Aplikasi Metode Aktivasi Secara Kimia dan Fisika, Pada Zeolit Alam Sebagai Penejrap Logam Dalam Proses Pemurnian Air

Puput Eka Suryani[a*], Arya Dwi Candra[a]

[a*]Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe Cepu
[*] puput.eka91@gmail.com

Diterima : 27-12-2021 Direview : 29-12-2021 Diterbitkan : 31-12-2021

Intisari

Berdasarkan cara terbentuknya, zeolit dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu zeolit alam dan zeolit buatan. Zeolit alam merupakan zeolit yang terbentuk secara alami akibat adanya perubahan alam atau dari batuan vulkanik akibat letusan gunung berapi. Zeolit alam dapat diaplikasikan sebagai sistem penjerap setelah proses aktivasi. Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan metode pencucian asam, yang selnajtnya disebut sebagai aktivasi secara kimia. Selain itu perlakuan hidrotermal juga dapat digunakan sebagai metode aktivasi pada preparasi zeolit. Metode hidrotermal, merupakan metode pemanasan suhu tinggi untuk menghilangkan kadar air sekaligus unsur pengotor di dalam zeolit. Dalam penelitian ini akan dilakukan proses aktivasi secara kimia dan fisika untuk meningkatkan kristalinitas zeolit. Dalam aplikasinya, akan dilakukan proses penjerapan zeolit terhadap sampel air. Dari data XRD yang didapat perlakuan atau modifikasi fisika pada zeolit alam mampu menungkatkan kristalinitas yang cukup signifikan. Sebelum dilakukan modifikasi data XRD pada pengukuran sudut 2θ : 10-90 deg menghasilkan puncak-puncak yang cukup tajam. Hasil prosentase menunjukkan bahwa sampel sebelum modifikasi mencapai 81,87%. Penncucian dengan aquades telah mampu menambah tingkat kristalinitas yang cukup signifikan. Pada zeolit termodifikasi dengan analisis yang sama didapatkan prosentase kristaliitas sebesar 99,24%.

Kata Kunci : **Zeolit alam;hidrotermal, logam berat**

Abstract

Based on the method of formation, zeolites can be divided into two types, namely natural zeolites and artificial zeolites. Natural zeolites are zeolites that are formed naturally due to natural changes or from volcanic rocks due to volcanic eruptions. Natural zeolite can be applied as an adsorption system after the activation process. Activation of natural zeolite can be done in several ways, namely by acid washing method, which is then referred to as chemical activation. In addition, hydrothermal treatment can also be used as an activation method for zeolite preparation. The hydrothermal method is a high temperature heating method to remove water content as well as impurities in the zeolite. In this study, chemical and physical activation processes will be carried out to increase the crystallinity of the zeolite. In its application, the zeolite adsorption process will be carried out on water samples. From the XRD data, the treatment or physical modification of natural zeolite was able to increase the crystallinity significantly. Prior to the modification of the XRD data at an angle measurement of 2θ : 10-90 deg, the peaks were quite sharp. The percentage result shows that the sample before the modification reached 81.87%. Washing with distilled water has been able to increase the level of crystallinity which is quite significant. In the modified zeolite with the same analysis, the percentage of crystallinity was 99.24%.

Keywords : ***Natural Zeolite; hydrothermal, Heavy Metal.***

1. Pendahuluan

Teknologi pengolahan air telah mengalami perkembangan dari tahun ke tahun. Zeolit merupakan salah satu media yang paling ramah dalam penggunaannya. Selain tersedia cukup melimpah di alam, zeolit juga merupakan media penjerap yang cukup baik. Indonesia merupakan salah satu negara dengan pengasil zeolite cukup banyak, hal ini dikarenakan terdapat banyak gunung berapi yang tersebar di berbagai wilayah Indonesia.

Berdasarkan cara terbentuknya, zeolit dapat dibedakan menjadi dua macam yaitu zeolit alam dan zeolit buatan. Zeolit alam merupakan zeolit yang terbentuk secara alami akibat adanya perubahan alam atau dari batuan vulkanik akibat letusan gunung berapi. Zeolit alam dapat diaplikasikan sebagai sistem penjerap setelah proses aktivasi. Zeolit alam pada umumnya dapat diaktivasi melalui proses kimia dan fisika, hal ini bertujuan untuk meningkatkan sisi aktif sehingga dapat mengoptimalkan kinerja zeolit. Pada beberapa penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa zeolit dapat digunakan untuk pengolahan limbah industri sebagai penjerap logam seperti Ni, Np, Pb, U, Zn, Ba, Ca, Mg, Sr, Cd, Cu, dan Hg.

Keberadaan gunung api merupakan faktor trbentuknya batuan zeolite dengan mineral utamanya adalah Silikon dan Alumunium. Menurut Kusdarto (2008), menyatakan bahwa terdapat sumber daya zeolit sebesar 447.490.160 ton yang tersebar di Lampung, Jawa Barat, Jawa Timur, Nusa

Tenggara Timur, dan Sulawesi. Sebagai media penjerap zeolit memiliki karakteristik yang berpengaruh terhadap kinerjanya. Karakteristik utama dari zeolit adalah luas permukaan, jari-jari pori-pori, komposisi kimia. Karakteristik tersebut pada dasarnya akan mempengaruhi tingkat adsorbsi dari zeolit. Sebagai media penjerap zeolit memiliki kristl aluminosilikat yang mengandung kation alkali atau alkali tanah (Ginting, dkk., 2007).

Mineral zeolit adalah kelompok mineral alumunium silikat terhidrasi $L_mAl_xSi_yO_z.nH_2O$ dari logam alkali dan alkali tanah (terutama Ca, dan Na), m, x, y, dan z merupakan bilangan 2 hingga 10, n koefisien dari H_2O, serta L adalah logam. Zeolit secara empiris ditulis $(M_2^+,M^{2+})Al_2O_3gSiO_2.zH_2O$, M^+ berupa Na atau K dan M^{2+} berupa Mg, Ca atau Fe. Li, Sr atau Ba dalam jumlah kecil dapat menggantikan M^+ atau M^{2+}, g dan z bilangan koefisien. Beberapa *specimen* zeolit berwarna putih, kebiruan, kemerahan, coklat, dll. Karena hadirnya oksida besi atau logam lainnya. Densitas zeolit antara 2,0-2,3 g/cm^3, dengan bentuk halus dan lunak. Kilap yang dimiliki bermacam-macam. Struktur zeolit dapat dibedakan dalam tiga komponen yaitu rangka aluminosilikat, ruang kosong saling berhubungan yang berisi kation logam, dan molekul air dalam fase *occluded* (Harben & Kuzvart,1996).

Zeolit alam pada dasarnya masih terdapat banyak pengotor di dalam pori-pori zeolit. Pengotor tersebut berupa oksida-oksida logam yang menempel karena proses sedimentasi. Kristalinitas zeolit alam pada dasarnya tidak terlalu tinggi sehingga dalam aplikasinya perlu dilakakukan treatment tambahan untuk meningkatkan kualitasnya. Tingkat kristalinitas yang tinggi dapat meningkatkan laju adsorbsi semkain tinggi.

Salah satu wilayah dengan kelimpahan zeolit yang tinggi adalah daerah Malang. Zeolit Malang secara komposisi tersusun atas mineral jenis Modernit dengan prosentase 55-58% (Laniwati, 1999 dalam Erlina dkk., 2013). Selain itu zeolit Malang juga memiliki kristalinitas modernit sebesar 38-39% (Savitri dan Veronica, 2010, dalam Erlina, dkk., 2013).

Selain sebagai penjerap, zeolitjuga dapat dimanfaatkan sebgai media penukar ion. Hal ini dikarenakan polaritas gugus zeolit yang cukup tinggi. Selain itu zelit juga dapat digunakan sebagai katalis ataupun pengemban logam aktif (Muliasari, 2006 dalam Erlina, dkk., 2013)

Aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu dengan metode pencucian asam, yang selnajtnya disebut sebagai aktivasi secara kimia. Selain itu perlakuan hidrotermal juga dapat digunakan sebagai metode aktivasi pada preparasi zeolit. Metode hidrotermal, merupakan metode pemanasan suhu tinggi untuk menghilangkan kadar air sekaligus unsur pengotor di dalam zeolit.

Dalam penelitian ini akan dilakukan proses aktivasi secara kimia dan fisika untuk meningkatkan kristalinitas zeolit. Dalam aplikasinya, akan dilakukan proses penjerapan zeolit terhadap sampel air.

2. Kerangka Teori

Kerangka teori yang digunakan dalam penelitian ini adalah berdasarkan beberapa pernyataan awal yang meliputi:

1. Apakah terdapat pengaruh aktivasi secara kimia dan fisika terhadap kristalinitas zeolit?
2. Apakah metode yang digunakan dalam proses aktivasi telah sesuai?
3. Bagaimana pengaruh aktivasi zeolit terhadap tingkat kemampuan dalam adsorbsi?

Dari permasalahan di atas sehingga dapat disimpulkan tujuan sebagai alternatif jawaban, yakni:

1. Mampu meningkatkan karakteristik zeolite melalui aktivasi secara kimia dan fisika.
2. Mengetahui pengaruh kristalinitas terhadap kinerja zeolit

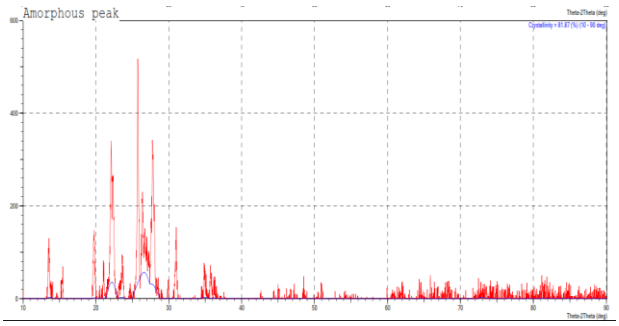
3. Metodologi

Sampel zeolite yang digunakan dalam peneitian ini merupakan sampel zeolit dari daerah Malang. Sebelumnya sampel zeolit dicuci menggunakan air untuk menghilangkan zat-zat pengotor. Selain itu sampel zeolite dilakukan perendaman dengan larutan HCl 2M, proses perendaman dilakukan untuk menghilangkan impuritas melalui proses kimia. Selanjutnya dilakukan pemanasan hingga suhu 600℃

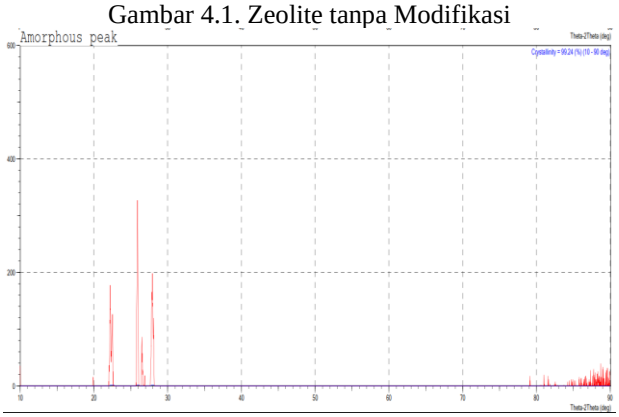
4. Hasil dan Pembahasan

Dalam penelitian ini sampel zeolite yang digunakan merupakan sampel zeolite yang berasal dari daerah Malang. Berdasarkan penelitian sebelumnya telah menyebutkan bahwa tingkat kristalinitas zeolite alam Malang mencapai 38-39%. Tingkat kristaliitaas zeolite alam dapat ditingkatkan melalui adanya proses pencucuian dan pengeringan sehingga dapat membersihkan pori-pori zeolite (Savitri dan Veronica, 2010, dalam Erlina, dkk., 2013).

Adapun hasil modifikasi dalam penelitian ini adalah dengan proses pencucian asam dan dilanjutkan dengan proses pengeringan hingga suhu 600℃. Hasil modifikasi dianalisis menggunakan metode *X-ray Difraction* untuk mengetahui tingkat kristalinitas. Citra XRD dapat dilihat pada gambar 4.1 dan 4.2.



Gambar 4.1. Zeolite tanpa Modifikasi



Gambar 4.2. Zeolit Modifikasi

Pengujian secara XRD merupakan pengujian secara kualitatif yang hasilnya untuk memprediksi tingkat kristalinitas. Munculnya puncak dengan intensitas tinggi, sempit dan tajam menunjukkan bahwa tingkat kristalinitas yang tinggi. Kristalinitas zeolit sebelum dilakukan treatmen kimia dan fisika dapat dilihat pada gambar 4.1. Sedangkan tingkat kristalinitas pada zeolit alam termodifikasi ditunjukkan pada gambar 4.2.

Dari perbandingan tersebut dapat diketahui perbedaan yang cukup signifikan. Pada zeolit alam termodifikasi dapat dilihat bahwa tingkat kristalinitas sangat tinggi yaitu mencapai 99,24%. Hal tersebut ditandai dengan naiknya intensitas mineral modernit pada zeolit alam termodifikasi. Pada gambar tersebut juga dapat disimpulkan bahwa perlakuan secara fisika dan kimia pada zeolit alam tidak menyebabkan kerusakan. Setelah proses aktivasi dengan perlakuan asam dan pemanasan, zeolit alam menjadi lebih bersih dari pengotor-pengotor seperti Al_2O_3, SiO_2, Fe_2O yang bersifat amorf (Kunarti dkk, 2015).

Percobaan untuk mengukur kinerja zeolite digunakan sampel air tanah untuk memeriksa kemampuan adsorbansinya. Zeolit termodifikasi dimasukkan ke dalam gelas beaker yang sudah terisi oleh sampel air, kemudian di aduk selama beberapa jam. Selanjutnya, untuk memisahkan sampel air dengan zeolite digunakan kertas saring sebagai media penyaring. Sampel air kemudian dianalisis menggunakan data ASS untuk mengetahui konsentrasi dari logam Fe yag terdapat dalam sampel air. Namun dalam penelitian ini, belum dihasilkan data yang signifikan untuk disimpulkan mengenai kinerja adsorbsi. Hal ini dikarenakan penyaringan setelah proses adsorbsi menggunakan kertas saring 100 mikron sehingga terdapat beberapa zeolit yang masih lolos. Penyaringan seharusnya menggunakan kertas saring bebas abu (Whatman).

5. Simpulan

Dari data XRD yang didapat perlakuan atau modifikasi fisika pada zeolit alam mampu menungkatkan kristalinitas yang cukup signifikan. Sebelum dilakukan modifikasi data XRD pada pengukuran sudut 2θ : 10-90 deg menghasilkan puncak-puncak yang cukup tajam. Hasil prosentase menunjukkan bahwa sampel sebelum modifikasi mencapai 81,87%. Penncucian dengan aquades telah mampu menambah tingkat kristalinitas yang cukup signifikan. Pada zeolit termodifikasi dengan analisis yang sama didapatkan prosentase kristaliitas sebesar 99,24%. Data tersebut menunukkan metode aktivasi sangat efektif untuk meningkatkan kristalinitas pada zeolit alam Malang.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kami ucapkan kepada Sekolah Tinggi Teknologi Ronggolawe sebagai pihak yang telah memeberikan pendanaan sehingga penelitian ini terlaksana.

Daftar Pustaka

Erlina, Nur, Okta., Amalia, Suci., Nurul, Susi, K., 2013. Preparasi, Modifikasi Dan Karakterisasi Katalis Bifungsional Sn-H-Zeoli Alam Malang, ALCHEMY, Vol. 2 No. 3 Oktober 2013, hal. 154 – 161

Ginting, Aslina Br., Anggraini, Dian., Indaryati, Sutri., Kriswarini, Rosika, 2007. Karakterisasi Komposisi Kimia, Luas Permukaan Pori Dan Sifat Thermal Dari Zeolit Bayah, Tasikmalaya, dan Lampung. J Tek. Bhn. Nukl. Vol. 3 No. 1: 1-48.

Harben, P.W & Kuˇzvart, M., 1996, Industrial minerals: A global geology, Industrial Minerals Information Ltd, Metal Bulletin PLC, London, p. 445-450.

Kunarti, Eko, Sri., Sutarno., Baralangi, Sampe., 2015, Adsorpsi Polutan Ion Dikromat Menggunakan Zeolit Alam Termodifikasi Amina, J. Manusia Dan Lingkungan, Vol. 22, No.3, November 2015: 298-304

Kusdarto, 2008. Potensi Zeolite Di Indonesia. JURNAL ZEOLIT INDONESIA Vol. 7 No. 2.

Laniwati, Melia. 1999. lsomerisasi 1-buten Menggunakan Zeolit Alam asal Malang, Jawa Timur Sebagai Katalis. Skripsi Tidak Diterbitkan. Bandung: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Bandung.

Muliasari, Evi. 2006. Pemanfaatan Zeolit Aktif Dari Turen Malang Untuk Pertukaran Ion Timbal (II). Skripsi Tidak Diterbitkan. Surabaya: Jurusan Kimia FMIPA Universitas Airlangga.

Savitri, N. D dan Veronica. 2010. Proses Produksi Dietil Eter dengan Dehidrasi Etanol pada Fase Cair. Skripsi Tidak Diterbitkan. Semarang: Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Diponegoro.