

ADSORPSI ZAT WARNA BIRU METILENA OLEH LEMPUNG BENTONIT AKTIF

Susilawati

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam,
Universitas Syiah Kuala, Darussalam 23111, Banda Aceh
Email: usilawatiaceh@yahoo.com

ABSTRACT

Study on bentonite adsorbent properties such as bentonite optimum activation condition, effect of sulfuric acid concentration, activation temperature and activation time to decolorization of methylene blue has been conducted. The study was started by activation of bentonite upon methylene blue. The data was analyzed by statistical method: Least Significant Difference (LSD or BNT). It is found that the mass of bentonite significantly affected ($P < 0,01$) on the decolorization percentage of methylene blue. The optimum condition of adsorption showed that the concentration of activating agent (sulfuric acid) was 20%, activation temperature at 110°C and activation time was 30 minutes. On this optimum condition, the bentonite absorbed methylene blue up to 93.30%.

Keywords: *Bentonite, Methylene Blue, Activation, Decolorization*

PENDAHULUAN

Lempung bentonit merupakan suatu mineral komoditi yang dapat memberikan keuntungan yang banyak, baik bagi pengusaha maupun bagi Negara dalam menambah devisa. Potensi endapannya cukup banyak tersebar di beberapa daerah di Indonesia, dan umumnya terdapat dalam bentuk ka-bentonit. Di daerah Aceh, lempung jenis ka-bentonit ini terdapat dalam jumlah yang sangat besar. Salah satu lokasi yang telah diselidiki oleh personil Kantor Wilayah Departemen Pertambangan dan Energi Banda Aceh yaitu di Daerah Kuala Dewa Kabupaten Aceh Utara^[1].

Lempung bentonit dapat dijadikan sebagai adsorben^[2]. Penggunaan lempung bentonit sebagai adsorben karena mempunyai beberapa keunggulan yaitu mempunyai struktur berlapis, kemampuan mengembang (swelling) dan memiliki kation-kation yang dapat dipertukarkan (3,4). Struktur bentonit terdiri atas tiga lapisan yang tersusun dari dua lapisan silika tetrahedral dan satu lapisan

oktahedral berpusat Al. Diantara lapisan oktahedral dan tetrahedral terdapat kation monovalent dan bivalent, seperti K^+ , Na^+ , Ca^{2+} dan Mg^{2+} ^[5,6]. Meskipun lempung bentonit sangat berguna untuk adsorpsi, namun kemampuan adsorpsinya terbatas^[3,7]. Kelemahan tersebut dapat diatasi melalui proses aktivasi menggunakan asam. Aktivasi lempung bentonit menggunakan asam menghasilkan situs aktif dan keasaman permukaan lebih besar dibandingkan sebelum aktivasi^[3, 8], sehingga dihasilkan lempung dengan kemampuan adsorpsi yang lebih tinggi^[3,9].

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi dewasa ini, di samping memberikan dampak positif juga memberikan dampak negatif bagi lingkungan seperti masalah limbah cair industri. Salah satu penghasil limbah cair adalah industri tekstil, terutama dalam proses pewarnaan^[10]. Biru metilena adalah salah satu zat warna kationik yang banyak terdapat dalam limbah cair industri tekstil.

Zat warna ini merupakan zat warna dasar yang digunakan dalam proses pewarnaan kulit, kain mori, kain katun dan wol^[11,12]. Penggunaan biru metilena dapat menimbulkan beberapa efek, seperti iritasi kulit bila tersentuh kulit, iritasi saluran pernafasan jika tertelan dan menimbulkan sianosis jika terhirup, selain itu zat warna tekstil bersifat toksik dan non-biodegradable^[13,14]. Bila pembuangan limbahnya tidak ditangani secara khusus maka dapat mencemari lingkungan.

Proses penghilangan zat warna dalam limbah cair telah diteliti oleh beberapa peneliti melalui reaksi oksidasi, reaksi anaerob, reaksi fotokatalisis, metode koagulasi, penukar ion, dan ozonasi, akan tetapi metode tersebut membutuhkan biaya yang relatif tinggi^[15,16]. Adsorpsi merupakan metode yang sangat efektif dalam pengolahan limbah cair^[17], terutama untuk menghilangkan zat warna, karena metoda ini relatif sederhana dan mudah dilakukan. Beberapa peneliti menggunakan karbon aktif untuk mengadsorpsi zat warna dalam limbah tekstil tetapi harganya relatif mahal dan sulit diregenerasi^[11,18], sehingga penelitian ini menggunakan Lempung bentonit aktif sebagai adsorben karena di samping mempunyai struktur berlapis dengan kemampuan mengembang^[3], juga ketersediaannya melimpah, harganya murah dan dapat diregenerasi^[19]. Aktivasi lempung bentonit menggunakan asam sulfat karena asam sulfat memiliki bilangan ekuivalen H^+ lebih tinggi dibanding asam klorida atau asam nitrat^[3]. Berdasarkan hal di atas maka pada penelitian ini dipelajari kemampuan daya serap bentonit yang telah diaktifkan terhadap dekolorisasi zat warna biru metilena.

METODOLOGI PENELITIAN

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Akuades, H_2SO_4 , biru metilena ($C_{16}H_{18}N_3SCl \cdot 3H_2O$ C.I. 52015) dan lempung jenis ca-bentonit yang diperoleh dari Kuala Dewa Kabupaten Aceh Utara. Alat yang digunakan yaitu kertas saring, labu ukur, buret digital, magnetic stirrer, cawan petri, corong burner, erlemeyer, condenser, oven, penyaring vakum, pH-meter, termokopel, timbangan analitik, waterbath, dan spektrofotometer.

Pengaktifan Bentonit

Sampel bentonit mula-mula dicuci dengan air untuk menghilangkan tanah dan kotoran, kemudian dikeringkan dan digiling sampai ukuran 80-100 mesh. Selanjutnya dalam tempat terpisah masing-masing sebanyak 12,5 g bentonit dimasukkan ke dalam erlemeyer dan diaktifkan dengan penambahan H_2SO_4 pada konsentrasi 5, 20, dan 35 %. Temperatur pengaktifan adalah 60, 85, dan 110 °C, sedangkan waktu pengaktifan adalah 10, 30, dan 50 menit. Bentonit yang telah aktif dicuci dengan akuades panas sampai keasamannya menjadai netral lalu disaring. Residu pada kertas saring dimasukkan ke dalam cawan petri dan dikeringkan dalam oven pada suhu 110°C selama 1-2 jam.

Tahap Analisis

Sebanyak 100 mL larutan biru metilena dengan konsentrasi 1000 ppm dimasukkan ke dalam erlemeyer dan ditambahkan 2 g bentonit aktif, lalu diaduk selama 30 menit. Kemudian disaring dan filtratnya diuji dengan spektrofotometer pada panjang gelombang maksimum. Prosedur di atas diulangi hingga tiga kali untuk masing-masing variabel.

Analisis Data

Data dianalisis secara statistik dengan menggunakan sidik ragam. Untuk membedakan pengaruh dari masing-masing perlakuan digunakan uji beda nyata terkecil.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pengukuran panjang gelombang larutan biru metilena memberikan nilai absorbansi maksimum 0,1308 pada panjang gelombang 662 nm. Nilai ini tidak jauh berbeda dengan literatur yaitu 664 nm. Oleh karena itu analisis dilakukan pada panjang gelombang 662 nm. Hasil analisis dekolorisasi larutan biru metilena akibat kombinasi perlakuan konsentrasi H_2SO_4 , temperatur pengaktifan, dan waktu pengaktifan dapat dilihat dalam Tabel 1.

Tabel 1 memperlihatkan bahwa pada konsentrasi H_2SO_4 5% dan 20% semakin tinggi temperatur dan semakin lama waktu pengaktifan maka persen dekolorisasi larutan

biru metilena yang dihasilkan semakin besar, tetapi pada konsentrasi 35% terjadi penurunan. Hal ini disebabkan oleh kualitas atau luas permukaan dari bentonit yang dihasilkan pada proses pengaktifan berbeda-beda. Persen dekolorisasi maksimum diperoleh pada kombinasi perlakuan konsentrasi H₂SO₄ 20%, temperatur pengaktifan 110⁰C, dan waktu pengaktifan 30 menit yaitu 93,30.

Hasil analisis sidik ragam dekolorisasi larutan biru metilena menunjukkan bahwa akibat kombinasi perlakuan konsentrasi H₂SO₄, temperatur pengaktifan dan waktu pengaktifan berpengaruh sangat nyata (P < 0,01) terhadap dekolorisasi larutan biru metilena. Untuk melihat pengaruh utama dari ketiga kombinasi tersebut, maka dilakukan uji BNT. Data hasil uji BNT dapat dilihat dalam Tabel 2. Hasil uji BNT terlihat bahwa persen dekolorisasi larutan biru metilena pada konsentrasi H₂SO₄ 20%, temperatur pengaktifan 110⁰C, dan waktu pengaktifan 30 menit berbeda sangat nyata dengan

dekolorisasi larutan biru metilena pada kombinasi perlakuan yang lain. Berdasarkan Tabel 1 dan Tabel 2 dapat dijelaskan sebagai berikut: Persen dekolorisasi larutan biru metilena bergantung pada luas permukaan dari bentonit. Luas permukaan dari bentonit ini dipengaruhi oleh konsentrasi H₂SO₄, temperatur pengaktifan, dan lamanya waktu pengaktifan.

Penambahan H₂SO₄ menyebabkan permukaan bentonit menjadi lebih porous karena asam ini mudah terionisasi dan sangat reaktif terhadap ion-ion yang terdapat pada bentonit.

Penambahan H₂SO₄ menyebabkan terjadinya pergantian ion-ion K⁺, Na⁺ dan Ca⁺⁺ dengan ion H⁺. Pergantian ini mengakibatkan terjadinya pelepasan ion Al, Mg, Fe dan pengotor-pengotor lainnya pada kisi-kisi struktur kristal bentonit. Hal ini membuat bentonit menjadi aktif, luas permukaannya menjadi lebih besar dan sifat penyerapannya semakin bertambah besar.

Tabel 1. Analisa Rata-rata Dekolorisasi Larutan Biru Metilena (%) Akibat Kombinasi Perlakuan Konsentrasi H₂SO₄, Temperatur Pengaktifan, dan Waktu Pengaktifan.

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Temperatur Pengaktifan (°C)								
	60			85			110		
	Waktu Pengaktifan (menit)			Waktu Pengaktifan (menit)			Waktu Pengaktifan (menit)		
	10	30	50	10	30	50	10	30	50
5	84,10	84,35	85,46	85,59	86,05	87,00	88,50	90,15	90,32
	84,15	84,30	85,40	85,55	86,00	87,00	88,48	90,15	90,35
	84,13	84,35	85,45	85,60	86,07	87,05	88,47	90,13	90,35
Rata-rata	84,13	84,33	84,44	85,58	86,04	87,02	88,48	90,14	90,34
20	91,15	91,30	91,40	92,14	92,30	92,45	92,87	93,28	93,15
	91,15	91,25	91,47	92,15	92,25	92,47	92,80	93,30	93,20
	91,10	91,27	91,43	92,10	92,30	92,45	93,00	93,32	93,25
Rata-rata	91,13	91,27	91,43	92,13	92,28	92,46	92,89	93,30	93,20
35	92,35	92,30	92,35	91,90	91,65	91,25	91,00	90,75	90,40
	92,45	92,27	92,14	91,85	91,62	91,15	90,75	90,70	90,45
	92,40	92,25	92,10	91,80	91,65	91,20	90,95	90,72	90,42
Rata-rata	92,40	92,27	92,20	91,85	91,64	91,20	90,90	90,72	90,42

Tabel 2. Hasil Uji BNT: Pengaruh Utama dan Kombinasi Perlakuan Konsentrasi H₂SO₄, Temperatur Pengaktifan, dan Waktu Pengaktifan terhadap Persentase Dekolorisasi Larutan Biru Metilena.

Konsentrasi H ₂ SO ₄ (%)	Temperatur Pengaktifan (°C)								
	60			85			110		
	Waktu Pengaktifan (menit)			Waktu Pengaktifan (menit)			Waktu Pengaktifan (menit)		
	10	30	50	10	30	50	10	30	50
5	84,13 ^a	84,33 ^b	84,44 ^c	85,58 ^d	86,04 ^e	87,02 ^f	88,48 ^g	90,14 ^h	90,34 ⁱ
20	91,13 ^m	91,27 ^o	91,43 ^p	92,13 ^s	92,28 ^u	92,46 ^w	92,89 ^x	93,30 ^z	93,20 ^y
35	92,40 ^v	92,27 ^u	92,20 ^t	91,85 ^f	91,64 ^q	91,20 ⁿ	90,90 ^l	90,72 ^k	90,42 ^j

Semakin luas permukaan bentonit maka semakin banyak zat warna biru metilena yang teradsorpsi. Persen dekolorisasi maksimum kemungkinan disebabkan oleh luas permukaan dari bentonit paling maksimum sehingga penyerapan yang terjadi juga maksimum. Menurut Harjanto, Semakin luas permukaan bentonit maka semakin banyak zat-zat kimia yang dapat terbawa (melekat) atau semakin sempurna pori-pori yang terisi, bentonit yang telah diaktifkan mempunyai luas permukaan 100-200 m²/gram atau kira-kira dua kali lebih luas dari bentonit alam (19). Harga ini akan meningkat bila konsentrasi asam yang dipergunakan dalam pengaktifan tersebut makin tinggi. Tetapi pada konsentrasi tertentu akan terjadi penurunan kembali bila proses pemanasan dilakukan pada suhu rendah. Di samping itu bentonit yang diaktifkan dengan menggunakan asam sulfat, luas permukaannya akan menurun bila konsentrasi asam telah mencapai 25% - 35% (20). Jika konsentrasi terlalu besar akan menyebabkan rusaknya struktur bentonit dan bila konsentrasi terlalu rendah menyebabkan tidak sempurnanya pembentukan situs aktif.

Persen dekolorisasi juga dipengaruhi oleh temperatur dan lamanya waktu pengaktifan. Bila temperatur pengaktifan terlalu rendah akan menurunkan kualitas daripada bentonit dan mengakibatkan menurunnya persen dekolorisasi dari larutan biru metilena. Temperatur pengaktifan terbaik adalah di sekitar 110°C. demikian pula bila waktu pengaktifan terlalu lama, juga akan menurunkan kualitas daripada bentonit.

KESIMPULAN

Akibat kombinasi perlakuan konsentrasi asam sulfat, temperatur pengaktifan, dan waktu pengaktifan bentonit, berpengaruh sangat nyata ($P < 0,01$) terhadap persentase dekolorisasi larutan biru metilena. Dari hasil uji beda nyata terkecil diperoleh kondisi optimum pengaktifan bentonit, yaitu pada konsentrasi asam sulfat 20% temperature pengaktifan 110°C dan waktu pengaktifan 30 menit. Persentase dekolorisasi larutan biru metilena pada kondisi optimum pengaktifan bentonit adalah 93,30%.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Nurul Alam Naqiatuddin yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

1. S. Jarot, Penyebaran Endapan Lempung di Provinsi Daerah Istimewa Aceh, Kantor Wilayah Departemen Pertambangan dan Energi, Banda Aceh, (1986).
2. Laila Al-Khatib, 2Feras Fraige, 1Mohammad Al-Hwaiti and 1Omar Al-Khashman
3. Adsorption from Aqueous solution onto Natural and Acid Activated Bentonite, *American Journal of Environmental Science*, 8 (5), 510-522, (2012).

4. P.Suarya, Adsorpsi Pengotor minyak Daun Cengkeh Oleh Lempung Teraktivasi Asam, *Jurnal Kimia*, Vol 4, No.1, hal 19-24, (2003)
5. K. Katti and D. Katti, Effect of Clay-Water Interactions on Swelling in
6. Montmorillonite Clay, Department of Civil Engineering and Construction
7. North Dakota State University, Fargo 2001.
8. Ren Jian-min, Wu Si-wei, Jin Wei, Adsorption of Crystal Violet onto BTEA- and CTMA-bentonite from Aqueous Solutions, *World Academy of Science, Engineering and Technology Vol:4 -05-23*, (2010).
9. R.E. Grim, *Clay Mineralogy-Second Edition*. Mc.Graw-Hill Book Company, New York, (1968).
10. P.Cool, and E.F. Vansant, *Pillared Clays: Preparation, Characterization and Application*, *Molecular Sieves*, Springer. (1988).
11. P. Komadel, *Chemically Modified Smectites*, *Slovak Academy of Sciences, Slovakia, Clay Mineral*, 38, 127-138, (2003).
12. P. Kumar, and R.V Jasra, Evolution of Porosity and Surface Acidity in Montmorillonite Clay on Acid Activation, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 34,1440 – 1448. (1995)
13. V.K. Gupta. and Suhas, Application of low-cost adsorbents for dye removal--a review, *J. Environ. Manage.*, 90: 2313-2342. PMID: 19264388, (2009).
14. F.S. Hashem, Adsorption of Methylene Blue from Aqueous Solutions using Fe₃O₄/ Bentonite Nanocomposite. *Hydrol Current Res* 3:143, (2012).
15. J.Yang, K.Qiu, Preparation of activated carbons from walnut shells via vacuum chemical activation and their application for methylene blue removal, *Chem Eng J.* 165(1):209–17. (2010).
16. F.S. Hachem, Removal of Methylene Blue Magnetite Covered Bentonite Nano-Composite, *Eur. Chem. Bull*, 2(8), 524-529, (2013).
17. A. Srinivasan and T. Viraraghavan, Decolorization of dye wastewaters by biosorbents: A review. *J. Environ. Manage.*, 91: 1915-1929, PMID: 20627542, (2010).
18. MH. Erampoush, GR.Moussavi, MT. Ghaneian, S. Rahimi, M. Ahmadian, Removal of Methylene Blue from Textile Simulated Sample Using Tubular Reaktor and TiO₂/UV-C Photocatalytic Process, *Iran Journal of Environ Health Sci. & Eng*, 8: 35-40, (2011).
19. ZY. Yao, LH. Wang, .H. Qi, Biosorption of Methylene Blue onto tartaric Acid Modified Wheat Bran from Aqueous Solution, *Iranian Journal of Helth Sci & Eng.*, 9. 16,(2012).
20. S. Hashemian Modified Sawdust for removal of methyl violet (basic dye) from aqueous solutions. *Asian J. Chem.*, 21: 3622-3630.(2009).
21. R. McCabe, *Clay Chemistry*, Edisi Kedua, John Wiley & Sons, Inc., Oxford, 1996.
22. S. Harjanto, Lempung, Ziolit, Dolomit dan Magnesit, Direktorat Sumber Daya Mineral, Jakarta, 1987.
23. A. Riyanto, *Bahan Galian Industri Bentonit*, Direktorat Jendral Pertambangan Umum, Pusat Penelitian dan Pengembangan Mineral, Bandung, 1994.