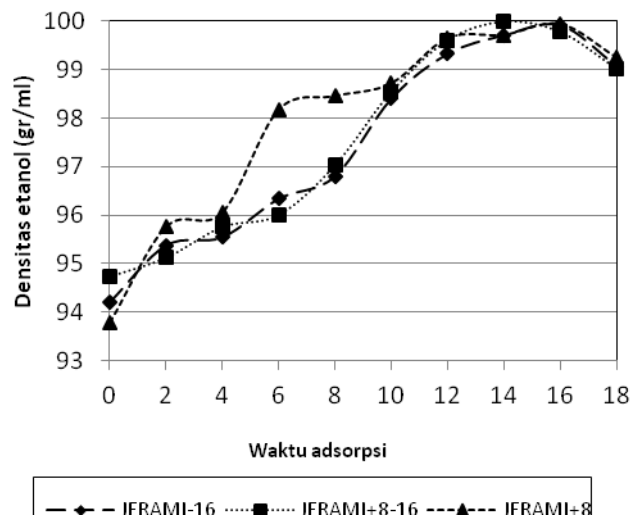
*Waktu 0 menit ialah waktu pada saat etanol mulai menetes pada accumulator.

Hasil dan Pembahasan

a. Adsorpsi etanol fase uap dengan adsorben jerami yang sudah dipreparasi pada suhu 60 °C dengan ukuran partikel (-8, -8+16 dan -16).

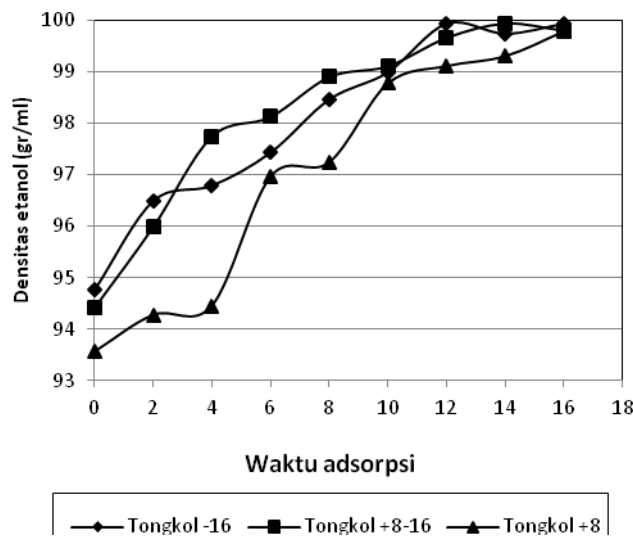
Pada Gambar 1 menunjukkan hubungan antara konsentrasi etanol keluaran adsorber setiap waktu tersebut pada variabel ukuran partikel jerami. Dapat dilihat untuk ukuran partikel -8 mesh konsentrasi etanol tertinggi yaitu 99,942% pada menit ke 16. Untuk ukuran -8 +16 mesh konsentrasi etanol 99,99 % dan untuk ukuran +16 mesh konsentrasi didapat 99,922%.

Pada variabel ukuran partikel untuk adsorben jerami terlihat bahwa semakin besar ukuran partikel adsorben didapatkan konsentrasi uap etanol semakin besar lebih cepat.



Gambar 1. Grafik hubungan antara Pengaruh ukuran partikel jerami yang udah dipreparasi terhadap kadar etanol pada proses adsorpsi

b. Adsorpsi etanol fase uap dengan adsorben tongkol jagung

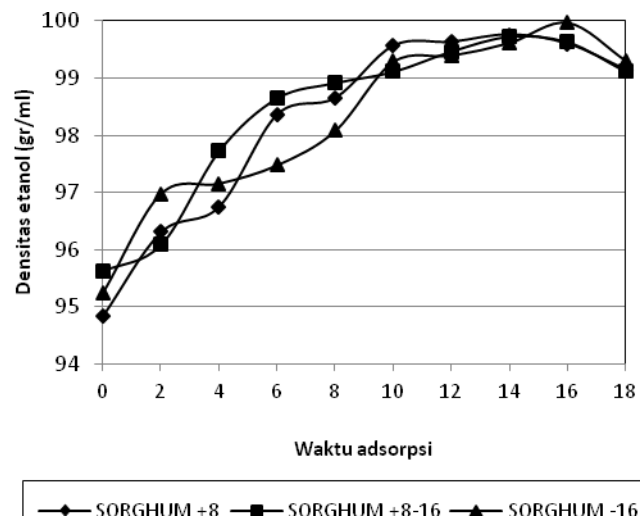


Gambar 2. Grafik hubungan antara Pengaruh ukuran partikel tongkol jagung yang sudah dipreparasi terhadap kadar etanol pada proses adsorpsi

Pada Gambar 2 menunjukkan hubungan antara konsentrasi etanol keluaran adsorber setiap waktu tersebut pada variabel ukuran partikel tongkol jagung. Untuk ukuran partikel -8 mesh konsentrasi etanol tertinggi yaitu 99,793 % pada menit ke 16. Untuk ukuran -8 +16 mesh konsentrasi etanol 99,941 % pada menit ke 14 dan untuk ukuran +16 mesh konsentrasi didapat 99,924 % pada menit ke 16. Pada variabel ukuran partikel untuk adsorben togkol jagung terlihat bahwa semakin besar ukuran partikel adsorben didapatkan konsentrasi uap etanol semakin besar lebih cepat.

c. Adsorpsi etanol fase uap dengan adsorben biji sorghum

Dari gambar 3 dapat dilihat untuk ukuran partikel -8 mesh konsentrasi etanol tertinggi yaitu 99,762 % pada menit ke 14. Untuk ukuran partikel -8+16 mesh, konsentrasi etanol 99,729% dan untuk ukuran partikel -8 mesh konsentrasi didapat 99,977%.



Gambar 3. Grafik hubungan antara Pengaruh ukuran partikel biji sorghum yang sudah dipreparasi terhadap kadar etanol pada proses adsorpsi

Kesimpulan

1. Pengaruh variabel ukuran partikel adsorbenn Jerami, tongkol Jagung dan Biji Sorghum yang telah dipreparasi terhadap konsentrasi uap etanol adalah semakin besar ukuran partikel adsorben maka semakin cepat didapat konsentrasi etanol >99 % .
2. Pengaruh jenis adsorben terhadap konsentrasi uap etanol adalah semakin besar berat adsorben maka semakin besar pula konsentrasi etanol.

Ucapan Terimakasih

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Ditjen Dikti yang telah membiayai penelitian ini melalui dana Hibah Unggulan Madya, Dana BOPTN UNS Batch I. Penulis juga mengucapkan terimakasih pada tim Bioetanol Teknik Kimia UNS atas kerjasama yang baik;

Daftar Pustaka

- Al-Asheh, S., F. Banat dan Al-Lagtah, N., (2004), "Separation of Ethanol-Water Mixtures Using Molecular Sieve and Biobased Adsorbent".
- Aufar, Ivan Mizanul., dan Diah Kusumastuti, (2011), "Etanol Fuel Grade Dengan Metode Adsorpsi Dalam Kolom Unggun Tetap Menggunakan Adsorben Cao-Zeolit Granular", Laporan Penelitian, Surakarta: UNS.
- Han, X., Ma, X., Liu, J., dan Li, H., (2009), "Adsorption Characterization of Water and ethanol on wheat starch and wheat gluten using inverse gas chromatography", *Carbohydr Polymer* 78, 533-537
- 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.
- Treyball, R.E., (1981), "Mass-Transfer Operations", 3rd ed, Mc Graw-Hill, New York, hal. 717-723.
- Yamamoto, T., Kim, Y.H., Kim, B.C., Endo, A., Thongprachana, N., dan Ohmoria, T., (2012), "Adsorption characteristics of zeolites for dehydration of ethanol: Evaluation of diffusivity of water in porous structure", *Chemical Engineering Journal* 181-182.