

SKRIPSI

PROSES PENGAMBILAN KEMBALI BIOETANOL HASIL FERMENTASI DENGAN METODE ADSORPSI HIDROPHOBIK



**Diajukan untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan Tugas Akhir Guna Memperoleh Gelar
Sarjana Teknik**

Oleh :

Agung Nur Hananto Putro

L2C6 06002

Sherviena Amanda Ardhiyany

L2C6 06042

JURUSAN TEKNIK KIMA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2010

Halaman Pengesahan
Laporan Penelitian

Nama/NIM : Agung Nur Hananto Putro / L2C6 06002
Nama/NIM : Sherviena Amanda Ardhiany / L2C6 06042
Judul Penelitian : Proses Pengambilan Kembali Bioetanol Hasil Fermentasi
dengan Metode Adsorpsi Hidrophobik
Dosen Pembimbing : Ir.Sumarno,Msi.

Semarang, Juni 2010

Telah menyetujui
Dosen Pembimbing,

Ir.Sumarno,M.si

NIP.130892624

RINGKASAN

Bioetanol merupakan salah satu energi alternatif pengganti bahan bakar fosil. Proses produksi bioetanol dengan fermentasi menghasilkan yield sebesar 9-11%, dan proses pemurniannya menggunakan metode destilasi yang hanya bisa digunakan jika yield minimal 9%. Penelitian ini untuk merecovery bioetanol pada hasil fermentasi dengan yield di bawah 9% menggunakan metode adsorpsi hidrophobik dengan variabel kendali adalah suhu kamar dan tekanan 1 atm, sedangkan variabel berubah adalah adsorbent, waktu adsorpsi dan ukuran partikel dari adsorbent. Digunakan adsorbent $Mg(OH)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, Mgsilikat dan Casilikat dengan ukuran partikel 106 dan 150 mm dan waktu adsorpsi 30 dan 60 menit. Adsorpsi yang terjadi adalah adsorpsi hidrophobik dimana bioetanol sebagai solute lebih diserap oleh adsorbent daripada solvent air. Bioetanol yang terlarut dalam adsorbent dipisahkan dari solvent dengan cara disaring kemudian diuapkan untuk mendapatkan bioetanol murni. Hasil dianalisa dengan metode cawan Conway. Hasil yang diperoleh bahwa adsorbent yang paling baik menyerap etanol adalah Mgsilikat dengan ukuran partikel 106mm dan waktu 60 menit.

SUMMARY

Bioethanol is one of alternative energy to replace fuel oil. Bioethanol production from fermentation process produce yiled only 9-11% and ethanol purification can be done if the yield is above 9%. The purpose of this experiment is recover bioethanol produced from fermentation using adsorption methode with controlled variables are kinds of adsorbent, adsorption time, and adsorbent size. The adsorbents are $Mg(OH)_2$ dan $Ca_3(PO_4)_2$ with size of 106 and 150 mesh and adsorption time 30 and 60 minutes. The adsorption occurred is positive adsorption where bioethanol as solute is more absorbed to adsorbent better than solvent. The adsorbed bioethanol is separated from the solvent using filtration and the adsorbent is evaporated to gain pure bioethanol. The absorbed bioethanol is analyzed using Conway methode. The result of the experiments show that the best adsorbent is Mgsilkat with size of 106 mm and adsorption time 60 minutes.

KATA PENGANTAR

Pertama kami panjatkan puji syukur kehadiran Allah SWT atas segala rahmat dan Hidayah-Nya dan juga yang telah memberi kemudahan sehingga laporan penelitian ini dapat terselesaikan. Laporan ini diwujudkan sebagai rencana penelitian yang akan kami lakukan guna memenuhi tugas akhir.

Laporan penelitian ini kami harapkan dapat memberi gambaran tentang penelitian kami yang berjudul “Proses Pengambilan Kembali BioEthanol Hasil Fermentasi dengan Metode Adsorpsi Hidrophobik”. Proses ini merupakan salah satu pengganti proses destilasi yang tidak membutuhkan energi yang besar tetapi dengan hasil yang optimal.

Tak lupa ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu kami dalam penyusunan proposal penelitian ini. Khususnya :

1. Bapak Ir. Soemarno, M.Si selaku Dosen Pembimbing kami. Terima kasih atas dukungan dan Ilmu nya.
2. Bapak DR. Ir. Abdullah, MS selaku Kepala Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Unversitas Diponegoro
3. Teman-teman khususnya Teknik Kimia amgkatan 2006, terima kasih atas dukungan dan support nya.
4. Pihak Rektorat. Terima kasih atas Informasinya
5. dan pihak-pihak lain yang tidak bisa kami sebutkan satu persatu.

Akhir kata, kami ucapkan Terima kasih, tiada gading yang tak retak. Kritik dan saran kami harapkan demi perbaikan lebih lanjut. Terima kasih atas waktunya untuk membaca proposal penelitian ini, semoga bermanfaat.

Semarang, 29 Juni 2009

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman Judul.....	i	
Halaman Pengesahan.....	ii	
Ringkasan.....	iii	
Summary.....	iv	
Prakata.....	v	
Daftar Isi.....	vi	
Daftar Tabel.....	vii	
Daftar Gambar.....	viii	
BAB I. PENDAHULUAN		
1. Latar Belakang Masalah.....	1	
2. Perumusan Masalah.....	2	
3. Tujuan dan Manfaat Penelitian.....	3	
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA		
1. Bioetanol.....	4	
2. Teori Adsorpsi.....	6	
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN.....		10
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....		13
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN.....		19
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Lama pengadukan terhadap jumlah etanol yang diserap.....	13
Tabel 2. Ukuran adsorbent terhadap jumlah etanol yang diserap.....	13
Tabel 3. Jenis adsorbent terhadap jumlah etanol yang diserap.....	14

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Rangkaian alat percobaan.....	11
Gambar 2. Pareto chart perbandingan variable.....	15
Gambar 3. Kurva hubungan antara lama pengadukan dengan jumlah etanol yang diserap.....	16
Gambar 4. Kurva hubungan antara ukuran adsorbent dengan jumlah etanol yang diserap.....	17

BAB I

PENDAHULUAN

1. Latar Belakang Masalah

Beberapa tahun terakhir ini energi merupakan persoalan yang krusial di dunia. Peningkatan permintaan energi yang disebabkan oleh pertumbuhan populasi penduduk dan menipisnya sumber cadangan minyak dunia serta permasalahan emisi dari bahan bakar fosil memberikan tekanan kepada setiap negara untuk segera memproduksi dan menggunakan energi terbarukan. Selain itu, peningkatan harga minyak dunia hingga mencapai 100 US\$ per barel juga menjadi alasan yang serius yang menimpa banyak negara di dunia terutama Indonesia. Lonjakan harga minyak dunia akan memberikan dampak yang besar bagi pembangunan bangsa Indonesia. Konsumsi BBM yang mencapai 1,3 juta barel tidak seimbang dengan produksinya yang nilainya sekitar 1 juta barel sehingga terdapat defisit yang harus dipenuhi melalui impor. Menurut data ESDM (2006) cadangan minyak Indonesia hanya tersisa sekitar 9 miliar barel. Apabila terus dikonsumsi tanpa ditemukannya cadangan minyak baru, diperkirakan cadangan minyak ini akan habis dalam dua dekade mendatang.

Untuk mengurangi ketergantungan terhadap bahan bakar minyak, pemerintah telah menerbitkan Peraturan Presiden Republik Indonesia nomor 5 tahun 2006 tentang kebijakan energi nasional untuk mengembangkan sumber energi alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak. Kebijakan tersebut menekankan pada sumber daya yang dapat diperbaharui sebagai alternative pengganti bahan bakar minyak.

Salah satu sumber energi alternatif adalah bioetanol. Bioetanol merupakan salah satu bahan bakar alternatif terbarukan yang potensial untuk dikembangkan di Indonesia. Bahan bakar etanol diharapkan dapat menggantikan peran bahan bakar bensin. Peraturan Pemerintah No. 3 Tahun 2005 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Tenaga Listrik dan Instruksi Presiden No. 1 Tahun 2006 tentang Penyediaan dan Pemanfaatan Bahan Bakar Nabati (Biofuel) sebagai Bahan Bakar Lain merupakan landasan dilakukannya kegiatan ini. Namun hingga saat ini, kedua peraturan perundangan tersebut belum dapat diterapkan sepenuhnya dalam masyarakat.

Bioetanol sebagai salah satu bahan bakar alternatif masyarakat belum diterapkan sama sekali karena masih dalam tahap penelitian dan uji coba. Padahal di Indonesia, banyak sekali sumber daya alam hayati yang dapat digunakan sebagai bahan baku untuk memproduksi bioetanol.

2. PERUMUSAN MASALAH

Semakin tinggi kadar etanol, semakin bagus performanya sebagai bahan bakar. Tetapi, etanol bersifat higroskopis (mudah menarik molekul air dari kelembaban udara). Karena Indonesia berudara lembab, hal ini dapat menjadi masalah serius. Semakin tinggi kadar etanol, semakin banyak kadar air yang ikut tercampur. Hal inilah yang menyebabkan masalah serius pada mesin kendaraan. Kandungan air yang tinggi pada bioetanol bukan hanya menyebabkan masalah karat di tangki, bila air masuk ke *fuel line*, proses pengapian akan terganggu sehingga kendaraan menjadi sulit untuk dihidupkan. Di samping itu, etanol yang dihasilkan masih mengandung kadar glukosa sekitar 5 %. Adanya impuritas juga menyebabkan menurunnya performa mesin dan kerusakan alat. Dengan demikian, penggunaan bahan bakar bioetanol masih membutuhkan suatu penerapan teknologi pemurnian bahan bakar bioetanol dan sosialisasi penyiapan bahan bakar tersebut kepada masyarakat. Pada saat ini, proses produksi bioetanol dengan fermentasi menghasilkan yield sebesar 9-11%. Untuk proses pemurniannya digunakan metode distilasi. Tetapi metode destilasi hanya bisa digunakan bila yield yang dihasilkan minimal sebesar 9%. Sedangkan untuk yield di bawah 9%, belum ada metode memadai untuk proses pemurniannya.

Dari fakta-fakta yang telah dipaparkan di atas dalam penggunaan bioetanol, dapat dirumuskan beberapa permasalahan untuk diselesaikan seperti berikut ini:

- Bagaimana cara pemurnian bioetanol dengan metode adsorpsi hidrofobik.
- Apa adsorbent yang paling tepat digunakan dalam pemurnian bioetanol.
- Bagaimana pengaruh waktu terhadap hasil pemurnian bioetanol.
- Bagaimana pengaruh ukuran adsorbent terhadap hasil pemurnian bioetanol.

. 3. TUJUAN DAN MANFAAT PENELITIAN

Secara umum kegiatan ini bertujuan untuk mengkaji pemurnian bahan bakar bioetanol.

Tujuan penelitian secara terperinci adalah sebagai berikut :

1. Mencari efektivitas metode pemurnian bioetanol dengan metode adsorpsi hidrofobik.
2. Menentukan adsorbent yang paling tepat digunakan dalam pemurnian bioetanol.
3. Menentukan waktu pemurnian yang optimum terhadap hasil pemurnian bioetanol.
4. Menentukan ukuran adsorbent terhadap hasil pemurnian bioetanol.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

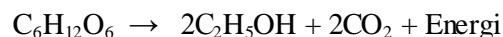
II.1. Bioetanol

Bioetanol (C₂H₅OH) adalah cairan biokimia, tidak berwarna, larut dalam eter, air, aseton, benzen, dan semua pelarut organik, memiliki bau khas alkohol, terbuat dari proses fermentasi gula dari sumber karbohidrat menggunakan bantuan mikroorganisme. Bioetanol dibuat dengan bahan baku bahan bergula seperti tebu, nira aren, bahan berpati seperti jagung, dan ubi-ubian, bahan berserat yang berupa limbah pertanian

Bahan Baku

- Nira bergula (sukrosa): nira tebu, nira nipah, nira sorgum manis, nira kelapa, nira aren, nira siwalan, sari-buah mete
- Bahan berpati: tepung-tepung sorgum biji (jagung cantel), sagu, singkong/gaplek, ubi jalar, ganyong, garut, umbi dahlia.

Ragi yang sering digunakan dalam industri fermentasi etanol adalah *Saccharomyces cerevisiae*, *Saccharomyces uvarum*, *Candida utilis*, *Saccharomyces anamensis*, *Schizosaccharomyces pombe*. Proses fermentasi etanol dapat dilakukan dalam tangki berpengaduk secara sinambung (CSTR), atau menara. Konsentrasi maksimum glukosa di dalam adonan fermentasinya adalah kira-kira 150g/l (14-18% berat)[Bailey, 1996], [Bailey and Ollis, 1988]. Variabel proses yang berpengaruh antara lain: konsentrasi glukosa, konsentrasi alkohol, pH dan temperatur. Glukosa akan diubah menjadi etanol dan karbondioksida oleh *Saccharomyces* pada kondisi anaerob. Secara teoritik tiap mol glukosa akan menghasilkan 2 mol etanol dan 2 mol karbondioksida, dan melepaskan energi.



Nutrien diperlukan dalam pertumbuhan ragi. Nutrien yang ditambahkan adalah karbon, nitrogen, fosfor, oksigen dan hidrogen. Sedangkan nutrien dalam jumlah kecil yaitu kalium, magnesium, kalsium, mineral dan senyawa-senyawa organik seperti vitamin, asam nukleat dan asam amino. Temperatur operasi yang digunakan tergantung dari jenis ragi, umumnya adalah 30-40°C. Produksi etanol yang dihasilkan dari fermentasi sangat rendah pada kisaran kadar campuran etanol-air 6-12% volume etanol.[Tanaka dan Otten,(1986)].

Etanol dapat dipandang sebagai turunan dari etana (C_2H_6) dengan salah satu atom H digantikan dengan gugus hidroksil. Gugus hidroksil akan membangkitkan polaritas pada molekul dan menimbulkan ikatan hidrogen antar molekul. Sifat-sifat kimia dan fisik etanol sangat tergantung pada gugus hidroksil. Studi spektrokopi inframerah menunjukkan bahwa dalam keadaan cair, ikatan-ikatan hidrogen terbentuk karena tarik-menarik antara hidrogen-hidroksil satu molekul dengan oksigen-hidroksil dari molekul yang lain. Ikatan hidrogen mengakibatkan etanol cair sebagian besar terdimerisasi. Dalam keadaan uap, molekul-molekul etanol bertabiat *monomeric*.

Pada tekanan $> 0,114$ bar (11,5 kPa) etanol dan air dapat membentuk larutan *azeotrop* (larutan yang mendidih seperti cairan murni: komposisi uap dan cairan sama). Pada keadaan atmosferik (1 atm) campuran ini terdiri dari etanol 95,57% (massa) atau 97,3% (volume) atau 89,43% (mol), dan air 4,43% (massa) atau 2,7% (volume) atau 10,57% (mol). Pada kondisi ini larutan mendidih pada temperature $78,15^\circ C$. [Kosaric, dkk. (1993)], [Seader dan Kurtyka. (1984)].

Etanol banyak digunakan sebagai pelarut, germisida, minuman, bahan anti beku, bahan bakar, dan senyawa sintesis antara senyawa-senyawa organik lainnya. Etanol sebagai pelarut banyak digunakan dalam industri farmasi, kosmetika, dan resin maupun laboratorium. Di Indonesia, industri minuman merupakan pengguna terbesar etanol, disusul berturut-turut oleh industri asam asetat, industri farmasi, kosmetika, rumah sakit, dan industri lainnya. Sebagai bahan baku, etanol digunakan untuk pembuatan senyawa asetaldehid, butadiene, dietil eter, etil asetat, asam asetat, dan sebagainya.

Penggunaan etanol sebagai bahan bakar, juga mempunyai prospek yang cerah. Etanol dapat digolongkan sebagai bahan yang dapat diperbaharukan, karena dapat dibuat dari bahan baku yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Etanol murni (100%) dapat digunakan sebagai pencampur pada bensin (gasoline). Etanol mempunyai angka oktan yang cukup tinggi, sehingga dapat digunakan untuk menaikkan angka oktan.

II.2. Teori Adsorpsi

Adsorpsi merupakan suatu peristiwa terkontakannya partikel padatan dan cairan pada kondisi tertentu sehingga sebagian cairan terjerap di permukaan padatan dan konsentrasi cairan yang tidak terjerap mengalami perubahan (Brown, 1950).

Adsorben yang sering digunakan adalah silicalit, $Mg(OH)_2$, $Ca_3(PO_4)_2$, dll. Tujuan dari proses adsorpsi adalah menghilangkan rasa, warna dan bau yang tidak diinginkan serta material-material organik baik yang beracun maupun tidak dari suatu senyawa.

Untuk menerangkan fenomena adsorpsi secara kuantitatif berdasarkan teori termodinamika, teori Gibbs dan teori Van't Hoff, adsorpsi dapat dibagi menjadi tiga :

1. Teori monomolekuler

Menyatakan bahwa tebal lapisan adsorbent pada permukaan hanya setebal satu molekul. Ini terjadi karena adsorbent hanya mampu menyerap satu lapisan molekul dari zat yang diserap. Persamaan yang termasuk teori monomolekuler adalah :

a. Persamaan Freundlich

$$\frac{x}{m} = k c^n$$

$$\text{Log } \frac{x}{m} = n \log c + \log k$$

dengan : x = berat solute yang teradsorpsi

m = berat adsorbent

k = konstanta yang tergantung pada suhu dan sifat-sifat adsorbent

n = konstanta lain yang harganya 0,1-0,5

c = konsentrasi larutan (gram/liter)

b. Persamaan Langmuir

$$\frac{c}{(x/m)} = \left(\frac{\beta}{\alpha}\right)c + \frac{1}{\alpha}$$

dengan α dan β adalah tetapan.

2. Teori Polimolekuler

Menyatakan bahwa tebal lapisan permukaan terdiri dari beberapa molekul. Ini terjadi karena adsorbent mampu menyerap lebih dari satu lapisan molekul. Persamaan yang berlaku :

a. Persamaan Harkins-jura

$$\log p = B - \frac{s}{v^2}$$

$$\ln p = \frac{-a}{2kT}(A^2 + 1)$$

dimana : p = tekanan gas

B,s = konstanta

V = jumlah molekul gas yang diadsorpsi

A = konsentrasi

K = tetapan Boltzman

T = suhu mutlak

A = luas permukaan

b. Persamaan Brauaer, Emmet, Teller (BET)

$$\frac{P}{V(P_0 - P)} = \frac{1}{V_m \cdot c} + \frac{c-1}{V_m \cdot c} \cdot \frac{P}{P_0}$$

Dimana : V = volume gas yang teradsorpsi pada tekanan parsial (P) yang menutupi permukaan

V_m = volume gas yang teradsorpsi yang menutupi permukaan. Adsorbent membentuk lapisan monomolekuler.

c = konstanta, harga secara pendekatan, $c = e^{(E_1 - E_2)/RT}$

E₁ = panas adsorpsi dari molekul gas pada lapisan 1

E₂ = panas kondensasi dari gas ke cairan

Jika harga E₁ > E₂, maka harga c > 1 dan sebaliknya jika harga E₁ < E₂, maka harga c < 1.

P₀ = tekanan uap jenuh adsorbent pada temperature tertentu

3. Teori Kapilaritas

Permukaan adsorbent terdiri dari pori-pori dan menganggap pori mempunyai kemampuan yang sama untuk menyerap satu molekul adsorbate. Adanya molekul dalam satu pori tidak mempengaruhi tekanan dan daya serap yang lain. Persamaan yang digunakan adalah persamaan "Gibbs Adsorption"

$$E = \frac{-c}{RT} \cdot \frac{\partial \gamma}{\partial c}$$

Adsorpsi larutan oleh zat padat ada 2 kemungkinan, yaitu :

1. Adsorpsi positif

Apabila solute relative lebih besar diadsorpsi daripada solvent. Contoh adsorpsi zat warna oleh solvent.

2. Adsorpsi negative

Apabila solvent lebih banyak terserap daripada solute dalam larutan. Contoh alkaloid dengan charcoal.

Faktor-faktor yang mempengaruhi adsorpsi :

1. Jenis adsorbent

Tiap adsorbent mempunyai karakteristik sendiri. Adsorbent yang baik untuk mengadsorpsi zat yang satu belum tentu baik untuk zat yang lain.

2. Jenis zat yang diadsorpsi (adsorbate)

Zat yang bersifat asam akan lebih mudah diadsorpsi dengan adsorpsi basa, begitu pula sebaliknya, karena asam dan basa akan saling tarik-menarik.

3. Konsentrasi zat adsorbate

Semakin tinggi konsentrasi adsorbate, maka semakin besar solute yang teradsorpsi.

4. Luas permukaan adsorbent

Semakin luas permukaan adsorbent, maka semakin besar kemampuannya untuk menarik solute (adsorbate)

5. Suhu dan tekanan operasi

6. Daya larut solvent terhadap solute

Jika daya larut solvent terhadap solute tinggi, maka proses adsorpsi akan terhambat, sebab gaya untuk melarutkan solute berlawanan dengan gaya tarik adsorbent terhadap solute.

7. Jumlah stage

Bila adsorpsi dilakukan dalam jumlah stage yang banyak (multistage), akan memberikan jumlah solute yang teradsorpsi lebih besar daripada operasi single stage.

Untuk adsorbent dengan luas permukaan dan berat tertentu, zat yang diadsorpsi tergantung pada konsentrasi solute di sekitar solvent. Makin tinggi konsentrasinya, makin besar pula zat yang diadsorpsi. Proses adsorpsi adalah keadaan setimbang. Apabila kecepatan suatu zat ditambah atau dikurangi maka akan terjadi keadaan setimbang yang baru.

Syarat-syarat adsorbent yang baik, antara lain :

1. Mempunyai daya serap yang tinggi
2. Berupa zat padat yang mempunyai luas permukaan yang besar
3. Tidak boleh larut dalam zat yang akan diadsorpsi
4. Tidak boleh mengadakan reaksi kimia dengan campuran yang akan dimurnikan
5. Dapat diregenerasi kembali dengan mudah
6. Tidak beracun
7. Tidak meninggalkan residu berupa gas yang berbau
8. Mudah didapat dan harganya murah

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

III.1 Rancangan Percobaan

III.1.1 Penetapan Variabel

Variabel independent

a. Variabel Kendali

Suhu kamar : 30 °C

Tekanan : 1 atm

b. Variabel berubah

1. Variabel Adsorbent : Mg(OH)₂

Ca₅(PO₄)₃OH

Tanah Diatomik

Magnesium Silikat

Calcium Silikat

2. Variabel Waktu kontak : 30 menit

60 menit

3. Variabel Ukuran adsorbent : -75 +106 mm

-106 +150 mm

Variabel Dependent

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{KadarAlkoholSebelumAdsorpsi}}{\text{KadarAlkoholSesudahAdsorpsi}} \times 100\%$$

III.1.2 Metode Penelitian

1. Pengolahan Data

Data yang diperoleh dari hasil penelitian di laboratorium akan disajikan dalam bentuk table untuk mempermudah dalam pengolahan dan pembahasan.

2. Analisa Data

Analisa kadar ethanol dengan menggunakan metode cawan Conway.

III.1.3 Respon yang Diambil

Respon yang diamati adalah perubahan konsentrasi etanol setelah proses Adsorpsi

III.2 Bahan dan Alat yang Digunakan

III.2.1 Bahan

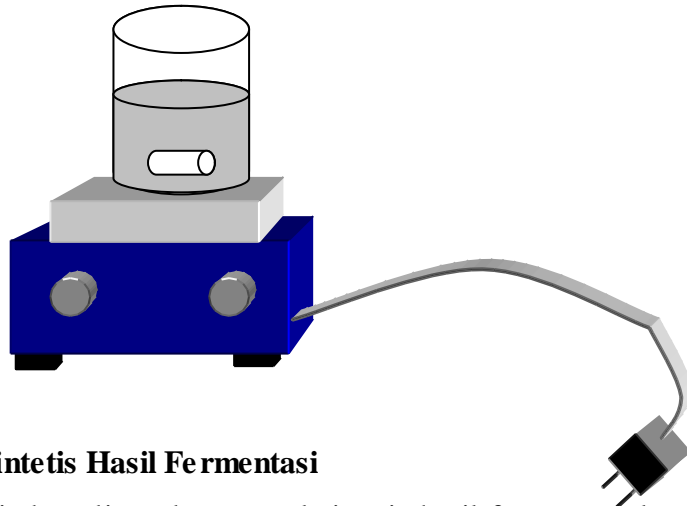
- Etanol absolute
- Magnesium silikat
- Glukosa
- Calsium silikat
- Mg(OH)₂
- Aquadest
- Ca₃(PO₄)₂

III.2.2 Alat

- Beaker Glass 250 ml
- Beaker Glass 1 liter
- Labu Ukur 100 ml
- Magnetic Stirrer
- Kertas Saring

- Pipet tetes
- Corong
- Botol Sampel
- Pengaduk
- Ayakan
- Timbangan
- Sendok

III. 3 Gambar Rangkaian Alat



III. 4. Prosedur Percobaan

III.4.1 Pembuatan Etanol Sintetis Hasil Fermentasi

Dalam Penelitian ini akan digunakan etanol sintetis hasil fermentasi dengan kadar 5-10% dimana karakteristiknya akan disesuaikan dengan karakteristik etanol hasil fermentasi yang sebenarnya. Langkah-langkah pembuatan etanol sintetis yaitu dengan cara mencampur glukosa sebanyak 4 gr dilarutkan dalam etanol teknis 5 gr dan aquadest 95 gr dan kemudian diaduk sampai homogen.

III.4.2 Analisa Kadar Etanol Awal

Sampel yang sudah dibuat akan dianalisa terlebih dahulu kadarnya dengan menggunakan metode cawan conway. Data hasil analisa ini akan digunakan sebagai perbandingan dengan etanol yang sudah dimurnikan nantinya

III.4.3 Tahap Adsorpsi Etanol

1. Beaker Glass diisi sampel sebanyak 100 ml.
2. Lalu dimasukkan adsorbent sebanyak 10 gr.
3. Kemudian diaduk dengan magnetic stirrer sampai homogen selama 30 menit.
4. Setelah waktu kontak selesai, sampel kemudian disaring untuk memisahkan adsorbent.
5. Filtrat yang didapat dianalisa kembali kadarnya dengan menggunakan metode cawan Conway.
6. Lakukan percobaan yang sama untuk seluruh variabel.
7. Analisa Data

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

IV.1. Hasil Penelitian

Berikut ini hasil penelitian yang telah dilakukan :

Jumlah etanol awal = 3,92 gr

1. Lama pengadukan terhadap jumlah etanol yang diserap

		Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)	
		30 menit	60 menit
Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	75-106	1,067	2,669
	106-150	1,784	2,028
Mg(OH) ₂	75-106	2,226	2,638
	106-150	1,815	2,364
Ca silikat	75-106	0,884	1,067
	106-150	0,762	0,854
Mg silikat	75-106	2,165	2,577
	106-150	2,12	2,287
Jumlah		12,823	16,484
Rata-rata		1,603	2,060

2. Ukuran adsorbent terhadap jumlah etanol yang diserap

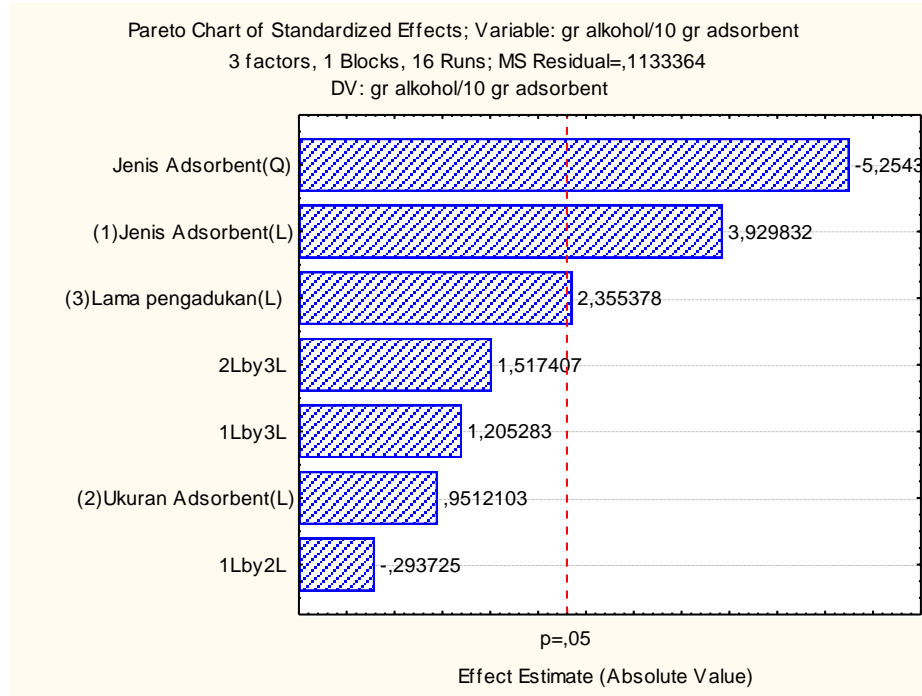
		Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)	
		75-106	106-150
Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	30 menit	1,067	1,784
	60 menit	2,669	2,028
Mg(OH) ₂	30 menit	2,226	1,815
	60 menit	2,638	2,364
Ca silikat	30 menit	0,884	0,762
	60 menit	1,067	0,854
Mg silikat	30 menit	2,165	2,12
	60 menit	2,577	2,287
Jumlah		15,293	14,014
Rata-rata		1,912	1,752

3. Jenis adsorbent terhadap jumlah etanol yang diserap

		Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)			
		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	Mg(OH) ₂	Ca silikat	Mg silikat
30 menit	75-106	1,067	2,226	0,884	2,165
	106-150	1,784	1,815	0,762	2,12
60 menit	75-106	2,669	2,638	1,067	2,577
	106-150	2,028	2,364	0,854	2,287
Jumlah		7,548	9,043	3,567	9,149
Rata-rata		1,887	2,261	0,892	2,287

IV.2. Pembahasan

1. Pengaruh variabel jenis adsorbent, ukuran adsorbent, dan lama pengadukan terhadap hasil adsorpsi

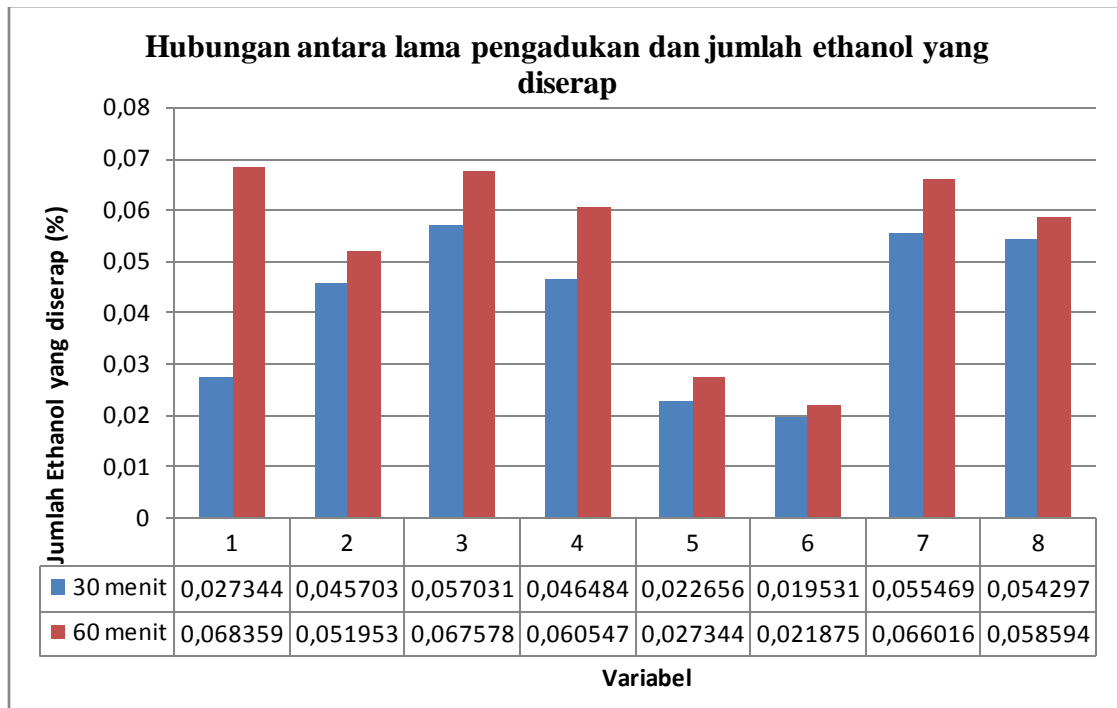


Berdasarkan grafik di atas, dapat dilihat bahwa jenis adsorbent merupakan variabel yang paling berpengaruh dibandingkan variabel lama pengadukan dan ukuran adsorbent. Hal ini karena masing-masing adsorbent mempunyai daya serap terhadap etanol yang berbeda-beda sehingga setiap penambahan jenis adsorbent yang berbeda akan memberikan kemampuan menyerap etanol yang berbeda pula. Kami menggunakan empat macam asorbent yaitu $Mg(OH)_2$, $Ca_5(PO_4)_3OH$, Magnesium Silikat, dan Calsium Silikat. Hal ini sesuai dengan tujuan penelitian kami yaitu dapat mengetahui jenis adsorbent mana yang memberikan hasil optimal dalam menyerap etanol.

Sedangkan variabel lama pengadukan dan ukuran adsorbent meskipun bukan merupakan variabel yang paling berpengaruh, tetapi cukup memiliki pengaruh terhadap kinerja adsorbent dalam menyerap etanol. Hal ini dapat diketahui dari data terhadap kedua variabel tersebut yang akan dijelaskan pada poin pembahasan selanjutnya.

2. Pengaruh waktu pengadukan terhadap hasil adsorpsi

Penyerapan etanol dilakukan dengan lama waktu pengadukan 30 menit dan 60 menit. Berikut ini adalah grafik perbandingan lama waktu pengadukan terhadap hasil yang diserap.



Keterangan: Variabel1 = $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 75-106 Variabel5 = Ca silikat, 75-106
 Variabel2 = $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 106 -150 Variabel6 = Ca silikat, 106-150
 Variabel3 = $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 75-106 Variabel7 = Mg Silikat, 75-106
 Variabel4 = $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 106-150 Variabel8 = Mg silikat, 106-150

Dari grafik di atas dapat diketahui bahwa pada semua variabel, lama pengadukan memiliki pengaruh terhadap jumlah etanol yang dapat diserap oleh adsorbent. Semakin lama waktu pengadukan, maka semakin banyak etanol yang diserap. Hal ini karena waktu kontak yang terjadi semakin lama, sehingga proses transfer massa etanol ke dalam adsorbent juga semakin bertambah banyak.

Hal ini sesuai dengan persamaan berikut :

$$q = \frac{1}{k'} \ln (1 + k'' t) \quad (\text{pers.15 , hal 266, Kirk othmer})$$

Dengan q = laju adsorpsi

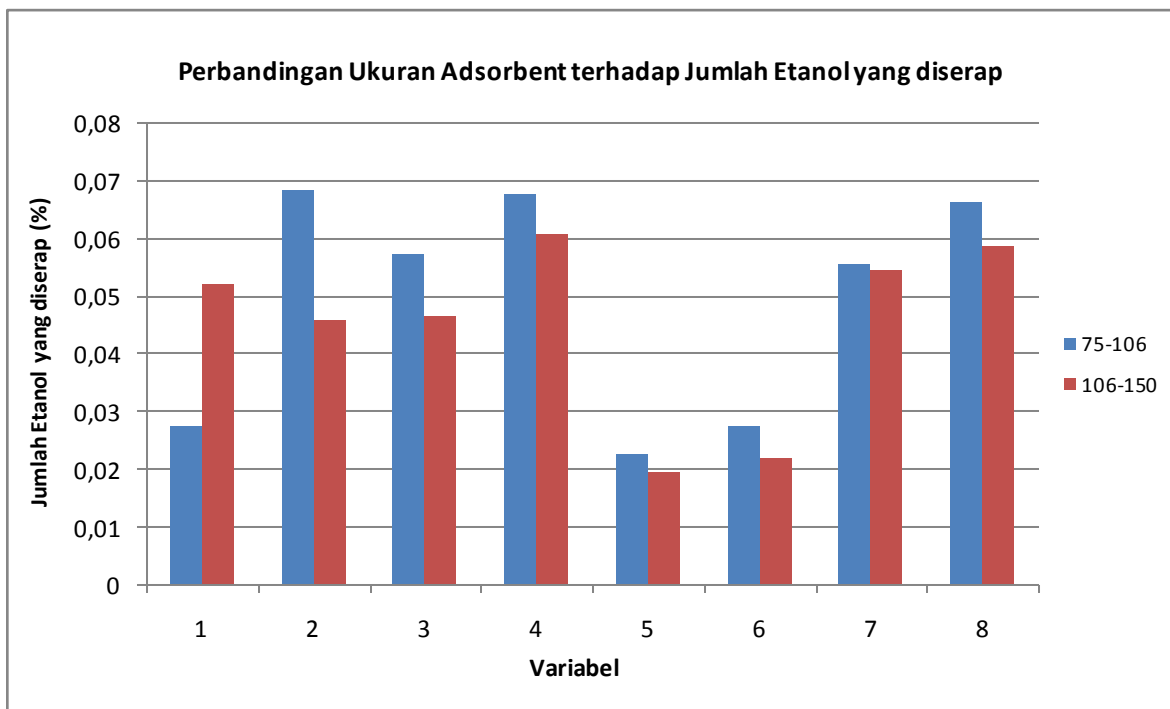
t = waktu adsorpsi

k', k'' = konstanta yang nilainya dipengaruhi oleh suhu.

Dalam penelitian ini digunakan suhu yang sama yaitu suhu kamar pada setiap variabel, sehingga nilai k' , dan k'' dianggap konstan.

Laju adsorpsi yang besar akan menyebabkan transfer massa etanol ke dalam adsorbent semakin besar. Tetapi ketika mencapai titik jenuhnya, laju adsorpsi akan menurun seiring bertambahnya waktu.

3. Pengaruh ukuran adsorbent terhadap hasil adsorpsi



Keterangan: Variabel1 = $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 30 menit Variabel5 = Ca silikat, 30 menit
Variabel2 = $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 60 menit Variabel6 = Ca silikat, 60 menit
Variabel3 = $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 30 menit Variabel7 = Mg Silikat, 30 menit
Variabel4 = $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 60 menit Variabel8 = Mg silikat, 60 menit

Permukaan adsorbent terdiri dari pori-pori dan kami menganggap bahwa tiap pori mempunyai kemampuan yang sama untuk menyerap satu molekul adsorbate. Adanya

molekul dalam satu pori tidak mempengaruhi tekanan dan daya serap yang lain (teori kapilaritas).

Dari grafik dapat di atas dapat dilihat bahwa semakin kecil ukuran partikel adsorbent maka hasil penyerapan etanol semakin banyak. Meskipun terdapat satu variabel yang mengindikasikan hal yang berbeda tetapi dari perhitungan analisis varian ukuran adsorbent 75-106 lebih efektif jika dibandingkan dengan ukuran adsorbent 106-150. Katalis berukuran kecil akan memberikan jumlah partikel yang lebih banyak dari katalis berukuran besar untuk massa yang sama (Kyong Hwan Lee, 2003). Kecilnya ukuran adsorbent menyebabkan luas permukaan adsorbent semakin besar. Semakin besar luas permukaan adsorbent maka semakin banyak pori yang dimiliki per satuan partikel adsorbent. Hal ini menyebabkan etanol yang diserap semakin banyak.

4. Pengaruh jenis adsorbent terhadap hasil adsorpsi

Dari hasil perhitungan menggunakan metode analisa varian satu arah terhadap data hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa Mg silikat merupakan adsorbent yang paling baik dalam menyerap etanol. Hasil penyerapan etanol antara keempat adsorbent, yang terbaik adalah Mgsilikat, kemudian $Mg(OH)_2$, $Ca_5(PO_4)_3OH$, dan yang terakhir adalah Ca Silikat. $MgOH$, $Ca_5(PO_4)_3OH$, dan Ca silikat dapat digunakan untuk menyerap etanol, tetapi tidak seoptimal Mg silikat.

Silikat memiliki system mikroporus (ukuran pori $< 1\text{ nm}$) dan memiliki sifat hidrophobik. Adapun kemampuan adsorpsi yang sangat selektif menjadikan material ini dapat diaplikasikan sebagai bahan molecular sieve (Senda,dkk). Sifat ini menjadikan Mgsilikat merupakan adsorbent yang paling optimal.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

V.1 Kesimpulan

1. Dari hasil penelitian didapatkan bahwa adsorbent yang paling baik dalam menyerap ethanol adalah Magnesium Silikat.
2. Semakin lama waktu adsorpsi dan semakin kecil ukuran adsorbent maka jumlah ethanol yang terserap juga semakin banyak.

V.2 Saran

1. Sebaiknya dilakukan analisa yang lebih mendalam mengenai perbandingan ethanol yang terserap dan air pada adsorbent.
2. Proses harus dilakukan benar-benar tertutup karena sifat ethanol absolut yang mudah menguap (Volatil).
3. Perlu dilakukan analisa lanjutan mengenai jumlah ethanol maksimal yang dapat diserap oleh Magnesium Silikat.

DAFTAR PUSTAKA

- Bailey, B.K., 1996. *Performance of Ethanol as a Transportation Fuel* dalam *Hand Book on Bioethanol : Production and Utilization*, editor C.E., Wayman, Taylor & Francis, Washington, hal.37-60.
- Basuki, W, 1981. Ubi jalar (*Ipomea batatas. L*) Sebagai Bahan Tambahan dalam pembuatan Bir. UGM, Yogyakarta (Skripsi Sarjana Teknologi Hasil Pertanian).
- Bayley, J.F. and D.F Ollis, 1988. *Biochemical Engineering Fundamentals*, Second edition, McGraw Hill Book Co. Singapore.
- Brown, G.G. 1950. *Unit Operations*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Kirk – Othmer. 1990. *Encyclopedia of Chemical Technology*. John Wiley & Sons, Inc., New York.
- Kosaric, N., Z.,Duvnjak, A., Farkas, H., Sahm, S., Bringer-Meyer, O., Goebel dan D., Mayer, 1993. *Ethanol* dalam *Ullmann's Encyclopedia of Industrial Chemistry*, edisi ke-5, Vol. A9., Verlag-Chemie, weinheim, Jerman, hal. 587-653
- Seader, J.D., dan Z.M., Kurtyka, 1984. *Distillation*, dalam *Perry's Chemical Engineer's Handbook* Editor R.H., Perry, D.W., Green dan J.O., Malrney", 6th edition, Mc. Graw Hill Book Co. Singapore. Seksi 13
- Senda, S. P., Hens Saputra., Ade Sholeh., Muhammad Rosjidi., Anwar Mustofa, 2005, "Proses Aplikasi Produk Berbasis Zeolit", *Dasar-dasar Teknik Kimia*, hal. 1-5.
- Tanaka, B. and L. Otten. 1986. *Dehydration of Aqueous Ethanol*. University of Guelph: Canada,

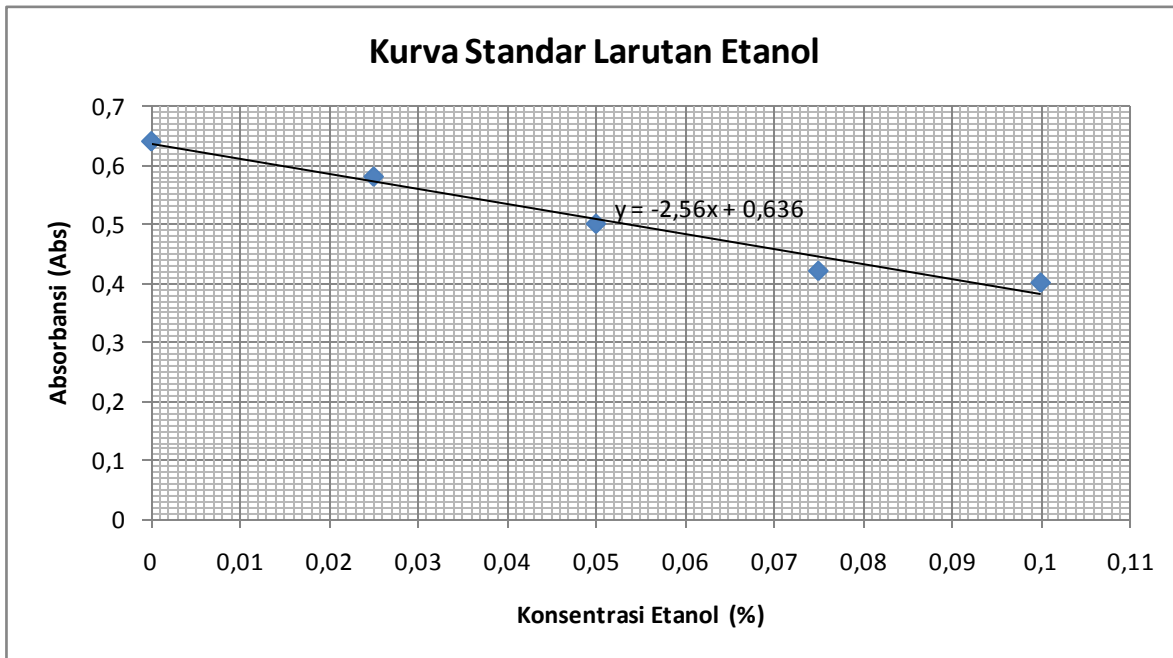
LEMBAR PERHITUNGAN

1. Perhitungan Hasil Analisa Kadar Etanol

➤ Data hasil penelitian

Variabel	Keterangan	Absorbansi
1	Sampel Awal (1-8)	0,379
2	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH, 75-106, 30 menit	0,449
3	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH, 75- 106, 60 menit	0,554
4	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH, 106-150, 60 menit	0,512
5	Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH, 106-150, 30 menit	0,496
6	Mg(OH) ₂ , 75-106, 30 menit	0,525
7	Mg(OH) ₂ , 75-106, 60 menit	0,552
8	Mg(OH) ₂ , 106-150, 30 menit	0,498
9	Mg(OH) ₂ , 106-150, 60 menit	0,534
10	Ca Silikat, 75-106, 30 menit	0,437
11	Ca Silikat, 75-106, 60 menit	0,449
12	Ca Silikat, 106-150, 30 menit	0,429
13	Ca Silikat, 106-150, 60 menit	0,435
14	Mg Silikat, 75-106, 30 menit	0,521
15	Mg Silikat, 75-106, 60 menit	0,548
16	Mg Silikat,106-150, 30 menit	0,518
17	Mg Silikat,106-150, 60 menit	0,529

➤ Kurva standar larutan Etanol



Kurva standar tersebut merupakan acuan dalam menentukan konsentrasi etanol dengan metode spektrofotometri. Kami menggunakan larutan etanol sebesar 0 ; 0,025 ; 0,05 ; 0,075 ; dan 0,1 % volume untuk dianalisa nilai absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometri.

- Sampel awal ($A=0,379$)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

$y =$ Absorbansi

$x =$ Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,379 konsentrasi etanol :

$$0,379 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,257 = -2,56 x$$

$$x = 0,100 \% \text{ (volume)}$$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,1 \times 50 = 5 \% \text{ volume etanol}$
dalam 100 ml larutan etanol = 5 ml

gr etanol awal = 5 x massa jenis etanol

$$= 5 \times 0,78075$$

$$= 3,919 \text{ gram etanol}$$

- $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 75-106, 30 menit ($A=0,449$)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

$y = \text{Absorbansi}$

$x = \text{Konsentrasi Etanol}$

sehingga pada absorbansi 0,449 konsentrasi etanol :

$$0,449 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,187 = -2,56 x$$

$$x = 0,073 \% \text{ (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,073 = 0,027$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,027 \times 50 = 1,367 \% \text{ volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 1,367 ml

gr etanol awal = 1,367 x massa jenis etanol

$$= 1,367 \times 0,78075$$

$$= 1,067 \text{ gram etanol} / 10 \text{ gram adsorbent}$$

- $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 75-106, 60 menit ($A=0,554$)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

$y = \text{Absorbansi}$

$x = \text{Konsentrasi Etanol}$

sehingga pada absorbansi 0,449 konsentrasi etanol :

$$0,554 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,082 = -2,56 x$$

$$x = 0,032 \% \text{ (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,032 = 0,068$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,068 \times 50 = 3,418 \% \text{ volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 3,418 ml

gr etanol awal = 3,418 x massa jenis etanol

$$= 3,418 \times 0,78075$$

$$= 2,669 \text{ gram etanol} / 10 \text{ gram adsorbent}$$

- $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 106-150, 30 menit ($A=0,496$)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

$y = \text{Absorbansi}$

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,449 konsentrasi etanol :

$$0,496 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,14 = -2,56 x$$

$$x = 0,055 \text{ \% (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,055 = 0,045$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,045 \times 50 = 2,285 \text{ \% volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 2,285 ml

gr etanol awal = $2,285 \times \text{massa jenis etanol}$

$$= 2,285 \times 0,78075$$

$$= 1,784 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$, 106-150, 60 menit ($A=0,512$)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,512 konsentrasi etanol :

$$0,512 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,124 = -2,56 x$$

$$x = 0,048 \text{ \% (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,048 = 0,052$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,052 \times 50 = 2,598 \text{ \% volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 2,598 ml

gr etanol awal = $2,598 \times \text{massa jenis etanol}$

$$= 2,598 \times 0,78075$$

$$= 2,028 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- $\text{Mg}(\text{OH})_2$, 75-106, 30 menit ($A=0,525$)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,525 konsentrasi etanol :

$$0,525 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,111 = -2,56 x$$

$$x = 0,043 \% \text{ (volume)}$$

$$\text{Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent} = 0,100 - 0,043 = 0,057$$

$$\text{Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga } x = 0,057 \times 50 = 2,852 \% \text{ volume}$$

$$\text{etanol dalam 100 ml larutan etanol} = 2,852 \text{ ml}$$

$$\text{gr etanol awal} = 2,852 \times \text{massa jenis etanol}$$

$$= 2,852 \times 0,78075$$

$$= 2,226 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- Mg(OH)_2 , 75-106, 60 menit ($A=0,552$)

$$\text{Persamaan kurva standar : } y = -2,56 x + 0,636$$

$$y = \text{Absorbansi}$$

$$x = \text{Konsentrasi Etanol}$$

sehingga pada absorbansi 0,552 konsentrasi etanol :

$$0,552 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,084 = -2,56 x$$

$$x = 0,033 \% \text{ (volume)}$$

$$\text{Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent} = 0,100 - 0,033 = 0,067$$

$$\text{Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga } x = 0,067 \times 50 = 3,379 \% \text{ volume}$$

$$\text{etanol dalam 100 ml larutan etanol} = 3,379 \text{ ml}$$

$$\text{gr etanol awal} = 3,379 \times \text{massa jenis etanol}$$

$$= 3,379 \times 0,78075$$

$$= 2,638 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- Mg(OH)_2 , 106-150, 30 menit ($A=0,498$)

$$\text{Persamaan kurva standar : } y = -2,56 x + 0,636$$

$$y = \text{Absorbansi}$$

$$x = \text{Konsentrasi Etanol}$$

sehingga pada absorbansi 0,498 konsentrasi etanol :

$$0,498 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,138 = -2,56 x$$

$$x = 0,054 \% \text{ (volume)}$$

$$\text{Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent} = 0,100 - 0,054 = 0,046$$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,046 \times 50 = 2,324$ % volume etanol dalam 100 ml larutan etanol = 2,324 ml

gr etanol awal = 2,324 x massa jenis etanol

$$= 2,324 \times 0,78075$$

$$= 1,815 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- Mg(OH)₂, 106-150, 60 menit (A=0,534)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,534 konsentrasi etanol :

$$0,534 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,102 = -2,56 x$$

$$x = 0,04 \text{ % (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,04 = 0,06$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,06 \times 50 = 3,027$ % volume etanol dalam 100 ml larutan etanol = 3,027 ml

gr etanol awal = 3,027 x massa jenis etanol

$$= 3,027 \times 0,78075$$

$$= 2,364 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- Ca Silikat, 75-106, 30 menit (A=0,437)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,437 konsentrasi etanol :

$$0,437 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,199 = -2,56 x$$

$$x = 0,077 \text{ % (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,077 = 0,023$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,023 \times 50 = 1,133$ % volume etanol dalam 100 ml larutan etanol = 1,133 ml

gr etanol awal = 1,133 x massa jenis etanol

$$= 1,133 \times 0,78075$$

$$= 0,884 \text{ gram etanol} / 10 \text{ gram adsorbent}$$

- Ca Silikat, 75-106, 60 menit (A=0,449)

$$\text{Persamaan kurva standar : } y = -2,56 x + 0,636$$

$$y = \text{Absorbansi}$$

$$x = \text{Konsentrasi Etanol}$$

sehingga pada absorbansi 0,449 konsentrasi etanol :

$$0,449 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,187 = -2,56 x$$

$$x = 0,073 \% \text{ (volume)}$$

$$\text{Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent} = 0,100 - 0,073 = 0,027$$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,027 \times 50 = 1,367 \% \text{ volume}$
etanol dalam 100 ml larutan etanol = 1,367 ml

$$\text{gr etanol awal} = 1,367 \times \text{massa jenis etanol}$$

$$= 1,367 \times 0,78075$$

$$= 1,067 \text{ gram etanol} / 10 \text{ gram adsorbent}$$

- Ca Silikat, 106-150, 30 menit (A=0,429)

$$\text{Persamaan kurva standar : } y = -2,56 x + 0,636$$

$$y = \text{Absorbansi}$$

$$x = \text{Konsentrasi Etanol}$$

sehingga pada absorbansi 0,429 konsentrasi etanol :

$$0,429 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,207 = -2,56 x$$

$$x = 0,081 \% \text{ (volume)}$$

$$\text{Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent} = 0,100 - 0,081 = 0,019$$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,019 \times 50 = 0,976 \% \text{ volume}$
etanol dalam 100 ml larutan etanol = 0,976 ml

$$\text{gr etanol awal} = 0,976 \times \text{massa jenis etanol}$$

$$= 0,976 \times 0,78075$$

$$= 0,762 \text{ gram etanol} / 10 \text{ gram adsorbent}$$

- Ca Silikat, 106-150, 60 menit (A=0,435)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,435 konsentrasi etanol :

$$0,435 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,201 = -2,56 x$$

$$x = 0,078 \text{ \% (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,078 = 0,022$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,022 \times 50 = 1,094 \text{ \% volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 1,094 ml

gr etanol awal = 1,094 x massa jenis etanol

$$= 1,094 \times 0,78075$$

$$= 0,854 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- Mg Silikat, 75-106, 30 menit (A=0,521)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,521 konsentrasi etanol :

$$0,521 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,115 = -2,56 x$$

$$x = 0,045 \text{ \% (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,045 = 0,055$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,055 \times 50 = 2,773 \text{ \% volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 2,773 ml

gr etanol awal = 2,773 x massa jenis etanol

$$= 2,773 \times 0,78075$$

$$= 2,165 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

- Mg Silikat, 75-106, 60 menit (A=0,548)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,548 konsentrasi etanol :

$$0,548 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,088 = -2,56 x$$

$$x = 0,034 \% \text{ (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,034 = 0,066$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,066 \times 50 = 3,300 \% \text{ volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 3,3 ml

gr etanol awal = $3,3 \times \text{massa jenis etanol}$

$$= 3,3 \times 0,78075$$

$$= 2,577 \text{ gram etanol} / 10 \text{ gram adsorbent}$$

- Mg Silikat, 106-150, 30 menit (A=0,518)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,518 konsentrasi etanol :

$$0,518 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,118 = -2,56 x$$

$$x = 0,046 \% \text{ (volume)}$$

Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent = $0,100 - 0,046 = 0,054$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,054 \times 50 = 2,715 \% \text{ volume}$

etanol dalam 100 ml larutan etanol = 2,715 ml

gr etanol awal = $2,715 \times \text{massa jenis etanol}$

$$= 2,715 \times 0,78075$$

$$= 2,12 \text{ gram etanol} / 10 \text{ gram adsorbent}$$

- Mg Silikat, 106-150, 60 menit (A=0,529)

Persamaan kurva standar : $y = -2,56 x + 0,636$

y = Absorbansi

x = Konsentrasi Etanol

sehingga pada absorbansi 0,529 konsentrasi etanol :

$$0,529 = -2,56 x + 0,636$$

$$-0,107 = -2,56 x$$

$$x = 0,042 \% \text{ (volume)}$$

$$\text{Etanol yang dapat diserap oleh adsorbent} = 0,100 - 0,042 = 0,058$$

Pada analisa sampel diencerkan 50 kali sehingga $x = 0,058 \times 50 = 2,93 \% \text{ volume etanol}$
dalam 100 ml larutan etanol = 2,93 ml

$$\text{gr etanol awal} = 2,93 \times \text{massa jenis etanol}$$

$$= 2,93 \times 0,78075$$

$$= 2,287 \text{ gram etanol / 10 gram adsorbent}$$

2. Perhitungan ANAVA

➤ Jenis adsorbent terhadap jumlah etanol yang diserap

		Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)			
		Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	Mg(OH) ₂	Ca silikat	Mg silikat
30 menit	75-106	1,067	2,226	0,884	2,165
	106-150	1,784	1,815	0,762	2,12
60 menit	75-106	2,669	2,638	1,067	2,577
	106-150	2,028	2,364	0,854	2,287
Jumlah		7,548	9,043	3,567	9,149
Rata-rata		1,887	2,261	0,892	2,287

$$Ry = \frac{(7,548+9,043+3,567+9,149)^2}{4+4+4+4} = 53,681$$

$$R = \frac{Ry}{1} = 53,681$$

$$Ay = \frac{7,548^2}{4} + \frac{9,043^2}{4} + \frac{3,567^2}{4} + \frac{9,149^2}{4} = 58,794$$

$$A = \frac{Ay}{k-1} = \frac{58,794}{3} = 19,598$$

$$\sum y^2 = 60,637$$

$$Dy = 60,637 - 53,681 - 58,794 = -51,838$$

$$D = \frac{Dy}{\Sigma(ni-1)} = \frac{-51,838}{12} = -4,32$$

$$F = \frac{A}{D} = \frac{19,598}{-4,32} = -4,537$$

dk pembilang = 4-1 = 3 dan dk penyebut = 12 dengan peluang 0,95, maka didapat F = 3,49. Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka jenis adsorbent merupakan variabel yang berpengaruh.

➤ Lama pengadukan terhadap jumlah etanol yang diserap

		Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)	
		30 menit	60 menit
Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	75-106	1,067	2,669
	106-150	1,784	2,028
Mg(OH) ₂	75-106	2,226	2,638
	106-150	1,815	2,364
Ca silikat	75-106	0,884	1,067
	106-150	0,762	0,854
Mg silikat	75-106	2,165	2,577
	106-150	2,12	2,287
Jumlah		12,823	16,484
Rata-rata		1,603	2,060

$$Ry = \frac{(12,823+16,484)^2}{4+4} = 53,681$$

$$R = \frac{Ry}{1} = 53,681$$

$$Ay = \frac{12,823^2}{4} + \frac{16,484^2}{4} = 53,783$$

$$A = \frac{Ay}{k-1} = \frac{53,783}{1} = 53,783$$

$$\Sigma y^2 = 60,637$$

$$Dy = 60,637 - 53,681 - 53,783 = -46,828$$

$$D = \frac{Dy}{\Sigma(ni-1)} = \frac{-46,828}{14} = -3,345$$

$$F = \frac{A}{D} = \frac{53,783}{-3,345} = -16,08$$

dk pembilang = 2-1 = 1 dan dk penyebut = 14 dengan peluang 0,95, maka didapat F = 4,60 Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka lama pengadukan merupakan variabel yang berpengaruh.

➤ Ukuran adsorbent terhadap jumlah etanol yang diserap

		Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)	
		75-106	106-150
Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	30 menit	1,067	1,784
	60 menit	2,669	2,028
Mg(OH) ₂	30 menit	2,226	1,815
	60 menit	2,638	2,364
Ca silikat	30 menit	0,884	0,762
	60 menit	1,067	0,854
Mg silikat	30 menit	2,165	2,12
	60 menit	2,577	2,287
Jumlah		15,293	14,014
Rata-rata		1,912	1,752

$$Ry = \frac{(15,293+14,014)^2}{4+4} = 53,681$$

$$R = \frac{Ry}{1} = 53,681$$

$$Ay = \frac{15,293^2}{4} + \frac{14,014^2}{4} = 54,519$$

$$A = \frac{Ay}{k-1} = \frac{54,519}{1} = 54,519$$

$$\Sigma y^2 = 60,637$$

$$Dy = 60,637 - 53,681 - 54,519 = -47,563$$

$$D = \frac{Dy}{\Sigma(ni-1)} = \frac{-47,563}{14} = -3,397$$

$$F = \frac{A}{D} = \frac{54,519}{-3,397} = -16,047$$

dk pembilang = 2-1 = 1 dan dk penyebut = 14 dengan peluang 0,95, maka didapat F = 4,60 Karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ maka ukuran adsorbent merupakan variabel yang berpengaruh.

➤ Pengaruh jenis adsorbent

Mg(OH)₂ dengan Ca₅(PO₄)₃OH

	Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)			
Mg(OH) ₂	2,226	1,815	2,638	2,364
Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	1,067	1,784	2,669	2,028
B	1,159	0,031	-0,031	0,336

B rata-rata = 0,374

$$SB = \sqrt{\frac{(x-x \text{ rata-rata})^2}{4-1}} = 0,547$$

$$t = \frac{0,374}{0,547/\sqrt{4}} = 1,365$$

Dengan dk = 3 dan peluang 0,975 didapat harga t = 3,18 yang berarti Mg(OH)₂ lebih efektif daripada Ca₅(PO₄)₃OH.

Mg silikat dengan Mg(OH)₂

	Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)			
Mg silikat	2,165	2,12	2,577	2,287
Mg(OH) ₂	2,226	1,815	2,638	2,364
B	-0,061	0,305	-0,061	-0,077

B rata-rata = 0,0265

$$SB = \sqrt{\frac{(x-x \text{ rata-rata})^2}{4-1}} = 0,186$$

$$t = \frac{0,0265}{0,186/\sqrt{4}} = 0,285$$

Dengan dk = 3 dan peluang 0,975 didapat harga t = 3,18 yang berarti Mg silikat lebih efektif daripada Mg(OH)₂.

Mg silikat dengan Ca₅(PO₄)₃OH

	Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)			
Mg silikat	2,165	2,12	2,577	2,287
Ca ₅ (PO ₄) ₃ OH	1,067	1,784	2,669	2,028
B	1,098	0,336	-0,092	0,259

B rata-rata = 0,4

$$SB = \sqrt{\frac{(x-x \text{ rata-rata})^2}{4-1}} = 0,501$$

$$t = \frac{0,4}{\frac{0,501}{\sqrt{4}}} = 1,597$$

Dengan dk = 3 dan peluang 0,975 didapat harga t = 3,18 yang berarti Mg silikat lebih efektif daripada Ca₅(PO₄)₃OH

➤ Pengaruh ukuran adsorbent

	Konsentrasi Etanol (gr etanol yg diserap per 10gr adsorbent)							
B 75-106	1,067	2,669	2,226	2,638	0,884	1,067	2,165	2,577
106-150	1,784	2,028	1,815	2,364	0,762	0,854	2,12	2,287
B	-0,717	0,641	0,411	0,274	0,122	0,213	0,045	0,29

Brata-rata = 0,16

$$SB = \sqrt{\frac{(x-x \text{ rata-rata})^2}{8-1}} = 0,398$$

$$t = \frac{0,16}{\frac{0,398}{\sqrt{8}}} = 1,135$$

Dengan dk = 7 dan peluang 0,975 didapat harga t = 2,36 yang berarti ukuran adsorbent 75-106 lebih efektif daripada 106-150.