

Pengaruh Ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo Terhadap Daya Adsorpsinya pada Larutan Metil Orange

The Effect of SiO₂ Extraction from Lapindo Mud on Its Adsorption Power on Methyl Orange Solution

Ika Fitri Ulfindrayani^{1*)}, Nurani Ikhlas²⁾, Qurrota A'yuni³⁾, Nurull Fanani¹⁾, Binaria Lumban Gaol⁴⁾, Devi Lestari⁴⁾

¹⁾Universitas Teknologi Surabaya, Teknik Elektro

²⁾Institut Teknologi Pembangunan Surabaya, Teknik Lingkungan

³⁾Universitas Airlangga, Kimia

⁴⁾Institut Teknologi Sepuluh Nopember

*email: ikafitriu@gmail.com

Received: 13/09/19; Revised: 14/11/19; Accepted: 19/11/19

Abstrak

Metil orange merupakan salah satu zat warna yang banyak digunakan di industri tekstil. Metil orange ini tergolong ke dalam zat warna yang berbahaya bagi lingkungan. Salah satu metode yang baik digunakan untuk mengurangi bahaya dari metil orange yaitu metode adsorpsi. SiO₂ diketahui memiliki sifat adsorben yang baik karena memiliki struktur dan sifat permukaan yang stabil terhadap bahan kimia. Lumpur Lapindo merupakan salah satu sumber SiO₂ yang keberadaannya melimpah. Kandungan SiO₂ pada Lumpur Lapindo yakni sebesar 55%. Tingginya kandungan SiO₂ dalam Lumpur Lapindo, membuat lumpur lapindo memiliki daya adsorpsi yang baik. Pada penelitian ini Lumpur Lapindo digunakan sebagai adsorben untuk metil orange. Proses adsorpsi dilakukan dengan metode *batch*. Lumpur Lapindo dipreparasi terlebih dahulu untuk mengetahui pengaruhnya terhadap daya adsorpsi pada Metil orange. Preparasi dilakukan dengan ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo menggunakan metode kopresipitasi yang dapat meningkatkan kemurnian SiO₂ dari 50% menjadi 78,6%. SiO₂ hasil ekstraksi memiliki %*removal* dan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dibandingkan dengan lumpur Lapindo masing-masing sebesar 81,39% dan 0,081mg/g.

Kata kunci: adsorpsi, lumpur Lapindo, material, metil orange, SiO₂

Abstract

Methyl orange is one of the dyes that are widely used in the textile industry. Methyl orange is classified as a dye that is harmful to the environment. One good method that used to reduce the danger of Methyl orange is the adsorption. SiO₂ have good adsorbent properties because it has stable structure and surface properties. Lapindo mud is an abundant source of SiO₂. Content of SiO₂ in Lapindo mud is about 55%. Because of that, Lapindo mud has good adsorption capacity. In this study Lapindo mud is used as an adsorbent for Methyl orange. The adsorption process is carried out by the batch method. Before being used as an adsorbent, Lapindo mud was prepared to determine its effect on the adsorption power of Methyl orange. Extracting SiO₂ from Lapindo mud using the coprecipitation method can increase the purity of SiO₂ from 50% to 78.6%. The extracted SiO₂ has a higher % removal and adsorption capacity compared to Lapindo Mud of 81.39% and 0.081mg/g, respectively.

Keywords: adsorption, Lapindo mud, materials, methyl orange, SiO₂

Pengaruh Ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo Terhadap Daya Adsorpsinya pada Larutan Metil Orange

PENDAHULUAN

Industri tekstil di Indonesia mengalami perkembangan yang cukup pesat. Pada tahun 2017, peningkatan ekspor industri tekstil meningkat sebesar 1,92% dibandingkan dengan periode yang sama tahun sebelumnya. Peningkatan tersebut membawa dampak yang positif terhadap pembangunan negara di sektor perindustrian. Namun, hal tersebut juga membawa dampak yang kurang baik terhadap lingkungan karena dengan meningkatnya industri tekstil dapat menyebabkan pencemaran lingkungan akibat limbah yang dihasilkan. Limbah industri tekstil tersebut banyak mengandung zat-zat pewarna dan aditif lainnya yang berbahaya bagi lingkungan (Venkantaraman, 1972). Zat pewarna merupakan komponen utama yang terdapat pada limbah industri tekstil. Pada umumnya zat pewarna mengandung senyawa aromatik yang membuat molekul zat pewarna tersebut lebih stabil sehingga sulit mengalami degradasi. Hal ini menyebabkan sulitnya sinar matahari masuk ke dalam ekosistem sungai sehingga berdampak buruk pada ekosistem sungai tersebut (Forgacs *dkk.*, 2004). Oleh karena itu, limbah industri tekstil perlu diolah terlebih dahulu sebelum dialirkan ke saluran pembuangan.

Pengolahan limbah industri tekstil dapat dilakukan dengan beberapa metode yaitu ekstraksi fasa padat (Wu *dkk.*, 2015) presipitasi (Sheng *dkk.*, 2016), penukar ion (Elkady *dkk.*, 2016) dan teknologi elektrokimia (Bassyouni *dkk.*, 2016). Metode-metode tersebut banyak melibatkan bahan kimia yang dapat menghasilkan hasil samping sehingga memerlukan pengolahan lebih lanjut. Salah satu metode yang baik digunakan sebagai alternatif yaitu metode adsorpsi (Yu *dkk.*,

2014; Idris *dkk.*, 2011). Hal ini dikarenakan pada metode adsorpsi tidak ada hasil samping sehingga lebih efisien dan ekonomis (Idris *dkk.*, 2011). Penggunaan tanah liat sebagai adsorben yang memiliki komposisi utama SiO₂ seperti *montmorillonite*, bentonit dan kaolin banyak dilakukan karena material tersebut memiliki struktur dan sifat permukaan yang stabil terhadap bahan kimia dan luas permukaan yang besar sehingga dapat meningkatkan kapasitas adsorpsi (Jalil *dkk.*, 2010).

Lumpur Lapindo merupakan salah satu material dengan kandungan SiO₂ sebesar 55% (Mustopa *dkk.*, 2013). Kandungan SiO₂ dalam lumpur Lapindo yang tinggi membuat lumpur Lapindo memiliki daya adsorpsi yang baik. Sejak 30 Oktober 2008, lumpur mengalir dengan laju 100.000 m³/hari, dan angka ini diperkirakan akan berlanjut untuk 30 tahun berikutnya (Davies, 2007). Saat ini lumpur yang terus mengalir tersebut dibendung oleh tanggul yang cukup kuat, akan tetapi terdapat kemungkinan terjadi peluapan. Oleh karena itu, penelitian mengenai pemanfaatan lumpur Lapindo akan bermanfaat tidak hanya dari sudut pandang lingkungan tetapi juga ekonomi. Adanya SiO₂ dalam lumpur Lapindo diharapkan dapat mengurangi bahaya dari zat pewarna yang terdapat dalam limbah industri tekstil.

Pada penelitian ini, lumpur Lapindo tersebut akan digunakan sebagai adsorben pada proses pengolahan limbah industri tekstil, khususnya zat pewarna metil orange. Beberapa zat warna yang terdapat pada limbah industri tekstil yaitu Rodamin-B, Metil orange dan Metilen biru dimana konsentrasi zat warna yang paling besar yaitu zat warna Metil orange yakni sebesar 0,779 ppm (Rochma, & Titah, 2017). Zat pewarna metil orange tersebut berbahaya

Pengaruh Ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo Terhadap Daya Adsorpsinya pada Larutan Metil Orange

bagi lingkungan. Pada penelitian ini adsorpsi metil orange pada limbah industri tekstil akan dilakukan untuk mengurangi bahaya dari metil orange tersebut.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini yaitu seperangkat alat gelas, *magnetic stirrer*, *hot plate*, oven, neraca analitik, *X-Ray Fluorescence* (XRF) dan spektrofotometer UV-Vis.

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu lumpur Lapindo, Metil orange, Asam klorida (HCl), Natrium hidroksida (NaOH), kertas pH universal, kertas saring dan akuades.

Prosedur Penelitian

Penelitian ini terdiri dari tiga tahap utama, yaitu preparasi lumpur Lapindo, karakterisasi lumpur Lapindo dan uji adsorpsi terhadap Metil orange melalui metode *batch*.

Preparasi Lumpur Lapindo

Lumpur Lapindo yang digunakan pada penelitian ini diambil sekitar 2 km dari pusat semburan lumpur. Hal ini dikarenakan lumpur dengan radius sekitar 2 km masih banyak mengandung senyawa yang baik untuk digunakan sebagai adsorben. Lumpur Lapindo yang didapatkan kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 105°C selama 5 jam. Padatan kering yang didapatkan digerus hingga halus. Padatan tersebut digunakan sebagai adsorben Lumpur Lapindo tanpa preparasi.

Ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo

Ekstraksi SiO₂ dari lumpur Lapindo dilakukan dengan metode kopresipitasi sesuai penelitian yang telah dilakukan oleh

Budiarti *dkk.* (2017). Lumpur Lapindo yang telah dikeringkan dilarutkan dalam NaOH. Campuran tersebut kemudian dipanaskan dan diaduk hingga homogen. Larutan tersebut kemudian disaring dan filtrat yang didapatkan ditetesi dengan HCl hingga pH larutan netral dan endapan putih sudah terbentuk. Suspensi yang dihasilkan selanjutnya disaring dan endapan putih yang dihasilkan dicuci dengan akuades.

Karakterisasi Lumpur Lapindo

Karakterisasi dengan XRF bertujuan untuk mengetahui komposisi kandungan lumpur Lapindo dan hasil ekstraksi. Padatan yang akan dikarakterisasi dihaluskan kemudian diletakkan dalam *sample holder*, kemudian disinari dengan sinar-X. Setelah itu akan diperoleh data berupa presentase unsur yang terkandung pada sampel.

Uji Adsorpsi Lumpur Lapindo

Uji adsorpsi dilakukan dengan metode *batch* dimana lumpur Lapindo direndam dalam larutan metil orange sambil diaduk dalam kurun waktu tertentu. Pada penelitian ini konsentrasi awal metil orange yang digunakan adalah 20 ppm. Konsentrasi Metil orange sebelum dan sesudah reaksi dianalisa dengan spktrofotometer UV-Vis.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Lumpur Lapindo

Lumpur Lapindo yang telah dipreparasi kemudian dianalisa kandungan unsur nya dengan XRF. Hasil dari analisa XRF dapat dilihat pada Tabel 1. Hasil menunjukkan bahwa kandungan utama dari lumpur Lapindo yaitu SiO₂, Al₂O₃, K₂O, CaO dan Fe₂O₃. Hal ini sesuai dengan penelitian Jalil *dkk.* (2010), bahwa

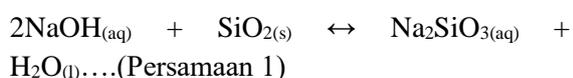
Pengaruh Ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo Terhadap Daya Adsorpsinya pada Larutan Metil Orange

senyawa SiO₂ dan Al₂O₃ merupakan senyawa utama yang terdapat pada lumpur Lapindo.

Tabel 1. Hasil analisa XRF pada Lumpur Lapindo yang telah dipreparasi

Senyawa	Konsentrasi (%)	
	Tanpa Perlakuan	SiO ₂ Hasil Ekstraksi
Al ₂ O ₃	8	0
SiO ₂	50	78,6
K ₂ O	2,46	2,57
Fe ₂ O ₃	27,7	0,67

Dari Tabel 1 dapat dilihat bahwa proses ekstraksi SiO₂ pada lumpur Lapindo dapat meningkatkan kemurnian SiO₂ dari 50% menjadi 78,6%. Hal ini menunjukkan bahwa SiO₂ dapat terekstraksi dengan baik. Metode yang digunakan untuk ekstraksi SiO₂ ini merupakan metode kopresipitasi sesuai dengan penelitian yang telah dilakukan oleh Puspitasari *dkk.* (2017). SiO₂ dalam lumpur Lapindo direaksikan dengan NaOH sehingga menghasilkan larutan Na₂SiO₃ sesuai dengan reaksi pada Persamaan 1.

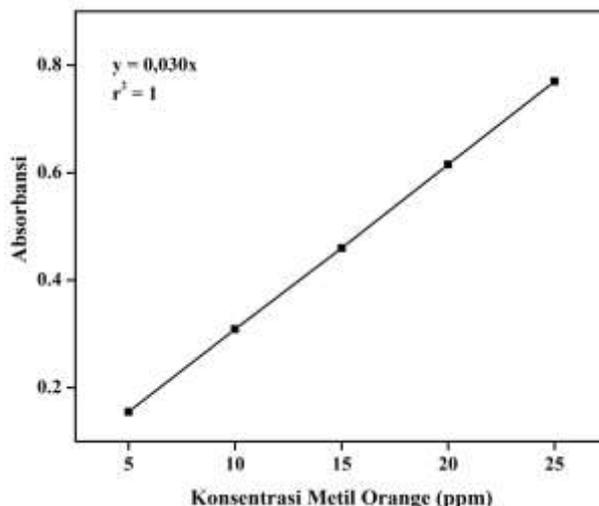


Penambahan NaOH berfungsi untuk melarutkan SiO₂ menjadi Na₂SiO₃. Setelah dilakukan penyaringan, filtrat yang mengandung senyawa silika kemudian diendapkan kembali menjadi SiO₂ dengan menetralkan pH larutan. Endapan putih yang terbentuk merupakan padatan SiO₂ yang telah terekstrak dari lumpur Lapindo.

Uji Adsorpsi

Pembuatan kurva kalibrasi larutan metil orange dilakukan terlebih dahulu sebelum uji adsorpsi. Larutan standar Metil

orange dibuat dengan variasi konsentrasi yaitu 5; 10; 15; 20; 25 ppm. Larutan tersebut diukur absorbansinya dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 465 nm. Kurva kalibrasi dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Kurva Kalibrasi Larutan Metil Orange

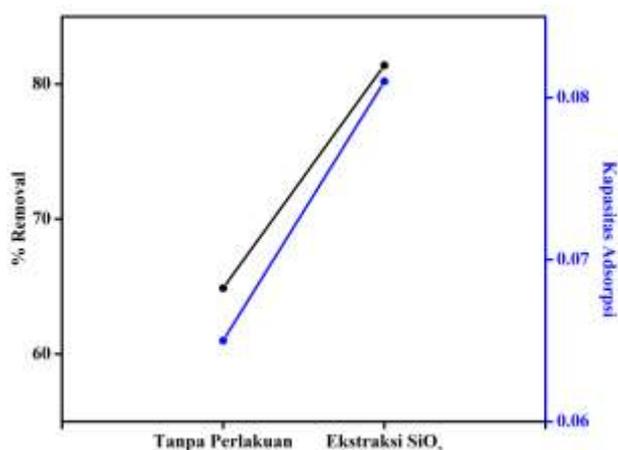
Data yang didapatkan dari uji adsorpsi berupa data %removal dan kapasitas adsorpsi yang dihitung menggunakan persamaan berikut :

$$\% \text{ Removal} = \frac{(C_o - C_e)}{C_o} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

$$qt = \frac{(C_o - C_e) V}{m} \dots \dots \dots (2)$$

C_o dan C_e merupakan konsentrasi metil orange (mg/L) dalam larutan sebelum dan sesudah adsorpsi. q_t merupakan kapasitas adsorpsi (mg/g). Simbol V merupakan volume dari larutan zat warna yang digunakan (L) dan m merupakan massa dari adsorben yang digunakan (g).

Pengaruh Ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo Terhadap Daya Adsorpsinya pada Larutan Metil Orange



Gambar 2. Hasil Uji Adsorpsi Metil Orange pada Lumpur Lapindo

Hasil uji adsorpsi dapat dilihat pada Gambar 2 yang menunjukkan bahwa padatan SiO₂ hasil ekstraksi memiliki %removal dan kapasitas adsorpsi yang lebih tinggi dari lumpur Lapindo tanpa perlakuan. SiO₂ hasil ekstraksi memiliki %removal dan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 81,39% dan 0,081 mg/g. Hal ini dikarenakan kemurnian SiO₂ yang tinggi dapat memaksimalkan fungsinya sebagai adsorben.

KESIMPULAN

Ekstraksi SiO₂ dari lumpur Lapindo dapat meningkatkan kemurniannya dari 50% menjadi 78,6%. Uji adsorpsi menunjukkan bahwa kemurnian SiO₂ berpengaruh pada kemampuan adsorpsi dari lumpur Lapindo. SiO₂ hasil reaksi memiliki %removal dan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 81,39% dan 0,081 mg/g. Sedangkan, lumpur Lapindo tanpa perlakuan memiliki %removal dan kapasitas adsorpsi masing-masing sebesar 64,89% dan 0,065 mg/g. Hal ini dikarenakan kemurnian SiO₂ yang tinggi dapat memaksimalkan fungsinya sebagai adsorben.

UCAPAN TERIMA KASIH

Peneliti ingin mengucapkan terima kasih kepada Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi karena telah memberikan dukungan secara finansial kepada kami untuk dapat melaksanakan penelitian ini. Selain itu, peneliti juga ingin mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Kimia Material dan Energi, Departemen Kimia, Fakultas Sains, ITS yang telah mendukung kami dalam hal pemenuhan sarana dan pra sarana selama penelitian berlangsung.

DAFTAR RUJUKAN

- Bassyouni, D. G., Hamad, H. A., El-Ashtouky, E. -S.Z., Amin, N.K., & El-Latif, M. M. A. (2017). Comparative performance of anodic oxidation and electrocoagulation as clean processes for electrocatalytic degradation of diazo dye Acid Brown 14 in aqueous medium, *J. Hazard. Mater.*, 335(178–187).
- Budiarti, H. A., Puspitasari, R. N., Hatta, A. M. & Sekartedjo. (2017). Synthesis and Characterization of TiO₂@SiO₂ and SiO₂@TiO₂ Core-Shell Structure Using Lapindo Mud Extract via Sol-Gel Method. *Procedia Engineering*. 170(65-71).
- Davies, R. J., Swarbick, R. E., Evans, R. J., & Huuse, M, 2007, Birth of a Mud Volcano; East Java, *GSA*, 17 (2).
- Elkady, M., Shokry, H., & Hamad, H. (2016). Effect of superparamagnetic nanoparticles on the physicochemical properties of nano hydroxyapatite for groundwater treatment : adsorption mechanism of Fe(II) and Mn(II). *RSC Adv.*, 6(82244–82259).

Pengaruh Ekstraksi SiO₂ dari Lumpur Lapindo Terhadap Daya Adsorpsinya pada Larutan Metil Orange

- Forgacs, E., Cserh'ati, T., & Oros, G. (2004). Removal of synthetic dyes from wastewaters : a review. *Environ. Int.*, 30(953–971).
- Idris, M.N., Ahmad, Z.A., & Ahmad, M.A. (2011). Adsorption equilibrium of malachite green dye onto rubber seed coat based activated carbon, *Int. J. Basic Appl. Sci.*, 11 (3), 38–43.
- Jalil, A. A., Triwahyono, S., Adam, S. H., Rahim, N. D., Aziz, M. A. A., Hairom, N. H. H., Razali, N. A. M., Abidin, M. A. Z. & Mohamadiah, M. K. A. (2010). Adsorption of methyl orange from aqueous solution onto calcined Lapindo volcanic mud, *Journal of Hazardous Material*, 181(755–762).
- Mustopa, R. S., Adziimaa, A. F., Asy'ari, M. K. & Risanti, D. D. (2013). Physical properties characterization of Porong Sidoarjo mud and its potentials as CO gas adsorbent materials, *AIP Conf. Proc.*, 1554(75–78).
- Puspitasari, R. N. Budiarti, H. A., Hatta, A. M., Sekartedjo dan Risanti, D. D. (2017). Enhanced Dye-Sensitized Solar Cells Performance through Novel core-shell Structure of Gold Nanoparticles and nano-Silica Extracted from Lapindo Mud Vulcano. *Procedia Engineering*, 170(93-100).
- Rochma, N. & Titah, H. S. (2017). Penurunan BOD dan COD Limbah Cair Industri Batik Menggunakan Karbon Aktif Melalui Proses Adsorpsi Secara Batch, *Jurnal Teknik ITS*, 6 (2), 324-329.
- Sheng, G., Alsaedi, A., Shammakh, W., Monaque, S., Sheng, J., Wang, X., Li, H., & Huang, Y. (2016). Enhanced sequestration of selenite in water by nanoscale zero valent iron immobilization on carbon nanotubes by a combined batch, XPS and XAFS investigation. *Carbon*, 99(123–130).
- Venkataraman, K. (1972). *The Chemistry of Synthetic Dyes*, Vol 7. New York : *Academic Press*.
- Wu, Z.-L., Yang, H., Jiao, F.-P., Liu, Q., Chen, X.-Q., & Yu, J.-G. (2015). Carbon nano-particles pillared multi-walled carbon nanotubes for adsorption of 1-naphthol: thermodynamics, kinetics and isotherms. *Colloids Surf. A: Physicochem. Eng. Asp.*, 470(149–160).
- Yu, J.-G., Zhao, X.-H., Yang, H., Chen, X.-H., Yang, Q., Yu, L.-Y., Jiang, J.-H., & Chen, X.-Q. (2014). Aqueous adsorption and removal of organic contaminants by carbon nano-tubes: review, *Sci. Total Environ.*, 482–483(241–251).