

## Pemanfaatan Zeolit Alam Sebagai Adsorben Dalam Pemurnian Ethanol Dengan Metode Destilasi Adsorpsi

### Natural Zeolite as an Adsorbent in Ethanol Purification Using the Adsorption Distillation Method

Dian Ardian<sup>1</sup>, Saisa<sup>2,\*</sup>, Muhammad<sup>2</sup>, Zulhaini Sartika<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Mahasiswa Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah, Aceh, Indonesia

<sup>2</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Serambi Mekkah, , Aceh, Indonesia

\*corresponding author: [saisa@serambimekkah.ac.id](mailto:saisa@serambimekkah.ac.id)

Tanggal Submisi: 09 Maret 2022, Tanggal Penerimaan: 25 April 2022

#### Abstrak

Pemilihan zeolit alam sebagai bahan penyerap air pada proses pemurnian etanol didasarkan pada sifat zeolit itu sendiri sebagai adsorben, pertimbangan lain yaitu ketersediaan zeolit yang melimpah di Indonesia dan harga zeolit alam yang relatif jauh lebih murah. Penelitian ini melihat pengaruh ukuran partikel (mesh) Zeolit alam terhadap daya serap air pada pemurnian etanol, mengamati pengaruh variasi suhu aktivasi zeolit alam terhadap kemurnian etanol yang diaplikasikan pada proses destilasi adsorpsi, dan mengamati pengaruh variasi waktu kontak pada proses penyerapan terhadap kemurnian etanol yang diperoleh dengan menggunakan metode destilasi adsorpsi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa Zeolit 100 mesh didapatkan nilai porositas 24.36% dan daya serap air 60.60%. Sedangkan pada zeolit 200 mesh didapatkan nilai porositas 26.40% dan persentase daya serap air sebesar 65.25%. Semakin tinggi suhu aktivasi maka tingkat porositas dan daya serap air semakin meningkat. Pada zeolit 100 mesh dengan suhu kalsinasi 500 °C didapatkan persentase porositas 27.06% dan daya serap air 67.48%. Sedangkan pada suhu kalsinasi 700 °C didapatkan persentase porositas 31.50% dan daya serap air 77.32%. Hasil yang didapatkan berpotensi meningkatkan tingkat kemurnian etanol. Kadar etanol pada zeolite 100 mesh dengan suhu 700 °C didapatkan 94.61% dan pada zeolite 200 mesh dengan suhu kalsinasi 700 °C didapatkan kadar etanol 94.73%.

**Kata Kunci:** Adsorben, zeolit, etanol, destilasi, adsorpsi

#### Abstract

The selection of natural zeolite as a water absorbent material in the ethanol purification process is based on the nature of zeolite itself as an adsorbent, other considerations are the abundant availability of zeolite in Indonesia and the relatively much cheaper price of natural zeolite. This study looked at the effect of particle size (mesh) of natural zeolite on water absorption in ethanol purification, observed the effect of variations in activation temperature of natural zeolite on the purity of ethanol applied in the adsorption distillation process, and observed the effect of variations in contact time in the absorption process on the purity of ethanol obtained using the adsorption distillation method. The results showed that 100 mesh zeolite obtained porosity value of 24.36% and water absorption capacity of 60.60%. While the 200 mesh zeolite obtained porosity value of 26.40% and the percentage of water absorption of 65.25%. The higher the activation temperature, the level of porosity and water



absorption increases. At 100 mesh zeolite with a calcination temperature of 500 oC, the porosity percentage is 27.06% and the water absorption capacity is 67.48%. While at a calcination temperature of 700 °C, the porosity percentage is 31.50% and the water absorption capacity is 77.32%. The results obtained have the potential to increase the purity level of ethanol. Ethanol content in zeolite 100 mesh with a temperature of 700 oC obtained 94.61% and in zeolite 200 mesh with a calcination temperature of 700 oC obtained 94.73% ethanol content.

**Keywords:** Adsorbent, zeolite, ethanol, distillation, adsorption

## PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara yang kaya dengan sumber daya energi baik energi yang bersifat dapat diperbarui maupun yang tidak dapat diperbarui. Sumber daya energi yang digunakan lebih banyak berasal dari sumber daya alam yang tidak dapat diperbarui seperti, minyak bumi atau sumber daya fosil lainnya. Ketersediaan sumber daya fosil di alam semakin menipis. Kondisi ini menyebabkan ketersediaan energi fosil, khususnya minyak mentah di Indonesia semakin langka (Taufany et al., 2015). Padahal saat ini kebutuhan energi dalam sektor transportasi di dunia terus meningkat, untuk mengimbangi tingkat permintaan dengan keterbatasan sumber energi yang ada terutama minyak bumi sebagai bahan bakar, perlu adanya bahan bakar alternatif sebagai pengganti bahan bakar minyak, salah satunya etanol (Brooks et al., 2010). Etanol murni adalah salah satu produk bioenergi atau energi terbarukan yang dapat digunakan sebagai alternatif pengganti bahan bakar sebagai solusi krisis energi (Taufany et al., 2015).

Zeolit merupakan suatu kelompok mineral yang dihasilkan dari proses hidrotermal pada batuan beku basa. Mineral ini biasanya dijumpai mengisi celah celah ataupun rekahan dari batuan tersebut. Selain itu zeolit juga merupakan endapan dari aktivitas vulkanik yang banyak mengandung unsur silika. Zeolit pertama kali ditemukan oleh Baron Axel Frederick pada tahun 1756 di alam untuk jenis kristal dengan struktur yang berongga. Mineral zeolit terbentuk di berbagai tempat bumi, termasuk juga di dasar laut. Bentuk kristal zeolit relatif teratur dengan rongga yang saling berhubungan ke segala arah menyebabkan permukaan zeolit menjadi sangat luas sehingga baik bila digunakan sebagai adsorben.

Penelitian mengenai pemanfaatan zeolit alam sebagai adsorben telah banyak dilakukan meliputi penelitian yang telah dilakukan (Pasaribu, B. 2013) dibidang peternakan zeolit dapat dimanfaatkan sebagai adsorben sulfida dalam limbah padat. Penelitian tersebut mengaplikasikan salah satu sifat zeolit sebagai adsorben. Sifat adsorben inilah yang juga sering diaplikasikan sebagai pemurnian etanol seperti penelitian yang dilakukan oleh (Nais, M.F dan Wibawa, G., 2011) peningkatan kualitas zeolit alam Indonesia sebagai adsorben

pada produksi bioethanol fuel grade menunjukkan produk zeolit alam modifikasi (penambahan sodium aluminat dalam larutan NaOH dan kalsinasi) yang digunakan untuk adsorpsi air pada campuran ethanol-air mengalami peningkatan kapasitas adsorpsi sebesar 16,57 % jika dibandingkan dengan zeolit alam murni.

## **METODE PENELITIAN**

Dalam percobaan ini terbagi dua variabel yaitu variabel berubah dan variabel tetap. Variabel tetap yaitu ukuran zeolit alam : 100 mesh dan 200 mesh dan perbandingan HCl 6% dengan zeolit alam : 1:10. Sedangkan variabel berubah adalah suhu aktivasi zeolit alam: 500°C dan 700°C dan Waktu kontak destilat adsorpsi : 30 menit, 60 menit dan 90 menit.

### **Prosedur Penelitian**

Prosedur penelitian adalah langkah-langkah yang digunakan sebagai alat untuk mengumpulkan data dan menjawab pertanyaan-pertanyaan dalam percobaan. Dalam percobaan ini penulis membahas tentang metode dan teknik pengumpulan data sampel penelitian, pembuatan adsorben dan pengujian adsorben dengan etanol

### **Tahap Pembuatan Adsorben**

Zeolit yang digunakan pada penelitian ini adalah Zeolit yang berasal dari Desa Ujong Pacu, Kecamatan Peukan Bada, Kabupaten Aceh Besar dimana zeolit tersebut masih dalam bentuk bongkahan. Adapun proses aktivasi zeolit alam yaitu:

1. Zeolit yang masih dalam bentuk bongkahan terlebih dahulu di hancurkan, kemudian digerus atau diremukan dengan menggunakan mortal dan lumpang.
2. Diayak zeolit yang sudah digerus dengan menggunakan ayakan 100 mesh dan 200 mesh
3. Dicampur serbuk zeolit alam dengan larutan HCl 6% 1:10 selama 3 jam dengan magnetik stirer.
4. Disaring larutan zeolit alam dari larutan HCl 6% , kemudian dicuci dengan aquades sampai pHnya netral.
5. Dikeringkan zeolit alam yang sudah teraktivasi secara kimia di dalam oven selama 2 jam dengan suhu 110°C.
6. Ditanur zeolit Alam yang sudah kering pada variasi suhu 500°C dan 700°C selama 3 jam dan setelah itu zeolit alam siap digunakan.
7. Analisa data porositas, daya serap air, SEM dan XRD.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Porositas batuan merupakan rasio volume rongga-rongga pori terhadap volume total seluruh batuan yang dinyatakan dalam persen (Ridha dan Darminto, 2016). Pengujian porositas, sampel yang sudah dibakar ditimbang sebanyak 2 gram sebagai menghasilkan massa kering, lalu direndam dalam 2 ml air selama 24 jam, kemudian diangkat dari dalam air untuk memperoleh massa basah. Kemudian dikeringkan dan dihitung volume totalnya. Adapun hasil pengujian porositas dapat dilihat pada Tabel 1 dan 2.

**Tabel 1.** Hasil pengujian prorositas zeolit 100 mesh dan 200 mesh sebelum diaktivasi

Ukuran mesh	Porositas (%)
100	24.36
200	26.40

**Tabel 2.** Hasil pengujian porositas zeolit 100 mesh dan 200 mesh setelah diaktivasi

Ukuran Mesh	Suhu Kalsinasi (°C)	Porositas (%)
100	500	27.06
	700	31.50
200	500	30.46
	700	32.28

Pengujian daya serap dilakukan dengan menimbang 2 gram zeolit sebagai mass kering, lalu direndam dalam air selama 24 jam, kemudian diangkat dari dalam air untuk memperoleh massa basah. Hasil pengujian daya serap dapat dilihat pada Tabel 3 dan 4.

**Tabel 3.** Hasil pengujian daya serap zeolit 100 mesh dan 200 mesh sebelum diaktivasi

Ukuran mesh	Daya Serap (%)
100	60.51
200	65.25

**Tabel 4.** Hasil pengujian daya serap zeolite 100 mesh dan 200 mesh setelah diaktivasi

Ukuran Mesh	Suhu Kalsinasi (°C)	Daya Serap (%)
100	500	67.48
	700	77.32
200	500	77.50
	700	78.96

Tabel 3 dan 4 dapat lihat persentase daya serap tertinggi didapatkan pada zeolit 200 mesh dengan aktivasi kimia-fisika pada suhu kalsinasi 700 °C yaitu 78.96%. sedangkan persentase daya serap terendah pada zeolit 100 mesh tanpa diaktivasi yaitu 60.51%. Hal ini menunjukkan ketika diaktivasi pori-pori zeolit akan semakin melebar dan zat pengotor (*impurities*) sehingga daya serap meningkat. Dari hasil pengujian daya serap air juga dapat

dilihat pengaruh ukuran partikel dan suhu kalsinasi. Semakin tinggi suhu kalsinasi maka porositas semakin meningkat. Dari data pengujian zeolit 200 mesh menunjukkan pada suhu kalsinasi 500 °C didapatkan persentase daya serap 77.50% dan pada suhu kalsinasi 700 °C didapatkan persentase daya serap 78.96%. Hal ini dikarenakan tingginya suhu aktivasi akan menyebabkan meningkatnya pori-pori pada adsorben.

Menurut Arlofa (2016) juga mengatakan semakin tinggi suhu kalsinasi akan membentuk memperluas struktur pori pada zeolit sehingga penyerapannya semakin maksimal. Selanjutnya pengaruh ukuran partikel terhadap daya serap dapat dilihat bahwa semakin halus ukuran zeolit maka daya serap semakin meningkat. Pada zeolit 100 mesh didapatkan persentase daya serap 67.48% dan pada zeolit 200 mesh didapatkan persentase daya serap 77.50%. Semakin halus ukuran partikelnya maka luas permukaan akan semakin meningkat, sehingga pori-pori akan semakin banyak. Wardhana dan Sonief (2018) mengatakan semakin kecil ukuran partikel maka persentase daya serap semakin meningkat karena energi yang diberikan pada proses denifikasi semakin besar sehingga dapat meningkatkan kerapatan material.

## KESIMPULAN

Semakin halus ukuran zeolit maka daya serap dan porositas semakin meningkat. Zeolit 100 mesh didapatkan nilai porositas 24.36% dan daya serap air 60.60%. Sedangkan pada zeolit 200 mesh didapatkan nilai porositas 26.40% dan persentase daya serap air sebesar 65.25%. Semakin tinggi suhu aktivasi maka tingkat porositas dan daya serap air semakin meningkat. Pada zeolit 100 mesh dengan suhu kalsinasi 500 °C didapatkan persentase porositas 27.06% dan daya serap air 67.48%. Sedangkan pada suhu kalsinasi 700 °C didapatkan persentase porositas 31.50% dan daya serap air 77.32%. Hasil yang didapatkan berpotensi meningkatkan tingkat kemurnian etanol. Kadar etanol pada zeolit 100 mesh dengan suhu 700 °C didapatkan 94.61% dan pada zeolit 200 mesh dengan suhu kalsinasi 700 °C didapatkan kadar etanol 94.73%.

## SARAN

Disarankan saat proses penetralan hasil aktivasi kimia harus lebih teliti dan hati-hati agar zeolitnya tidak terbuang atau tertinggal di wadah tempat reaksi dan pada saat proses pemurnian etanol dengan menggunakan peralatan distilasi harus diperhatikan disela penyambung antara reaktor dan kondensor untuk menghindari kebocoran.

---

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adamovics. JA. 1997. „*chromatographic Analysis Of Pharmaceuticals, 2<sup>nd</sup>*”. Newyork : Marcel Dakker Baruzzr. A. Edition 140-142.
- Aditima. 2015. Sintesis Dan Karakteristik Zeolit X Dari Abu Vulkanik Gunung Kelud Dengan Variasi Suhu Hidrotermal Menggunakan Metode Sol Gel. Skripsi Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Atikah. 2019. “ Pengaruh Waktu Dan Berat Adsorben Bentonit Pada Proses Dehidrasi Bioethanol”. Jurnal Teknik Kimia. Universitas Muhammadiyah Palembang.
- Aulia dan Muhdarina. 2020. Pengaruh Suhu Refluks Pada Ukuran Kristal Zeolit Yang Disintesis Dari Lempung Alam Pasca Aktivasi Dengan 3M H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> Dan Kalsinasi 750 oC. Publikasi Ilmiah Universitas Riau.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. ‘Standar National Ethanol’. SNI 3565:2009.
- Brooks, A., Anthony, L. & Patrick, O., 2010. Purification Of Light Alcohols Using Macroporous Hydrophobic Membranes.
- Dana, D. James. 1951. *Hawai Of Mineralog*’. Jilid II. Edisi 17. London.
- Ferdiansyah. 2020. Pengaruh Variasi Ukuran Butiran Terhadap Karakteristik Zeolit Alam Pahae, Kabupaten Tapanuli Utara, Provinsi Sumatera Utara. Skripsi Universitas Sumatera Utara.
- Khaidir, Dkk. 2012. “Dehidrasi Bioethanol Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi”. Jurnal Penelitian Teknologi Industri Pertanian. Institut Pertanian Bogor.
- Kurniawan, Chandra. 2015. “Pemanfaatan Zeolit Alam Pahae Sebagai Adsorben Pada Pemurnian Ethanol Dengan Metode Distilasi Adsorpsi”. Jurnal Penelitian Fisika. Universitas Sumatera Utara.
- Laurentius Dan Retno. 2013. “Reparasi Dan Karakterisasi Zeolit Alam Malang Sebagai Adsorben Pada Adsorpsi Air Dalam Pemurnian Bioetanol Membentuk Fuel Grade Ethanol (FGE)”. Jurnal Penelitian Teknik Kimia. Universitas Muhammadiyah Surakarta.