

Studi Hubungan Struktur Mikro dan Keaktifan Zeolit Alam Akibat Proses Pengasaman

Made Cuaca Vahindra Suriawan¹, Tjokorda Gde Tirta Nindhia²

1. Mahasiswa S2 Teknik Mesin Universitas Udayana Bali

2. Jurusan Teknik Mesin Universitas Udayana Bali

email: nindhia@yahoo.com

Abstrak

Zeolit alam memiliki kemampuan untuk menyerap pencemar logam berat yang dihasilkan berbagai industri. Sebagai studi awal pemanfaatan zeolit alam yang berasal dari Indonesia sebagai penjerap pencemar logam dalam limbah cair, maka penelitian mengenai sifat fisik dari zeolit alam tersebut perlu terlebih dahulu dilakukan. Agar dapat menyerap kandungan pencemar logam dalam limbah, zeolit terlebih dahulu harus diaktifkan, salah satunya adalah dengan menggunakan asam sulfat (H_2SO_4). Penelitian ini bertujuan mengetahui perubahan struktur mikro zeolit alam akibat aktivasi secara kimiawi yaitu pengasaman. Zeolit alam yang digunakan berasal dari tambang zeolit di daerah Tasikmalaya Jawa Barat. Dalam penelitian ini variasi konsentrasi H_2SO_4 yang digunakan adalah : 2, 4, 6, 8, dan 10 %, dengan waktu yang perendaman sama yaitu 30 menit pada suhu kamar. Kemudian dilakukan pengamatan struktur mikro dari masing-masing zeolit yang telah diaktifasi, dibandingkan dengan yang belum diaktifasi. Pengamatan dilakukan dengan optikal mikroskop mengikuti standar teknik keramografi. Perubahan Struktur mikro yang terjadi dianalisa dan dipelajari dan dihubungkan dengan kemampuan zeolit dalam menyerap kandungan pencemar logam. Tingkat keaktifan zeolit alam diukur dari tingkat porositasnya

Kata kunci : zeolit alam, aktivasi, asam sulfat, pencemar, logam

Abstract

Natural zeolite is known as metal pollutant adsorbent in industrial waste treatment. As initial study for utilization of natural zeolite from Indonesia for metal pollutants adsorbent in liquid waste, then the physical properties should be recognized first. Activation is the first step in order to the natural zeolite able to adsorb the metal pollutants in the waste. One method to activate is by applying acid solution such as sulfuric acid (H_2SO_4) to activate the natural zeolite. The purpose of this research is to observe the change on microstructure of natural zeolite obtained from the mining at Tasikmalaya, West Java, Indonesia due to chemical activated, to be compared to one without chemical activation. The variation of concentration of H_2SO_4 namely: 2, 4, 6, 8, and 10 %, with 30 minutes soaking time, in a room temperature. The microstructure then is observed by using optical microscope following standard for ceramography. The change in microstructure then is analyzed and studied to be related with the ability of natural zeolite in adsorb the metal pollutant. The level activity of the zeolite can be recognized by measuring its porosity.

Key words: natural zeolite, activation, sulfuric acid, pollutant, metal

1. Pendahuluan

Zeolit diketahui mampu menyerap (*adsorb*) pencemar logam berat pada limbah cair ataupun gas[1]. Banyak peneliti yang membuktikan bahwa zeolit alam juga mampu menyerap logam berat yang berbahaya seperti Pb(II), Co(II), Cr(IV), dan Cu(II)[2,3].

Di wilayah Indonesia zeolit banyak ditemukan di daerah Bayah, Cibinong, Bogor, Sukabumi, Lampung, dan Tasikmalaya, yang mana di masing-masing daerah memiliki karakter zeolit seperti luas permukaan, jari-jari pori, dan daya serap yang berbeda-beda[4]. Zeolit dari daerah Sukabumi Jawa Barat adalah jenis Klinoptilolit dengan struktur zeolit terdiri dari tiga dimensi kerangka SiO_4 dan AlO_4 serta blok bangunan utamanya berbentuk tetrahedron. Pusat tetrahedron mungkin berupa atom silikon atau aluminium, sedangkan keempat sudutnya

ditempati masing-masing oleh satu atom oksigen. Setiap atom oksigen menjadi atom pengikat untuk dua tetrahedron yang berdekatan, dan tetrahedron-tetrahedron tersebut membentuk rangka yang kontinyu[5].

Ion yang berada dalam kanal atau ruang kosong antara struktur rangka adalah berupa ion-ion positif (kation) yang akan dijerap oleh rangka zeolit untuk menjadi netral karena rangka zeolit bermuatan negatif (*exchangeable cation*). Kandungan air yang terperangkap dalam rongga zeolit biasanya berkisar 10-50 %. Bila terhidrasi kation-kation yang berada dalam rongga tersebut akan terselubungi molekul air, molekul air ini sifatnya labil atau mudah terlepas. Sifat umum zeolit antara lain mempunyai susunan kristal yang agak lunak, berat jenis 2.2-4, berwarna kebiruan-kehijauan, putih atau coklat[5].

Zeolite dapat digunakan untuk menyerap limbah secara langsung. Namun untuk meningkatkan kemampuan penyerapan dari zeolite, maka dapat dilakukan suatu tindakan aktivasi. Aktivasi Dapat dilakukan melalui proses pengasaman [6]. Sebagai studi awal mencapai kondisi optimal keaktifan zeolit alam akibat pengasaman maka penelitian mengenai hubungan struktur mikro dan keaktifan zeolit alam akibat pengasaman perlu terlebih dahulu dilakukan.

2. METODE PENELITIAN

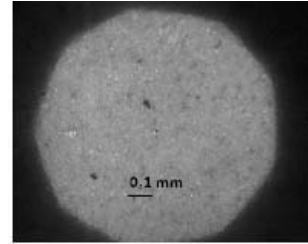
Bahan penelitian menggunakan zeolit alam dari daerah Sukabumi Jawa Barat. Zeolite dipotong menjadi ukuran $\pm 0.8 \times 0.8 \times 0.8$ mm, menggunakan *diamond cutting wheel*. Aktivasi dilakukan secara kimiawi yaitu melalui perendaman dalam larutan H_2SO_4 . Perendaman dilakukan pada variasi konsentrasi 2%, 4%, 6%, 8% dan 10%, dengan waktu perendaman yang sama yaitu 30 menit pada suhu kamar. Sebuah spesimen tidak dilakukan pengaktifan agar bisa digunakan sebagai acuan perbandingan antara zeolit yang telah diaktifasi dan zeolite yang tidak diaktifasi. Langkah selanjutnya adalah mencuci specimen dengan air kemudian dikeringkan dan diresin untuk mempermudah penanganan specimen.

Untuk pengamatan struktur mikro, benda uji harus melhaluskan permukaan dilakukan ini dilakukan dengan proses pengamplasan bertingkat mulai dari grit 400, 600, 1000, 1500, dan 2000, yang diakhiri dengan proses pemolesan menggunakan serbuk alumina dengan ukuran butir $1 \mu m$. Pengamatan struktur mikro permukaan dilakukan dengan pembesaran 100x.

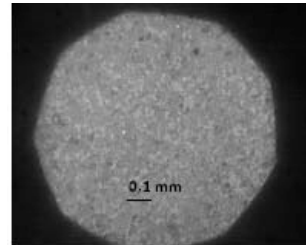
Salah satu cara untuk mengukur tingkat keaktifan zeolit adalah dengan mengukur porositasnya. Dalam penelitian ini pengukuran porositas mengikuti standar ASTM C20-80a[7]. Makin besar tingkat porositasnya, maka zeolit memiliki keaktifan yang semakin baik untuk menyerap pencemar logam berat pada limbah.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

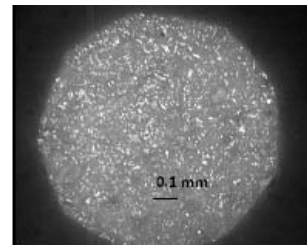
Gambar 1 sampai Gambar 6 adalah perubahan struktur mikro sebelum dan sesudah pengasaman dengan menggunakan larutan H_2SO_4 dengan konsentrasi yang berbeda beda. Gambar 1 adalah kondisi awal sebelum dilakukan pengasaman. Struktur mikro yang terlihat tidak mengandung bagian-bagian yang berwarna terang yang merupakan lubang atau rongga yang menimbulkan porositas. Bagian-bagian yang berwarna terang mulai tampak pada Gambar 2. Fase dengan warna terang ini adalah porositas dari zeolit akibat pengasaman dengan H_2SO_4 . Porositas kemudian terlihat semakin melebar jika dilakukan pengasaman dengan konsentrasi 4% seperti terlihat dengan makin banyaknya fase berwarna terang pada struktur mikro yang tersaji pada Gambar 3.



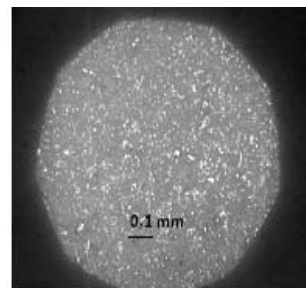
Gambar 1 . Struktur mikro zeolit tanpa aktivasi



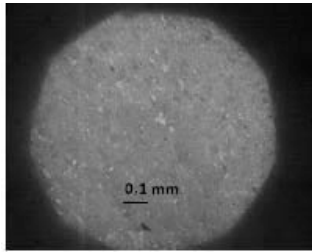
Gambar 2. Struktur mikro zeolit akibat aktivasi dengan konsentrasi 2% H_2SO_4 . Fase dengan warna terang mulai terlihat. Fase ini adalah porositas



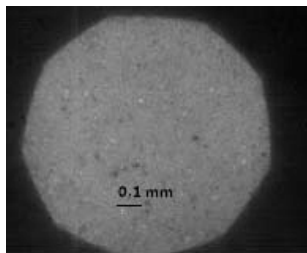
Gambar 3. Struktur mikro zeolit akibat pengasaman H_2SO_4 dengan konsentrasi 4%. Fase yang berwarna terang adalah porositas atau rongga yang timbul semakin banyak.



Gambar 4. Fase berwarna terang yang merupakan rongga atau porositas mencapai jumlah optimum dengan pengasaman H_2SO_4 dengan konsentrasi 6%

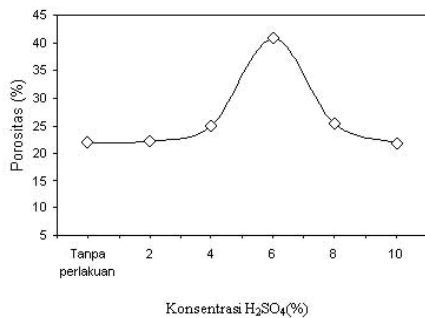


Gambar 5. Bagian berongga berkurang secara drastis jika pengasaman dilakukan dengan konsentrasi H_2SO_4 sebesar 8%. Ini ditandai dengan adanya fase yang berwarna terang yang sangat sedikit/minim



Gambar 6. Pengasaman dengan konsentrasi H_2SO_4 sebesar 10% terlihat tidak berpengaruh terhadap porositas yang ditandai dengan tidak ditemukannya fase berwarna terang yang merupakan rongga atau poroitas

Hasil pengukuran porositas mengikuti standar ASTM C20-80a memberikan hasil seperti terlihat pada Gambar 7. Terlihat bahwa nilai porositas bersesuaian dengan struktur mikro yang diperoleh di mana tingkat poritas tertinggi ditemukan pada pengasaman dengan konsentrasi H_2SO_4 sebesar 6%. Keaktifan zeolit ditandai dengan tingkat porositas, ini berarti keaktifan optimum untuk menjerap pencemar logam berat akan optimum pada pengasaman H_2SO_4 dengan konsentrasi 6%.



Gambar 7. Grafik pengaruh Konsentrasi H_2SO_4 terhadap porositas zeolit akibat pengasaman. Porositas optimum ditemukan pada konsentrasi 6%

4. KESIMPULAN.

Dari pengamatan struktur mikro diketahui pengasaman dengan H_2SO_4 menyebabkan timbulnya rongga atau porositas yang ditandai dengan timbulnya fase terang. Porositas terbesar yaitu pada konsentrasi H_2SO_4 sebesar 6%.

5. UCAPAN TERIMAKASIH

Pengamatan struktur mikro dalam penelitian ini menggunakan fasilitas yang dimiliki oleh Microphotolab, Jimbaran, Bali. Untuk itu penulis mengucapkan terimakasih atas kerjasamanya.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Wang, S. dan Peng, Y., 2009, *Natural Zeolite As Effective Adsorbent in Water and Wastewater Treatment*, Chemical Engineering Journal, 156, 11-24.
- [2] Barakat, M.A., 2008, *Adsorption of Heavy Metals from Aqueous Solution on Synthetic Zeolite*, Research Journal of Environmental Sciences, 2 (1), 13-22.
- [3] Ramos, R.J., Azuara, A., Jacobo, F., Diaz, P. E., Coronado, Guero, R.M., Barron, J., Mendoza, Berber, M.S 2008, *Adsorption of Chromium(VI) from an Aqueous Solution on a Surfactant-modified zeolite*, Colloids and Surfaces A: physicochem Eng. Aspects 330, 35-41.
- [4] Ginting, A. B., Anggreni, D., 2007, *Karakterisasi komposisi kimia, luas permukaan pori, dan sifat termal dari Zeolit Bayah, Tasikmalaya, dan Lampung*, Jurnal Teknik Bahan Nuklir Vol. 3 no.1, 1-48.
- [5] Eddy dan Rodiana, H., 2007, *Potensi dan Pemanfaatan Zeolit di provinsi Jawa Barat dan Banten*, Buletin Kelompok kerja mineral, Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral dan Geofisika Dinas PU provinsi Jawa Barat Vol III, 1-30.
- [6] Ribeiro, F., Alvares, F., Henriques, Lemos, F., Lopes, J.M., and Ribeiro, M.F., 1995, *Structure-Activity Relationship in Zeolites*, Journal of Molecular Catalysis A: Chemical, 95, 245-270.
- [7] ASTM 20-80a, *Standard Test Methods for Apparent porosity, Water Absorption, Apparent Specific Gravity, and Bulk Density of Burned Refractory Brick and Shapes by Boiling Water*