

Pengaruh Ion Pengganggu terhadap Adsorpsi Metilen Biru

Effect of Interfering Ions on Methylene Blue Adsorption

Mustapa

Kimia, Jurusan Kimia, Universitas Negeri Manado, Indonesia

Email: mustapa@unima.ac.id**ABSTRAK**

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh ion pengganggu pada adsorpsi metilen biru menggunakan polimer bercetakan molekul. Ion pengganggu yang digunakan adalah ion Cd^{2+} dan Pb^{2+} dengan konsentrasi masing-masing 0, 10, 20, 30, 40, 50 mg/L. Adsorben polimer bercetakan molekul sebanyak 0,05 g dikontakkan dalam 25 mL campuran larutan metilen biru 100 ppm pada pH larutan 10 selama 60 menit dan larutan ion Cd^{2+} dan Pb^{2+} dengan variasi konsentrasi 0 – 50 mg/L. Campuran disentrifugasi kemudian filtratnya ditampung. Konsentrasi metilen biru yang tersisa ditentukan menggunakan spektrofotometer sinar tampak (UV-Vis). Kapasitas adsorpsi metilen biru dengan ion pengganggu Cd^{2+} konsentrasi 0 – 50 mg/L adalah 42,62 – 38,90 mg/g dan ion pengganggu Pb^{2+} konsentrasi 0 – 50 mg/L adalah 42,72 – 37,79 mg/g. Semakin besar konsentrasi ion pengganggu Cd^{2+} dan Pb^{2+} dalam larutan campuran, semakin kecil kapasitas adsorpsi namun tidak signifikan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ion pengganggu, kapasitas adsorpsi metilen biru menggunakan polimer bercetakan molekul cenderung konstan.

Kata Kunci: *Polimer Bercetakan Molekul, Metilen Biru, Adsorpsi, Ion Pengganggu.*

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of interfering ions on the adsorption of methylene blue using molecularly imprinted polymers. The interfering ions used were Cd^{2+} and Pb^{2+} ions with concentrations of 0, 10, 20, 30, 40, 50 mg/L, respectively. 0.05 g of molecularly imprinted polymer adsorbent was contacted in 25 mL of a mixture of 100 ppm methylene blue solution at pH 10 for 60 minutes and Cd^{2+} and Pb^{2+} ions with concentration variations of 0 – 50 mg/L. The mixture was centrifuged and then the filtrate was collected. The remaining concentration of methylene blue was determined using a visible spectrophotometer (UV-Vis). Methylene blue adsorption capacity with Cd^{2+} interfering ion concentrations of 0 – 50 mg/L was 42.62 – 38.90 mg/g and Pb^{2+} interfering ion concentrations of 0 – 50 mg/L was 42.72 – 37.79 mg/g. The greater concentration of interfering ions Cd^{2+} and Pb^{2+} in the mixed solution, the lower adsorption capacity but not significantly. The results showed that the greater concentration of interfering ions, the adsorption capacity of methylene blue using molecularly imprinted polymers tended to be constant.

Keywords: *Molecularly Imprinted Polymers, Methylene Blue, Adsorption, Interfering Ions.*

PENDAHULUAN

Metilen biru adalah zat warna kationik dengan afinitas yang cenderung kuat. Penggunaan umumnya metilen biru dalam pewarnaan wool, produksi tekstil, cat, kertas, kosmetik dan peralatan kantor, dalam bidang mikrobiologi. Zat warna keberadaannya dalam air dapat berpengaruh terhadap kualitas air dan tampilannya, meskipun pada konsentrasi rendah (Khan et al., 2022). Olehnya itu, diperlukan penanganan limbah berupa cair yang mengandung zat pewarna sebelum akhirnya dibuang ke lingkungan yang merupakan hal sangat penting untuk kita dilakukan.

Metode-metode yang banyak dilakukan saat ini, dalam pengolahan limbah adalah dengan metode adsorpsi penyerapan zat warna (Yao et al., 2020). Penggunaan adsorben, baik zeolit alam, karbon teraktifasi, maupun biomassa sudah banyak digunakan tetapi namun material adsorben tersebut memiliki keterbatasan dalam hal proses regenerasi bahan dan penggunaan kembali adsorben. Salah satu material fungsional yang menarik untuk menjadi kajian adalah Molecularly Imprinted Polymer atau yang dikenal dengan MIP (Wu et al., 2022).

Molecularly Imprinted Polymers adalah bahan polimer yang dibentuk dengan pengenalan yang spesifik pada sisi aktif terhadap molekul analit yang kita inginkan. Monomer fungsional bahan baku yang dipilih memiliki bentuk dan struktur dapat berinteraksi dengan molekul analit secara ikatan kovalen ataupun non-kovalen. Monomernya dipolimerisasi dengan teknik tertentu dan molekul analit sebagai target, kemudian molekul tercetak tersebut

dilepaskan dari *template* dan hasilnya merupakan polimer yang memiliki sisi aktif pengikatan yang spesifik dengan struktur molekul analit (Ndunda, 2020). Selektivitas MIP yang lebih tinggi dengan pemakaian kembali yang lebih besar dan dapat digunakan berulang.

Molecularly imprinted polymer digunakan dalam banyak bidang secara meluas misalnya pada pemisahan ekstraksi fasa-padat, berbagai aplikasi kromatografi, pengembangan sensor, karena sangat potensial dalam menyerap senyawa analit secara spesifik (Malik et al., 2019). Material fungsional ini pada umumnya disintesis/preparasi menggunakan monomer metil metakrilat, asam metakrilat, vinilpiridin akrilamida, dan bahan pengikat-silang etilen glikol dimetakrilat (Hasanah et al., 2021).

MIP dalam penelitian ini akan disintesis dari material monomer asam metakrilat, bahan pengikat silang divinil benzena dengan inisiator 2,2-azo bis isobutironitril (AIBN), serta molekul *template* metilen biru. Adsorben MIP akan dievaluasi sifat adsorpsi pada larutan metilen biru dengan mengamati dan melihat pengaruh ion pengganggu dalam matriks larutan uji.

METODE

Bahan

Material bahan yang digunakan penelitian ini diantaranya asam metakrilat (99%), metilen biru ($C_{16}H_{18}N_3SCl$, Mr 319,85 g/mol), 2,2-azo bis-isobutironitril (98%), divinil benzena (80%), asam asetat (99.7%), asetonitril (99.8%), aseton, methanol (99.8%), natrium hidroksida, asam

klorida, $\text{Cd}(\text{CH}_3\text{COO})_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$,
 $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$.

Sintesis MIP

Sintesis polimer MIP dengan melarutkan metilen biru 0,5 mmol, DVB 10 mmol, MAA 2 mmol, dan AIBN 20 mg dalam pelarut asetonitril 20 mL. Campuran kemudian ditempatkan pada penangas/pendingin es sambil dialirkan gas N_2 , lalu dimasukkan ke dalam Microwave MAOST selama 10 menit untuk tahap polimerisasi. Padatan polimer kasar yang diperoleh kemudian digerus dengan lumpang hingga halus dan dibilas dengan asam asetat : metanol : 1:9 v/v.

Karakterisasi MIP

Polimer MIP dikarakterisasi gugus fungsinya sebagai hasil sintesis ditentukan dengan instrumen spektrofotometer FTIR Agilent pada bilangan gelombang 400-4500 cm^{-1} . Spektrum hasil FTIR polimer dicatat

Evaluasi Adsorpsi MIP

Sifat adsorpsi polimer MIP halus dievaluasi dengan mengontakkan adsorben MIP pada larutan metilen biru. Pengaruh ion pengganggu terhadap kapasitas adsorpsi metilen biru dilakukan dengan mencampurkan sebanyak 0,05 g dalam 25 mL campuran larutan metilen biru 100 ppm pada pH 10 selama 60 menit dan larutan ion Cd^{2+} dan Pb^{2+} dengan variasi konsentrasi 10-50 ppm masing-masing larutan ion. Campuran adsorben dengan larutan metilen biru diaduk secara kontinyu. Hingga pada akhir proses penyerapan, campuran ini

disentrifugasi kemudian filtratnya ditentukan konsentrasi metilen biru yang tersisa dalam larutan menggunakan spektrofotometer sinar tampak dengan panjang gelombang 664 nm.

Persen adsorpsi metilen biru menggunakan adsorben MIP dihitung menggunakan rumus persamaan berikut:

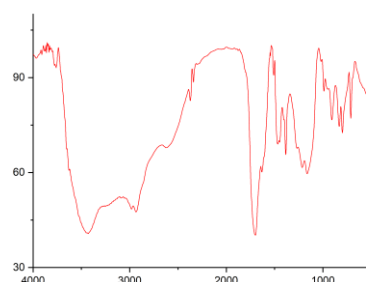
$$\text{Adsorpsi} = \frac{C_i - C_e}{C_i} \times 100 \quad (1)$$

dimana C_i adalah konsentrasi larutan sebelum (mg/L) dan C_e adalah konsentrasi akhir larutan (mg/L).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakterisasi Adsorben MIP

Gugus fungsi polimer dianalisis dan dilakukan untuk polimer adsorben MIP. Spektrum FTIR yang diperoleh terlihat pada Gambar 1.



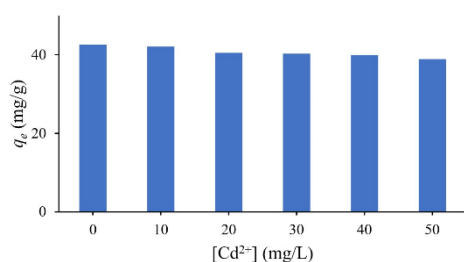
Gambar 1. Spektrum FTIR

Terlihat pada Gambar 1 adanya peak yang muncul pada 1699,29 cm^{-1} pada spektrum MIP mengindikasikan keberadaan vibrasi $\text{C}=\text{O}$ yang berasal asam metakrilat. Demikian juga muncul peak pada 1215,15 cm^{-1} pada spektrum MIP mengindikasikan adanya vibrasi $\text{C}-\text{OH}$.

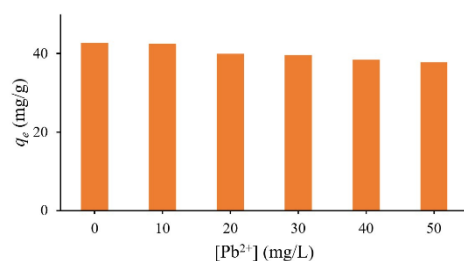
Evaluasi Adsorpsi adsorben MIP

Pengaruh Ion Cd^{2+} dan Pb^{2+} pada Adsorpsi adsorben MIP

Limbah cair selain mengandung zat warna juga terdapat logam-logam berat seperti Pb dan Cd. Maka dari itu perlu dilakukan pengujian sehingga mengetahui pengaruh matriks terhadap proses adsorpsi. Hasil adsorpsi metilen biru dengan kehadiran ion Cd^{2+} dan Pb^{2+} pada berbagai konsentrasi terlihat pada Gambar 2 dan Gambar 3 berikut.



Gambar 2. Pengaruh ion Cd^{2+} terhadap kapasitas adsorpsi MIP



Gambar 3. Pengaruh ion Pb^{2+} terhadap kapasitas adsorpsi MIP

Pada Gambar 2 dan Gambar 3 di atas terlihat bahwa dengan bertambahnya konsentrasi ion Cd^{2+} dan Pb^{2+} , kapasitas adsorpsi metilen biru oleh adsorben MIP cenderung konstan. Hal ini karena interaksi antara ion-ion logam dengan permukaan adsorben

tidak begitu signifikan karena pH kerja yang digunakan adalah pH basa, sehingga ion-ion logam dalam larutan kemungkinan mengendap membentuk spesi-spesi hidroksidanya.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Sintesis polimer Molecularly Imprinted Polymer dari asam metakrilat dan divinil benzena telah dilakukan dan dikarakterisasi dengan spektrofotometer FT-IR. Kapasitas adsorpsi metilen biru dengan ion pengganggu Cd^{2+} konsentrasi 0 – 50 mg/L adalah 42,62 – 38,90 mg/g dan ion pengganggu Pb^{2+} konsentrasi 0 – 50 mg/L adalah 42,72 – 37,79 mg/g. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi ion pengganggu, kapasitas adsorpsi metilen biru menggunakan polimer bercetakan molekul cenderung konstan.

B. Saran

Penelitian lanjutan perlu dilakukan pada berbagai macam ion pengganggu yang mungkin ada dalam suatu limbah agar diperoleh berbagai hasil yang menggambarkan bagaimana pengaruh logam-logam tersebut terhadap kapasitas adsorpsi dari adsorben MIP.

DAFTAR PUSTAKA

Hasanah, A. N., Safitri, N., Zulfa, A., Neli, N., & Rahayu, D. (2021). Factors affecting preparation of molecularly imprinted polymer and methods on finding template-monomer interaction as the key of selective properties of the materials. *Molecules*, 26(18), 5612.

- Khan, I., Saeed, K., Zekker, I., Zhang, B., Hendi, A. H., Ahmad, A., Ahmad, S., Zada, N., Ahmad, H., & Shah, L. A. (2022). Review on methylene blue: Its properties, uses, toxicity and photodegradation. *Water*, 14(2), 242.
- Malik, M. I., Shaikh, H., Mustafa, G., & Bhanger, M. I. (2019). Recent Applications of Molecularly Imprinted Polymers in Analytical Chemistry. *Separation & Purification Reviews*, 48(3), 179–219.
<https://doi.org/10.1080/15422119.2018.1457541>
- Ndunda, E. N. (2020). Molecularly imprinted polymers—A closer look at the control polymer used in determining the imprinting effect: A mini review. *Journal of Molecular Recognition*, 33(11), e2855.
<https://doi.org/10.1002/jmr.2855>
- Wu, H., Lin, G., Liu, C., Chu, S., Mo, C., & Liu, X. (2022). Progress and challenges in molecularly imprinted polymers for adsorption of heavy metal ions from wastewater. *Trends in Environmental Analytical Chemistry*, e00178.
- Yao, X., Ji, L., Guo, J., Ge, S., Lu, W., Cai, L., Wang, Y., Song, W., & Zhang, H. (2020). Magnetic activated biochar nanocomposites derived from wakame and its application in methylene blue adsorption. *Bioresource Technology*, 302, 122842.