

EFISIENSI ADSORPSI BEBERAPA ZAT WARNA SINTETIS GOLONGAN AZO MENGGUNAKAN HIDROKSIAPATIT

Siti Rahmalia¹⁾, Yelmida Azis²⁾, Ida Zahrina²⁾

¹⁾Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia, ²⁾Dosen Jurusan Teknik Kimia,
Laboratorium Dasar Teknik Kimia I

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Jl. HR. Soebrantas km. 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru, 28293

e-mail: siti.rahmalia7385@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The removal efficiency of adsorption is very dependent on the type of adsorbent. The use of hydroxyapatite as an adsorbent for synthetic dyes still needs to be developed. The aim of this study was to determine the effects of dyes and adsorbent mass on removal efficiency, and the best conditions in the adsorption process using of hydroxyapatite. Analysis was conducted by spectrophotometric and Fourier Transform Infrared (FTIR) methods. The results showed that the mass of the adsorbent affects the removal efficiency of dyes. The best removal efficiency is at 0.5 g adsorbent mass for each dye. Adsorption capacity for methylene blue at 2 minutes was 1.96 mg/g with 26,12% of removal efficiency. Adsorption capacity for methyl red at 5 minutes was 6.68 mg/g with 89% of removal efficiency. Dye adsorption was not found during adsorption process of methyl orange. Fourier Transform Infrared (FTIR) analysis showed that there was no adsorption of azo group on all spectra, indicated that there was not chemical reaction between the adsorbent and the adsorbate during the adsorption process.

Key Words: adsorption, hydroxyapatite, methyl orange, methyl red, methylene blue.

1. PENDAHULUAN

Industri tekstil merupakan salah satu industri yang sangat berkembang di Indonesia. Perkembangan yang pesat ini menimbulkan masalah bagi lingkungan terutama masalah yang diakibatkan oleh limbah cair pewarnaan. Limbah industri tekstil mengandung zat warna yang sulit terurai secara alami sehingga menyebabkan terganggunya ekosistem dalam air. Beberapa zat warna diketahui dapat menyebabkan alergi, iritasi dan kanker (Munawaroh, 2012).

Industri tekstil menggunakan dua jenis zat warna, yaitu pewarna alami dan pewarna sintetis. Zat warna sintetis umumnya dibuat dari senyawa azo dan turunannya yang merupakan gugus benzen. Gugus benzen sangat sulit didegradasi dan membutuhkan waktu degradasi yang lama. Senyawa azo bila terlalu lama berada di lingkungan akan menjadi sumber penyakit karena sifatnya karsinogen dan mutagenik,

maka perlu dicari alternatif efektif untuk menguraikan limbah tersebut (Cristina, et al., 2007). Beberapa zat warna sintetis golongan azo yang banyak digunakan dalam industri tekstil sebagai bahan pencelup adalah *methylene blue*, *methyl orange* dan *methyl red*.

Pengolahan limbah dengan metode adsorpsi menggunakan berbagai macam adsorben merupakan metode yang menguntungkan. Metode adsorpsi, merupakan salah satu metode pengolahan limbah industri yang menghasilkan kualitas air yang tinggi, karena efektifitas dan kapasitas adsorpsi yang tinggi serta biaya operasionalnya yang rendah. Adsorben seperti *zeolite* (Widjajanti, et al., 2011), karbon aktif (Sanada, et al, 2014), kitosan (Herlina, 2014) serta hidroksiapatit (Barka, et al., 2008; Barka, et al., 2010) telah digunakan untuk penyerapan zat warna azo.

Salah satu adsorben yang kini banyak dikembangkan adalah hidroksiapatit

(HAp). Hidroksiapatit telah banyak diterapkan dalam penyerapan logam-logam berat (Fernane & Zafour, 2013; Moayyeri, et al., 2013; Prasetyo, et al., 2018). Akan tetapi penerapannya untuk penyerapan senyawa organik khususnya zat warna masih minim dilakukan. Beberapa keunggulan menggunakan hidroksiapatit sebagai adsorben adalah ukuran partikel yang kecil, kapasitas penjerapan yang tinggi untuk aktinida dan logam berat, harga relatif murah, kelarutan dalam air yang rendah dan stabilitas tinggi (Ghahremani, et al., 2013).

Penentuan efisiensi penjerapan (%RE) bertujuan untuk mengetahui kemampuan hidroksiapatit sebagai adsorben terhadap beberapa zat warna golongan azo. Kapasitas Adsorpsi dapat ditentukan menggunakan persamaan :

$$q_e = \frac{(C_o - C_e) V}{m} \quad (1)$$

Sedangkan efisiensi penjerapan dapat dihitung berdasarkan persamaan

$$RE\% = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100\% \quad (2)$$

dimana, q_e adalah kapasitas adsorpsi (mg/g). C_o dan C_e adalah konsentrasi adsorbat pada keadaan awal dan pada saat setimbang (ppm). V adalah volume larutan (L) dan m adalah massa adsorben yang digunakan (g).

2. METODE PENELITIAN

2.1 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah zat warna (*methylene blue*, *methyl orange*, dan *methyl red*), hidroksiapatit dan aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi gelas piala, gelas ukur, labu ukur, tabung reaksi, batang pengaduk, corong, pipet tetes, pipet volume, botol sampel, termometer, *stopwatch*, *magnetic stirrer*, *hotplate*, timbangan digital, *sentrifuge* dan spektrofotometer UV-Vis.

2.2 Persiapan Larutan *Direct Brown*

Pembuatan larutan induk konsentrasi 100 ppm dilakukan dengan cara melarutkan 100 mg zat warna (*methylene blue*, *methyl orange* dan *methyl red*) menggunakan aquades ke dalam labu ukur 1 Liter hingga tanda batas. Larutan induk dengan konsentrasi 100 ppm diencerkan menjadi larutan uji dengan konsentrasi 15 ppm dalam 1000 ml dan larutan standar 2-10 ppm masing-masing dalam 50 ml.

2.3 Penentuan Panjang Gelombang Maksimum *Direct Brown*

Penentuan panjang gelombang maksimum untuk zat warna *methylene blue*, *methyl orange* dan *methyl red* dilakukan dengan mengukur absorbansi salah satu larutan standar pada *range* panjang gelombang 350-700 nm dengan menggunakan alat spektrofotometer UV-Vis. Hasil absorbansi maksimum yang diperoleh merupakan panjang gelombang optimum yang digunakan dalam penelitian.

2.4 Proses Adsorpsi

Larutan zat warna sebanyak 250 ml dengan konsentrasi 15 ppm dimasukkan ke dalam *beaker glass* yang telah dilengkapi dengan *magnetic stirrer* dan termometer. Kecepatan pengadukan diatur sebesar 200 rpm dan proses adsorpsi pada suhu ruang. Kemudian dimasukkan hidroksiapatit sebanyak 0,5 g. Pengambilan sampel dilakukan ketika telah mencapai waktu kesetimbangan. Prosedur yang sama juga dilakukan untuk variasi massa hidroksiapatit dan zat warna.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Waktu Kesetimbangan Adsorpsi

Penentuan waktu kesetimbangan dilakukan untuk mendapatkan konsentrasi yang setimbang antara konsentrasi larutan terhadap waktu selama proses penjerapan berlangsung. Penurunan konsentrasi terjadi dari awal proses adsorpsi hingga menit tertentu, artinya selama waktu tersebut adsorben masih mampu menyerap adsorbat yang terkandung di dalam larutan.

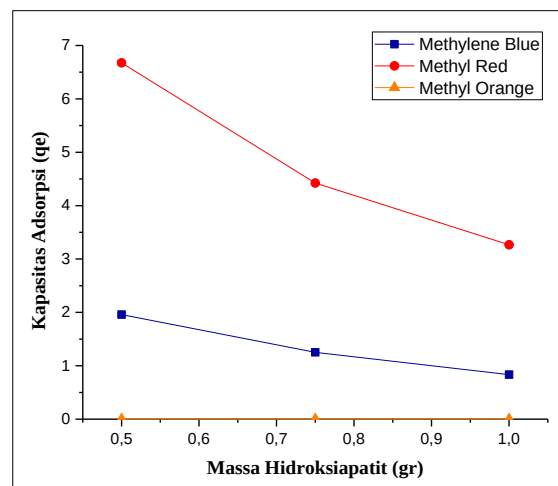
Konsentrasi *methylene blue* setelah menit ke-2 dan *methyl red* setelah menit ke-5 tidak mengalami perubahan atau telah mengalami kesetimbangan, dimana laju adsorpsi sebanding dengan laju desorpsi. Waktu kesetimbangan adsorpsi menggunakan hidroksiapatit untuk zat warna *methylene blue* pada menit ke-2 dan *methyl red* pada menit ke-5. Waktu kesetimbangan yang diperoleh kemudian digunakan untuk seluruh variasi tahapan adsorpsi dalam penelitian.

3.2 Pengaruh Massa Hidroksiapatit terhadap Konsentrasi Sisa Zat Warna

Pada penelitian ini variasi massa adsorben yang diberikan terhadap konsentrasi sisa larutan hanya berpengaruh terhadap larutan *methylene blue* dan *methyl red*. Sedangkan untuk larutan *methyl orange* dengan variasi massa adsorben tidak menunjukkan sama sekali adanya proses penjerapan. Untuk proses adsorpsi larutan zat warna dengan konsentrasi awal tetap, semakin besar massa adsorben yang diberikan maka konsentrasi zat warna yang tersisa (C_e) pada larutan mengalami kenaikan. Konsentrasi sisa *methylene blue* tertinggi pada pemberian massa adsorben 1 gr dengan nilai 11,6643 ppm. Sedangkan konsentrasi sisa *methyl red* tertinggi pada pemberian massa adsorben 1 gr dengan nilai 1,9325 ppm.

3.3 Pengaruh Massa Hidroksiapatit terhadap Kapasitas Adsorpsi Zat Warna

Gambar 1 memperlihatkan adanya hubungan antara massa adsorben terhadap kapasitas adsorpsi (q_e) pada setiap larutan. Semakin besar massa adsorben yang diberikan maka semakin rendah kapasitas adsorpsi (q_e) diperoleh untuk setiap larutan.



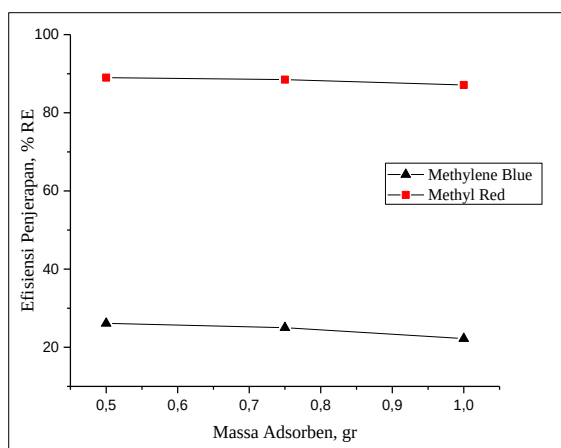
Gambar 1. Grafik Pengaruh Massa Adsorben terhadap Kapasitas Adsorpsi (q_e)

Kapasitas adsorpsi tertinggi untuk larutan *methylene blue* yaitu pada massa adsorben 0,5 gr dengan nilai q_e sebesar 1,9592 mg/g. Untuk larutan *methyl red* kapasitas adsorpsi tertinggi yaitu pada massa adsorben 0,5 gr dengan nilai q_e sebesar 6,6750 mg/g.

Menurut Puspitasari (2010), kapasitas adsorpsi terhadap larutan warna pada variasi massa adsorben akan mengalami penurunan dengan semakin besarnya massa adsorben yang diberikan. Hal ini dikarenakan daya adsorpsi untuk zat warna terbatas akibat dari permukaan adsorben yang saling tumpah tindih dan saling menutupi. Molekul-molekul zat warna harus bersaing satu sama lain dalam menempati sejumlah situs pengikatan yang terdapat pada permukaan hidroksiapatit, sehingga mengakibatkan sejumlah molekul zat warna tidak ikut teradsorpsi dan tersisa pada larutan. Akibatnya pada massa adsorben yang semakin bertambah maka adsorbatnya semakin mudah terdesorpsi.

3.4 Efisiensi Adsorpsi Zat Warna Menggunakan Hidroksiapatit.

Gambar 2 menunjukkan adanya hubungan antara massa adsorben terhadap efisiensi penjerapan beberapa zat warna.



Gambar 2. Grafik Pengaruh Massa Adsorben terhadap Efisiensi Penjerapan (%RE)

Berdasarkan gambar 2 semakin besar massa adsorben yang diberikan maka efisiensi penjerapan akan menurun. Menurut Ismadji dan Bhatia (2000), adsorpsi komponen organik (termasuk zat warna) merupakan proses eksotermis dan ikatan fisika antara komponen organik dan situs aktif dari adsorben. Dengan pemberian dosis adsorben yang tinggi dapat menyebabkan sisi aktif pada permukaan adsorben mengalami *overlapping* dan terganggunya proses penjerapan (Barka, 2010). Berdasarkan hasil penelitian diperoleh efisiensi penjerapan tertinggi yaitu pada massa adsorben 0,5 gr dengan efisiensi penjerapan *methylene blue* sebesar 26,13% dan *methyl red* sebesar 89%.

4. KESIMPULAN

Kesimpulan yang diperoleh dari hasil penelitian ini yaitu waktu kesetimbangan adsorpsi zat warna menggunakan hidroksiapatit untuk *methylene blue* pada menit ke-2 dan *methyl red* pada menit ke-5. Semakin besar massa hidroksiapatit yang diberikan, maka semakin kecil efisiensi penjerapan untuk setiap zat warna. Massa adsorben optimum yaitu 0,5 g dengan efisiensi penjerapan tertinggi yaitu sebesar 89% untuk *methyl red* dan 26,13% untuk *methylene blue*. Mekanisme adsorpsi menggunakan hidroksiapatit sebagai adsorben didasari oleh interaksi situs aktif pada permukaan adsorben dan adsorbat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada dosen pembimbing karena telah memberikan masukan dan arahan serta bantuan dalam menyelesaikan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Barka, N., S, Qourzal., A, Assabbane., A, Nounah., & Y, Ait-Ichou. (2008). Adsorption of Disperse Blue SBL Dye by Synthesized Poorly Crystalline Hydroxyapatite. *Journal of Environmental Sciences*, 20, 1268-1272
- Barka, N., S, Qourzal., A, Assabbane., A, Nounah., & Y, Ait-Ichou. (2010). Removal of Reactive Yellow 84 from Aqueous Solutions by Adsorption onto Hydroxyapatite. *Journal of Saudi Chemical Society*, 15, 263-267
- Cristina, M. P., Mu'nisatun, S., & Rany Saptaji (2007). Studi Pendahuluan Mengenai Degradasi Zat Warna Azo (Metil Orange) dalam Pelarut Air Menggunakan Mesin Bekas Elektron 350 keV/10 Ma. *JFN*, 1, ISSN 1978-8738, 31-44.
- Fernane, F., & Zafour, A. H. (2013). Treatment Water Polutted with Heavy Metal by Sorption on Hydroxyapatites. *ICOEST'2013 - CAPPADPCIA*, 1-6
- Ghahremani, D., Iman, M., Esmail, S., Mohsen, E., Sahebali, M., & Leila, K. (2013). Potential of Nano Crystalline Calcium Hydroxyapatite for Tin(II) Removal from Aqueous Solutions: Equilibria and Kinetic Processes. *Arabian Journal of Chemistry*, 10, S461-S471
- Herlina. (2014). Studi Adsorpsi-Desorpsi Zat Warna Methylene Blue dalam Kitosan. *Tesis*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga.
- Ismadji, S., & Bhatia, S. K. (2000). Adsorption of Flavor Esters on Granular Activated Carbon, *The*

Canadian Journal of Chemical Engineering, 78, 892-901

- Moayyeri, N., Saeb, K., & Biazaar, E. (2013). Removal of Heavy Metals (Lead, Cadmium, Zinc, Nickel and Iron) from Water by Bio-Ceramic Absorbers of Hydroxyapatite Microparticles. *Int. J. Mar. Sci. Eng.*, 3(1), 13-16
- Munawaroh, I. (2012). Pemanfaatan Bonggol Jagung sebagai Adsorben Rhodamin B dan Metanil Yellow. *Skripsi*. Yogyakarta: UIN Sunan Kalijaga
- Prasetyo, K., Yelmida, A., & Komalasari. (2018). Adsorpsi Logam Cd, Cu, dan Pb dengan Menggunakan Hidroksiapatit (HAp) Sebagai Adsorben. *Jom FTEKNIK*, 5(2)
- Puspitasari, R. Y. (2012). Pengaruh Massa Adsorben, Waktu Adsorpsi dan Konsentrasi Pewarna terhadap Daya Adsorpsi Bentonit pada Pewarna Direct Red Teknis. *Skripsi*. Yogyakarta: Universitas Negeri Yogyakarta
- Sanada, R. Aliah. (2014). Adsorpsi Zat Warna Kationik (Methylene Blue) Menggunakan Karbon Aktif Tempurung Kelapa dan Batu Bara serta Efisiensi Regenerasinya. *Skripsi*. Depok: Universitas Indonesia
- Widjajanti, E., Regina, T. P., & M. Pranjoto., (2011). Pola Adsorpsi Zeolit terhadap Pewarna Azo Metil Merah dan Metil Jingga. *Prosiding Seminar Nasional Penelitian, Pendidikan dan Penerapan MIPA*, Universitas Yogyakarta, K15-K22