

AKTIVASI DAN KARAKTERISASI ZEOLIT ALAM MENGGUNAKAN NaOH

ACTIVATION AND CHARACTERIZATION OF NATURAL ZEOLITE USING NaOH

Sumarni *, Noor Hindryawati, Alimuddin

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman
Jalan Barong Tongkok, Kampus Gn. Kelua, Samarinda 75123, Kalimantan Timur, Indonesia

*E-mail: Sumarni593@yahoo.co.id

Received: 21 August 2018, Accepted: 25 August 2018

ABSTRACT

A study on the activation of natural zeolite using NaOH and its application for adsorption *Rhodamin B* from waste liquid woven Samarinda has been conducted. The activation process was conducted by several steps namely, sample preparation and activation stage using NaOH with ultrasonic assisted, then characterized using X-Ray Fluorescence (XRF), X-Ray Diffraction (XRD). The XRF analysis result showed that indicates a decrease of SiO₂ 54.359% in natural zeolite after activation with 6 M NaOH. The XRD analysis result showed the type of natural zeolite activated NaOH was mordenit with chemical compound Ca₂.5Na₂Al₇Si₄₁O₉₆.24H₂O. The optimum condition on the adsorption of *Rhodamin B* from waste liquid woven Samarinda using activated zeolite at 6 M NaOH 60 minutes and with persen adsorption was 87.487 % and on the adsorbent weight of 1.25 gram with persen adsorption 82.311 %.

Keywords: *Natural Zeolite, Ultrasonic, Adsorption Rhodamin B From Waste Liquid Woven Samarinda*

PENDAHULUAN

Indonesia dengan sumber daya alam mineral yang melimpah, diantaranya yaitu zeolit alam. Secara umum zeolit alam mempunyai tingkat kristalinitas yang kurang tinggi, ukuran pori tidak seragam dan mengandung banyak oksida-oksida logam. Komposisi zeolit alam secara umum terdiri dari jenis mordenit dan klinoptilolit dengan kadar yang bervariasi. Salah satu cara agar dapat meningkatkan kualitas zeolit alam yaitu dapat dilakukan tahap aktivasi dan tahap modifikasi [1].

Tahapan aktivasi zeolit alam dapat dilakukan dengan 2 cara, cara yang pertama yaitu secara fisika melalui proses pemanasan yang bertujuan agar kandungan air yang terdapat didalam pori-pori zeolit dapat teruapkan, sehingga meningkatkan luas permukaan [2]. Cara yang kedua yaitu secara kimia melalui proses penambahan suatu asam (seperti H₂SO₄, HF, dan HCl) dan penambahan basa (NaOH atau KOH) yang bertujuan sebagai membersihkan permukaan pori zeolit, menghilangkan oksida-oksida logam sebagai pengotor serta menata kembali letak atom yang dapat dipertukarkan [3].

Penelitian yang dilakukan [4] menunjukkan bahwa aktivasi zeolit dengan penambahan suatu asam maupun basa, diperoleh zeolit dengan penambahan suatu basa sehingga menjadi lebih polar dibandingkan zeolit dengan penambahan suatu asam.

Keberadaan industri sarung tenun di Samarinda tentunya sangat memberikan keuntungan secara ekonomi di Samarinda, salah satunya adalah peningkatan tenaga kerja serta peningkatan pendapatan daerah. Lokasi sentral industri sarung batik Samarinda berada di Kelurahan Masjid Kecamatan Samarinda Seberang, yang terletak di pinggir sungai Mahakam [5].

Akan tetapi seiring dengan berjalannya waktu, pembuatan kain tenun Samarinda berkembang pesat atas dasar dari peminat yang semakin hari semakin bertambah. Hal ini menyebabkan adanya dampak negatif yang diberikan untuk lingkungan sekitar industri tenun yaitu berupa limbah cair. Limbah cair tersebut berasal dari proses pencelupan kain dari pembuatan kain tenun Samarinda. Karena letak industri ini di pinggir sungai Mahakam, maka pembuangan limbah industri ini pun langsung dibuang begitu saja tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Sehingga menyebabkan menurunnya kualitas air sungai akibat tercemar oleh limbah pembuangan sarung Samarinda yang terindikasi oleh bahan-bahan kimia berbahaya dan juga logam-logam berat yang beracun yang dapat merusak ekosistem sekitarnya [6].

Persoalan terhadap limbah yang berwarna memerlukan penanganan yang tepat. Pengelolaan limbah yang berwarna dapat diatasi dengan beragam

cara, diantaranya melalui metode adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan salah satu cara alternatif dan efektif dalam penanganan limbah yang disebabkan oleh zat pewarna [7].

Dengan demikian dilakukan penelitian untuk memanfaatkan zeolit alam dan diaktivasi terlebih dahulu dengan basa, kemudian adsorben diaplikasikan untuk adsorpsi limbah *Rhodamin B* hasil pencelupan benang pada kain tenun Samarinda.

METODOLOGI PENELITIAN

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sonikator, instrumen Spectrofotometer UV-VIS, instrumen *X-Ray Fluorescence* (XRF), instrumen *X-Ray Diffraction* (XRD), thermometer, ayakan 100 mesh, pompa vakum, tiang statif, labu takar, corong kaca, spatula, gunting, batang pengaduk, neraca analitik, lumpang dan alu, oven, beaker glass, gelas ukur dan botol reagen.

Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alami Tasikmalaya, larutan NaOH variasi konsentrasi 2 M, 4 M dan 6 M, akuades, limbah *Rhodamin B* dari kain tenun Samarinda, serbuk zat warna *Rhodamin B*, pH universal, akuades, kertas saring dan kertas label.

Prosedur Penelitian

Preparasi awal

Zeolit alam diayak dengan ukuran 100 mesh. Lalu direndam dengan akuadest selama 24 jam dan disaring. Zeolit dipanaskan menggunakan oven selama 3 jam pada suhu 120°C. Kemudian material ini digunakan sebagai bahan awal untuk membuat adsorben [8].

Proses aktivasi zeolit

Zeolit alam yang berukuran 100 mesh dicampurkan sebanyak 20 gram kedalam 100 mL larutan NaOH dengan variasi konsentrasi 2 M, 4 M dan 6 M. Zeolit diaktivasi menggunakan alat ultrasonik selama 1 jam di suhu 60°C kemudian zeolit disaring dan di bilas menggunakan akuades sampai pH netral [9]. Kemudian dikeringkan dalam oven selama 4 jam di suhu 110°C [10].

Variasi waktu kontak optimum

Zeolit yang telah teraktivasi NaOH dengan variasi konsentrasi 2 M, 4 M dan 6 M sebanyak 1 gr dimasukkan dalam 20 mL sampel limbah *Rhodamin B* pada kain tenun Samarinda. Campuran di kocok

menggunakan shaker dengan variasi waktu adsorpsi 20, 40, 60 dan 80 menit. Campuran kemudian disaring lalu diambil filtratnya.

Variasi berat adsorben optimum

Disiapkan sebanyak 20 mL limbah *Rhodamin B* dari kain tenun Samarinda dan dimasukkan kedalam erlenmeyer. Kemudian ditambahkan adsorben Zeolit yang telah teraktivasi NaOH dengan konsentrasi 2 M, 4 M dan 6 M sebanyak 0,1 gram kedalam masing-masing labu erlenmeyer tersebut. Setelah itu, campuran dikocok dengan menggunakan alat *shaker* selama 60 menit lalu disaring. Filtrat yang diperoleh, diukur konsentrasinya dengan menggunakan instrumen *spectrophotometer visible*.

Penggunaan kembali (*reusability*) zeolit alam teraktivasi NaOH terhadap *Rhodamin B*

Optimasi penggunaan zeolit alam teraktivasi NaOH terhadap limbah *Rhodamin B*, diuji kemampuan penggunaan kembali (*reuse*) dengan memisahkan *Rhodamin B* dari limbah hasil pencelupan pada kain tenun Samarinda kemudian dilakukan dengan pencucian menggunakan metanol. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven di suhu 110°C selama 1 jam. Adsorben yang telah dicuci dan dikeringkan digunakan kembali untuk diaplikasikan kembali terhadap limbah *Rhodamin B*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses aktivasi dengan NaOH akan menurunkan rasio Si/Al dari sampel, penurunan Si/Al akan menyebabkan permukaan sisi aktif dari zeolit semakin terbuka [11]. Penambahan basa (NaOH) menyebabkan nilai kapasitas adsorpsi lebih besar dimana ion Na⁺ berperan penting dalam melarutkan Si untuk membentuk natrium silikat sehingga struktur zeolit menjadi lebih negatif. Sifat zeolit yang demikian akan bersinergi dalam menghilangkan limbah *Rhodamin B* melalui proses adsorpsi.

Metode aktivasi pada penelitian ini menggunakan bantuan gelombang ultrasonik, dengan alat ultrasonikator diharapkan dapat berjalan dengan lebih cepat, pelarut yang digunakan pun lebih sedikit dan hasil yang lebih optimum [12].

Karakterisasi Menggunakan Analisis Fluoresensi Sinar-X (XRF)

Analisis menggunakan XRF ini bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia penyusun zeolit alam teraktivasi NaOH dapat dilihat pada tabel 1.

Dari tabel 1 menunjukkan kadar SiO₂ mengalami penurunan yang signifikan seiring bertambahnya konsentrasi NaOH yaitu dari 78,345 % menjadi 54,359 % dikonsentrasi NaOH 6 M dan oksida-oksida logam yang terdapat pada zeolit berupa Fe₂O₃, CaO, K₂O, MnO, ZnO, SrO, ZrO₂ dan Rb₂O. Hal ini dapat disebabkan oleh ketika proses aktivasi dengan NaOH terjadi proses pelarutan silika, yang

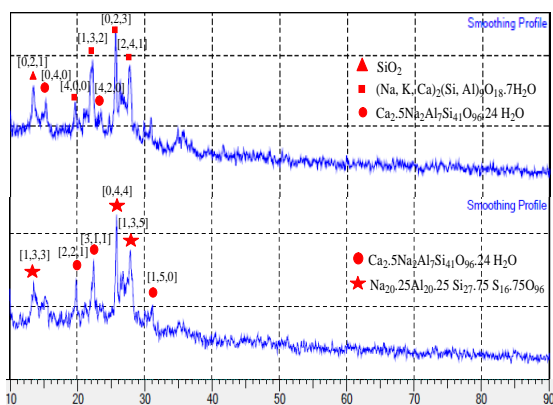
merupakan salah satu komponen dalam kerangka zeolit [4]. Dimana pelarutan silika akan menyebabkan perubahan struktur serta berkurangnya silika sehingga rasio Si/Al menurun.

Tabel 1. Analisis Komposisi Kimia Zeolit Alam Menggunakan XRF

Nama Sampel	PARAMETER ANALISA (%)									Jumlah
	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	SiO ₂	MnO	ZnO	SrO	ZrO ₂	Rb ₂ O	
Zeolit Alam Sebelum Diaktivasi	6,571	6,631	8,158	78,345	0,26	0,04	-	-	-	100
Zeolit alam Teraktivasi NaOH 2 M	6,403	14,963	14,111	63,059	0,341	0,045	0,858	0,172	0,048	100
Zeolit alam Teraktivasi NaOH 4 M	8,514	14,520	15,104	60,202	0,437	0,063	0,908	0,195	0,061	100
Zeolit alam Teraktivasi NaOH 6 M	14,376	13,991	15,100	54,359	0,749	0,149	0,9	0,265	0,112	100

Karakterisasi Menggunakan XRD (X-Ray Diffraction)

Analisa menggunakan XRD bertujuan untuk melihat perbandingan kristalinitas dan komposisi dari zeolit alam sebelum di aktivasi dengan zeolit alam teraktivasi NaOH menggunakan metode ultrasonik. Komposisi atau jenis mineral penyusun zeolit alam ditunjukkan oleh daerah munculnya puncak (2θ). Sedangkan tingkat kristalinitas struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Hasil XRD yang diperoleh, ditampilkan pada gambar 1.

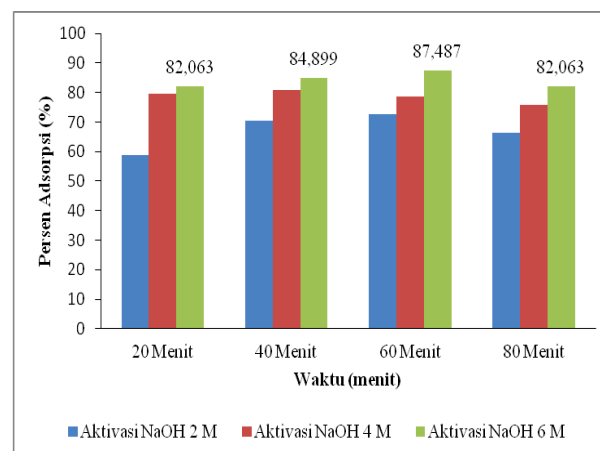


Gambar 1. Hasil analisa XRD pada (a) Zeolit alam tanpa diaktivasi dan (b) Zeolit alam teraktivasi NaOH

Dari data difraktogram dapat dikatakan zeolit alam setelah diaktivasi menunjukkan senyawa yang didapatkan lebih murni dan puncak-puncak refleksi yang tajam.

Variasi Waktu Kontak Zeolit

Waktu adsorpsi merupakan waktu yang dibutuhkan untuk proses adsorpsi suatu adsorbat pada adsorben. Waktu adsorpsi atau waktu kontak sangat mempengaruhi daya serap. Hasil variasi waktu kontak ditampilkan pada gambar 2.

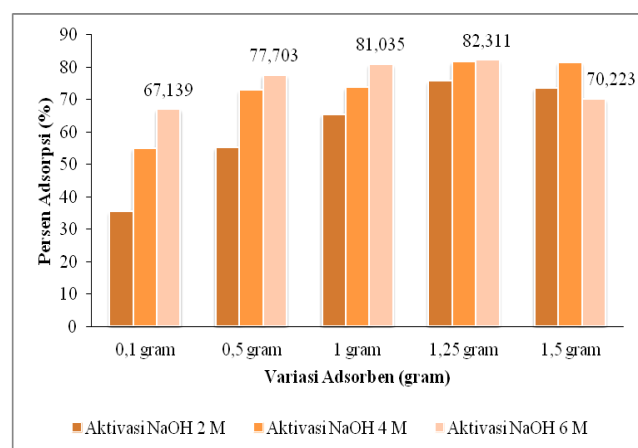


Gambar 2. Hubungan persentase adsorpsi dengan waktu kontak zeolit teraktivasi

Pada gambar 2 terlihat bahwa seiring bertambahnya waktu di tiap-tiap konsentrasi NaOH 2 M, 4 M dan 6 M menunjukkan peningkatan persen adsorpsi terhadap limbah *Rhodamin B* yaitu waktu optimum yang terjadi ketika di waktu ke 60 menit. Hal ini menunjukkan bahwa ruang-ruang kosong pada adsorben zeolit alam teraktivasi NaOH terisi oleh limbah *Rhodamin B* atau mengindikasikan terjadinya proses penjerapan [14].

Variasi Berat adsorben

Variasi berat adsorben dilakukan untuk menentukan pengaruh berat adsorben pada persen penjerapan dari berat optimum adsorben pada adsorpsi *Rhodamin B*. Hasil variasi berat adsorben ditampilkan pada gambar 3.

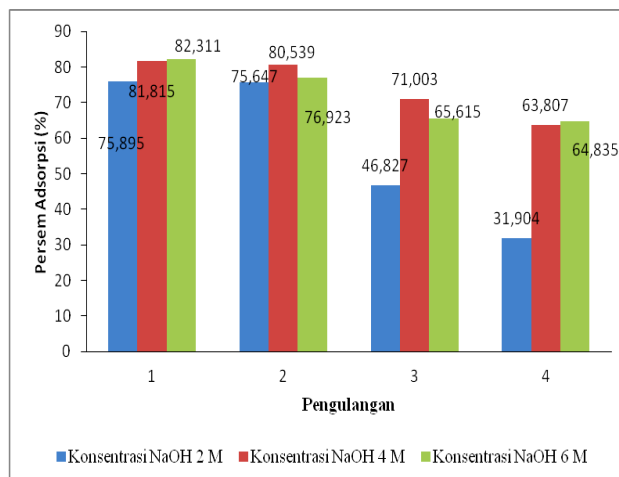


Gambar 3. Hubungan persentase adsorpsi dengan variasi berat adsorben zeolit teraktivasi NaOH

Terlihat bahwa seiring bertambahnya berat adsorben pada tiap-tiap konsentrasi NaOH 2 M, 4 M dan 6 M menunjukkan peningkatan persen adsorpsi terhadap limbah *Rhodamin B* dimana didapatkan hasil optimum berat adsorben pada 1,25 gram zeolit alam teraktivasi NaOH. Semakin besar persen adsorpsi menunjukkan bahwa semakin besar berat adsorben yang mampu menyerap *Rhodamin B* semakin besar. Hal ini dikarenakan dari luas permukaan adsorben semakin meningkat dan semakin banyak sisi aktif yang dapat menyerap *Rhodamin B*.

Uji Reusability

Adsorben zeolit alam teraktivasi NaOH yang telah digunakan dalam proses penjerapan *Rhodamin B* tidak langsung dibuang, namun dapat diuji kembali efektivitasnya dengan uji *reusability*. Pada penelitian ini sebelum digunakan kembali, terlebih dahulu dicuci dengan metanol.



Gambar 4. Kurva reusability zeolit alam teraktivasi NaOH

Pada gambar 4 menunjukkan bahwa hasil pemakaian kembali pada konsentrasi NaOH 2 M, 4 M dan 6 M secara berulang-ulang terjadi penurunan persen penjerapan secara signifikan, hal ini dapat dikatakan bahwa pada proses *reusability* zeolit, efektivitas zeolit mengalami penurunan yang mungkin disebabkan masih adanya *Rhodamin B* pada permukaan zeolit. Sehingga diduga untuk meningkatkan kemampuan reusability zeolit alam.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan. Hasil analisa XRF menunjukkan komposisi SiO_2 mengalami penurunan yang signifikan seiring bertambahnya konsentrasi NaOH. Hasil analisa XRD menunjukkan zeolit alam teraktivasi NaOH menggunakan gelombang ultrasonik didapatkan komponen utama/kerangka dasarnya berupa jenis mineral Mordenit.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Setyawan D., dan Handoko P. 2003. *Aktivitas Katalis Cr/Zeolit dalam Reaksi Konversi Katalitik Fenol dan Metil Isobutil Keton*. Jurnal Ilmu Dasar Vol. 4 No. 2.
- [2] Khairinal dan Trisunaryanti, W. 2000. *Dealuminasi Zeolit Alam Wonosari dengan Perlakuan asam dan Proses Hidrotermal*. Yogyakarta: Prosiding Seminar Nasional Kimia VIII.
- [3] Suyartono dan Husaini. 1991. *Tinjauan Terhadap Kegiatan Penelitian Karakterisasi dan Pemanfaatan Zeolit Indonesia yang dilakukan PPTM Bandung Periode 1890-1991*. Bandung: Buletin PPTM. JPPSH.
- [4] Jozefaciuk, G and Bowanko. 2002. *Effect of Acid and Alkali Treatments on Surface Areas*

- and Adsorption Energies of Selected Minerals. Journal Clays and Clay Minerals, Vol. 50, No. 6: 771–783.*
- [5] Guntur, M. 2010. *Daftar Nama Pengraja Industri Sarung Samarinda: Kelurahan Masjid, Kecamatan Samarinda Sebrang. Samarinda.*
- [6] Hari, B. 2010. *Pengolahan Limbah Cair Tekstil Menggunakan Proses Elektrokoagulasi dengan Sel Al-Al. Yogyakarta: Universitas Jenderal Acmad Yani.*
- [7] Stancovik, V. Dragana, B. Milan. G, and Bogdanovic. 2009. *Chemical Industry and Chemichal Engineering Quarterly.*, 15, 237-249.
- [8] Heraldly, E., Hisyam, S. W. 2003. *Karakterisasi dan Aktivasi Zeolit Alam Ponorogo. Indonesian Journal of Chemistry, Vol. 3, No.2: 91–97.*
- [9] Labanni, A., Zakir, M. dan Maming. 2002. *Sintesis dan Karakterisasi Karbon Nanopori Ampas Tebu (Saccharum officinarum) dengan Aktivator ZnCl₂ melalui Iridiasi Ultrasonik sebagai Bahan Penyimpan Energi Elektrokimia. Jurusan Kimia, Universitas Hasanuddin.*
- [10] Andika, I., M., Simpen, I., Nengah, Putra., K., G., D. 2016. *Adsorpsi dan Desorpsi Cr(VI) pada Batu Cadas Karang Asem Hasil Limbah Kerajinan Candi Bali Teraktivasi NaOH dan Tersalut Fe(OH)₃. Jurnal Kimia, 125-132.*
- [11] Sahirul, R. H. A. 2001. *Bahan-bahan Berpori, Sintesis, Struktur dan Beberapa Aplikasinya, Jurnal Kimia, 3 (5) : 1-8.*
- [12] Maniam, G. P., Hindryawati, N., Nurfitri, I., Jose, R., Mohd, M. H., Dahalan, F. A. dan M. Yusoff, M. 2013. *Decanter Cake as a Feedstock for Biodiesel Production: A First Report. Energy Conversion and Management, 76, 527–532.*
- [13] Widihati, I. A. G., Oka Ratnayani dan Angelina Y., 2010. *Karakterisasi Keasaman dan Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau (Cocos nucifera) dan Manfaatnya sebagai Biosorben Ion Cd²⁺. Denpasar: Universitas Udayana.*
- [14] Maghfiroh, L. 2016. *Adsorpsi Zat Warna Tekstil Remazol Brilliant Blue Menggunakan Zeolit yang Disintesis dari Abu Layang Batubara. Skripsi. Semarang: Jurusan Kimia, Universitas Negeri Semarang.*