

EFEKTIFITAS BENTONIT SEBAGAI ADSORBEN PADA PROSES PENINGKATAN KADAR BIOETANOL

Atikah

Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Muhammadiyah Palembang
Jl. Jendral Ahmad Yani, 13 Ulu, Palembang

Abstrak

Penelitian ini bertujuan meningkatkan kadar bioetanol menggunakan proses adsorpsi dengan bentonit sebagai adsorben. Ukuran partikel koloid yang sangat kecil dan kapasitas permukaan ion yang tinggi menyebabkan bentonit mempunyai sifat mengadsorpsi. Proses adsorpsi lebih efektif dan efisien dari segi penggunaan energi untuk memisahkan bioetanol dan air. Proses adsorpsi dilakukan secara batch, dengan memasukkan bioetanol kadar 70% dan bentonite yang telah teraktivasi dengan HCL 1 M kemudian dilakukan pengadukan. Proses adsorpsi dilakukan masing-masing selama 30, 50, 70, 90 dan 110 menit. Selanjutnya bioetanol dan bentonite dipisahkan untuk mendapatkan bioetanol murni yang selanjutnya dianalisa kadar bioetanolnya menggunakan Gas Chromatography (GC). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kadar etanol dengan makin banyak jumlah adsorben dan semakin lama waktu proses. Hasil terbaik berlangsung pada waktu proses 110 menit dan berat bentonite 50 gram dengan kadar bioetanol 93,29% dan peningkatan kadar 77,63% dari kadar awal 70% .

Kata kunci : *bioetanol, adsorpsi, bentonit*

PENDAHULUAN

Salah satu energi alternatif yang menjanjikan pada saat ini yaitu bioetanol. Bioetanol adalah senyawa etanol yang sumber utamanya berasal dari bahan alam (*organik*) dengan menggunakan proses fermentasi sebagai salah satu rangkaian metodenya hingga menghasilkan bioetanol. Bioetanol (*etanol atau etil alkohol*) C_2H_5OH merupakan cairan bening tak berwarna, yang terurai secara biologis (*biodegradable*) memiliki toksisitas rendah dan tidak menimbulkan polusi yang besar apabila terkontaksi di udara. Akan tetapi untuk menghasilkan bioetanol saja tidak cukup, diperlukan perlakuan khusus untuk menghasilkan bioetanol yang tinggi hingga mencapai syarat bioetanol FGE (*Fuel Grade Etanol*) dengan kadar 99,55-100% v/v sehingga bioetanol dapat aman dipergunakan pada kendaraan karena keberadaan air dalam bahan bakar walaupun dengan kadar sedikit sangat berpengaruh terhadap performa mesin.

Metode konvensional yang umum digunakan dalam purifikasi bioetanol adalah dengan distilasi. Proses distilasi dapat menghasilkan bioetanol hingga kadar 95,6 % volume. Kadar bioetanol meningkat dengan semakin seringnya didistilasi. Tetapi penggunaan metode distilasi juga memiliki kelemahan, yaitu tidak dapat memurnikan bioetanol secara sempurna dan juga penggunaan energi pada purifikasi bioetanol dengan metode destilasi ini sangat besar dan akan terjadi kehilangan etanol berlebih (*etanol lose*) dalam proses ini. Oleh karena itu, diperlukan adanya suatu metode baru dengan nilai ekonomis yang tinggi dan lebih baik dalam purifikasi bioetanol, salah satunya adalah purifikasi bioetanol dengan menggunakan suatu adsorben.

Penggunaan adsorbent dalam proses pemurnian bioetanol ini adalah dengan menggunakan adsorbent *bentonite* sebagai media penyerapnya. Bentonite mempunyai sifat mengadsorpsi karena ukuran partikel koloidnya sangat kecil dan memiliki kapasitas permukaan ion yang tinggi

(Teplitskiy, 2005). Hal ini memungkinkan untuk tidak terjadinya kehilangan bioetanol pada jumlah yang besar. Sehingga akan lebih efektif dan efisien dari segi penggunaan energi untuk memisahkan bioetanol yang dihasilkan dari senyawa-senyawa yang tidak diinginkan. Selain itu akan diperoleh bioetanol yang memiliki kemurnian yang tinggi dengan biaya produksi dan penggunaan energi yang relatif rendah (*low energy*).

Bioetanol

Bioetanol adalah etanol yang dihasilkan dari fermentasi glukosa (gula) yang dilanjutkan dengan proses distilasi. Proses distilasi dapat menghasilkan etanol dengan kadar 95% volume, untuk digunakan sebagai bahan bakar (biofuel) perlu lebih dimurnikan lagi hingga mencapai 99% yang lazim disebut fuel grade ethanol (FGE). Proses pemurnian dengan prinsip dehidrasi umumnya dilakukan dengan metode molecular sieve, untuk memisahkan air dari senyawa etanol.

Tidak ada perbedaan antara etanol biasa dengan bioetanol yang membedakan hanyalah bahan baku pembuatan dan proses pembuatan. Bahan baku bioetanol yang dapat digunakan antara lain Cassava/ubi kayu, sorgum, tebu, sagu dan lain-lain. Etanol termasuk kedalam alkohol rantai tunggal dengan rumus kimia C_2H_5OH dan rumus empiris C_2H_6O ia merupakan isomer konstitusional dari dimetil eter. (Hartono 2013). Etanol merupakan senyawa alkohol yang mempunyai dua atom karbon (C_2H_5OH). Rumus kimia umumnya adalah $C_nH_{2n+1}OH$.

Berdasarkan kadar alkoholnya, etanol terbagi menjadi tiga grade sebagai berikut (Prihardana, R., dkk. 2008):

1. Grade industri dengan kadar alkohol 90-94%.
2. Netral dengan kadar alkohol 96-99,5%, umumnya digunakan untuk minuman keras atau bahan baku obat dalam industri farmasi.
3. Grade bahan bakar dengan kadar alkohol diatas 99,5%

Fuel grade etanol (FGE) atau etanol kering biasanya memiliki berat jenis dalam rentang 0,7936-0,7961 (pada kondisi 15,56/15,56°C), atau berat jenis dalam rentang 0.7871-0.7896 (pada kondisi 25/25°C), diukur dengan cara poknometri atau hidrometri yang sudah lazim diterapkan dalam industri alkohol (Prihardana et al., 2007).

Proses Produksi Bioetanol

Secara umum, proses pengolahan bahan berpati (*starch*) seperti cassava, jagung dan sagu untuk menghasilkan bioetanol dilakukan dengan proses urutan. Pertama adalah proses hidrolisis, yakni proses konversi pati menjadi glukosa. Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin. Amilosa mempunyai struktur lurus dengan ikatan α -(1,4)-D-glikosidik sedangkan amilopektin mempunyai struktur bercabang dengan ikatan α -(1,6)-D-glikosidik sebanyak 4-5% dari berat total.

Prinsip dari hidrolisis pati pada dasarnya adalah pemutusan rantai polimer pati menjadi unit-unit dekstrosa ($C_6H_{12}O_6$). Pemutusan rantai polimer tersebut dapat dilakukan dengan berbagai metode, misalnya secara enzimatik, kimiawi ataupun kombinasi keduanya. Hidrolisis secara enzimatik memiliki perbedaan mendasar dibandingkan hidrolisis secara kimiawi dan fisik dalam hal spesifitas pemutusan rantai polimer pati. Hidrolisis secara kimiawi dan fisik akan memutus rantai polimer secara acak, sedangkan hidrolisis enzimatik akan memutus rantai polimer secara spesifik pada percabangan tertentu. Enzim yang digunakan adalah alfa-amilase pada tahap likuifikasi,

sedangkan tahap sakarifikasi digunakan enzim glukoamilase. Berdasarkan penelitian, penggunaan α -amilase pada tahap likuifikasi menghasilkan DE tertinggi yaitu 50.83 pada konsentrasi α -amilase 1.75 U/g pati dan waktu likuifikasi 210 menit, dan glukoamilase pada tahap sakarifikasi menghasilkan DE tertinggi yaitu 98.99 pada konsentrasi enzim 0.3 U/g pati dengan waktu sakarifikasi 48 jam.

Tahap kedua adalah proses fermentasi untuk mengkonversi glukosa (gula) menjadi etanol dan CO_2 . Fermentasi etanol adalah perubahan 1 mol gula menjadi 2 mol etanol dan 2 mol CO_2 . Pada proses fermentasi etanol, khamir terutama akan memetabolisme glukosa dan fruktosa membentuk asam piruvat melalui tahapan reaksi pada jalur Embden-Meyerhof-Parnas, sedangkan asam piruvat yang dihasilkan akan didekarboksilasi menjadi asetaldehida yang kemudian mengalami dehidrogenasi menjadi etanol (Amerine et al., 1987). Khamir yang sering digunakan dalam fermentasi alkohol adalah *Saccharomyces cerevisiae*, karena jenis ini dapat berproduksi tinggi, toleran terhadap alkohol yang cukup tinggi (12-18% v/v), tahan terhadap kadar gula yang tinggi dan tetap aktif melakukan fermentasi pada suhu 4-32°C.

Setelah proses fermentasi selesai, dilakukan destilasi untuk memisahkan etanol. Distilasi merupakan pemisahan komponen berdasarkan titik didihnya. Titik didih etanol murni adalah 78°C sedangkan air adalah 100°C (kondisi standar). Dengan memanaskan larutan pada suhu rentang 78 – 100°C akan mengakibatkan sebagian besar etanol menguap dan melalui unit kondensasi akan bisa dihasilkan etanol dengan konsentrasi 95 % volume. Terdapat dua tipe proses destilasi yang banyak diaplikasikan, yaitu *continuous-feed distillation column system* dan *pot-type distillation system*. Selain tipe tersebut, dikenal juga tipe destilasi vakum yang menggunakan tekanan rendah dan suhu yang lebih rendah untuk menghasilkan konsentrasi alkohol yang lebih tinggi.

Proses Adsorpsi

Adsorpsi adalah proses pengikatan molekul dalam suatu fluida baik cair maupun gas ke permukaan pori benda padat. Proses adsorpsi biasanya dilakukan dengan mengkontakan larutan atau gas dengan padatan, sehingga sebagian komponen larutan atau gas diserap pada permukaan pori padatan, akibatnya akan mengubah komposisi larutan tersebut. Bahan yang dipakai untuk melakukan proses adsorpsi dinamakan adsorben, sedangkan bahan yang disebut adsorbat. Adsorben yang baik harus memiliki kapasitas dan selektifitas adsorpsi terhadap molekul adsorbat (Kumar, K V. Et al., 2004). Pada dasarnya adsorpsi dapat dibedakan menjadi dua bagian, yaitu adsorpsi fisis dan adsorpsi kimia (Amri, A. Et al., 2004). Kedua jenis adsorpsi ini dapat dijelaskan sebagai berikut :

1. Adsorpsi Fisis

Adsorpsi ini sering disebut dengan adsorpsi Van Der Waals yang disebabkan oleh gaya intermolekuler yang lemah. Adsorpsi ini bersifat reversible penuh sehingga dapat terjadi desorpsi. Adsorpsi terjadi tidak pada site yang spesifik dan molekul yang teradsorpsi menyelimuti seluruh permukaan. Panas adsorpsi yang terjadi cukup rendah yaitu dibawah 20 kcal/mol.

2. Adsorpsi Kimia

Noll, et al., (1992) menjelaskan bahwa pada adsorpsi ini terlibat ikatan kimia antar molekul adsorbat dan permukaan adsorben. Proses ini terjadi secara irreversible. Adsorpsi terjadi pada sites spesifik dan panas adsorpsi yang dihasilkan yaitu 20 sampai 100 kcal/mol (Sukresni, 2002).

3. Pertukaran Ion

Pertukaran ion merupakan bentuk khusus dari adsorpsi kimia. Pertukaran ion adalah suatu fenomena atau suatu proses yang melibatkan pertukaran dapat balik dari ion-ion di dalam larutan dengan ion terikat di dalam bahan bakar penukar ion. Pada proses tersebut tidak ada perubahan permanen di dalam struktur padatan. Mekanisme pertukaran ion ini didasarkan pada sifat sorptif dari tempat yang bermuatan negatif dalam adsorben terhadap ion positif yang terjadi karena gaya coulomb.

Kebanyakan adsorben adalah bahan yang mempunyai porositas yang tinggi untuk menempatkan adsorbat pada dinding pori. Pemilihan adsorben berdasarkan pada kapasitas, selektifitas, kecepatan penyerapan, tidak mengandung pencemar berbahaya, murah harganya dan mudah regenerasinya. Dalam proses penyerapan, permukaan adsorben yang sifatnya polar akan mengikat molekul yang sifatnya polar dan permukaan adsorben non-polar akan mengikat molekul yang sifatnya non-polar (Sunarno, 2000).

Beberapa faktor yang mempengaruhi adsorpsi pada permukaan zat padat antara lain :

1. Jenis Adsorben

Syarat-syarat yang harus dipenuhi dalam pemilihan adsorben adalah memiliki permukaan kontak yang luas, mempunyai pori-pori aktif dan murni serta tidak bereaksi dengan adsorbat.

2. Jenis Adsorbat

Syarat-syarat yang diperlukan agar adsorbat terserap dengan baik adalah :

- Ukuran Adsorbat

Molekul yang terjerap haruslah mempunyai ukuran partikel yang lebih kecil dari ukuran diameter pori adsorben.

- Jenis kepolaran adsorbat

Umumnya adsorbat bersifat ionik dengan polaritas tinggi, jika diameternya sebanding maka molekul-molekul polar terjerap lebih kuat dari pada molekul non-polar.

3. Jenis ikatan

Senyawa tidak jenuh lebih baik dijerap bila dibandingkan dengan senyawa jenuh.

4. Temperatur

Pada adsorpsi fisis kenaikan temperatur menyebabkan adsorpsi menurun. Hal ini disebabkan mobilitas dari atom-atom suatu zat yang diadsorpsi bertambah dengan naiknya temperatur. Oleh karena itu, zat yang dijerap cenderung meninggalkan zat penyerap. Sedangkan pada adsorpsi kimia, adsorpsi bertambah dengan naiknya temperatur. Kenaikan temperatur juga dapat menyebabkan pori-pori adsorben lebih terbuka karena unsur-unsur pengotor pada permukaan akan teroksidasi.

5. pH

Adsorpsi antara fasa padat-cair sangat dipengaruhi oleh pH larutan. Adsorpsi yang dilakukan pada pH tinggi cenderung memberikan hasil yang kurang sempurna, karena pada kondisi basa terbentuk senyawa oksida dari unsur pengotor lebih besar sehingga akan menutupi permukaan adsorben.

6. Waktu Kontak

Kemampuan daya jerap meningkatkan dengan lamanya waktu kontak antara adsorben dengan adsorbat hingga mencapai kesetimbangan.

Bentonite

Bentonite adalah istilah untuk lempung (*clay*) yang mengandung monmorilonit di dalam dunia perdagangan dan termasuk kelompok *dioktahedral* (Puslitbang Tekmira, 2005). Bentonite termasuk mineral lempung *clay* golongan smektit *dioktahedral* yang mengandung sekitar 80% *monmorilonit* dan sisanya antara lain *kaolit*, *illit*, *feldspar*, gypsum, abu vulkanik, kalsium karbonat, pasir kuarsa dan mineral lainnya (Gunister *et al.*, 2004).

Istilah bentonit pertama kali dikenalkan oleh W. C. Knight pada tahun 1989. Penamaan ini diberikan karena bentonit ditemukan di daerah Fort Benton, Wyoming Amerika Serikat, sedangkan istilah *monmorilonit* berasal dari Prancis yang ditemukan di Montmorillone Veinne. Bentonite adalah adsorben alluminio phyllosilicate yang terdapat pada clay yang mengandung 80 persen montmorillonite dengan formula $(\text{Na,Ca})_{0,33} (\text{Al,Mg})_2\text{SiO}_{10}(\text{OH})_2(\text{H}_2\text{O})_n$ (Sneanabrezovska, *et al.*, 2004). Bahan mineral ini bersifat lunak dengan tingkat kekerasan satu pada skala Mohs, berat jenisnya berkisar antara 1,7 sampai 2,7, mudah pecah, terasa berlemak bila dipegang, mempunyai sifat mengembang bila kena air (Sukandarrumidi, 1999). Bentonite juga sering disebut sebagai soapclay, taylorite, bleaching clay, fuller's earth, konfolensit, safonit, atau smegmatit dan stolpenit.

Bentonite mempunyai sifat mengadsorpsi karena ukuran partikel koloidnya sangat kecil dan memiliki kapasitas permukaan ion yang tinggi (Teplitskiy, 2005). Pengembangan bentonite disebabkan oleh adanya penggantian isomorphous pada lapisan oktohedral (Mg oleh Al) dalam menghadapi kelebihan muatan di ujung kisi-kisinya.

Secara umum bentonite dapat dibedakan tergantung kepada sifat fisika dan kimianya (kapasitas pertukaran basa, waktu pengendapan, kekuatan mengembang, nilai pH, dan lainnya) serta komposisi bahannya. Terdapat 2 jenis bentonite :

1. Swelling (sodium bentonite) : bentonite yang bisa mengembang

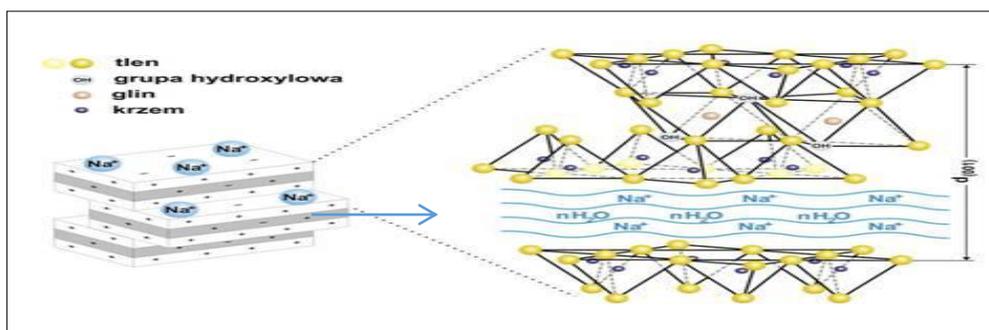
Bentonit jenis ini disebut juga bentonit tipe *Wyoming* (Na-bentonit – *Swelling bentonite*) atau drilling bentonit mengandung ion Na^+ relative lebih banyak jika dibandingkan dengan ion Ca_2^+ dan Mg_2^+ . Na bentonit memiliki daya mengembang hingga delapan kali apabila dicelupkan ke dalam air dan tetap terdispersi beberapa waktu di dalam air. Dalam keadaan kering berwarna putih atau cream, pada keadaan basah dan terkena sinar matahari akan berwarna mengkilap. Perbandingan soda dan kapur tinggi, suspensi koloidal mempunyai pH 8,5-9,8 (bersifat basa), tidak dapat diaktifkan, posisi pertukaran diduduki oleh ion-ion sodium (Na^+) Mineral ini sering dipergunakan untuk Lumpur pemboran, penyumbat kebocoran bendungan, bahan pencampur pembuatan cat, bahan baku farmasi, dan perekat pasir cetak pada industri pengecoran logam.

2. Non-swelling (calcium bentonite) : bentonite yang tidak bisa mengembang

Bentonit jenis ini disebut Mg, Ca-bentonit (*Ca-bentonit-nonswelling bentonite*). Jenis ini mengandung kalsium (K_2O) dan magnesium (MgO) lebih banyak dibandingkan natriumnya dan mempunyai sifat sedikit menyerap air sehingga apabila didispersikan dalam air akan cepat mengendap (tidak membentuk suspensi), tetapi secara alami atau setelah diaktifkan mempunyai sifat menghisap yang baik. Perbandingan kandungan Na dan Ca rendah, suspensi koloidal memiliki pH 4-7 (bersifat asam). Posisi pertukaran ion lebih banyak diduduki oleh ion-ion kalsium dan magnesium. Dalam keadaan kering bersifat *rapid slaking*, berwarna abu-abu, biru, kuning, merah dan coklat. Penggunaan mineral ini dipergunakan untuk bahan

pemucat warna untuk minyak. Bentonite termasuk mineral yang memiliki gugus alumino silikat.

Partikel bentonite bermuatan negatif yang diimbangi dengan kation dapat dipertukarkan dan terikat lemah (Na, Ca, Mg, atau K). Adanya kation yang dapat dipertukarkan ini memungkinkan bentonite memisahkan logam berat dari air, dan juga memisahkan senyawa organik kationik melalui mekanisme pertukaran ion. Adanya gaya elektostatis yang mengikat kristal pada jarak $4,5 \text{ \AA}$ dari permukaan cukup kuat untuk mempertahankan unit-unitnya, akan tetap terjaga unit itu untuk tidak saling merapat. Pada pencampuran dengan air, adanya pengembangan membuat jarak antara setiap unit makin melebar dan lapisannya menjadi bentuk serpihan, serta mempunyai permukaan luas jika dalam zat peng suspensi (Sneanabrezovska, et al., 2004).



Gambar 1. Struktur Bentonite

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat-alat yang digunakan thermometer, erlenmeyer, pipet volume, cawan porselen, gelas ukur, hot plate, pipet tetes, kertas saring, gelas beaker, corong kaca, pipet ukur, pemanas, statif klem, rangkaian alat adsorpsi distilasi, screening, labu leher dua, neraca analitik, piknometer, pengaduk, furnace, aluminium foil, penyumbat, selang, pH meter. Bahan yang digunakan asam klorida (HCl), aquadest, Ca bentonite, bioetanol 70%

Prosedur

Proses Preparasi Bentonite

Ca-bentonite dihaluskan dengan cara pengayakan menggunakan screening hingga diperoleh ukuran partikel 100 mesh. Ca-bentonite ditimbang sesuai dengan variabel yang telah ditentukan (30 gram, 50 gram, 70 gram, 90 gram, dan 110 gram) kemudian ditambah aquadest dengan perbandingan 1:1 (b/v atau gr/ml) untuk menghilangkan bahan-bahan pengotor yang terdapat pada bentonite. Selanjutnya bentonite disaring untuk memisahkan air dan padatan. Bentonite kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 150°C dengan waktu 1 jam.

Proses Aktivasi Bentonite

Proses aktivasi dilakukan dengan tujuan membuka dan menambah pori-pori pada bentonite. Bertambahnya jumlah pori-pori pada bentonite akan meningkatkan luas permukaan bentonite yang mengakibatkan kapasitas penyerapannya menjadi bertambah besar. Tahapan pembuatan

bentonite aktivasi yaitu bentonite direndam ke dalam 300 mL aquadest dengan HCl 1 M selama kurang lebih 3 jam. Penggunaan konsentrasi HCl 1 M pada bentonite merupakan kondisi optimum proses aktivasi bentonite. Apabila konsentrasi yang digunakan berlebih maka dikhawatirkan bentonite akan mengalami pelepasan (*dealuminasi*) unsur pengikatnya dalam jumlah berlebih sehingga gugus alkil akan berkurang dan struktur bentonite menjadi rusak. Selanjutnya dilakukan pengadukan agar sampel bentonite tercampur secara homogen. Campuran tersebut kemudian disaring dan dibilas dari bahan pengotornya dengan aquadest kembali. Kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu sekitar 150 °C selama 1 jam. Setelah itu bentonite didinginkan pada temperature suhu ruangan.

Proses Adsorpsi Bioetanol

Proses adsorpsi dilakukan dengan memasukkan bioetanol kadar 70% sebanyak 200 ml bersama bentonite yang telah teraktivasi ke dalam labu leher dua kemudian dilakukan pengadukan selama 5 menit agar tercampur secara merata. Selanjutnya didiamkan masing-masing selama 30, 50, 70, 90 dan 110 menit. Bioetanol dan bentonite selanjutnya dipisahkan untuk mendapatkan cairan bioetanol murni. Proses distilasi dilakukan pada temperature konstan 80°C. Distilat ini dianalisis persentase kemurnian bioetanolnya dengan menggunakan Gas Chromatography (GC).

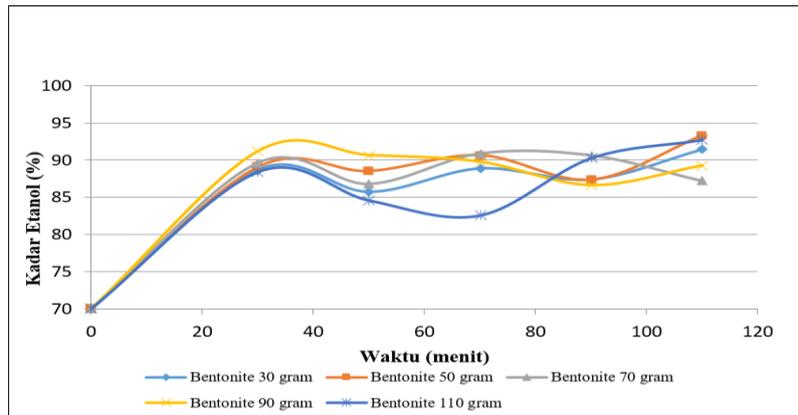
HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas bentonit pada proses peningkatan kadar bioetanol dengan proses adsorpsi secara batch dan pengaruh variabel proses terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan. Variabel yang diterapkan yaitu berat adsorbent bentonite 30, 50, 70, 90, 110 gram dan waktu proses 30, 50, 70, 90 dan 110 menit. Bioetanol yang digunakan sebagai bahan baku adalah bioetanol dengan kadar 70% dan proses dilakukan pada temperatur 80°C. Tabel 1 di bawah ini merupakan hasil penelitian yang telah dilakukan.

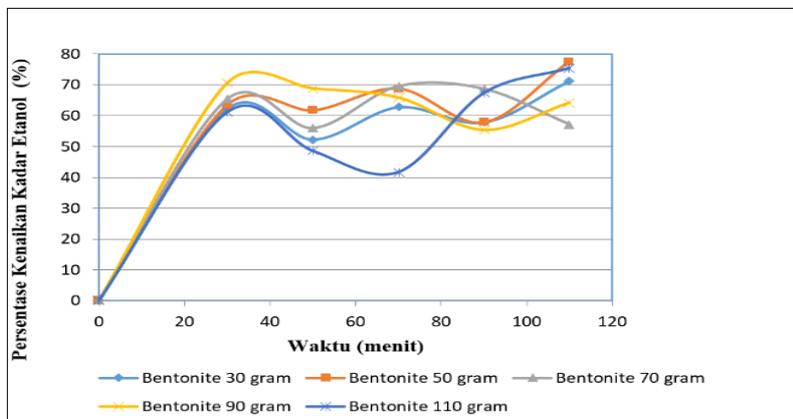
Tabel 1. Pengaruh Waktu Proses dan Berat Adsorben terhadap Kenaikan Kadar Etanol

Berat adsorben (gram)	Waktu (menit)	Kadar etanol (%)	Peningkatan kadar etanol (%)
30	30	88.67	62.23
	50	85.69	52.30
	70	88.84	62.80
	90	87.36	57.87
	110	91.38	71.27
50	30	89.03	63.43
	50	88.51	61.70
	70	90.64	68.8
	90	87.35	57.83
	110	93.29	77.63
70	30	89.61	65.37
	50	86.79	55.97
	70	90.88	69.60
	90	90.62	68.73
	110	87.17	57.23
90	30	91.18	70.60
	50	90.65	68.83

	70	89,76	65.87
	90	86,61	55.37
	110	89,26	64.20
	30	88,36	61.20
	50	84,59	48.63
110	70	82,52	41.73
	90	90,23	67.43
	110	92,66	75.53



Gambar 2. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dan Berat Adsorben terhadap Kadar Etanol yang Dihasilkan



Gambar 3. Grafik Hubungan Waktu Adsorpsi dan Berat Adsorben Terhadap Peningkatan Kadar Etanol

Data hasil penelitian pada Tabel 1 menunjukkan, pada penambahan waktu proses adsorpsi terjadi peningkatan kadar bioetanol, yang berarti semakin banyak air yang terserap pada bentonit. Pada proses adsorpsi yang berlangsung secara batch ini, semakin lama proses yang berlangsung mengakibatkan perpindahan molekul air ke permukaan bentonit lebih banyak. Gambar 1 dan 2 memperlihatkan grafik hasil penelitian, dimana hasil terbaik diperoleh pada waktu 110 menit dan berat adsorben 50 gram, yaitu 93,29%. Nilai ini merupakan kenaikan kadar etanol sebesar 77.73%. Nilai terendah terjadi pada waktu proses adsorpsi berlangsung selama 110 menit dan berat adsorben 70 gram, yaitu 82.52% yang merupakan kenaikan kadar etanol sebesar 41.73%.

Proses adsorpsi bioetanol dengan adsorben bentonit secara batch merupakan peristiwa pengikatan air secara fisika sehingga semakin lama waktu yang digunakan untuk proses adsorpsi, kesempatan terikatnya air oleh bentonite juga akan semakin besar karena terjadi kontak penyerapan secara langsung antara adsorbent dengan air yang terdapat didalam bioetanol yang masuk ke dalam rongga pori-pori bentonite. Hal ini juga sekaligus menandakan adanya perpindahan molekul yang terjadi pada permukaan bentonite sehingga proses perpindahan massa air ke adsorbent juga meningkat dengan bertambahnya waktu.

Gambar 1 dan 2 juga memperlihatkan bahwa pertambahan berat bentonit memberikan pengaruh terhadap kadar etanol yang dihasilkan. Hal ini karena penambahan adsorben menambah luas permukaan yang dapat menyerap air pada campuran bioetanol. Proses adsorpsi ini berlangsung pada temperatur 80°C. Pemanasan mempengaruhi proses penyerapan air pada permukaan bentonit menjadi lebih baik. Bentonit mempunyai sifat apabila dipanaskan daya serapnya akan bertambah. Adanya kontak antara partikel bentonit dengan air akan mempercepat terjadinya adsorpsi antara kedua zat .

Pada penelitian ini bentonit diaktivasi terlebih dahulu dengan larutan HCl 1 M. Proses aktivasi ini dapat meningkatkan daya adsorpsi karena dapat menghilangkan unsur-unsur pengotor dan menguapkan air yang terperangkap dalam bentonit. Pori-pori bentonit semakin terbuka sehingga akan memudahkan bentonit mengadsorpsi air. Hal ini berpengaruh pada proses penghilangan air yang terkandung dalam campuran bioetanol – air. Penelitian ini meskipun menunjukkan terjadi peningkatan kadar bioetanol tertinggi dari 70% menjadi 93.29% , namun belum memenuhi standar bioetanol fuel grade dengan kadar etanol > 99%.

KESIMPULAN

Hasil penelitian ini memberikan kesimpulan bahwa waktu proses dan massa adsorben bentonit berpengaruh pada kadar bioetanol yang dihasilkan. Kadar bioetanol yang dihasilkan akan semakin meningkat dengan makin banyak adsorben bentonite yang digunakan dan semakin lama waktu proses. Hasil yang paling optimal berlangsung pada waktu proses 110 menit dan berat bentonite 50 gram yaitu kadar etanol 93.29 % dengan kenaikan 77.29% dari kadar awal 70%.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrer, FRS, R.M., 1978. *Zeolites and Clay Minerals as Sorbents and Molecules*. Academic Press, New York.
- Boonfung, C and Rattanaphanee, P., 2010. *Pressure Swing Adsorption with Cassava Adsorbent for Dehydration of Ethanol Vapor*. World Academy of Science, Engineering and Technology, 71.
- Carmo, M. J., and Gubulin, J.C., 1997. *Ethanol-Water Adsorption on Commercial 3a Zeolites: Kinetic And Thermodynamic Data*. Braz. J. Chem. Eng., 14, 3.
- Febriana, V. 2009. *Pengaruh Suhu Kalsinasi pada Aktivasi Zeolit Alam terhadap Kemampuan Mengadsorpsi Ion Besi(III)*. Skripsi S1. Universitas Negeri Malang, Malang.
- Groggins, P.H., 1992. *Unit Process in Organic Synthesis*. Mc Graw Hill Book Company, New York.
- Herald, E.; Hisyam, S. W. 2003. *Characterization and Activation of Natural Zeolite from Ponorogo*. Indonesian Journal of Chemistry. Vol. 3, 91-97.

- Igbokwe, P. K., Okolomike, R.O, and Nwokolo, S.O., 2008. *Zeolite for Drying of Ethanol-Water System from A Nigerian Clay Resource*. Journal of the University of Chemical Technology and Metallurgy, 43, 1, 109-112.
- Levine, I. N. 2002. *Physical Chemistry*, 6th Ed., McGraw Hill, New York, p. 570.
- Lee S, Speight JG, Loyalka SK. 2007. *Hand Book Of Alternative Fuel Technologies*. USA: CRC Taylor and Francis Group.
- Ma'ruf, A., dan Mulyadi, A.H., 2010. *Pembuatan Zeolit Pelet sebagai Adsorben pada Pembuatan Bioetanol Tradisional*. Laporan Penelitian, Program Studi Teknik Kimia, UMP, Purwokerto.
- Mccabe, L. W.; Smith, C. J.; Harriot, P. 2004. *Unit Operation of Chemical Engineering*, 7th Ed., McGraw-Hill, New York.
- McMillan, J.D. 1997. *Bioethanol Production: Status And Prospects*. Renewable Energy, 10, 295
- Niven, R.K. 2005. *Ethanol in Gasoline: Environmental Impacts and Sustainability*. Review Article. Renewable and Sustainable Energy Reviews, 9, 535
- Plham, C.B., Mansigan, V.E., and Luis, V.S. *Development of Low Energy Process of Water Adsorption from Ethyl Alcohol*. National Institutes of Biotechnology and Applied Microbiology, U.P. at Los Banos, College, Laguna, Philippines
- Rakhmatullah, D.K.A., Wiradini, G., dan Ariyanto, N.P., 2007. *Pembuatan Adsorben dari Zeolit Alam dengan Karakteristik Adsorption Properties untuk Kemurnian Bioetanol*. Program Studi Teknik Fisika, FTI, ITB, Bandung.
- Rini, D. K. 2010. *Optimasi Aktivasi Zeolit Alam untuk Dehumifikasi Udara*. Skripsi S1, Universitas Diponegoro, Semarang.
- Rongsayamanont, C., and Sopajaree, K., 2007. *Modification of Synthetics Zeolite Pellets from Lignite Flay Ash : Pelletization*. World of Coal Ash (WOCA), Covington, Kentucky, USA.
- Srihapsari.D. 2006. *Penggunaan Zeoit Alam yang Telah Diaktivasi dengan Larutan HCl untuk Penyerap Logam – Logam Penyebab Kesadahan Air*. Semarang: Jurusan Kimia.Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.Universitas Negeri Semarang.
- Sun Y., Cheng J. 2002. *Hydrolysis of Lignocellulosic Materials for Ethanol Production : a review*. Bioresource