

KARAKTERISASI ZEOLIT ALAM SELONG BELANAK LOMBOK SEBAGAI ADSORBEN DALAM PEMURNIAN ALKOHOL FERMENTASI

Hulyadi

Dosen program Studi Pendidikan Kimia FPMIPA IKIP Mataram

Email: hulyadi11@yahoo.com

Abstract: NTB has a large zeolite potential with a zeolite content percentage of 190,405 tons. One area that has great potential is the Selong belanak Central Lombok precisely at coordinates 8o51'48.5 "S 116o10'62.0" E mull mullet. Utilization of zeolite Lombok area is only used as a mixture of animal feed because it has not done research on its potential. One potential zeolite is its ability as an absorbent. Alcohol fermentation has not been able to be an alternative as a solution to energy problems. Alcohol fermentation only produces alcohols of less than 30% purity. This is caused by acetic acid byproducts that make microbes in the fermentation process can not breed optimally. From these problems need to be performed zeolite characteristic for optimal utilization. The purpose of this research is to find out the characteristics of natural zeolite of Selong belanak Lombok as an adsorbent in purifying alcohol of fermentation. The method of this research is descriptive with data collecting technique performed by zeolite characterization including cation exchange capacity with Schollenberger method, surface area using methylene blue method, absorption using Iodometry titration method, zeolite water content using gravimetric method and alcohol concentration determined by specific gravity and instrument GC-MS. Based on the result of natural zeolite research, Selong belanak Lombok has characteristic with natural cation zeolite exchange capacity of Selong Belanaq Lombok for 14,0894 meq / 100 gram. The zeolite surface area is 16, 3537 m² / gram. Absorption zeolite to iodium is relatively low at 2.9357%. water content obtained from natural zeolite Selong Belanaq Lombok is 7.74%. After use of various alcoholic distillate absorbent fermentation alcohol concentration was obtained 81.4%. Based on the findings of natural zeolite researchers mullet tubes need to be activated more optimally to produce alcohols with purity above 99%, as laden mixture material in gasoline.

Keywords : Natural Zeolit alam , Adsorben, Alcohol.

PENDAHULUAN

NTB memiliki potensi zeolit yang besar, salah satu daerah yang mengandung zeolit adalah Lombok Tengah tepatnya dibukit sekitaran pantai Selong belanak. Menurut Dinas Pertambangan provinsi NTB prosentase kandungan zeolite sebesar 190.405 ton. Dewasa ini pemanfaatan zeolit daerah Lombok hanya digunakan sebagai bahan campuran pakan ternak karena belum pernah dilakukan penelitian tentang potensinya.

Pada saat ini penggunaan mineral zeolit semakin meningkat sampai penggunaan dalam industri berskala besar. Negara maju seperti Amerika Serikat, zeolit sudah benar-benar dimanfaatkan dalam berbagai bidang, seperti dalam bidang industri yaitu sebagai bahan yang dapat digunakan untuk membantu pengolahan limbah industri (Kusumua dan Fendy, 2010). Tidak hanya bidang industri, pemanfaatan zeolit sudah meluas kesegala bidang seperti pertanian, peternakan, perikanan dan kesehatan, disebabkan oleh sifat-sifat unik yang dimiliki oleh zeolit.

Zeolit merupakan senyawa alumina silikat yang mengandung unsur alkali dan alkali tanah, berstruktur tiga dimensi, memiliki pori/saluran kosong yang berhubungan satu sama lainnya ke segala arah, (Khaidir, 2011). Zeolit mempunyai fungsi meliputi dehidrasi, adsorben, penyaring molekul, katalisator dan penukar ion. Pada umumnya struktur kerangka zeolit akan menyusut, akan tetapi kerangka dasarnya tidak mengalami perubahan secara nyata. Sifat zeolit sebagai adsorben dan penyaring molekul, dimungkinkan karena struktur zeolit yang berongga, sehingga zeolit mampu menyerap sejumlah besar molekul yang berukuran lebih kecil atau sesuai dengan ukuran rongganya. Selain itu, kristal zeolit yang telah terdehidrasi merupakan adsorben yang selektif dan mempunyai efektivitas adsorpsi yang tinggi (Dian dan Fendy, 2010).

Zeolit sangat efisien digunakan sebagai adsorben karena memiliki daya serap yang tinggi, ketersediaan zeolit alam Indonesia melimpah, harga zeolit alam yang murah,

preparasi yang sangat mudah, dapat diperbarui sehingga dapat digunakan kembali. Banyak ilmuwan yang melakukan penelitian pemanfaatan zeolit sebagai adsorben seperti pemurnian alkohol, penurunan kesadahan air dan penyerapan logam berat. Penelitian yang dilakukan Suratno, Ery dan Retnoningtyas, (2013) melaporkan daya adsorpsi tertinggi dicapai pada zeolit yang dipreparasi dengan asam sulfat 2 % dan suhu kalsinasi 600⁰C dengan daya adsorpsi 0,420 g air/g adsorben. Penelitian yang dilakukan Cerry Reggiani Catri dan Suyantatentang Zeolit Alam sebagai Adsorben Ion Logam Tembaga dalam Air Kolam Renang dengan Metode Adsorpsi Kolom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kemampuan adsorpsi zeolit terhadap ion logam tembaga cukup tinggi. Zeolit A (10 mesh) mampu menurunkan konsentrasi tembaga hingga 37,1698% sedangkan zeolit B (5 mesh) hingga 35,9976%. Berbasarkan temuan diatas zeolit sangat tepat digunakan sebagai adsorben produk samping pada fermentasi alkohol.

Zeolit dengan sifat adsorben mendukung proses pemurnian bioetanol sampai dengan >99.95 wt%. Selain itu, ketersediaan zeolit alam Lombok cukup melimpah dan juga menjadi salah satu pertimbangan digunakannya zeolit alam Lombok. Menurut Dinas Pertambangan Kota Mataram Nusa Tenggara Barat persentase kandungan zeolit alam Lombok sebesar 190.405 ton. Salah satu daerah ditemukannya zeolit alam Lombok yaitu di daerah Gunung Selong Belanak Kecamatan Praya Barat Kabupaten Lombok Tengah. Namun sayangnya keberadaan zeolit alam Lombok tersebut tidak dimanfaatkan secara maksimal oleh masyarakat. Pemanfaatan zeolit alam yang diaktivasi oleh asam untuk pemurnian bioetanol sebelumnya sudah dilakukan oleh Lourentius dan Susiany, (2013). Zeolit yang digunakan merupakan zeolit alam dari CV. Halimun Jaya, Malang dalam bentuk serbuk atau bubuk dengan ukuran -80+100 mesh yang diaktivasi menggunakan asam sulfat (H₂SO₄) dengan konsentrasi 1-5 % pada suhu 200-700⁰C. Hasil terbaik ditunjukkan oleh zeolit dengan konsentrasi 2 % pada suhu 600⁰C memiliki daya adsorpsi sebesar 0,420 g air/g zeolit dan mampu meningkatkan kemurnian bioetanol 99,6 % yang sudah bisa diklasifikasikan ke dalam FGE (*Full Grade Ethanol*). Hulyadi, (2015) melaporkan zeolit teraktivasi sangat efektif digunakan dalam pemurnian alkohol. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan zeolit massa filter 100 gram, luas permukaan 100 mess dan suhu optimasi 600⁰C

mampu menghasilkan alkohol dengan kemurnian 99,8 % setelah dianalisis menggunakan GC-MS. Karakterisasi zeolit alam selong belanak sangat diperlukan untuk lebih mengoptimalkan sumber daya lokal dalam menjawab permasalahan energi yang sudah menjadi permasalahan dunia dalam abab 21 ini.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian ini adalah deskriptif dengan pendekatan kuantitatif. Adapun yang akan dideskripsikan adalah karakteristik zeolit yang meliputi kapasitas tukar kation, luas permukaan, daya serap, dan kadar air dalam zeolit. Teknik pengumpulan data dalam penelitian ini dibagi menjadi empat berdasarkan jenis karakteristik yang akan diuji. Pada uji kapasitas tukar kation metode yang digunakan adalah *Schollenberger* dengan data yang didapatkan adalah volume NaOH yang digunakan untuk mentitrasi sampel yang telah didestilasi dan ditampung dalam asam. Pada uji luas permukaan metode yang digunakan adalah *Methylene blue method* dengan data yang akan didapatkan adalah selisih antara *Mehtylene blue* yang setelah diadsorpsi dan sebelum diadsorpsi oleh zeolit. Pada uji daya adsorpsi metode yang digunakan adalah titrasi Iodometri, dimana zeolit direndam dengan larutan iodium dan filtratnya dititrasi. Data yang diperoleh berupa volume Natrium tiosulfat untuk mentitrasi iodium. Kemudian pada uji kadar air digunakan metode gravimetri dimana data yang diperoleh adalah selisih massa zeolit sebelum pemanasan dan setelah pemanasan.

Prosedur penelitian

Uji Kapasitas Tukar Kation

Kapasitas tukar kation (KTK) ditetapkan dengan cara perkolasi. Zeolit Alam Selong belanaq dijenuhkan dengan larutan amonium asetat 1 M pH 7,0. kelebihan kation amonium dicuci dengan etanol 80%. Kemudian ion amonium yang terjerap digantikan oleh ion natrium dari larutan NaCl 10 %. Kadar ion amonium dalam perkolat ditetapkan dengan cara destilasi dan dititrasi dengan NaOH 0,1 N.

Uji Luas Permukaan

Larutan *methylene blue* 5 ppm diukur pada panjang gelombang 640-700 nm dengan interval panjang gelombang 10 nm. Panjang

gelombang yang memberikan serapan maksimum merupakan panjang gelombang maksimum. Kemudian penentuan waktu kestabilan larutan *Methylene blue* yaitu 5 ppm sebanyak 20 ml dishaker dengan variasi waktu 30, 40, 50, 60, 70 menit, kemudian diukur absorbansinya pada panjang gelombang maksimum untuk setiap waktu tersebut dengan spektrofotometer UV-Vis, kemudian ditentukan waktu kestabilan larutan *Methylene Blue* yaitu waktu penyerapan *Methylene Blue* cenderung stabil. Penentuan luas permukaan yaitu zeolit yang telah di ayak ukuran 100 mesh di timbang 0,05 gram Masukkan kedalam Erlenmeyer. Tambahkan 20 ml larutan methylene blue 16 ppm dan kocok dengan shaker selama waktu kestabilan pada 150 rpm. Campuran disaring dan filtrate di ukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang maksimum.

Uji Daya Serap terhadap Iod

Zeolit Alam Selong balanak 1g, dimasukkan kedalam erlenmeyer dan ditambahkan 25 ml larutan iodium 0,05 N. Kemudian dikocok selama 15 menit pada suhu ruang dan langsung disaring. Selanjutnya 5 ml sampel diambil dan dititrasi dengan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ 0,1 N

sampai diperoleh larutan yang berwarna kuning muda, lalu ditambahkan beberapa tetes larutan kanji 1% dan dititrasi kembali sampai warna biru tepat hilang.

Uji Kadar Air

Sebanyak 5g zeolit ditimbang dalam cawan yang telah diketahui bobot keringnya, kemudian dikeringkan di oven pada suhu 105°C selama 3 jam. Setelah didinginkan di dalam desikator, selanjutnya ditimbang massanya.

Uji Zeolit Sebagai Absorben

Dalam penelitian ini zeolit Lombok teraktivasi yang digunakan sebanyak 10 gram sebagai filter dalam pemurnian alkohol dengan variasi volume destilat 20, 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 dan 100 ml masing-masing selama 50 menit. Filteratnya selanjutnya dimasukkan dalam viknometer dan instrument GC-MS untuk mengidentifikasi kemurnian alkohol yang dihasilkan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian tentang karakterisasi zeolit alam Selong Belanak Lombok ditunjukkan pada tabel 1.

Tabel 1. parameter dan hasil uji karakteristik zeolit alam Selong Belanak Lombok

No	Parameter yang diuji	Hasil
1.	Uji Kapasitas Tukar Kation	14,0894 meq/100 gram
2.	Uji Luas Permukaan	16,3537 m ² /gram
3.	Uji Daya Adsorpsi	2.9357 ml/gram
4.	Uji Kadar Air	7,74 %
5.	Kadar Alkohol	81,4%

Penelitian ini menggunakan zeolit yang diambil pada koordinat $8^\circ 51' 48.5''\text{S}$ $116^\circ 10' 62.0''\text{E}$ Selong belanak. Untuk mengetahui kualitas adsorpsi zeolit dilakuakn pengujian sifat-sifat kimia dan fisika zeolit. Sifat kimia meliputi daya serap dan Kapasitas tukar kation, kemudian sifat fisika meliputi luas permukaan dan kadar air. Setelah dilakukan penggerusan dan di ayak menggunakan ayakan 100 mesh zeolit langsung dikarakterisasi. Pengujian kadar air dan uji daya serap dilakukan pada Laboratorium Kimia IKIP Mataram sedangkan KTK dan luas permukaan dilakukan pengujian di Laboratorium Pengujian BPTP Narmada.

Metode yang digunakan dalam penentuan kapasitas tukar kation adalah metode *Schollenberger* dimana pada tahap penjenuhan digunakan larutan ammonium asetat, pada

tahap penghilangan larutan penjenuh yang berlebih digunakan etanol, dan pada penggantian kation penjenuh digunakan larutan KCl karena ion K^+ memiliki selektifitas yang besar sehingga mampu menggantikan ion NH_4^+ yang terikat pada zeolit. Untuk mendeteksi ion ammonium yang dipertukarkan dilakukan titrasi dengan basa dengan indikator *phenolftalein*. Hasil penelitian menunjukkan nilai KTK zeolit Lombok sebesar 14,0894 meq/100 gram. Nilai KTK menurut Permentan No. 02/Pert/HK.060/2/2006 ≥ 80 meq/100 gram, sedangkan berdasarkan SNI 13-3496-1994 ≥ 100 meq/100 gram. Dari kedua standar tersebut zeolit alam Selong Belanak Lombok memiliki mutu KTK yang relatif rendah.

Pada penentuan kadar air zeolite ditentukan dengan metode gravimetri. Zeolit seberat 5 gram dipanaskan dalam oven pada

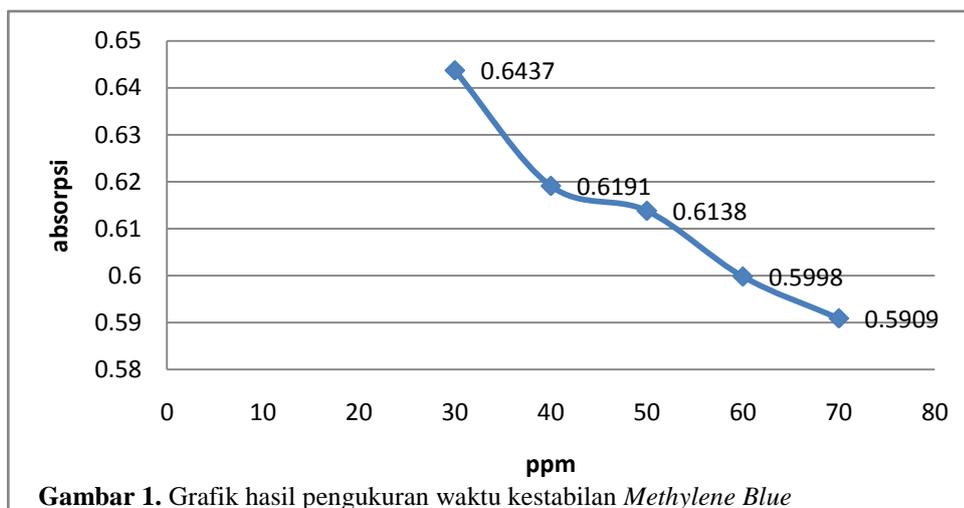
suhu 105 °C selama 3 jam dengan berat awal zeolit dan cawan sebesar 17,487 gram. Pemanasan dilakukan sebanyak 5 kali sampai didapatkan massa zeolit konstan. Pada pemanasan pertama berat zeolit dan cawan sebesar 17,41 gram, pemanasan ke tiga 17,119 gram, pemanasan ke empat 17,100 dan berat zeolit konstan pada pemanasan ke lima yaitu 17,100 gram. Nilai kadar air ini menunjukkan proporsi volume pori yang dihuni oleh molekul air. Semakin rendah kadar air produk zeolit semakin tinggi mutunya. Adapun kadar air yang diperoleh dari zeolit alam Selong Belanak Lombok yaitu 7,74 %. Berdasarkan SNI 13-3496-1994 syarat mutu kadar air zeolit maksimal 10 %. Hal ini menunjukkan kadar air zeolit relatif memiliki mutu yang baik.

Pada penentuan luas permukaan zeolit alam Selong Belanak Lombok dilakukan dengan mengukur banyak partikel *methylene blue* yang di adsorp oleh zeolit. *methylene blue* digunakan untuk mengukur luas permukaan zeolit sebelumnya dilakukan dulu beberapa pengujian seperti panjang gelombang maksimum dan waktu kestabilan *methylene*

blue sehingga filtrate *methylene blue* dapat diukur pada panjang gelombang maksimum dan lama waktu pengocokan dengan zeolit pada kondisi optimum.

Hasil pengukuran panjang gelombang menunjukkan bahwa panjang gelombang maksimum *Methylene Blue* $\lambda = 664,5$ nm. Hal ini sedikit berbeda dengan penelitian Zahro, dkk (2012) yang menunjukkan panjang gelombang maksimum *Methylene Blue* $\lambda = 664,0$ nm. Pada panjang gelombang tersebut merupakan daerah sinar tampak (visible) dengan warna komplementer *methylene blue* adalah biru, sehingga warna serapan yang dihasilkan adalah warna merah (Zahro dkk, 2013).

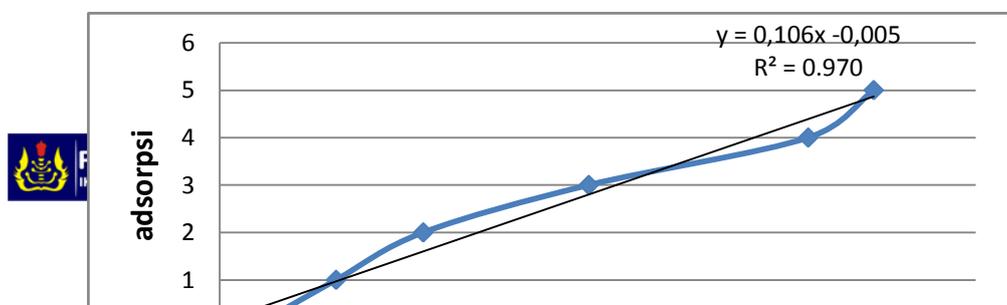
penentuan waktu kestabilan *methylene blue* bertujuan untuk mengetahui waktu pengocokan yang paling stabil. Waktu kestabilan ditentukan dengan mengukur hubungan antara waktu pengukuran dengan absorbansi larutan (Zahro dkk, 2013). Hasil pengukuran waktu kestabilan *methylene blue* dapat dilihat Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hasil pengukuran waktu kestabilan Methylene Blue

Dari grafik diatas waktu kestabilan *Methylene Blue* berada pada rentang waktu 40-50 menit. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan oleh Zahro dkk (2013) dimana waktu kestabilan *Methylene Blue* berada pada rentang waktu yang sama.

Pembuatan kurva baku dilakukan dengan menggunakan berbagai konsentrasi larutan methylan blue yakni 1, 2, 3, 4, 5 ppm. Pembuatan kurva baku bertujuan untuk menentukan hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi *Methylene Blue*. Berikut kurva baku *Methylene Blue* ditunjukkan pada gambar 2.



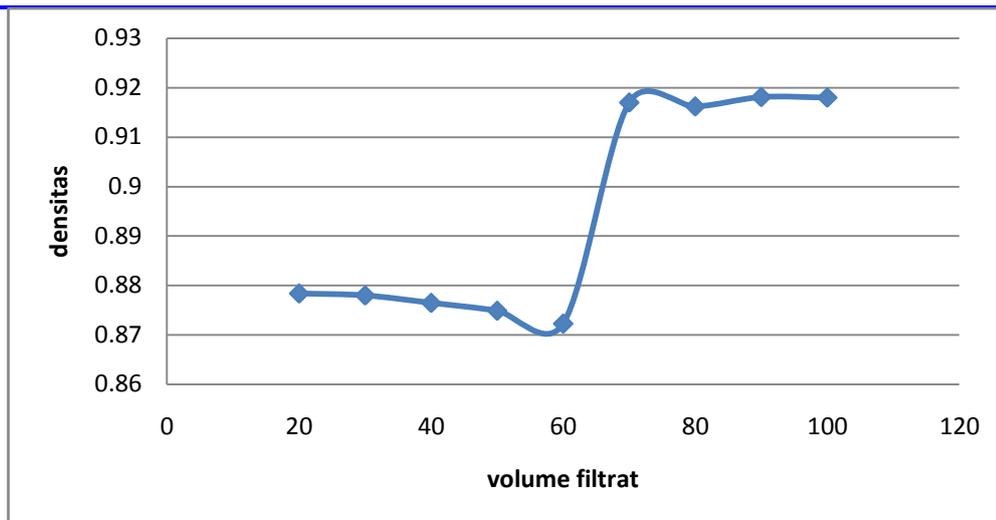
Gambar 2. grafik kurva baku hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi *Methylene Blue*.

Analisis luas permukaan zeolit menggunakan metode *Methylene Blue* dimana *Methylene Blue* dan zeolit 0,05 gram di shaker selama 40 menit. Campuran disaring dan pada filtrat diukur adsorptornya pada panjang gelombang 664,5 nm didapatkan hasil 16,3537 m²/gram.

Analisis daya serap zeolit menggunakan larutan iodium sebagai adsorbat. Zeolit 1 gram dikocok dengan zeolit 25 ml selama 15 menit menggunakan magnetik stirrer, kemudian disaring dan 5 ml filtrat dititrasikan dengan natrium tiosulfat. Ketika filtrat dititrasikan dengan larutan natrium tiosulfat warna coklat gelap iod menghilang karena iodium membentuk garam dengan natrium menjadi NaI. Natrium tiosulfat teroksidasi menjadi natrium tetratrat. Kelebihan iod menyebabkan larutan berwarna kuning pucat dan penentuan titik akhir titrasi akan sukar karena perubahan warna yang samar, sehingga ditambahkan indikator kanji yang sensitive terhadap iodium dengan membentuk kompleks Iod-Amilum yang berwarna biru. Penambahan iodium dilakukan pada saat akhir titrasi karena jika dilakukan diawal titrasi maka akan terbentuk sejumlah besar senyawa iod-kanji sehingga reaksi akan berjalan lambat (widodo, 2010). Hasil penelitian menunjukkan daya serap zeolit terhadap iodium yaitu sebesar 2.9357 ml/gram.

Jika dibandingkan dengan temuan Arif (2011) zeolit alam dari daerah lain seperti Lampung, Bayah, Tasikmalaya dengan nilai KTK berturut-turut 44 meq/100 gram, 48 meq/100 gram, 65 meq/100 gram. Zeolit dari

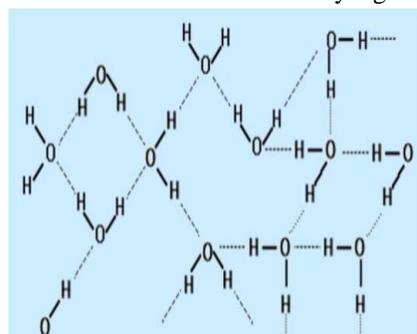
beberapa daerah ini walaupun memiliki nilai KTK yang belum mencapai standar mutu baik Permentan maupun SNI. Peningkatan nilai KTK dapat dilakukan dengan mengaktivasi zeolit dengan basa, karena kondisi basa akan membuat banyak permukaan bermuatan negatif sehingga dengan adanya hal tersebut maka menjadikan banyak muatan positif tertarik ke permukaan zeolit, (Arif, 2011). Pada temuan Ginting dkk (2007) zeolit alam Lampung, Bayah, Tasikmalaya dengan luas permukaan berturut-turut 21,181696 m²/gram, 25,588 571 m²/gram, 47,084 132 25,588 571 m²/gram. Hal ini menunjukkan bahwa zeolit daerah Lampung, Bayah dan Tasikmalaya memiliki kemampuan adsorpsi yang besar karena luas permukaan dan nilai KTK yang besar. Hal ini dikarenakan semakin besar luas permukaan semakin banyak pula sisi zeolit atau pori yang dapat mengadsorpsi suatu molekul. Setelah zeolit dikarakterisasi selanjutnya zeolit dioptimasi. Optimasi dilakukan dengan cara mengeringkan zeolit kemudian diayak dengan ukuran 100 mesh. Zeolit yang telah diayak kemudian dioven pada suhu 600⁰C kemudian setelah dingin diaktivasi dengan larutan H₂SO₄. Zeolit yang sudah dioptimasi selanjutnya digunakan sebagai filter destilat alkohol yang diperoleh dari hasil fermentasi. Uji densitas menunjukkan perbandingan berat per satuan volume. Tujuan dari uji densitas ini adalah untuk mencari massa jenis etanol sehingga dapat diketahui kadar etanol yang dihasilkan setelah difilterasi. Data densitas etanol yang dihasilkan pada volume filtrat yang divariasikan terdapat pada tabel 2 di atas dan grafik 1 di bawah ini.



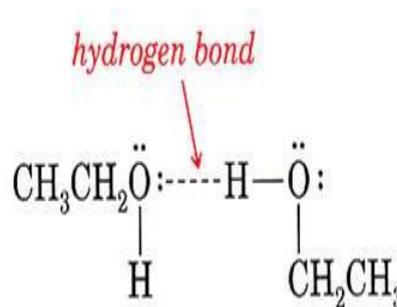
Gambar 1. Kurva pengaruh volume destilat terhadap kadar bioetanol yang dihasilkan

Berdasarkan gambar di atas menunjukkan volume filtrat dari 20-60 ml terjadi penurunan densitas. Densitas terendah terdapat pada volume filtrat 60 ml (0,8723 gr/ml) yang menunjukkan kadar bioetanol yang dihasilkan paling tinggi. Semakin rendah berat jenis atau densitas yang dihasilkan maka kadar bioetanol yang

dihasilkan semakin tinggi. Hal ini dikarenakan ikatan hidrogen yang dimiliki alkohol lebih lemah dibandingkan dengan air sehingga kerapatannya menjadi lebih kecil, ikatan hidrogen molekuler air dan etanol dapat dilihat pada gambar 2 di bawah ini



(a)



(b)

Gambar 2. Ikatan Hidrogen Molekul Air (a) dan Etanol (b)

Kerapatan molekul air yang lebih tinggi dibandingkan molekul etanol, juga dapat disebabkan satu molekul air dapat membentuk ikatan hidrogen dengan tiga molekul air lainnya sedangkan satu molekul etanol hanya dapat membentuk dua ikatan hidrogen dengan molekul yang lainnya. Kerapatan molekulnya mempengaruhi titik didih dan berat jenis dari larutan tersebut. Dengan demikian semakin kecil kerapatan molekul maka titik didih dan berat jenis larutan juga semakin kecil (Fessenden dan Fessenden, 2010).

Analisa GC-MS bertujuan untuk mengetahui kadar bioetanol yang dihasilkan dan

komponen sampel yang terdapat dalam filtrat dengan puncak-puncak atau serapan yang dihasilkan sehingga dapat diketahui gugus apa saja yang terdapat di dalam sampel filtrat. Berdasarkan hasil analisa GC-MS pada sampel volume filtrat 60 ml menunjukkan kadar bioetanol dan komponen yang terkandung dalam sampel filtrat. Tabel 3 di atas menunjukkan hasil analisa GC-MS pada volume filtrat 60 ml dengan kemurnian bioetanol yang tinggi yaitu sebesar 81,36 % sehingga dapat disimpulkan pada volume tersebut merupakan kondisi optimum zeolit Lombok teraktivasi menyerap air dan asam

asetat dibuktikan dengan kandungan Asam asetat, metil ester (CAS) asam metil 0.28 % dan Asam asetat, etil ester (CAS) asam asetat 8.09 % dari konsentrasi destilat awalnya 40,45 %.

Berdasarkan hasil penelitian karakteristik zeolit diatas zeolit Lombok cocok digunakan sebagai adsorben. Hal ini dikarenakan oleh zeolit memiliki luas permukaan relatif besar karena jumlah pori-pori yang banyak. tetapi untuk memaksimalkan fungsional zeolit sebagai adsorben perlu dilakukan aktivasi terlebih dahulu sehingga pengotor-pengotor yang ada dalam pori-pori zeolit dapat dikeluarkan. Hal ini terbukti dari daya adsorpsi dan KTK zeolit yang relatif rendah.

SIMPULAN

Adapun karakteristik dari zeolit alam Selong belanak Lombok sebagai berikut : Kapasitas tukar kation zeolit alam Selong belanak Lombok sebesar 14,0894 meq/100 gram. Luas permukaan zeolit sebesar 16, 3537 m²/gram. Daya serap zeolit terhadap iodium relatif rendah yaitu sebesar 2.9357 %. Kadar air yang diperoleh dari zeolit alam Selong belanak Lombok yaitu 7,74 %, dan kemurnian alkohol yang dihasilkan sebesar 81,4%. Berdasarkan karakteristik tersebut, jika digunakan sebagai adsorben harus diaktivasi terlebih dahulu karena zeolit masih mengandung banyak pengotor.

DAFTAR RUJUKAN

Alifatuz Zahro, Suci Amalia, Tri Kustono Adi, Nur Aini, 2014. *Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit Y Dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar SiO₂/Al₂O₃ Dengan Metode Sol Gel Hidrotermal*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang : Malang Alchemy vol. 3 no. 2 : 108 – 117.

Cerry Reggiani Catri dan Suyanta. *Zeolit Alam Sebagai Adsorben Ion Logam Tembaga Dalam Air Kolam Renang Dengan Metode Adsorpsi Kolom*. Yogyakarta : FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.

Hulyadi, 2015. Identifikasi Massa, Luas Lermukan, Dan Suhu Optimasi Zeolit Sebagai Filter Destilat Terhadap Kemurnian Alkohol. *Prosiding seminar nasional sains dan inovasi pembelajaran berbasis kearifan local*

Lourentius Suratno dan Susiany Ery, 2013. Preparasi Dan Karakterisasi Zeolit Alam Malang Sebagai Adsorben Pada Adsorpsi Air Dalam Pemurnian Bioetanol Membentuk *Fuel Grade Ethanol* (FGE). *Jurnal Teknik Kimia*. ISSN 1412-9612

Khaidir. 2011. Modifikasi Zeolit Alam Sebagai Material *Molecular Sieve* dan Aplikasinya Pada Proses Dehidrasi Bioetanol. [tesis]. Bogor : Institut Pertanian Bogor.

Lourentius, Suratno dan Ery Susiany Retnoningtyas. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Zeolit Alam Malang Sebagai Adsorben Pada Adsorpsi Air dalam Pemurnian Bioetanol Membentuk *Fuel Grade Ethanol* (Fge).

[P3TM] Pusat Penelitian & Pengembangan Teknologi Mineral. 1994. *Uji KTK Mineral Zeolit*. Bandung: Pusat Penelitian & Pengembangan Teknologi Mineral.

Rini, Dian Kusuma dan Fendy Anthonus Lingga. 2010. Optimasi Aktivasi Zeolit Alam Untuk Dehumidifikasi. [Skripsi]. Semarang : Universitas Diponegoro.

Schollenberger, C.J. and Simon, R.H., Determination of Exchange Capacity and Exchangeable Bases in Soils- Ammonium Acetate Method, *Soil Sci.*, 59, 13-24, 1945.

Zahro A, Amalia S, Adi T.K, Aini N, 2014. *Sintesis Dan Karakterisasi Zeolit Y Dari Abu Ampas Tebu Variasi Rasio Molar SiO₂/Al₂O₃ Dengan Metode Sol Gel Hidrotermal*. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang : Malang Alchemy vol. 3 no. 2 : 108 – 117.