

# PEMURNIAN ETHANOL TEKNIS MENJADI ETHANOL ABSOLUT SECARA BATCH DAN KONTINYU DENGAN ADSORBENT TEPUNG JAGUNG

**Priyo Utomo (L2C004262) dan Ragil Priyanto (L2C004265)**  
Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058  
Pembimbing : Luqman Buchori ,ST, MT.

## Abstrak

*Ethanol merupakan bahan pembentuk gasohol yaitu campuran alkohol dan bensin. Ethanol teknis tidak memenuhi syarat sebagai bahan baku gasohol. Untuk memperoleh ethanol absolut sebagai syarat campuran dalam gasohol maka perlu dilakukan pemurnian yang berpegang pada efisiensi energi. Metode yang dikembangkan yaitu dehidrasi air dari ethanol dengan menggunakan adsorbent tepung jagung. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu operasi, diameter dan berat adsorbent terhadap hasil adsorpsi serta membandingkan proses adsorpsi batch dan kontinyu. Dalam penelitian ini, variabel tetapnya adalah berat ethanol umpan (100 gr), kecepatan pengadukan (skala 7), suhu kamar (30 °C). Variabel berubah untuk proses batch adalah diameter adsorbent (0.425 dan 1 mm) dan berat adsorbent (10 dan 20 gram). Sedangkan variabel berubah proses kontinyu adalah diameter adsorbent (0.425 dan 1 mm). Dari hasil penelitian didapatkan bahwa semakin lama waktu adsorpsi, semakin tinggi konsentrasi ethanol yang dihasilkan. Diameter adsorbent 0.425 mm menghasilkan konsentrasi ethanol lebih tinggi daripada 1 mm. Berat adsorbent 20 gr menghasilkan konsentrasi ethanol lebih tinggi daripada 10 gram. Pada proses kontinyu, untuk diameter berbeda (0.425 dan 1 mm), hasil yang diperoleh memiliki kesamaan dengan proses batch yaitu diameter adsorbent 0.425 mm menghasilkan konsentrasi ethanol lebih tinggi daripada 1 mm. Proses batch menghasilkan konsentrasi ethanol yang lebih tinggi dibandingkan dengan proses kontinyu.*

**Kata kunci:** adsorbent; adsorpsi; ethanol; tepung jagung

## Abstract

*Ethanol is the material to produce gasohol that is mixture of alcohol and gasoline. Technical grade of Ethanol is not require for producing gasohol. To get the absolute ethanol as mixture condition in gasohol so the purification is needed which hold on the efficiency of energy. The developed methode is dehydrationing water from ethanol by using adsorbent corn flour. The aims of this research for knowing the time influence operated, diameter and the heavy of adsorbent to result adsorption and also compare the process of adsorption batch and kontinue. The decided variables that used in this research are ethanol feed ( 100 gr), aging (rate 7), standard temperature (30°C). The different variable for batch is size of adsorbent ( 0.425 and 1 mm) and weight of adsorbent ( 10 and 20 gram). For the different variable of continuous process is size of adsorbent ( 0.425 and 1 mm). The result of research that longer time of adsorption can increase the ethanol purity, size of adsorbent 0.425 mm get the higher purity of ethanol than adsorbent 1 mm. Weight of adsorbent 20 gr get the higher purity of ethanol than adsorbent 10 gram. In the continuous process for different size ( 0.425 and 1 mm) have the same with the batch process that is size of adsorbent 0.425 mm get the higher purity of ethanol than adsorbent 1 mm. Batch process can produce higher level concentration of ethanol than continuous process.*

**Key words:** adsorbent; adsorption; ethanol; corn flour

## 1. Pendahuluan

Krisis energi yang dialami dunia khususnya Indonesia saat ini telah menjadi fenomena yang harus segera ditanggulangi. Berdasarkan fakta tersebut, maka mau tidak mau Indonesia harus mengembangkan energi alternatif salah satunya ethanol. Ethanol merupakan bahan pembentuk gasohol yaitu campuran alkohol dan bensin. Yang umum digunakan dalam pemisahan dan pemurnian ethanol 96 % adalah dengan distilasi. Distilasi merupakan suatu

proses pemisahan yang didasarkan pada derajat penguapan (titik didih) senyawa-senyawa di dalam umpan. Ethanol dipisahkan dari campurannya melalui dua tahap untuk mendapatkan ethanol absolute sebagai bahan baku gasohol. Metode konvensional dengan dua tahap proses distilasi campuran ethanol-air menjadi ethanol 95,6% berat pada konsentrasi azeotrop. Kemudian dilanjutkan dengan distilasi azeotrop dengan menambahkan pelarut sebagai komponen ketiga yang dibolehkan untuk recovery ethanol 100% [Tanaka dan Otten (1986)]. Komponen yang dimaksud antara lain benzen, sikloheksana, etilen glikol, pentana, dietil eter, gliserin dan bensin. Benzen atau bensin dipakai sebagai pelarut apabila produk ethanol 100% akan digunakan sebagai bahan bakar [Widayat, (2002)]. Metode pemisahan konvensional sangat efektif tapi dengan distilasi dua tahap ini membutuhkan energi yang besar.

Proses adsorpsi untuk pengeringan ethanol dengan menggunakan adsorbent anorganik (CaO dan  $K_2CO_3$ ) pertama kali dijadikan sebagai literatur dan terpublikasi pada tahun 1930-an. Meskipun prosedur ini telah menjadi standar teknik laboratorium selama 50 tahun, namun dalam perkembangannya telah ditemukan metode adsorpsi dengan menggunakan bahan organik. Dengan demikian untuk efisiensi energi metode yang tepat digunakan dalam pemisahan ethanol-air adalah dengan metode adsorpsi.

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa terkontakannya partikel padatan dan cairan pada kondisi tertentu sehingga sebagian cairan terserap di permukaan padatan dan konsentrasi cairan yang tidak terserap tidak mengalami perubahan (Brown, 1950). Proses adsorpsi menggunakan adsorbent biji-bijian untuk dehidrasi bahan bakar alkohol (Ladisich and Dyck 1979). Mereka telah mencoba menggunakan adsorbent organik seperti tepung jagung, gula, selulosa, biji jagung dan sisa-sisa jagung. Dan ternyata sama baiknya dengan menggunakan adsorbent anorganik seperti CaO, NaOH, dan CaSO. Hasilnya dari percobaan mengindikasikan bahwa selulosa, tepung jagung, dan biji jagung memberikan hasil yang sama dengan CaO. Ini menunjukkan adsorbent organik mampu menghidrasi ethanol menjadi murni lebih dari 99% volume. Selanjutnya, dari hasil pengamatan untuk proses regenerasi adsorbent organik kebutuhan energi jauh lebih sedikit daripada dengan CaO. Regenerasi adsorbent selulosa dibutuhkan 430 kJ/kg untuk memproduksi ethanol anhidrid, sedangkan adsorbent CaO dibutuhkan 900 kJ/kg. Proses regenerasi adsorbent CaO dilakukan pada temperatur 160-170 °C, sedangkan regenerasi pada adsorbent jagung pada temperatur 80-100 °C (Ladisich, dkk, 1984, Walis and Falek, Robertson and Pavlath, 1985).

Pada penelitian ini difokuskan pada pemurnian ethanol teknis pada suhu kamar menggunakan adsorbent tepung jagung menjadi ethanol absolute. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui pengaruh waktu operasi, diameter dan berat adsorbent terhadap hasil adsorpsi serta membandingkan proses adsorpsi batch dan kontinyu

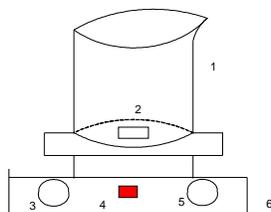
## 2. Bahan dan Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah ethanol teknis 93,75 % v/v, ethanol absolute dan tepung jagung berbagai ukuran.

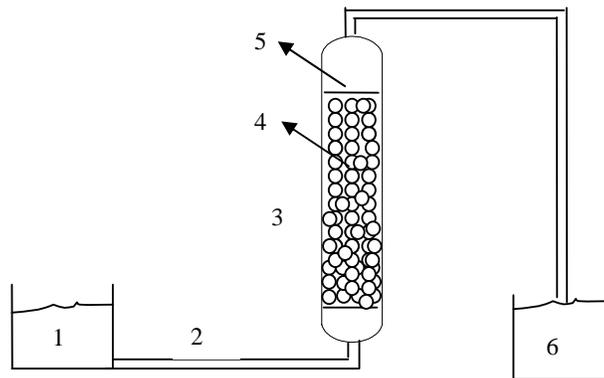
Peralatan yang digunakan adalah Timbangan, Stopwatch, Erlenmeyer, Gelas ukur, 1 set peralatan untuk proses batch (Magnetic stirrer, Beaker glass ) dan 1 set untuk proses kontinyu (selang , pompa, kran, statif dan klem).

Adapun variabel tetap untuk proses batch yang digunakan adalah berat ethanol teknis sebesar 100 gram, suhu kamar (30°C), kecepatan pengadukan skala 7 dan waktu operasi batch 60 menit. Untuk proses kontinyu variable tetapnya adalah berat adsorbent sebesar 10 gr dan suhu kamar (30°C). Variable berubah untuk proses batch adalah berat adsorbent yaitu 10 dan 20 gr, diameter adsorbent 0, 425 dan 1 (mm). Variable berubah untuk proses kontinyu yaitu diameter adsorbent 0, 425 dan 1 (mm). Rangkaian alat percobaan dapat dilihat pada gambar 1 dan 2. Respon yang diamati adalah konsentrasi ethanol teknis hasil adsorpsi setiap selang waktu tertentu.

Percobaan dilakukan secara batch dan kontinyu. Pada proses batch, 100 gr ethanol umpan dimasukkan ke dalam beaker glass bersamaan dengan tepung jagung dan dilakukan pengadukan dengan kecepatan tetap selama 60 menit. Untuk mengetahui konsentrasi ethanol tiap waktunya, dilakukan pengambilan 10 ml ethanol hasil adsorpsi tiap 15 menit untuk dianalisa dengan GC. Proses kontinyu, larutan ethanol umpan dipompa menuju kolom adsorber. Laju alir umpan disesuaikan supaya terjadi olakan didalam adsorber. Ethanol yang keluar dari adsorber dianalisa konsentrasinya menggunakan GC tiap 10 menit.



Gambar 1 Rangkaian Alat Adsorpsi Batch: (1). Beaker glass; (2). Magnetik; (3). Pengatur temperatur; (4). Tombol on/off; (5). Pengatur kecepatan pengadukan; (6). Magnetic stirrer lengkap

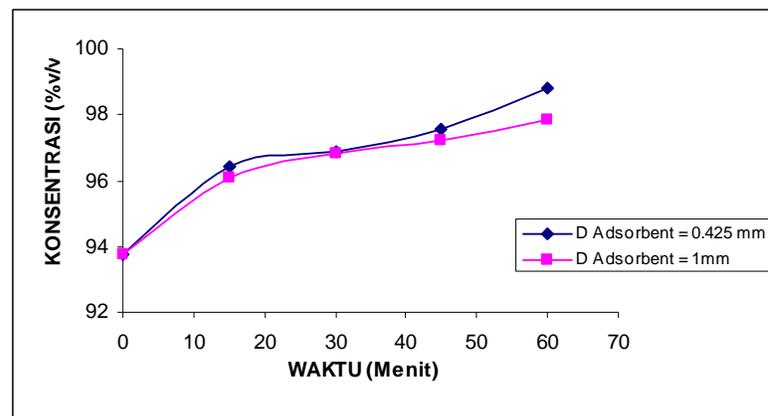


Gambar 2 Rangkaian Alat Adsorpsi Kontinyu: (1). Penampung ethanol teknis; (2). Selang; (3). Adsorber; (4). Tepung jagung; (5). Penyangga; (6). Penampung hasil. Spesifikasi adsorber: bahan plastik; diameter dalam 1,5 cm, tebal 0,2 cm, tinggi 21,5 cm.

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### Hubungan Waktu Terhadap Konsentrasi Ethanol pada Diameter Adsorbent yang Berbeda pada Proses Batch

Dengan perbandingan diameter adsorbent dan berat adsorbent dibuat tetap sebesar 10 gram diperoleh grafik sebagai berikut.

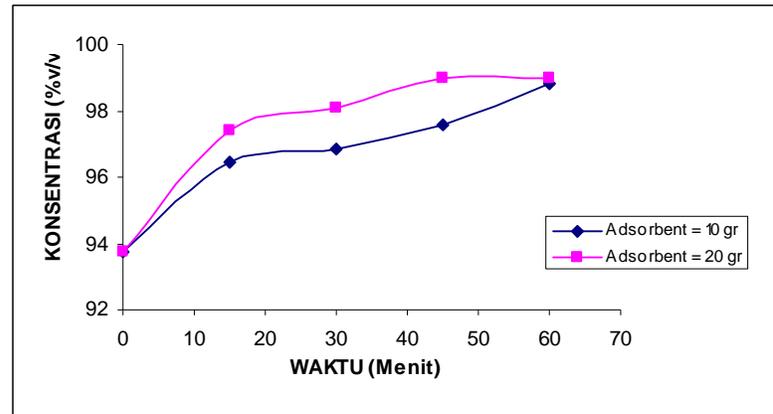


Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu vs Konsentrasi Ethanol pada perbandingan Diameter Adsorbent Proses Batch

Dari Gambar 3 dapat dilihat, untuk kedua diameter. Semakin lama waktu adsorpsi maka konsentrasi ethanol semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu operasi maka semakin lama kontak antara adsorbent dengan larutan ethanol sehingga jumlah air yang diadsorpsi semakin banyak dan juga adsorbent belum menjadi jenuh sehingga konsentrasi ethanol naik seiring dengan waktu yang bertambah. Diameter adsorbent 0,45 mm menghasilkan konsentrasi alkohol tiap waktunya lebih besar daripada diameter 1 mm. Untuk berat adsorbent yang sama, dengan diameter adsorbent yang semakin kecil menyebabkan luas permukaan adsorbent menjadi semakin besar sehingga bidang kontak antara adsorbent dengan solute juga semakin besar. Hal ini menyebabkan semakin besar pula solute/air yang diadsorpsi. Sehingga diameter adsorbent 0,45 mm menghasilkan ethanol dengan konsentrasi lebih tinggi.

### Hubungan Waktu Terhadap Konsentrasi Ethanol pada Berat Adsorbent yang Berbeda pada Proses Batch

Dengan perbandingan berat adsorbent dan diameter adsorbent dibuat tetap yaitu 0.425 mm diperoleh grafik sebagai berikut.

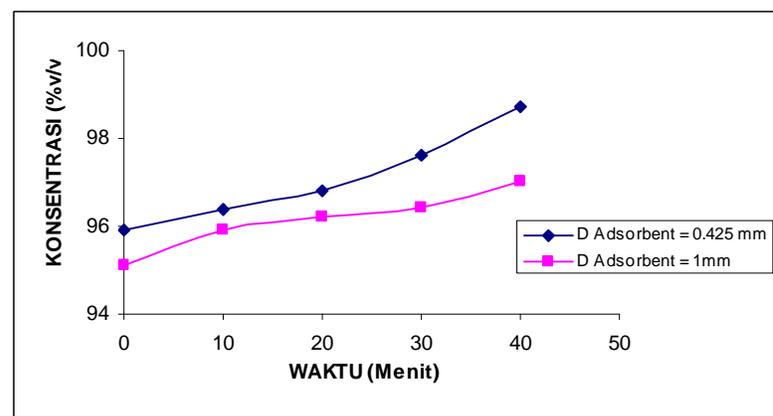


Gambar 4. Grafik Hubungan Waktu vs Konsentrasi Ethanol pada Perbandingan Berat Adsorbent Proses Batch

Dari Gambar 4 dapat dilihat, untuk kedua variable berat adsorbent. Semakin lama waktu adsorpsi maka konsentrasi ethanol semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu operasi maka semakin lama kontak antara adsorbent dengan larutan ethanol sehingga jumlah air yang diadsorpsi semakin banyak dan juga adsorbent belum menjadi jenuh sehingga konsentrasi ethanol naik seiring dengan waktu yang bertambah. Untuk berat adsorbent 20 gram menghasilkan konsentrasi alkohol tiap waktunya lebih besar daripada berat adsorbent 10 gram. Untuk diameter adsorbent yang sama, dengan bertambahnya jumlah adsorbent yang digunakan menyebabkan luas permukaan adsorbent menjadi semakin besar sehingga bidang kontak antara adsorbent dengan solute juga semakin besar. Hal ini menyebabkan semakin besar pula solute/air yang diadsorpsi. Sehingga berat adsorbent 20 gram menghasilkan ethanol dengan konsentrasi lebih tinggi

### Hubungan Waktu Terhadap Konsentrasi Ethanol pada Diameter Adsorbent yang Berbeda Pada Proses Kontinyu

Dengan perbandingan diameter adsorbent dan berat adsorbent dibuat tetap sebesar 10 gram diperoleh grafik sebagai berikut.



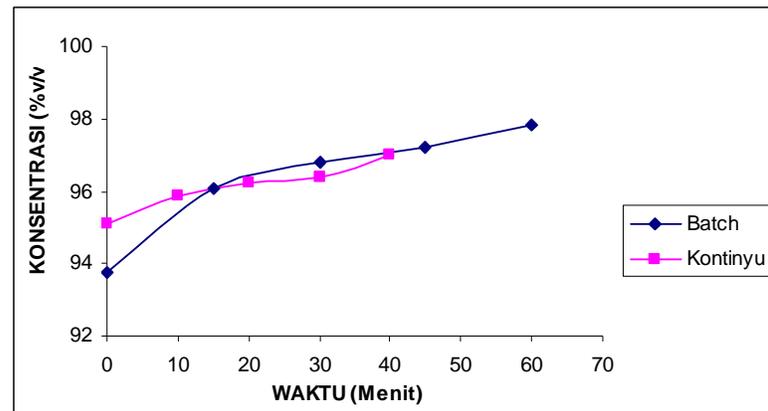
Gambar 5. Grafik Hubungan Waktu vs Konsentrasi Ethanol pada Perbandingan Diameter Adsorbent Proses Kontinyu

Dari Gambar 5 dapat dilihat, untuk kedua diameter. Semakin lama waktu adsorpsi maka konsentrasi ethanol semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu operasi maka semakin lama kontak antara adsorbent dengan larutan ethanol sehingga jumlah air yang diadsorpsi semakin banyak dan juga adsorbent belum menjadi jenuh sehingga konsentrasi ethanol naik seiring dengan waktu yang bertambah. Untuk diameter adsorbent 0.45 mm

menghasilkan konsentrasi alkohol tiap waktunya lebih besar daripada diameter 1 mm. Untuk proses kontinyu mempunyai kesamaan dengan batch. Untuk berat adsorbent yang sama, dengan diameter adsorbent yang semakin kecil menyebabkan luas permukaan adsorbent menjadi semakin besar sehingga bidang kontak antara adsorbent dengan solute juga semakin besar. Hal ini menyebabkan semakin besar pula solute/air yang diadsorpsi. Sehingga diameter adsorbent 0,45 mm menghasilkan ethanol dengan konsentrasi lebih tinggi. Akan tetapi, dengan semakin kecilnya diameter menyebabkan pressure drop semakin besar karena semakin kecil diameter partikel menyebabkan volume ruang kosong dalam unggun semakin kecil sehingga aliran umpan lebih terhambat.

#### Hubungan Waktu Terhadap Konsentrasi Ethanol pada Proses Batch Dan Kontinyu Untuk Diameter Adsorbent = 1 mm

Dengan perbandingan proses batch dan kontinyu serta berat adsorbent dibuat tetap sebesar 10 gram diperoleh grafik sebagai berikut.



Gambar 6. Grafik Hubungan Waktu vs Konsentrasi Ethanol pada Perbandingan Proses Batch dengan Proses Kontinyu

Dari gambar 6 dapat dilihat bahwa semakin lama waktu adsorpsi maka konsentrasi ethanol semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena semakin lama waktu operasi maka semakin lama kontak antara adsorbent dengan larutan ethanol sehingga jumlah air yang diadsorpsi semakin banyak dan juga adsorbent belum menjadi jenuh sehingga konsentrasi ethanol naik seiring dengan waktu yang bertambah. Pada saat  $t = 0$ , konsentrasi ethanol untuk proses batch lebih rendah dibandingkan dengan proses kontinyu. Pada proses batch, waktu awal ( $t = 0$ ) diukur pada sesaat sebelum adsorpsi dilakukan sehingga belum ada kontak antara adsorbent dengan larutan ethanol. Sedangkan pada proses kontinyu, waktu awal ( $t = 0$ ) diukur pada saat larutan ethanol keluar pertama kali dari kolom adsorbent sehingga sudah terjadi kontak antara larutan ethanol dengan adsorbent di dalam kolom. Untuk waktu selanjutnya, proses batch menghasilkan konsentrasi ethanol yang lebih tinggi dibandingkan proses kontinyu. Hal ini dikarenakan proses adsorpsi secara batch menggunakan pengaduk sehingga memungkinkan kontak antara adsorbent dengan larutan lebih sempurna.

#### 4. Kesimpulan

Semakin lama waktu adsorpsi maka konsentrasi ethanol hasil adsorpsi semakin besar. Semakin kecil diameter adsorbent dengan berat yang sama maka konsentrasi ethanol hasil adsorpsi yang diperoleh makin tinggi. Semakin besar berat adsorbent yang digunakan dengan diameter adsorbent yang sama dalam proses adsorpsi menghasilkan ethanol dengan konsentrasi makin tinggi. Proses batch menghasilkan konsentrasi ethanol yang lebih tinggi dibandingkan proses kontinyu.

#### Ucapan Terima Kasih

Kami mengucapkan terima kasih kepada PT Indofood ,Tbk sebagai penyandang dana, Bapak Luqman Buchori ,ST, MT selaku dosen pembimbing yang memberikan arahan dalam pelaksanaan penelitian dan penyusunan laporan penelitian. Semua teman dan pihak yang telah memberi dukungan dan doa dalam penelitian, sehingga makalah penelitian ini selesai.

**Daftar Pustaka**

Berry, K.E. and M.R. Ladisch, (2001), "*Adsorption of Water from Liquid-Phase Ethanol-Water Mixtures at Room Temperature Using Starch-Based Adsorbents*", Purdue University, Indiana USA.

Brown, G.G., (1950), "*Unit Operation*", John Wiley & Sons, Inc., New York.

Ladisch, M.R. and Karen Dyck, (1979), "Dehydration of Ethanol, New Approach Gives positive Energy Balance. Laboratory of Renewable Resources Engineering", Purdue University, Indiana USA.

Tanaka, B. and L. Otten, (1986), "Dehydration of Aqueous Ethanol",. University of Guelph, Canada.

Widayat, (2002), "Proses Pemisahan dan Pemurnian Ethanol Hasil Fermentasi", Teknik Kimia Universitas Diponegoro, Semarang.