



Zeolit Alam Termodifikasi Surfaktan Heksadesiltrimetilammonium (HDTMA) dan Pemanfaatannya sebagai Adsorben Zat Warna Congo Red

Aliftia Wahyu Rahmawati[✉], Jumaeri, dan Triastuti Sulistyanyingsih

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima Mei 2018

Disetujui Juni 2018

Dipublikasikan Agustus 2018

Keywords:

adsorpsi
congo red
surfaktan HDTMA
zeolit alam

Abstrak

Telah dilakukan modifikasi dengan menambahkan surfaktan hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) terhadap zeolit alam teraktivasi. Zeolit alam hasil aktivasi ditambah dengan surfaktan HDTMA pada konsentrasi 1 x KTK dan 2 x KTK. Karakterisasi terhadap zeolit teraktivasi dan termodifikasi HDTMA dilakukan dengan spektroskopi FT-IR dan difraksi sinar X. Jumlah zat warna *congo red* yang teradsorpsi, ditentukan dengan spektroskopi UV-Vis. Modifikasi zeolit dengan surfaktan HDTMA⁺ ditunjukkan oleh spektra FT-IR pada bilangan gelombang 2859 dan 2926 cm⁻¹ untuk 1 x KTK, dan 2 x KTK pada bilangan gelombang 2854 dan 2927 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus CH₂ amina yang dimiliki oleh HDTMA⁺. Uji adsorpsi zat warna *congo red* terhadap zeolit alam termodifikasi surfaktan HDTMA⁺, waktu optimum pada waktu 10 menit untuk zeolit sebelum termodifikasi, sedangkan zeolit termodifikasi waktu optimum terjadi pada waktu 20 menit dengan pH optimum pada pH 6. Konsentrasi awal optimum pada 4 ppm, sedangkan konsentrasi awal optimum zeolit termodifikasi terjadi pada 2 ppm.

Abstract

Modifications have been made by adding hexadecyltrimethylammonium (HDTMA) surfactants to activated natural zeolites. Activated natural zeolite was added with HDTMA⁺ surfactant at concentration 1 x KTK and 2 x KTK. Characterization of the activated and modified zeolite of HDTMA⁺ was performed by FT-IR spectroscopy and X-ray diffraction. The amount of congo red adsorbed dye, it was determined by UV-Vis spectroscopy. Modification of zeolite with HDTMA⁺ surfactant is shown by FT-IR spectra of 2859 and 2926 cm⁻¹ for 1 x KTK and 2 x KTK on wave numbers 2854 and 2927 cm⁻¹ indicating the presence of amino group CH₂ belonging to HDTMA⁺. The congo red dye adsorption test against modified zeolite modified HDTMA⁺ surfactant, optimum time at 10 minutes for zeolite before modified, while optimum time modified zeolite occurred at 20 minutes with optimum pH at pH 6. Optimum initial concentration at 4 ppm, while concentration the initial optimum of modified zeolite occurs at 2 ppm.

© 2018 Universitas Negeri Semarang

✉ Alamat korespondensi:
Gedung D6 Lantai 2 Kampus Sekaran, Gunungpati, Semarang 50229
E-mail: aliftia035@gmail.com

Pendahuluan

Indonesia merupakan negara yang memiliki banyak industri, salah satunya industri tekstil. Limbah industri tekstil ini mempunyai kandungan senyawa organo-logam di dalamnya dari sisa-sisa zat pewarna. Sisa-sisa zat warna inilah yang berbahaya sehingga dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan apabila tidak diolah dengan metode yang baik dan benar, misalnya gatal-gatal, timbulnya bau tidak sedap, air limbah yang masuk ke dalam tambak akan merusak tambak sehingga ikannya mati, estetika sungai berubah dan lain-lain. Beberapa cara pengolahan limbah industri telah banyak dilakukan, antara lain secara kimia menggunakan koagulan, secara fisika dengan adsorpsi menggunakan arang aktif, dan secara biologi menggunakan mikroba, namun metode tersebut memiliki beberapa kekurangan.

Zat warna yang digunakan dalam industri tekstil ada beberapa macam, salah satunya adalah *Congo Red* yang akan digunakan dalam penelitian ini. Salah satu solusi untuk mengurangi limbah zat warna adalah adsorpsi. Penggunaan adsorben merupakan metode alternatif dalam pengolahan limbah. Adsorben yang biasa digunakan untuk proses adsorpsi salah satunya adalah zeolit. Zeolit dapat diperoleh dari hasil sintesis dimana sifat fisik dan kimianya akan sama zeolit alam (Saputra, 2006). Zeolit alam bermuatan negatif dengan mempunyai gugus aktif penukar kation berupa kation alkali atau alkali tanah misalnya Na^+ , K^+ , atau Ca^{2+} . Gugus aktif ini berperan sebagai penyeimbang muatannya yang dapat dipertukarkan dengan kation lain misalnya surfaktan kationik.

Mengingat begitu pentingnya peranan zeolit dalam kehidupan, maka perlu dilakukan usaha untuk mendapatkan zeolit dengan daya guna yang lebih dibanding zeolit alam. Salah satu usaha yang dilakukan untuk menambahkan modifier berupa polimer, ligan, surfaktan, dan sebagainya. Modifikasi zeolit dapat dilakukan dengan mengubah karakter bagian permukaannya yaitu dengan menggunakan surfaktan kationik heksadesiltrimetilamonium (HDTMA). Molekul surfaktan yang teradsorpsi akan membentuk lapisan pada permukaan luar zeolit. Lapisan tersebut menyebabkan perubahan sifat zeolit. Salah satu jenis surfaktan tersebut adalah heksadesiltrimetilamonium baik berupa kation (HDTMA^+) maupun berikatan dengan bromida (HDTMABr).

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk modifikasi zeolit alam dengan surfaktan HDTMA dan mengkaji efektivitas adsorpsi zat warna *Congo Red* dari zeolit alam termodifikasi surfaktan HDTMA dengan variasi pH, waktu kontak dan konsentrasi zat warna.

Metode

Alat yang digunakan dalam penelitian meliputi neraca analitik, *hot plate & magnetic stirrer*, *orbital shaker*, ayakan 100 *mesh*, oven, XRD (XD-6000), FT-IR (*Spectrum 100 Pelkin Elmer*), Spektrofotometer UV-Vis (1240 *Shimadzu*). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini meliputi zeolit alam, Hexadecyltrimethylammonium, serta bahan kimia dengan grade *pro analyst* buatan *Merck: Congo Red*, AgNO_3 , HCl , dan NaOH .

Zeolit alam dihancurkan dan diayak pada ukuran lolos 100 *mesh*, kemudian 100 g sampel zeolit alam dimasukkan ke dalam gelas beker 1000 mL, larutan HCl 1,0 M. Proses aktivasi dilakukan selama 24 jam, kemudian disaring dan residu yang didapat dicuci sampai pH netral, lalu dikeringkan dalam oven pada 120°C selama 4 jam (Cheng *et al.*, 2013).

Modifikasi pada zeolit yang sudah diaktivasi sebelumnya. Erlenmeyer diisi dengan 10 g zeolit aktif, zeolit aktif tersebut kemudian ditambah 100 mL larutan surfaktan heksadesiltrimetilamonium bromida dengan konsentrasi $1\times$ KTK dan $2\times$ KTK. Selanjutnya, campuran diaduk menggunakan shaker pada suhu ruang dengan kecepatan 150 rpm selama 8 jam. Endapan kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 24 jam (Husaini dan Soenara, 2003). Analisis gugus fungsi membran menggunakan FT-IR. Spektrum FT-IR diukur pada daerah bilangan gelombang $400\text{-}4000\text{ cm}^{-1}$ (Zulfikar, 2008). Karakterisasi zeolit alam dan zeolit termodifikasi surfaktan menggunakan analisis XRD ini untuk mendapatkan informasi tentang mikrostruktur suatu kristal yaitu fasa kemurniannya dan perubahan kisi kristal berdasarkan sudut 2θ (Sriatun, 2004).

Penentuan waktu kontak terhadap efektivitas adsorpsi. Percobaan adsorpsi dilakukan dengan menambahkan 10 mg adsorben dengan 25 mL larutan *Congo Red* 20 mg/L pada pH optimal dalam erlenmeyer. Kemudian masing-masing larutan diaduk menggunakan *orbital shaker*. Variasi waktu kontak yang digunakan adalah 5, 10, 20, 40, 60, dan 90 menit. Kemudian 10 mg adsorben ditambahkan ke dalam setiap erlenmeyer. Larutan kemudian disaring dan filtratnya dilakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

Penentuan pH larutan terhadap efektivitas adsorpsi. Uji adsorpsi *Congo Red* dilakukan dengan massa adsorben 10 mg zeolit alam (ZA) dan zeolit modifikasi surfaktan (ZMS) pada variasi pH (5, 6, 7, 8, 9) ke dalam labu takar ditambahkan sedikit demi sedikit larutan *Congo Red* 20 mg/L sesuai pH yang diinginkan

sampai tanda batas. pH diatur dengan cara menambahkan larutan NaOH 0,1 N atau HCl 0,1 N dan 0,01 N. Kemudian 10 mg adsorben ditambahkan ke dalam setiap erlenmeyer. Selanjutnya masing-masing larutan diaduk menggunakan *orbital shaker*. Larutan kemudian disaring dan filtratnya dilakukan analisis dengan spektrofotometer UV-Vis.

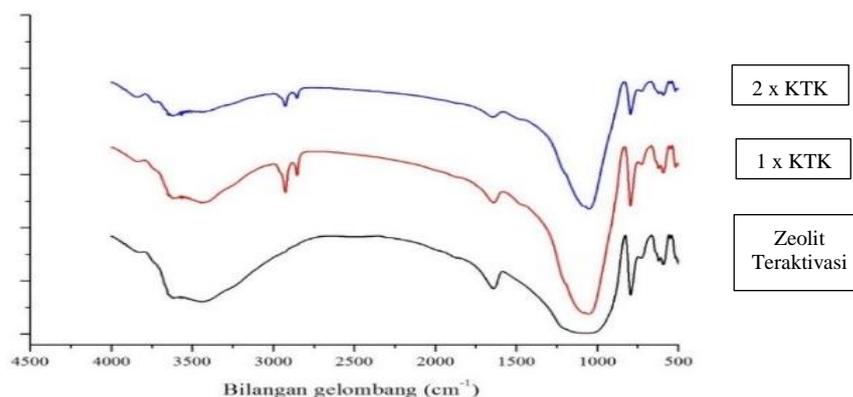
Penentuan konsentrasi awal terhadap efektivitas adsorpsi. Percobaan adsorpsi dilakukan pembuatan larutan sampel dengan cara menyiapkan 5 buah erlenmeyer 50 mL, masing-masing diisi 25 mL larutan *Congo Red* pada pH optimal dengan variasi konsentrasi 4, 8, 12, 16, 20 mg/L. Semua larutan tersebut kemudian diukur absorbansinya sebagai absorbansi awal. Selanjutnya sebanyak 10 mg adsorben ditambahkan ke dalam setiap erlenmeyer, kemudian masing-masing larutan diaduk menggunakan *orbital shaker* pada waktu optimal. Setelah pengadukan selesai, larutan disaring menggunakan kertas saring. Filtrat yang diperoleh kemudian diukur pada panjang gelombang maksimum menggunakan spektrofotometer UV-Vis.

Hasil dan Pembahasan

Zeolit alam diaktivasi dengan HCl. Lestari (2010) mengatakan, zeolit alam setelah mengalami perlakuan asam, terjadi peningkatan rasio Si/Al sehingga meningkatkan keasaman dan selektivitas dari zeolit. Selain itu, HCl juga melarutkan logam-logam Fe^{2+} yang terdapat dalam zeolit membentuk $FeCl_2$ ditandai dengan larutan berwarna kehijau-hijauan. Sisa-sisa ion Cl^- dalam zeolit kemudian dinetralkan dengan pencucian menggunakan aquademin hingga pH netral. Zeolit kemudian dikeringkan di dalam oven sehingga melepaskan NH_3 dan terbentuk H-ZA atau yang disebut dengan zeolit alam aktif. Penambahan asam mengakibatkan terjadinya pertukaran kation dengan H^+ sehingga memperbesar rongga dalam kerangka zeolit dan meningkatkan daya adsorbnnya. Suriawan dan Nindhia (2010) sebelumnya melaporkan bahwa penambahan asam sulfat akan memperbesar porositas sehingga keaktifan zeolit meningkat. Pada penelitian ini digunakan asam klorida yang sifat kekuatannya lebih rendah dari H_2SO_4 . Penggunaan HCl lebih aman bagi lingkungan. Perlakuan awal ini bertujuan untuk menghilangkan partikel pengotor yang ada pada zeolit alam.

Modifikasi dengan HDTMA menghasilkan zeolit dengan karakteristik yang mampu menyerap senyawa anionik dan non polar. Kation N^+ dari surfaktan akan menggantikan kation H^+ pada zeolit-H dan membentuk lapisan pada permukaan luar zeolit. Terbentuknya satu lapisan serta lapisan ganda dipengaruhi oleh kapasitas tukar kation pada zeolit. Apabila penambahan konsentrasi surfaktan masih dibawah KTK, maka yang akan terbentuk hanyalah bentuk satu lapisan pada permukaan zeolit. Penambahan konsentrasi surfaktan diatas KTK, maka akan menghasilkan bentuk lapisan ganda pada permukaan zeolit. Molekul $HDTMA^+$ memiliki dua bagian dengan karakter yang berbeda, dimana bagian ekornya merupakan rantai alkil (orde C-16) yang bersifat nonpolar dan bagian kepalanya bersifat polar dengan muatan +1 (Sullivan, 1999). Bagian polar $HDTMA^+$ yang bermuatan +1 merupakan bagian yang berinteraksi dengan bagian permukaan zeolit yang bermuatan -1. Pertukaran molekul HDTMA pada permukaan zeolit melalui pertukaran kation dengan kation penyeimbang. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan oleh Agnestisia (2012) semakin besar konsentrasi HDTMA yang ditambahkan, maka kemampuan adsorpsinya juga semakin meningkat.

Karakterisasi dengan FT-IR dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam zeolit. Hasil pengamatan dengan spektrofotometer inframerah menunjukkan puncak-puncak yang spesifik zeolit alam teraktivasi dan termodifikasi (Gambar 1).

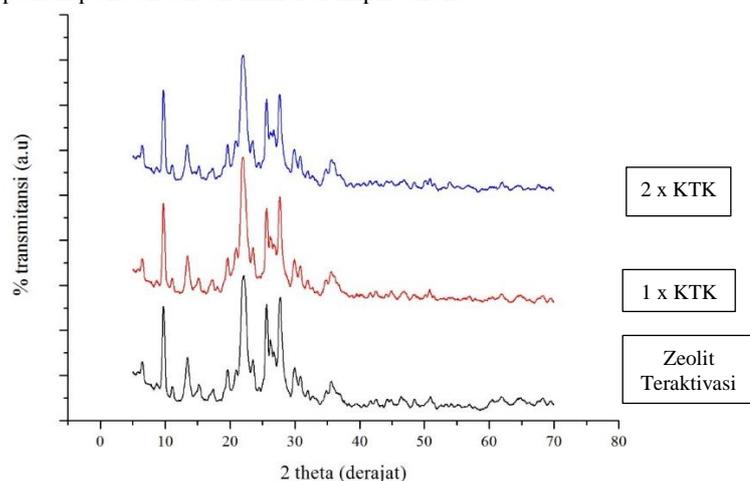


Gambar 1. Spektra inframerah zeolit alam teraktivasi dan termodifikasi

Gambar 1 menunjukkan bahwa zeolit alam teraktivasi mempunyai puncak-puncak serapan pada daerah bilangan gelombang (3446, 1638, 1070, 794, 620 dan 472 cm^{-1}). Gambar 1 puncak 3446 cm^{-1} menunjukkan serapan dari gugus O-H. Hasil yang hampir sama dengan karakter zeolit alam wonosari dan zeolit ponorogo pada kisaran 3442,7 cm^{-1} (Herald, 2003). Pita serapan pada daerah 3446 cm^{-1} merupakan vibrasi ulur O-H dari molekul air yang teradsorb. Serapan pada 1638 cm^{-1} adalah vibrasi tekuk gugus O-H dari molekul H_2O yang teradsorb. (Srihapsari, 2006) melaporkan bahwa H_2O yang terjerap memberikan pita serapan pada 3448,5 dan 1639,4 cm^{-1} . Puncak 1070 cm^{-1} menunjukkan adanya vibrasi ulur asimetris Si-O atau Al-O pada TO_4 . Hasil yang hampir sama pada zeolit alam pada kisaran 1069 cm^{-1} (Jumaeri, 2016). Pada bilangan gelombang 472 atau 471 cm^{-1} merupakan Si(Al)-O bending. Pita serapan antara bilangan gelombang 900-1250 cm^{-1} , menyatakan adanya atom Al tersubstitusi dalam bentuk tetrahedral dari *framework* silika (Mimura, 2001) Puncak 794 merupakan interpretasi dari serapan ikatan pada unit struktur utama zeolit yang berbentuk simetris, vibrasi tekuk Si-O pada jalinan eksternal (kerangka zeolit). Zeolit alam malang berada pada kisaran bilangan gelombang 796,5 dan 777,3 cm^{-1} dan pada zeolit alam Ponorogo pada bilangan gelombang 794,6 cm^{-1} (Srihapsari, 2006).

Pada zeolit modifikasi HDTMA muncul pita 2800-3000 cm^{-1} yang menunjukkan rentangan simetris dan asimetris CH_2 dari amina. Menurut Hongping (2004), frekuensi dan lebar pita simetris dan asimetris CH_2 untuk amina tergantung pada konsentrasi amina. Munculnya pita pada bilangan gelombang 2854 dan 2926 cm^{-1} untuk 1 x KTK, sedangkan 2 x KTK munculnya pita pada bilangan gelombang 2854 dan 2927 cm^{-1} merupakan rentangan simetris dan asimetris CH_2 amina dan surfaktan HDTMA, dengan adanya bilangan gelombang tersebut menunjukkan bahwa zeolit tersebut telah berhasil dimodifikasi.

Perubahan struktur kristalinitas yang terjadi pada zeolit mulai dari proses tanpa perlakuan hingga akibat perlakuan mulai dari preparasi, aktivasi, dan modifikasi dapat diketahui melalui karakterisasi dengan XRD. Gambar 2 menunjukkan zeolit alam teraktivasi yaitu pada (2θ) 25,68°, merupakan puncak untuk kuarsa. Puncak pada 2θ 13,44°; 19,71°; 26,31°; 27,67°, merupakan puncak untuk mineral modernit. Pada puncak (2θ) 22,31° merupakan puncak untuk mineral klipnotilolit

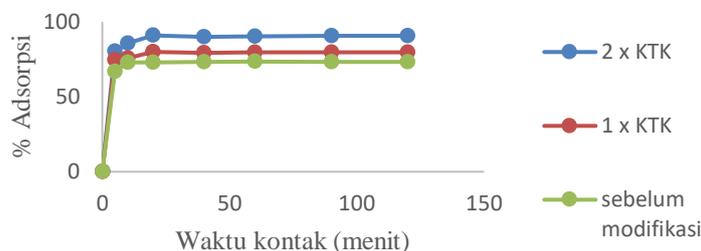


Gambar 2. Difaktogram XRD zeolit alam teraktivasi dan termodifikasi surfaktan *HDTMA*

Karakterisasi zeolit modifikasi menunjukkan beberapa puncak dengan sudut difraksi 2θ , diantaranya 9,81°; 21,92°; 25,68°; 27,76° pada perlakuan 1 x KTK, sedangkan pada 2 x KTK menunjukkan puncak dengan sudut difraksi 2θ diantaranya 9,85°; 21,98°; 25,64°; 27,66°. Data ini kemudian dibandingkan dengan standar *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites* (Treacy & Higgins, 2007). *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites* mengatakan data puncak pada sudut 2θ 25,6836° dan 9,81° merupakan puncak identitas mordenit, puncak pada sudut 2θ 21,92° merupakan puncak identitas untuk *klipnotilolit*, sedangkan puncak pada sudut 2θ 27,76° merupakan puncak identitas *afghanit*. Hal ini menunjukkan bahwa mineral klipnotilolit merupakan fase dominan pada zeolit alam yang digunakan. Komponen mineral penyusun zeolit alam yang semula didominasi oleh mineral *mordenit* sedikit berubah setelah proses modifikasi, dimana mineral *klipnotilolit* menjadi mineral penyusun utama. Hal ini ditandai dengan puncak identitas *klipnotilolit* menjadi puncak intensitas tertinggi pada difaktogram zeolit termodifikasi surfaktan HDTMA. Akan tetapi perubahan yang terjadi tidak terlalu signifikan, dimana mineral *mordenit* dan *afghanit* masih menjadi komponen penyusun zeolit termodifikasi, hanya saja jumlahnya sedikit berubah, yang ditandai dengan berubahnya intensitas puncak identitas kedua mineral tersebut pada difaktogram zeolit

termodifikasi surfaktan HDTMA. Jadi berdasarkan hasil difaktogram sinar-X menunjukkan penambahan surfaktan HDTMA pada zeolit alam sedikit memberikan efek atau pengaruh pada struktur material tersebut. Sama halnya dengan penelitian yang dilakukan oleh Fungoro (2012) yang menunjukkan hasil modifikasi zeolit dengan surfaktan sedikit memberikan efek atau pengaruh pada zeolit tersebut.

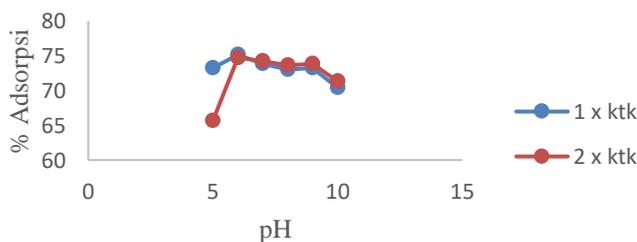
Penentuan waktu kontak bertujuan untuk mengetahui berapa lama waktu yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum pada larutan *Congo Red* dari adsorben zeolit alam termodifikasi surfaktan HDTMA. Pada penelitian ini dilakukan variasi waktu yaitu 0, 5, 10, 20, 40, 60, 90 dan 120 menit. Hasil menunjukkan bahwa waktu optimum diperoleh pada waktu 20 menit. Hubungan persentase adsorpsi dengan waktu kontak dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Kurva hubungan antara waktu kontak dengan % adsorpsi

Waktu kontak optimum untuk zeolit sebelum termodifikasi pada waktu 10 menit dengan % adsorpsi sebesar 72,96 %. Zeolit termodifikasi surfaktan HDTMA waktu kontak optimum terjadi pada waktu 20 menit dengan % adsorpsi sebesar 79,98 % untuk 1 x KTK, sedangkan untuk 2 x KTK waktu kontak optimum terjadi pada waktu 20 menit dengan % adsorpsi 90,98 %. Panjang gelombang optimum waktu kontak zeolit termodifikasi surfaktan HDTMA dengan adsorben zat warna *congo red* terjadi pada waktu 20 menit dengan panjang gelombang 492 nm. Menurut Lasmana penyerapan 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. Bertambahnya waktu kontak antara 0 hingga 20 menit, jumlah adsorbat yang terserap pada permukaan adsorben semakin meningkat hingga tercapai titik setimbang pada waktu 20 menit. Pada saat mencapai titik setimbang, permukaan adsorben telah penuh tertutupi oleh *congo red* yang diserap dan adsorben mengalami titik jenuh sehingga adsorben diatas waktu 20 menit tidak dapat menyerap zat warna lagi sampai optimum karena telah mencapai waktu kontak optimum saat 20 menit. Penentuan waktu kontak terjadi antara rentang 400-600 nm, namun waktu kontak yang optimum dapat ditentukan dengan adanya nilai optimum UV-Vis yaitu rentang panjang gelombang 400-500 nm (Prameswari, 2013).

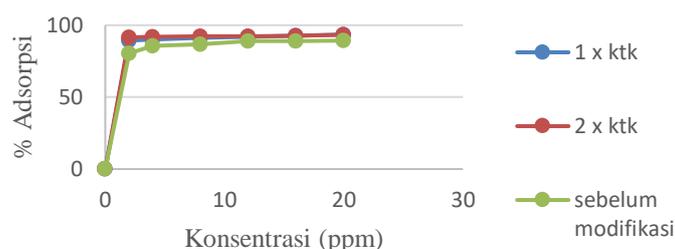
Salah satu faktor yang mempengaruhi proses adsorpsi adalah pH karena pH dapat mempengaruhi situs aktif dari permukaan adsorben yang berperan aktif dalam penyerapan *congo red*. Selain itu, pH larutan juga dapat menyebabkan panjang gelombang berubah-ubah karena pada pH tertentu *congo red* memiliki panjang gelombang maksimum tertentu sehingga berpengaruh terhadap pengukuran absorbansi pada variasi pH. Adsorpsi *congo red* yang terdeprotonasi karena tolakan elektrostatis. Ion OH^- dalam larutan dasar menciptakan lingkungan yang kompetitif dengan ion anionik *congo red* untuk situs adsorpsi yang menyebabkan penurunan adsorpsi. Pada pH rendah (asam), terjadi protonasi pada zat warna *congo red* sehingga daya adsorpsi meningkat. Pada pH yang lebih tinggi (basa) terdapat ion OH^- dalam larutan yang menyebabkan terjadinya kompetisi ion antara OH^- dari larutan basa dengan SO_3^- dari larutan zat warna *congo red* pada proses adsorpsi. Pada pH asam hanya terdapat ion H^+ sehingga proses adsorpsi SO_3^- dari larutan akan lebih optimal (Fauziyah *et al.*, 2015). Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa pH optimum terjadi pada pH 6 dengan persentase adsorpsi sebesar 75,13 % untuk 1 x KTK dan 74,72 % untuk 2 x KTK.



Gambar 4. Kurva Hubungan antara pH dengan % Adsorpsi

Widhiati *et al.*, (2010) mengatakan bahwa pada pH diatas 6 terjadi penurunan adsorpsi, karena pada pH tersebut ion OH⁻ yang terlalu banyak mengakibatkan interaksi antara ion OH⁻ dengan zat warna tolak menolak sehingga daya serapnya semakin berkurang.

Pengaruh konsentrasi awal larutan dilakukan untuk memperoleh informasi berapa konsentrasi yang dibutuhkan untuk mencapai penyerapan optimum larutan congo red. Pada tahap ini, larutan congo red dibuat dengan variasi konsentrasi 2, 4, 8, 12, 16, dan 20 mg/L pada pH larutan congo red (pH 6) dengan waktu kontak 20 menit. Pengaruh konsentrasi awal larutan congo red terhadap efektivitas adsorpsi oleh adsorben dapat dilihat pada Gambar 5. Gambar 5 menunjukkan bahwa adsorpsi pada rentang 2 ppm – 20 ppm terjadi kenaikan yang linier dan dari hasil ini didapat bahwa konsentrasi optimum pada zeolit sebelum termodifikasi adalah 4 ppm dengan % adsorpsi 85,62%. Konsentrasi optimum pada zeolit termodifikasi adalah 2 ppm dengan % adsorpsi 89,38% untuk 1 x KTK dan 91,44% untuk 2 x KTK. Menurut Chen (2009) mengatakan bahwa kapasitas adsorpsi kesetimbangan dari adsorben untuk congo red meningkat dengan meningkatnya konsentrasi zat warna awal. Semakin tinggi kapasitas adsorpsi karena daya dorong tinggi untuk perpindahan massa dalam konsentrasi zat warna congo red tinggi. Kenaikan adsorpsi zat warna disebabkan pergeseran ekuilibrium selama proses adsorpsi.



Gambar 5. Kurva hubungan antara konsentrasi dengan % adsorpsi

Simpulan

Modifikasi zeolit dengan surfaktan HDTMA⁺ ditunjukkan oleh spektra FT-IR pada bilangan gelombang 2859 dan 2926 cm⁻¹ untuk 1 x KTK, dan 2 x KTK pada bilangan gelombang 2854 dan 2927 cm⁻¹ yang menunjukkan adanya gugus CH₂ amina yang dimiliki oleh HDTMA⁺. Uji adsorpsi zat warna congo red terhadap zeolit alam termodifikasi surfaktan HDTMA⁺, waktu optimum pada waktu 10 menit dengan % adsorpsi 72,96% untuk zeolit sebelum termodifikasi, sedangkan zeolit termodifikasi waktu optimum terjadi pada waktu 20 menit dengan % adsorpsi 79,98% untuk 1 x KTK dan 90,98% untuk 2 x KTK. pH optimum pada pH 6 dengan % adsorpsi 75,13 % untuk 1 x KTK dan 74,72 % untuk 2 x KTK. Konsentrasi awal optimum pada 4 ppm dengan % adsorpsi 85,62% untuk zeolit sebelum termodifikasi, sedangkan konsentrasi awal optimum zeolit termodifikasi terjadi pada 2 ppm dengan % adsorpsi 89,38% untuk 1 x KTK dan 91,44% untuk 2 x KTK.

Daftar Pustaka

- Chen, H., J. Zhao. 2009. *Adsorption Study for Removal of Congo Red Anionic Dye using Organo-attapulgit*. School of Pharmaceutical and Chemical Engineering. China: Thaizou University
- Cheng, S., M. Syamsiro, & K. Yoshikawa. 2013. Effect of HCl Pretreatment on the Performance of Natural Zeolite in a Two-Stage Pyrolysis and Catalytic Reforming of Polypropylene and Polystyrene. *Proceeding Research Association For Feedstock Recycling of Plastics Japan*, Jepang: Nihon University
- Fauziyah, N., Sriatun, Pardoyo. 2015. Adsorption of Indigo Carmine Dye using Cetyltrimethylammonium Bromide (CTAB) Surfactant Modified Zeolite. *Jurnal Sains dan Matematika*, 23(4): 121-126
- Herald, E., Hisyam, S.W., dan Sulistiyono. 2003. Characterization and Activation of Natural Zeolite from Ponorogo. *Indonesian Journal of Chemistry*, 3(2): 91-97
- Hongping, H., Ray, F.L. & Jianxi, Z. 2004. Infrared Study of HDTMA⁺ Intercalated *Montmorillonite*. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*
- Husaini & T. Soenara. 2003. Modifikasi Zeolit Alam Asal Cicalong Jawa Barat dengan Hexadecil Trimetil Ammonia dan Uji Daya Serapnya terhadap Ion Sulfat dan Kromat. *Jurnal Zeolit Indonesia*, 2(1):15-23

- Lasmana, A., A. Mukhtar, & E.M. Tamboesai. n.d. *Adsorpsi Zat Warna Congo Red menggunakan Zeolit Alam Teraktivasi*. Riau: Universitas Riau
- Lestari, D.Y. 2010. Kajian Modifikasi dan Karakterisasi Zeolit Alam dari Berbagai Negara. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Prameswari, T., E.B. Susatyo., A.T. Prasetya. 2014. Sintesis Membran Kitosan-Silika Abu Sekam Padi untuk Dekolorasi Zat Warna Congo Red. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(1): 50-57
- Saputra, R. 2006. *Pemanfaatan Zeolit Sintesis Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Industri*
- Sriatun. 2004. Sintesis Zeolit A dan Kemungkinan Penggunaannya sebagai Penukar Kation. *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*
- Srihapsari, D. 2006. Penggunaan Zeolit Alam yang Telah Diaktivasi dengan Larutan HCl untuk Menjerap Logam-Logam penyebab Kسادahan Air. *Tugas Akhir II*. Semarang: FMIPA UNNES
- Sullivan, E.J., Bowman, R.S., dan Legeic, I.A. 2003. Sorption of Arsenate from Soil-Washing Lechate by Surfactant-Modified Zeolite. *Journal Environ.*
- Suriawan, M.C. Vahindra, dan T.G.T. Nindia. 2010. Studi Hubungan Struktur Mikro dan Keaktifan Zeolit Alam Akibat Proses Pengasaman. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin Cakra*. 4(2): 129-131
- Treacy, M.M.J. & J.B. Higgins. 2007. *Collection of Simulated XRD Powder Patterns for Zeolites*. 5th ed. Amsterdam: Elsevier
- Widhiati, I.A.G., Oka, R., & Yunita, A. 2010. Karakterisasi Keasaman dan Luas Permukaan Tempurung Kelapa Hijau (*Cocus nucifera*) dan Pemanfaatannya sebagai Biosorben Ion Cd²⁺. *Jurnal Kimia*, 4(1): 7-14