

**DESAIN PROSES DEHIDRASI BIOETANOL MENGGUNAKAN
ZEOLIT MOLECULAR SIEVE DENGAN TEKNIK
VACUUM SWING ADSORPTION**

(Process Design of Bioethanol Dehydration Using Zeolite Molecular Sieve By
Vacuum Swing Adsorption Technique)

**Ade Iskandar¹⁾, Dedi Wahyudi²⁾, Dwi Setyaningsih¹⁾,
Muhammad Arif Yudianto³⁾**

¹⁾Dep. Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB,

ABSTRAK

Bioethanol dihasilkan dengan cara fermentasi glukosa dengan mikroorganisme dan diikuti dengan distilasi. Proses distilasi dapat menghasilkan etanol teknis dengan konsentrasi $\leq 95\%$ -v. Untuk mendapatkan Etanol derajat bahan bakar (konsentrasi $\geq 99,5\%$ -v) diperlukan proses dehidrasi. Sudah banyak dikembangkan teknik dehidrasi bioethanol, namun masih belum efektif dan efisien. Oleh karena itu, desain proses dibutuhkan untuk meningkatkan sistem operasi yang lebih ramah pengguna dan produktif. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh desain proses dehidrasi bioethanol dengan teknik "Vacuum Swing Adsorption" (VSA) yang dapat menghasilkan etanol derajat bahan bakar (FGE) dan untuk mengatur kondisi optimum proses dehidrasi. Jenis Penyaring Molekuler Zeolit (ZMS) yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit 3Å komersial dan zeolit alam dimodifikasi. Konsentrasi umpan etanol adalah 90 dan 95%-v. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dehidrasi bioethanol dengan VSA dapat meningkatkan kemurnian etanol dari 90 - 95%-v atau etanol teknis menjadi etanol derajat bahan bakar. Disimpulkan bahwa kondisi optimum untuk dehidrator VSA adalah pada tekanan vakum minimal 20 cm.Hg, konsentrasi umpan etanol 95%-v, dan temperatur 80°C. Waktu untuk pergantian kolom terjadi pada volume produksi 1,93 liter untuk ZMS komersial dan 1,63 liter untuk ZMS alam dimodifikasi. ZMS komersial lebih stabil pada tiga kali siklus adsorpsi-desorpsi dari ZMS alami dimodifikasi.

Kata kunci : Bioethanol, dehidrasi, Penyaring Molekuler Zeolit, etanol derajat Bahan Bakar, Vacuum Swing Adsorption.

ABSTRACT

Bioethanol is produced by fermentation of glucose with microorganism and followed by distillation. Distillation process can produce technical grade ethanol with concentration of $\leq 95\%$ -v. To get Fuel Grade Ethanol (degree of $\geq 99.5\%$ -v) is required dehydration process. There are a lot of development on bioethanol dehydration techniques, however the productivity is still not efficient and effective. Therefore, a process design is need to improve the system operation for more user-friendly and productive. This research aims are to obtain design of dehydration process of bioethanol by Vacuum Swing Adsorption technique which can produce FGE and to set up optimum condition of dehydration process. The type of Zeolite Molecular Sieve applied in this study was commercial 3Å zeolite and modified natural zeolite. Furthermore, the concentration of ethanol feed for trial run was 90 and 95%-v. The result showed that the dehydration of bioethanol by VSA can increase ethanol purity from 90 to 95%-v or technical grade to fuel grade. It can be concluded that the optimum condition for VSA dehydrator is at minimum vacuum pressure of 20 cm.Hg, the ethanol feed concentration of 95%-v, and temperatur of 80°C. Time for swing at produce volume of 1.93 liter for commercial ZMS and 1.63 liter for

modified natural ZMS. Commercial ZMS was more stable at three times adsorption-desorption cycle than modified natural ZMS.

Keywords : bioethanol, dehydration, Zeolite Molecular Sieve, Fuel Grade Ethanol, Vacuum Swing Adsorption.

PENDAHULUAN

Untuk menghasilkan bioetanol derajat bahan bakar (*fuel grade etanol*) diperlukan tahapan proses dehidrasi. Proses dehidrasi bertujuan untuk menghilangkan kadar air yang tersisa pada campuran etanol hidrat ($\pm 5\%$) sehingga menjadi etanol anhidrat (Kohl 2004). Teknologi komersial yang efisien untuk mengeringkan etanol adalah adsorpsi air dari uap etanol azeotropik oleh adsorben pada penyaring molekular atau metode *molecular sieve* (MS). Material pengisi *molecular sieve* yang banyak digunakan adalah zeolit (Kundari dan Wiyuniati, 2008). Zeolit *molecular sieve* yang digunakan dalam proses dehidrasi etanol memiliki ukuran pori dengan diameter sebesar 3 Angstrom sehingga ideal untuk menangkap molekul air yang berukuran pori 2.8 Angstroms dan menolak molekul etanol karena berukuran pori 4.4 Angstroms (Onuki, 2006).

Proses dehidrasi etanol yang umum digunakan pada usaha kecil menengah (UKM) ialah menggunakan cara perendaman dengan prinsip pengikatan air secara kimia dan fisika. Kedua cara tersebut tidak menunjukkan proses dehidrasi yang efektif dan efisien. Seiring kemajuan teknologi, proses dehidrasi bioetanol saat ini telah menggunakan kolom *molecular sieve* yang dirangkaikan pada dehidrator kolom tunggal dengan mekanisme adsorpsi pada kondisi vakum. Sistem tersebut menunjukkan kelemahan yaitu kolom MS cepat jenuh dan sulitnya *loading* karena harus bongkar pasang alat ketika akan regenerasi material pengisinya di luar kolom (sistem *batch*). Maka dari itu diperlukan perbaikan desain proses dehidrasi bioetanol skala *pilot plant* dengan menggunakan sistem *vacuum swing adsorption* (VSA).

Pada penelitian ini dehidrasi bioetanol dilakukan menggunakan zeolit *molecular sieve* (ZMS) dengan teknik *vacuum swing adsorption* (VSA) skala *pilot plant*. Sistem VSA memanfaatkan kebalikan dari sistem PSA yaitu penggunaan tekanan adsorpsi di dalam sistem di bawah kondisi atmosferik. Penelitian