

ADSORBSI LOGAM Cu(II) DAN METHYLEN BLUE MENGGUNAKAN SILIKA MESOPORI SBA-15

Ridhawati Thahir¹⁾, Syarif Ismail²⁾, Ridha Aulia²⁾, Abdul Wahid Wahab³⁾, Nursiah La Nafie³⁾, Indah Raya³⁾

¹⁾ Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

²⁾ Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang, Makassar

³⁾ Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar

ABSTRACT

In this study, the synthesis of mesoporous silica SBA-15 via hydrothermal treatment has been investigated by using Pluronic 123 as a direct structure agent and TEOS as precursor. Characterization was carry out through BET methode to calculate surface area, pore diameter, and pore volume. The results showed that the surface area of SBA-15 948 m²/g, pore volume 1.305 cc/g and pore diameter 55 Å. The maximum percentage removal of Cu(II) and methylene blue were 78% and 76%, respectively. The amount of capacity adsorption of SBA-15 were 76,4 mg/g for MB and 1532 mg/g for methylene blue. The present investigation introduced a new material silica mesoporous SBA-15 as an efficient adsorbent for removal of Cu(II) and methylene blue

Keywords: *silica mesoporous, SBA-15, adsorption, Cu(II), methylene blue*

1. PENDAHULUAN

Limbah logam berat dan zat warna merupakan sumber pencemaran air dan lingkungan. Salah satu limbah industri logam berat adalah logam tembaga (Cu) dan limbah zat warna adalah methylene blue (MB). Limbah Cu dan MB memiliki potensi pencemaran lingkungan karena memiliki sifat racun pada konsentrasi melebihi ambang batas sehingga menimbulkan efek toksisitas pada manusia maupun habitat lainnya [1–4].

Beberapa metode yang dapat digunakan untuk menghilangkan limbah logam Cu(II) dan MB adalah metode biologis, fisika, dan kimia. Metode biologis merupakan metode alternatif yang paling ekonomis jika dibandingkan dengan metode kimia atau fisika. Metode ini diantaranya berupa degradasi menggunakan bantuan mikroba dan merupakan sistem bioremediasi yang banyak diterapkan pada sistem pengolahan limbah industri. Namun, pengolahan dengan metode ini membutuhkan area yang luas. Selain itu, zat warna yang dihilangkan akan sulit didegradasi jika limbah warna memiliki struktur yang kompleks. Metode kimia seperti koagulasi atau flokulasi dapat menghilangkan warna. Namun, pengolahan dengan metode ini kemungkinan akan memunculkan masalah pembuangan yang baru karena menghasilkan *sludge*. Metode fisika yang dapat digunakan untuk menghilangkan zat warna dan logam Cu(II) diantaranya menggunakan proses adsorpsi. [5]

Proses adsorpsi lebih banyak digunakan untuk mengolah limbah industri, karena bersifat ekonomis, sederhana dan tidak menimbulkan efek racun serta mampu menghilangkan kontamin bahan organik maupun anorganik [6]. Adsorpsi terjadi pada permukaan adsorben yang disebabkan oleh gaya tarik antar molekul adsorbat dengan permukaan adsorben. Pada umumnya adsorben yang digunakan harus memiliki kemampuan adsorpsi yang besar. Hal ini dapat diperoleh jika adsorben memiliki sisi aktif, diameter pori dan volume pori yang besar.

Silika mesopori SBA-15 merupakan material berpori yang dapat digunakan sebagai adsorben karena memiliki luas permukaan yang besar dan struktur pori teratur [7]. Mehdi dkk (2011), memodifikasi silika mesopori SBA-15 sebagai adsorben untuk menjerap ion merkuri (Hg⁺). Adsorben SBA-15 memiliki kapasitas adsorpsi terhadap ion merkuri (Hg⁺) sebesar 10.6 mg/g dan daya adsorpsi hingga 85% [5]. Huang dkk 2011, juga memodifikasi silika mesopori SBA-15 dengan menambahkan ethylenediaminetetraacetic acid (EDTA) dan diaplikasikan sebagai adsorben untuk ion Pb(II). Kemampuan SBA-15 menjerap ion Pb(II) hingga 273.2 mg/g [8]. Ahda dkk (2016), mengaplikasikan MCM-41 sebagai adsorben methylene blue, hasil kinetika adsorpsi Al-MCM 41 terhadap metilen biru mengikuti kinetika adsorpsi pseudo orde dua dengan nilai koefisien determinasi (r²) sebesar 0,999 dan nilai konstanta laju adsorpsi Al-MCM 41 sebesar 10⁻² g.mg⁻¹.menit⁻¹ [9]. Adapun tujuan penelitian ini adalah menentukan kapasitas adsorpsi dan daya adsorpsi silika mesopori SBA-15 terhadap logam Cu(II) dan *methylene blue* yang disintesis melalui proses hidrotermal [10].

2. METODE PENELITIAN

¹ Korespondensi penulis: Ridhawati Thahir, Telp 081342608424, ridha331@poliupg.ac.id

Bahan yang digunakan untuk mensintesis SBA-15 adalah Pluronik 123, NH_4F , HCl 35%, TEOS 98%, *n-heptane*, *aquabides*, $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$, *methylene blue*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah: seperangkat alat gelas pyrex, oven, furnace, neraca analitik, hotplate, desikator, sonikator, termometer dan uji analisis pori menggunakan metode BET. Penelitian dilakukan selama kurang lebih 6 bulan (Februari-Juli 2018) di Laboratorium Teknologi Proses dan di Laboratorium Kimia Analitik Instrument pada Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Ujung Pandang.

Prosedur Penelitian:

1. Sintesis silika mesopori SBA-15

Sintesis dilakukan dengan melarutkan 2,4gram Pluronik 123 dan 0,027gram NH_4F ke dalam 84 ml larutan HCl 1,3 M. Larutan kemudian didinginkan menggunakan waterbath selama 1 jam 10°C . Tahap berikutnya adalah proses kondensasi larutan sampel. Penambahan TEOS 3,7 ml dan 1,2 ml *n-heptane* lalu dilakukan pengadukan selama 24 jam. Larutan dipindahkan ke dalam teflon tertutup untuk dilakukan proses hidrotermal.

Pada proses hidrotermal sampel ditempatkan pada teflon tertutup. Teflon yang digunakan dari bahan PTFE (poly tetra fluoro ethylene). Selanjutnya dimasukkan ke dalam oven pada 100°C selama 96 jam. Selanjutnya sampel didinginkan dan dimasukkan ke dalam tabung centrifuge. Pencucian sampel menggunakan *aquabides* hingga pH 5 dengan bantuan alat centrifuge untuk memisahkan endapan dan filtrat sampel. Sampel yang telah mencapai pH 5 dipindahkan ke cawan porselin untuk dilakukan proses pengeringan.

Proses dilanjutkan dengan pematangan gel yang terbentuk (aging). Tahap pematangan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam. Sampel kemudian dikalsinasi pada suhu 550°C selama 5 jam. Hasil dari proses ini adalah terbentuknya serbuk putih SBA-15. Analisis karakteristik SBA-15 menggunakan analisa metode BET

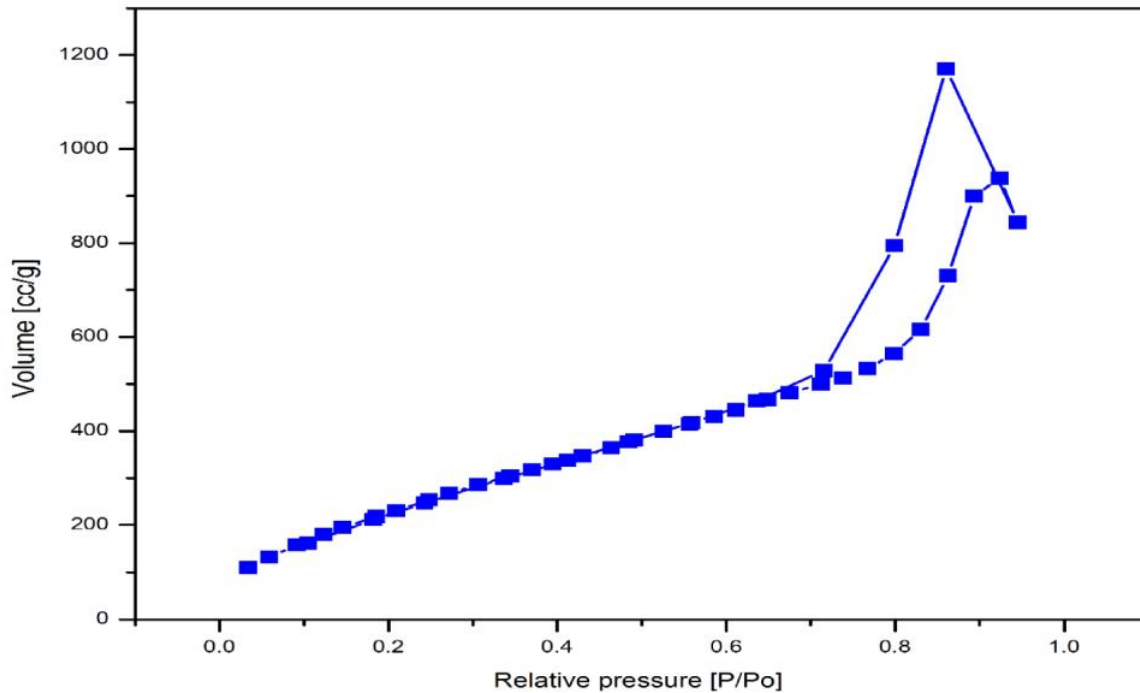
2. Adsorpsi silika mesopori SBA-15

Silika mesopori SBA-15 sebanyak 0,1 gram dimasukkan ke dalam masing-masing larutan Cu(II) 500 ppm dan *methylene blue* 100 ppm, kemudian dimasukkan ke dalam box adsorpsi dan diaduk dengan *magnetic stirrer*. Larutan diaduk dengan variasi waktu pengadukan 10, 20, 30, 40, 50, 60 menit. Selanjutnya larutan disentrifuge dengan kecepatan 200 rpm untuk memisahkan filtrat dan adsorben. Analisis Cu(II) dan MB yang terjerap dilakukan melalui pengukuran absorbansi filtrat menggunakan *spektrofotometri UV-Vis*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan *surface area* menggunakan Analisa *Bruneuer Emmet Teller (BET)*:

Material silika mesopori SBA-15 disintesis menggunakan metode hidrotermal. Metode hidrotermal merupakan proses pertumbuhan ukuran kristal yang disebabkan oleh pemanasan material oleh uap air. Preparasi template dengan P_{123} dan NH_4F dilakukan di bawah suhu kamar yaitu pada suhu 10°C . Selanjutnya dilakukan penambahan TEOS sebagai sumber silika pada silika mesopori SBA-15. Penentuan *surface area* menggunakan metode BET untuk menentukan luas permukaan, volume pori, dan diameter pori dari SBA-15. Berdasarkan literatur, SBA-15 masuk ke dalam kategori mesopori jika diameter porinya berada pada rentang 2–50 nm. Hasil pengujian BET menunjukkan *surface area* SBA-15 mencapai $948 \text{ m}^2/\text{g}$, volume pori 1.305 cc/g dan diameter pori sebesar 5.5 nm.



Gambar 1. Kurva adsorpsi-desorpsi silika mesopori SBA-15

Gambar 1 menunjukkan kurva adsorpsi-desorpsi SBA-15 mesopori yang merupakan hubungan antara *relative pressure* dan volume adsorpsi. Karakteristik kurva SBA-15 mesopori mendekati tipe IV isotherm adsorpsi-desorpsi dan tipe H1 *hysteresis loop* berdasarkan klasifikasi IUPAC yang merupakan ciri dari material mesopori.

Kapasitas dan Daya Adsorpsi SBA-15 Mesopori terhadap Logam Cu(II) dan Methylene Blue

SBA-15 yang telah disintesis kemudian diaplikasikan untuk menjerap logam Cu dan *methylene blue*. Kemampuan adsorpsi SBA-15 mesopori dilihat dari daya jerap dan kapasitas adsorpsinya. Daya adsorpsi SBA-15 mesopori terhadap logam Cu (II) dan *methylene blue* dihitung dengan mengevaluasi konsentrasi sebelum dan setelah proses adsorpsi. Sampel SBA-15 yang digunakan untuk mengadsorpsi logam Cu (II) dan MB adalah sampel yang memiliki luas permukaan mencapai 948 m²/g, volume pori 1,305 cc/g dan diameter pori sebesar 5,5 nm. Larutan logam Cu (II) dan MB masing-masing sebanyak 100 ml diadsorpsi dengan 0.1 gram sampel SBA-15 dengan konsentrasi awal Cu (II) 500 ppm dan konsentrasi awal MB 100 ppm.

Proses adsorpsi dilakukan dengan pengadukan menggunakan magnetic stirrer selama 3 jam. Pengambilan sampel untuk analisa spektrofotometri UV-vis pada 10, 20, 30, 40, 50, 60 menit. Hasil analisa spektrofotometri UV-Vis (absorbansi) kemudian dimasukkan ke kurva standar (konsentrasi vs absorbansi) untuk diukur daya adsorpsinya menggunakan rumus:

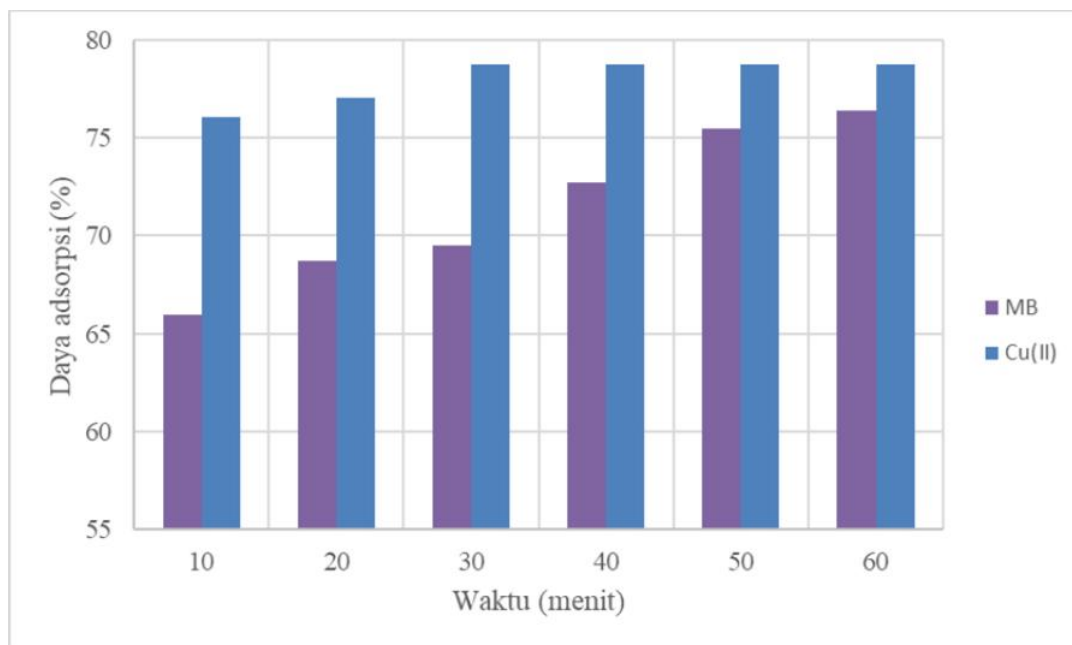
$$\text{daya adsorpsi} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$

Kapasitas adsorpsi silika mesopori SBA-15 terhadap logam Cu (II) dan MB dihitung dari perbedaan kadar awal sebelum dan sesudah proses adsorpsi dengan silika mesopori SBA-15 dengan menggunakan rumus :

$$Q = \frac{(C_0 - C_e)V}{W}$$

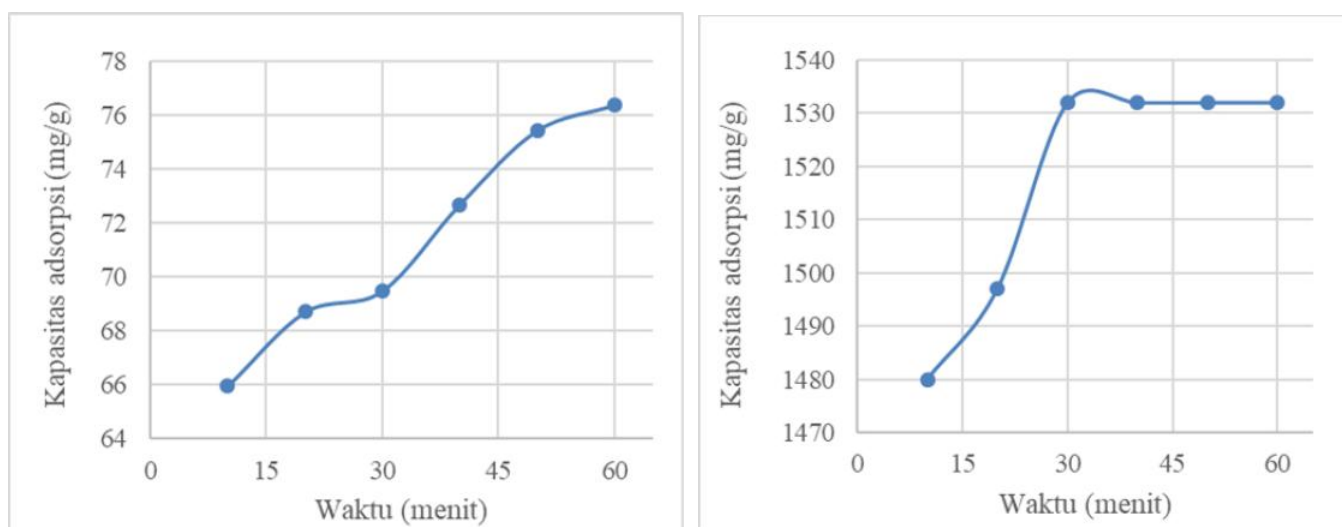
Dimana :

- Q = kapasitas adsorpsi (mg/g)
- C₀ = konsentrasi awal (mg/L)
- C_e = konsentrasi akhir (mg/L)
- V = volume larutan (L)
- W = berat adsorben yang digunakan (gram)



Gambar 2. Daya adsorpsi SBA-15 terhadap logam Cu(II) dan methylen blue

Berdasarkan analisis yang dilakukan, daya adsorpsi SBA-15 mesopori terhadap logam Cu diperoleh sebesar 78,73% dan methylene blue diperoleh daya adsorpsi sebesar 76,4 %.



Gambar 3. Kapasitas adsorpsi SBA-15 terhadap methylenen blue dan logam Cu(II)

Kapasitas adsorpsi SBA-15 terhadap methylene blue sebesar 76,4 mg/g selama 60 menit, sedangkan untuk kapasitas adsorpsi SBA-15 terhadap logam Cu (II) sebesar 1532 mg/g selama 60 menit. Menurut Standar Industri Indonesia (SII No.02588-88) salah syarat mutu adsorben yaitu memiliki daya jerap minimal 60 mg/g terhadap methylene blue. Hal ini membuktikan bahwa SBA-15 mesopori yang telah disintesis dapat menjadi adsorben untuk logam Cu(II) dan methylene blue karena telah memenuhi Standar Industri Indonesia mengenai syarat mutu adsorben. Kemampuan SBA-15 mesopori dalam menjerap logam Cu dan methylene blue disebabkan oleh besarnya diameter pori yang dihasilkan, untuk SBA-15 mesopori diperoleh diameter adsorbat sebesar 55Å. Semakin besar diameter pori, maka kemampuan adsorben untuk menjerap juga semakin besar sehingga kapasitas adsorpsi juga meningkat.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah diuraikan di atas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Silika mesopori SBA-15 dapat disintesis dengan metode hidrotermal menggunakan P_{123} sebagai surfaktan dan TEOS sebagai prekursor.
2. Hasil adsorpsi menunjukkan kapasitas adsorpsi (Q) sampel SBA-15 untuk logam Cu (II) adalah 1532.034 mg/g sedangkan untuk methylene blue adalah 76.4 mg/g.

5. DAFTAR PUSTAKA

- Esmaeili Bidhendi M, Nabi Bidhendi GR, Mehrdadi N, et al. Modified Mesoporous Silica (SBA-15) with Trithiane as a new effective adsorbent for mercury ions removal from aqueous environment. *J Environ Health Sci Eng*. 2014;12:100.
- Acosta-Silva YJ, Nava R, Hernández-Morales V, et al. Methylene blue photodegradation over titania-decorated SBA-15. *Applied Catalysis B: Environmental*. 2011;110:108–117.
- Ahmed K, Rehman F, Pires CTGVM, et al. Aluminum doped mesoporous silica SBA-15 for the removal of remazol yellow dye from water. *Microporous and Mesoporous Materials*. 2016;236:167–175.
- Sharma P, Kaur H, Sharma M, et al. A review on applicability of naturally available adsorbents for the removal of hazardous dyes from aqueous waste. *Environ Monit Assess*. 2011;183:151–195.
- Ganzagh MAA, Yousefpour M, Taherian Z. The removal of mercury (II) from water by Ag supported on nanomesoporous silica. *J Chem Biol*. 2016;9:127–142.
- Kyzas GZ, Kostoglou M. Green Adsorbents for Wastewaters: A Critical Review. *Materials (Basel)*. 2014;7:333–364.
- Ho KY, McKay G, Yeung KL. Selective Adsorbents from Ordered Mesoporous Silica. *Langmuir*. 2003;19:3019–3024.
- Huang J, Ye M, Qu Y, et al. Pb (II) removal from aqueous media by EDTA-modified mesoporous silica SBA-15. *J Colloid Interface Sci*. 2012;385:137–146.
- Ahda M, Sutarno, Kuniarti ES. METILEN BIRU THE KINETICS STUDY OF Al-MCM 41 TO METHYLENE BLUE. *Pharmaciana*. 2016;6:2–5.
- Ridhawati R, Wahab AW, Nafie NL, et al. Pengaruh Metode Sintesis Silika Mesopori SBA-15 terhadap Analisis Differential Scanning Calorimetry dan Pengukuran Low Angles X-Ray Diffraction. *INTEK: Jurnal Penelitian*. 2018;5:39–43.

6. UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan atas hibah penelitian RUTIN DIPA Politeknik Negeri Ujung Pandang sesuai dengan Surat Perjanjian Pelaksana Penelitian Nomor 018/PL.10.13/PL/2018 tanggal 2 April 2018