

ADSORPSI ZAT WARNA *CONGO RED* MENGGUNAKAN ZEOLIT ALAM TERAKTIVASI

Andrik Lasmana¹, Akmal Mukhtar², Emrizal Mahidin Tamboesai²

¹Mahasiswa Program Studi S1 Kimia

²Bidang Anorganik Jurusan Kimia

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Riau

Kampus Bina Widya Pekanbaru, 28293, Indonesia

andriklasmana@yahoo.com

ABSTRACT

The increase in the adsorption capacity of the zeolite can be done by modifying the zeolite. This research aims to use the activated zeolite for adsorption of the dye congo red with some parameters. Preparation of adsorbent begins with the physical activation by heating for 2 hours at a temperature of 300⁰C. Zeolite was characterized using *X-Ray Diffraction (XRD)* and *Fourier transform infrared (FTIR)*. Parameters for congo red dye adsorption were analyzed mass, contact time and pH. Adsorption process was done by varying the mass (0.1, 0.5, 1 and 1.5 g), the contact time (30,60,90 and 120 minutes), and pH (1, 3, 5, 7 dan 9) and measured using *UV-Vis Spectrofotometri*. All adsorption values obtained were compared between natural zeolite activated and non-activation of natural zeolite. The results indicate that activation zeolite better absorption than the non-activation of zeolite. The optimum condition for adsorption was at mass (0.1 g), time (90 minutes) and pH 3 which activated zeolite for adsorption percentage reached 95.49% while the non-activation zeolite adsorption percentage of only 44.65%

Keywords : *natural zeolite, activation, adsorption, congo red*

ABSTRAK

Peningkatan daya adsorpsi zeolit dapat dilakukan dengan memodifikasi zeolit. Penelitian ini bertujuan memanfaatkan zeolit yang diaktivasi untuk adsorpsi zat warna congo red dengan beberapa parameter. Persiapan adsorben dimulai dengan aktivasi secara fisika selama 2 jam pada suhu 300⁰C. Zeolit dikarakterisasi dengan menggunakan *X-Ray Diffraction (XRD)*, dan *fourier transform infrared (FTIR)*. Parameter untuk adsorpsi zat warna congo red yang dianalisa adalah massa, waktu kontak, pH. Proses adsorpsi dilakukan dengan variasi massa (0,1; 0,5; 1 dan 1,5 g), waktu kontak (30,60,90 dan 120 menit), dan pH (1, 3, 5, 7 dan 9) dan diukur menggunakan *Spectrofotometri UV-Vis*. Nilai adsorpsi yang diperoleh dibandingkan antara zeolit alam teraktivasi dengan zeolit alam non aktivasi. Hasil yang didapat menunjukkan zeolit aktivasi lebih baik penyerapannya dibandingkan dengan zeolit non aktivasi. Kondisi optimum untuk penyerapan yaitu massa (0,1 gram), waktu (90 menit) dan pH (3) zeolit teraktivasi persentase adsorpsinya mencapai 95,49% sedangkan pada zeolit non aktivasi persentase adsorpsinya hanya 44,65%.

Kata kunci : *zeolit alam, aktivasi, adsorpsi, congo red*



PENDAHULUAN

Meningkatnya penggunaan zat warna pada berbagai industri seperti pangan dan tekstil, menimbulkan masalah lingkungan yang harus ditanggulangi. Limbah zat warna yang dibuang secara bebas cukup mengganggu karena memberikan pencemaran di lingkungan terutama di perairan. Pencemaran tersebut akan mengurangi kualitas perairan sehingga biota yang hidup di lingkungan perairan tersebut akan ikut terancam. Masalah ini semakin bertambah parah karena kebanyakan dari zat warna secara biologis sulit untuk diuraikan, sehingga zat warna yang tercemar harus dikurangi konsentrasinya dan dihilangkan dari lingkungan perairan (Sugiharto, 1987).

Salah satu zat warna sintetik yang berbahaya terhadap kesehatan adalah *Congo Red*. Zat warna tersebut banyak digunakan pada industri tekstil. Limbah dari zat warna tersebut biasanya dibuang ke lingkungan tanpa penanganan lebih lanjut (Reynita manurung, 2004).

Limbah hasil pewarnaan industri tekstil harus diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Pengolahan air limbah bertujuan untuk menghilangkan atau mengurangi kandungan polutan-polutan yang terlarut maupun yang terdispersi dalam larutan air limbah. Salah satu cara yang dapat dilakukan untuk mengolah air limbah yaitu dengan cara adsorpsi. Adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap zat warna salah satunya adalah zeolite (Subhrajyoti Das, 2010).

Zeolit adalah batuan yang secara kimiawi termasuk golongan mineral silika dan dinyatakan sebagai alumina

silikat terhidrasi, berbentuk halus dan merupakan produk sekunder yang stabil pada kondisi permukaannya karena berasal dari proses sedimentasi, pelapukan maupun aktivitas hidrotermal (Barrer, 1978)

Zeolit merupakan adsorben yang banyak terdapat di alam, Zeolit dapat digunakan sebagai adsorben karena merupakan polimer anorganik berongga yang tersusun dari SiO_2 dan Al_2O_3 . Untuk memperoleh zeolit dengan kemampuan yang maksimal, maka diperlukan peningkatan mutu zeolit dengan cara aktivasi dan modifikasi. Aktivasi zeolit dapat dilakukan dengan dua cara secara fisika dan kimia (Evi, 2006).

Aktivasi secara fisika dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu antara $300\text{ }^\circ\text{C}$ sampai dengan $400\text{ }^\circ\text{C}$. Proses pemanasan tersebut bertujuan untuk melepaskan molekul air atau hidrat alkali. Hilangnya molekul air ini dapat menaikkan volume atau rongga kosong pori-pori zeolit (Musyoka, 2009).

METODE PENELITIAN

a. Alat dan Bahan

Ayakan DSTM ukuran 100 – 200 *mesh*, oven (*Memmert*), pengaduk magnet, UV-Vis (UV mini-1240 SHIMADZU), FT-IR (Shimadzu IR *Prestige 21*), Spektrofotometer tipe *Spectroquant Pharo 300*, *Shaker WS-120* Sibata, *hotplate* (REXIM RSH-IDR AS ONE), *stirrer*, desikator, dan peralatan gelas lainnya yang biasa digunakan dilaboratorium.

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah zeolit alam dari PT. Bratachem, *Congo red*, NaOH (Merck),

HCl (Merck), dan bahan kimia lainnya adalah pro analisis.

b. Persiapan dan aktivasi zeolit alam

Sampel zeolit alam yang digunakan sebagai material awal dalam penelitian ini adalah zeolit alam yang berasal dari PT Bratachem Cikarang, Bekasi. Zeolit alam yang masih kasar dihaluskan dan diayak menggunakan ayakan *mesh* (ukuran 100 dan 200 *mesh*). Zeolit alam yang digunakan yaitu lolos yang pada ukuran 100 *mesh* dan tertahan pada 200 *mesh*. Zeolit selanjutnya dicuci menggunakan akuades dan kemudian zeolit dikeringkan didalam oven pada suhu 120⁰C selama 2 jam.

Sebanyak 100 gram zeolit alam dimasukkan kedalam krusibel, kemudian dipanaskan dalam furnace pada temperatur 300⁰C selama 2 jam kemudian didinginkan dan disimpan didalam desikator. (Ningsih, 2015)

c. Karakterisasi Adsorben

Zeolit alam teraktivasi dan Zeolit alam tidak teraktivasi dikarakterisasi dengan XRD.

d. Variasi Massa Adsorben

Zeolit ditimbang dengan variasi 0,1; 0,5; 1; 1,5 gram dimasukkan kedalam masing-masing erlenmeyer dan ditambahkan dengan 10 ml larutan zat warna *Congo red* 20 ppm. Sampel diaduk selama 60 menit dengan kecepatan 150 rpm dan kemudian didiamkan 60 menit. Setelah itu diambil sepertiga larutan atas secara perlahan dan dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 494 nm.

e. Variasi Waktu Kontak Optimum

Larutan *Congo red* 10 mL dengan konsentrasi 20 ppm dan ditambahkan dengan berat optimum zeolit. Campuran diaduk dengan kecepatan 150 rpm selama 30, 60, 90 dan 120 menit. kemudian larutan didiamkan selama 60 menit Setelah itu diambil sepertiga larutan atas secara perlahan dan dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 494 nm.

f. Variasi pH Optimum

Larutan *Congo Red* 10 mL dengan konsentrasi 20 ppm diatur pH-nya 1, 3, 5, 7 dan 9 dengan penambahan NaOH dan HCl, kemudian kedalam masing-masing larutan ditambahkan dengan berat optimum zeolit sintetis. Campuran diaduk dengan kecepatan 150 rpm dengan waktu optimum. Setelah itu larutan didiamkan selama 60 menit dan dianalisa dengan spektrofotometer UV-Vis, pada panjang gelombang 494 nm.

g. Variasi Konsentrasi Larutan

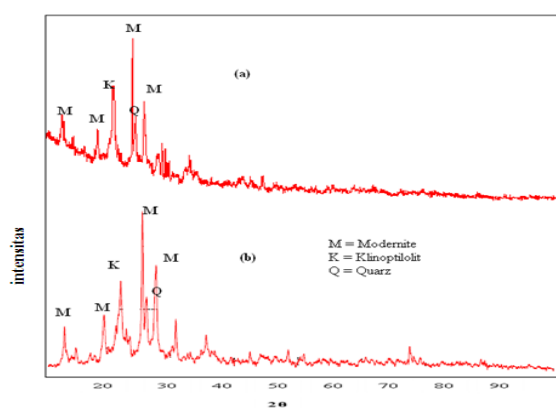
Larutan *Congo red* 10 mL dengan variasi konsentrasi 20, 25, 30, 35 dan 40 ppm diatur pada pH optimum, kemudian ditambahkan dengan berat optimum zeolit sintetis dan diaduk dengan kecepatan 150 rpm pada waktu kontak optimum. Setelah itu larutan didiamkan selama 60 menit dan dianalisa dengan spektrofotometer *UV-Vis*, pada panjang gelombang 494 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

a. Karakterisasi Zeolit Alam dengan X-Ray Diffraction (XRD)



Analisa *X-Ray Diffraction* (XRD) memberikan informasi tentang jenis mineral dan tingkat kristalinitas struktur komponen penyusun sampel. Jenis mineral penyusun sampel ditunjukkan oleh daerah munculnya puncak (2θ). Sedangkan tingkat kristalinitas struktur komponen ditunjukkan oleh tinggi rendahnya intensitas puncak. Pola difraksi mineral dari hasil analisis difraksi sinar-X dicocokkan nilai 2θ nya dengan data JCPDS (*Joint Committee on Powder Diffraction Standards*).



Gambar 1. (a) Difraktogram zeolit alam dan (b) Zeolit alam teraktivasi

Pada gambar 1. (a) menunjukkan difraktogram zeolit alam tanpa aktivasi yaitu pada sudut 2θ 26.2665° , merupakan puncak untuk kuarsa. Puncak pada 2θ 13.4457° , 19.6049° , 25.6219° , 27.6461° , merupakan puncak untuk mineral mordenit. Puncak 2θ 22.232° , merupakan puncak untuk mineral klinoptilolit.

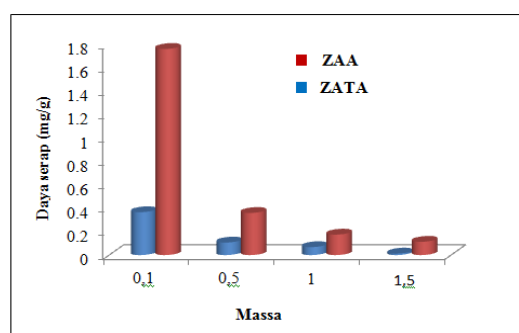
Pada gambar 1. (b) menunjukkan difraktogram zeolit alam teraktivasi yaitu pada 2θ 26.2665 , merupakan puncak untuk kuarsa. Pada 2θ 13.4587° , 19.6340° , 25.6405° , 27.7193° , merupakan puncak untuk mineral mordenit. Pada puncak 2θ 22.2211° ,

merupakan puncak untuk mineral klinoptilolit.

Analisis XRD zeolit alam sebelum aktivasi memiliki intensitas lebih rendah jika dibandingkan dengan zeolit alam setelah aktivasi yang memiliki intensitas yang lebih tinggi, dari difraktogram dapat dikatakan zeolit alam setelah aktivasi menunjukkan senyawa yang didapatkan lebih murni karena puncak-puncak refleksinya tajam dan cenderung melebar dan pengotor-pengotor pada zeolit hilang akibat proses aktivasi.

b. Variasi Massa Adsorben

Massa merupakan salah satu parameter penting pada proses adsorpsi zat warna *congo red*. Variasi massa zeolit yang digunakan pada penelitian ini yaitu 0,1; 0,5; 1 dan 1,5 g. Massa mempengaruhi daya jerap, karena dari Gambar 2 menunjukkan bahwa semakin kecil massa yang digunakan sebagai adsorben maka daya jerapnya akan semakin besar tetapi tidak begitu halnya dengan persentase adsorpsinya. Untuk melihat pengaruh massa terhadap daya serap dapat dilihat pada Gambar 2 dibawah ini.

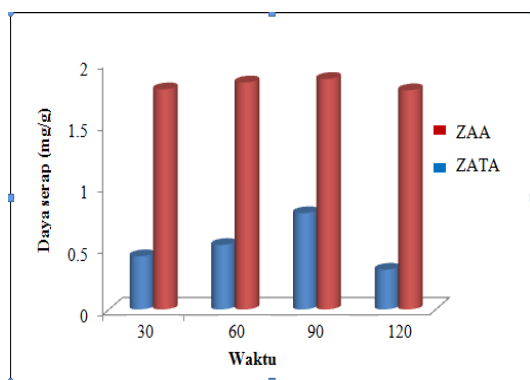


Gambar 2. Daya adsorpsi zeolit ZAA (zeolit alam aktivasi) dan ZATA (zeolit alam tanpa aktivasi) pada *Congo red* berdasarkan variasi massa.

Hasil pengujian daya jerap zeolit terhadap massa menunjukkan bahwa massa zeolit tanpa aktivasi 0,1 g daya jerapnya lebih besar bila dibandingkan dengan daya jerap massa lainnya yaitu sebesar 0,3664 mg g⁻¹ tetapi persentase adsorpsinya hanya 18,4965%. Untuk massa 1 g daya jerapnya kecil namun persentasenya besar yaitu 0,0678 mg g⁻¹ dan 34,2714%. Massa optimum pada zeolit sebelum aktivasi disimpulkan 0,1 g. pada zeolit teraktivasi persentase adsorpsi terbesar terjadi pada massa 0,5 g dan daya jerap terbesar pada 0,1 g.

c. Variasi Waktu Kontak

Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu yaitu 30, 60, 90 dan 120 menit. Hasil menunjukkan bahwa waktu optimum diperoleh pada waktu 90 menit. Hubungan persentase adsorpsi dengan waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 3. dibawah ini.



Gambar 3. Daya adsorpsi zeolit ZAA (zeolit alam aktivasi) dan ZATA (zeolit alam tanpa aktivasi) pada *Congo red* berdasarkan variasi waktu.

Pada Gambar 3 dapat dijelaskan bahwa semakin lama waktu kontak maka daya adsorpsi semakin besar dan begitu juga dengan persen adsorpsinya. Daya adsorpsi naik dari waktu 30 menit

hingga 120 menit masih mengalami kenaikan dan optimal pada waktu 90 menit. Daya jerap ZAA adalah 1,8698 mg g⁻¹ lebih besar dari pada daya jerap ZATA yaitu 0,7804 mg g⁻¹ dengan persen adsorpsinya 94,3867% untuk ZAA dan 39,3982% untuk ZATA.

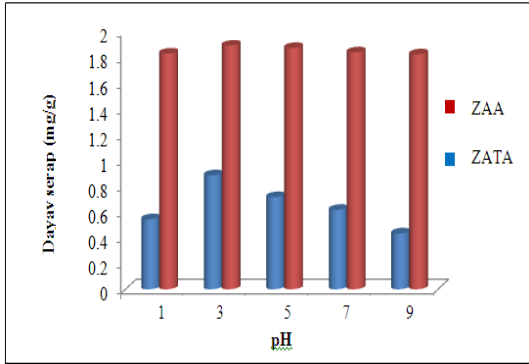
Penjerapan datar tidak mengalami kenaikan maupun penurunan yang signifikan. Hal ini dapat dikarenakan pada awalnya banyak sisi adsorben yang kosong, sehingga kecenderungan larutan untuk terserap ke adsorben semakin tinggi. Dengan bertambahnya waktu kontak, jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben semakin meningkat hingga tercapai titik setimbang. Pada saat mencapai titik kesetimbangan, permukaan adsorben telah penuh tertutupi oleh *Congo red* yang diserap dan adsorben mengalami titik jenuh sehingga adsorben tidak dapat menyerap zat warna lagi.

d. Variasi pH

Pengaruh pH pada daya jerap zeolit juga merupakan faktor penting pada adsorpsi *Congo red* oleh zeolit alam. Variasi pH dilakukan pada 1, 3, 5, 7 dan 9 waktu 90 menit dengan konsentrasi larutan 20 ppm. Hasil pengujian daya jerap zeolit sintesis terhadap pH menunjukkan bahwa zeolit mengadsorpsi maksimum pada pH asam yaitu 3. Daya jerap ZAA pada pH optimum yaitu 1,8916 mg g⁻¹ dengan persen adsorpsinya 95,4910% dan daya jerap ZATA 0,8846 dengan persen adsorpsinya 44,6565%.

Adsorpsi dipengaruhi oleh pH, yaitu dengan mempengaruhi protonasi dari adsorben yang digunakan. Pada variasi pH untuk penjerapan optimal terjadi pada pH 3. Setiap adsorben

ataupun adsorbat akan memiliki muatan yang berbeda sehingga dapat saling berinteraksi. Hubungan antara pH dengan daya jerap dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Daya adsorpsi zeolit ZAA (zeolit alam aktivasi) dan ZATA (zeolit alam tanpa aktivasi) pada *Congo red* berdasarkan variasi pH.

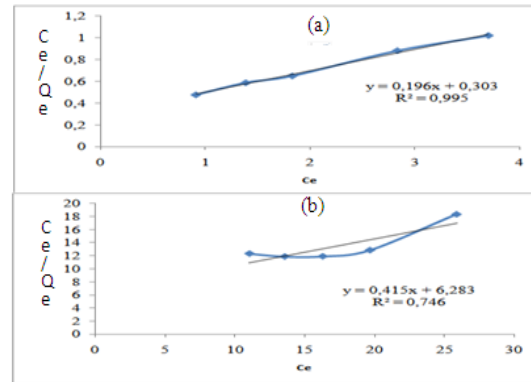
e. Isoterm adsorpsi

Isoterm adsorpsi ditentukan untuk mengetahui proses penyerapan yang terjadi antara zeolit sebagai adsorben dan *congo red* sebagai adsorbat. Penentuan isoterm dilakukan pada kondisi optimum, yaitu pada massa 0,1 g untuk zeolit alam teraktivasi dan 0,1 g untuk zeolit tanpa aktivasi, waktu 90 menit pH sistem 3 dengan bervariasi konsentrasi dari *congo red*.

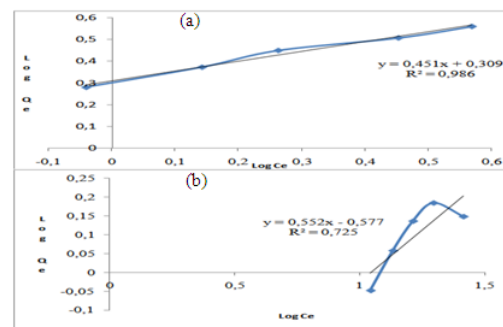
Adsorpsi biasanya ditulis dengan isoterm yang menunjukkan hubungan antara konsentrasi zat yang diserap (adsorbat) dan jumlah yang diserap pada temperatur konstan (Zakaria, 2010). Ada dua jenis isoterm yang biasa digunakan untuk menentukan jenis adsorpsi yaitu isoterm langmuir dan isoterm freundlich.

Penentuan isoterm Langmuir dilakukan dengan cara membuat kurva

hubungan antara C_e dan C_e/Q_e , sehingga diperoleh kurva C_e versus C_e/Q_e . Sedangkan penentuan Isoterm Freundlich dilakukan dengan cara membuat kurva hubungan antara $\log C_e$ dan $\log m$.



Gambar 5. Grafik Isoterm Langmuir *congo red* (a) zeolit alam aktivasi (ZAA) dan (b) zeolit alam tanpa aktivasi (ZATA).



Gambar 6. Grafik Isoterm Freundlich *congo red* (a) zeolit alam aktivasi (ZAA) dan (b) zeolit alam tanpa aktivasi (ZATA).

Pada Gambar 5 dan 6 menunjukkan pengujian data menggunakan isoterm Langmuir dan Freundlich, menunjukkan grafik linierisasi untuk adsorpsi zeolit terhadap *Congo red*. Hal ini ditunjukkan

dengan nilai harga koefisien regresi linier zeolit teraktivasi dan zeolit tanpa aktivasi (R^2) pada isoterm Langmuir 0,995 dan 0,746 lebih besar dibandingkan isoterm Freundlich 0,986 dan 0,725 sehingga pola adsorpsi yang terjadi pada zeolit dengan zat warna *congo red* adalah monolayer dengan model isoterm Langmuir.

KESIMPULAN

Daya adsorpsi zeolit alam yang diaktivasi dengan metode fisika lebih tinggi pada massa, waktu dan pH optimum dibandingkan daya adsorpsi zeolit alam tanpa aktivasi dengan daya serapnya $1,8916 \text{ mg g}^{-1}$ dengan persen adsorpsinya 95,4910% dibandingkan dengan zeolit alam tanpa aktivasi yaitu, $0,8846 \text{ mg g}^{-1}$ dengan persen adsorpsinya 44,6565%. Pola adsorpsi zeolit alam terhadap *Congo red* mengikuti pola monolayer dengan model isoterm Langmuir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada institusi dan semua pihak-pihak yang membantu menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barrer RM. 1978. *Zeolite and Clay Minerals as Sorbents and Molecular Sieve*. Academic press. New York
- Evi. 2006. Pemanfaatan Zeolit Aktif dari Turen Malang Untuk Pertukaran Ion Timbal (II), skripsi kimia FMIPA. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Musyoka, NM, Petrik LF, Balfour G, Natasha M, Gitari W, Mabovu B. 2009. *Removal of toxic elements from brine using zeolit Na-PI made from A South African coal fly ash*. Proceedings ISBN Number:978-0-9802623-5-3. Pretoria South Africa
- Ningsih, A.W.2015. Penggunaan Zeolit Alam Teraktivasi Untuk Perbaikan Kualitas Minyak Jelantah. *Skripsi*. Universitas Riau, Pekanbaru
- Renita Manurung, dkk. 2004. *Perombakan Zat Warna Azo Reaktif Secara Anaerob – Aerob*. Sumatera Utara : Fakultas Teknik Jurusan Teknik
- Subhrajyoti, D. 2010. Removal Of Congo Red Dye Onto Coconut (Cocos nucifera) Shell and Bael (Aegle marmelos) Extracts Using Taguchi Approach. Department of Chemical Engineering National Institute of Technology Rourkela, India. 6: 87: 98
- Sugiharto. (1987). *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. UI Press. Jakarta.
- Widjajanti, E., Tutik R. dan Utomo, M.P. 2011. Pola Adsorpsi Zeolit Terhadap Pewarna Azo Metil Merah Dan Metil Jingga. Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Yogyakarta.
- Zakaria, A.2010. Adsorpsi Cu(II) Menggunakan Zeolit Sintetis dari Abu Terbang Batu Bara. *Skripsi*. Bogor: IPB

