

Pengaruh Waktu Pengadukan Biosorben Cangkang Maggot dalam Menyisihkan Ion Fe

Nur Aini Maulidifa¹, Euis Nurul Hidayah^{2*}

^{1,2}Program Studi Teknik Lingkungan Universitas Pembangunan Nasional “Veteran” Jawa Timur

*Koresponden email : euisnh.tl@upnjatim.ac.id²

Diterima: 23 April 2024

Disetujui: 1 Mei 2024

Abstract

Heavy metals, including iron (Fe), are commonly found in industrial wastes and end up contaminating water sources. Although their presence is essential in various industrial applications, high concentrations of heavy metals can lead to toxicity and health problems. Therefore, adsorption methods have been used as an approach to reduce the concentration of heavy metals in water. Maggot shells have been identified as potential biosorbents because they contain chitin compounds that can interact with heavy metals. The aim of this study was to evaluate the influence of stirring time on the adsorption process of maggot shells on the heavy metal Fe. The adsorption method used was a batch system with a stirring speed of 150 rpm. The results showed that the increase in adsorption efficiency was consistent with the increase in stirring time. Stirring time plays a crucial role in enhancing the interaction between the biosorbent and Fe metal ions, resulting in increased removal efficiency. However, the effect of stirring time is limited after the saturation point is reached.

Keywords: *adsorption, maggot shell, fe, stirring time*

Abstrak

Logam berat, termasuk logam besi (Fe), sering ditemukan dalam limbah industri yang akhirnya mencemari sumber air. Meskipun keberadaannya penting dalam berbagai aplikasi industri, konsentrasi logam berat yang tinggi dapat menyebabkan toksisitas dan masalah kesehatan. Oleh karena itu, metode adsorpsi menjadi salah satu pendekatan yang digunakan untuk mengurangi konsentrasi logam berat dalam air. Cangkang maggot telah diidentifikasi sebagai potensial biosorben karena mengandung senyawa kitin yang dapat berinteraksi dengan logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh waktu pengadukan pada proses adsorpsi cangkang maggot terhadap logam berat Fe. Metode adsorpsi yang digunakan adalah sistem *batch* dengan kecepatan pengadukan 150 rpm. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan efisiensi adsorpsi konsisten seiring bertambahnya waktu pengadukan. Waktu pengadukan berperan penting dalam meningkatkan interaksi antara biosorben dan ion logam Fe, yang berujung pada peningkatan efisiensi penyisihan. Namun, terdapat batasan pada efek waktu pengadukan setelah mencapai titik jenuh.

Kata kunci: *adsorpsi, cangkang maggot, fe, waktu pengadukan*

1. Pendahuluan

Permasalahan serius terkait pencemaran logam berat yang menyebabkan konsekuensi merugikan bagi lingkungan dan kesehatan manusia masih terjadi di sekitar. Senyawa logam berat paling banyak ditemukan pada limbah industri yang pada akhirnya masuk ke badan air. Logam berat kerap digunakan sebagai bahan baku, katalisator, maupun biosida [1]. Logam berat, termasuk logam besi (Fe), merupakan salah satu kontaminan utama dalam berbagai sumber air. Kandungan besi dalam perairan alami biasanya berkisar antara 0,05 hingga 0,2 mg/L. Sedangkan, dalam air tanah yang memiliki kadar oksigen rendah, konsentrasinya adalah 10 – 100 mg/L. Secara umum, air hujan dan air laut memiliki kandungan besi yang lebih rendah, yaitu sekitar 0,05 mg/L dan 0,01 mg/L [2]. Konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan toksisitas dan berbagai masalah kesehatan. Berbagai metode dikembangkan untuk mengatasi pencemaran tersebut, termasuk metode adsorpsi yang menggunakan adsorben untuk menyerap logam dari larutan. Metode adsorpsi seringkali dipilih karena memiliki beberapa keunggulan, termasuk aspek ekonomis, efisiensi, dan efektivitas dalam mengurangi konsentrasi logam berat [3].

Cangkang maggot adalah salah satu bahan adsorben yang dapat dimanfaatkan. Cangkang maggot adalah bagian yang dilepaskan saat pupa bermetamorfosis menjadi lalat dewasa (*Black Soldier Fly* (BSF)) [4][5]. Cangkang maggot mengandung 23% kitin [6]. Senyawa kitin pada cangkang maggot, yang dicirikan dengan adanya OH dan NH, akan berinteraksi dengan logam Fe membentuk gugus fungsi amida [7].

Meskipun memiliki kelebihan dalam pemanfaatan biomassa dan biaya rendah, potensi cangkang maggot sebagai biosorben untuk logam berat Fe belum sepenuhnya dieksplorasi [3]. Oleh karena itu, tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh waktu pengadukan pada proses adsorpsi cangkang maggot dengan logam berat Fe. Hasil penelitian ini diharapkan akan membawa pemahaman baru dalam pengembangan metode adsorpsi yang efisien dan ramah lingkungan untuk mengatasi pencemaran logam berat Fe dalam air.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan pendekatan eksperimental untuk menganalisis efisiensi penyisihan logam besi (Fe) menggunakan biosorben cangkang maggot. Cangkang maggot diberi beberapa perlakuan sehingga menjadi adsorben. Kemudian, cangkang maggot di *shaker* untuk proses adsorpsi. Waktu adsorpsi dilakukan pada kecepatan 150 rpm selama 0 menit, 30 menit, 60 menit, dan 90 menit dengan variasi ukuran biosorben cangkang maggot dan pH larutan artifial Fe. Air limbah yang digunakan selain limbah artifisial Fe adalah air sumur yang diambil dari daerah Taman, Sidoarjo, Jawa Timur. Setelah proses adsorpsi selesai, dilakukan pemisahan dan uji filtrat menggunakan metode Analisis Aktivasi Spektrofotometri Serapan Atom (AAS) untuk mengukur konsentrasi logam besi yang tersisa dalam larutan. Perhitungan efisiensi menggunakan persamaan (1).

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

Co dan Ce merupakan konsentrasi awal dan akhir logam besi dalam sampel limbah (mg/L).

Variabel Penelitian

Variabel penelitian ini terdiri dari variabel terikat, bebas, dan tetap. Variabel terikat penelitian ini adalah efisiensi penyisihan bersatuan persen (%). Variabel bebas penelitian adalah waktu pengadukan. Variabel tetap penelitian terdiri dari volume larutan (100 ml), pH (7), massa biosorben (2 gr), dan kecepatan pengadukan (150 rpm).

Alat dan Bahan

Penelitian pengaruh waktu pengadukan biosorben Cangkang maggot dalam menyisihkan Ion Fe menggunakan peralatan berupa *shaker* dan *centrifuge*. Selain itu, peralatan lain yang digunakan berupa gelas Erlenmeyer sebagai tempat berlangsungnya adsorpsi, kapas lemak untuk menutup gelas Erlenmeyer, dan *aluminium foil* untuk menutup bagian luar gelas Erlenmeyer. Bahan dalam penelitian ini adalah bahan dasar biosorben, yaitu cangkang maggot. Selain itu, bahan dasar pembuatan limbah artifisial ($\text{FeCl}_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan air sumur. Bahan lainnya adalah akuades yang digunakan sebagai pelarut.

3. Hasil dan Pembahasan

Proses adsorpsi logam besi (Fe) dilakukan menggunakan sistem *batch* dan biosorben cangkang maggot sebesar 2 gram. Sistem adsorpsi *batch* merupakan teknik yang digunakan dalam proses adsorpsi di mana adsorben dan larutan yang mengandung zat yang akan disisihkan (adsorbat) dicampur bersama dalam suatu wadah atau bejana yang tertutup [8]. Sistem *batch* umumnya digunakan untuk mengukur laju adsorpsi, kapasitas adsorpsi maksimum, serta menganalisis interaksi antara adsorbat dan adsorben [9]. Pada penelitian ini, biosorben dibedakan menjadi beberapa ukuran, yaitu 60 mesh, 100 mesh, dan 140 mesh. Proses adsorpsi dilakukan dengan waktu pengadukan selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Kecepatan pengadukan tetap, yaitu sebesar 150 rpm. Selain itu, derajat keasaman limbah dan air sumur adalah tetap, yaitu 7. Persentase efisiensi adsorpsi biosorben terhadap air limbah artifisial Fe dapat dilihat pada **Tabel 1**. Sedangkan, hasil penelitian terhadap air sumur tertera pada **Tabel 2**.

Tabel 1. Hasil Penelitian Artifisial Fe

No.	Reaktor	Ukuran Biosorben	pH	Waktu pengadukan (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Efisiensi (%)
1	A1.0	60	7	0	38.04	38.76	0.00%
2.	A1.1		7	30	38.04	21.38	43.80%
3.	A1.2		7	60	38.04	11.04	70.98%
4.	A1.3		7	90	38.04	6.00	84.22%
5.	A1.4		7	120	38.04	5.07	86.66%
6.	A2.0	100	7	0	38.04	38.04	0.00%
7.	A2.1		7	30	38.04	18.53	51.29%

No.	Reaktor	Ukuran Biosorben	pH	Waktu pengadukan (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Efisiensi (%)
8.	A2.2	140	7	60	38.04	7.57	80.09%
9.	A2.3		7	90	38.04	3.51	90.78%
10.	A2.4		7	120	38.04	1.88	95.06%
11.	A3.0		7	0	38.04	38.76	0.00%
12.	A3.1		7	30	38.04	11.64	69.97%
13.	A3.2		7	60	38.04	10.14	73.84%
14.	A3.3		7	90	38.04	7.10	81.68%
15.	A3.4	7	0	38.04	1.76	95.46%	

Sumber: Hasil Analisa (2024)

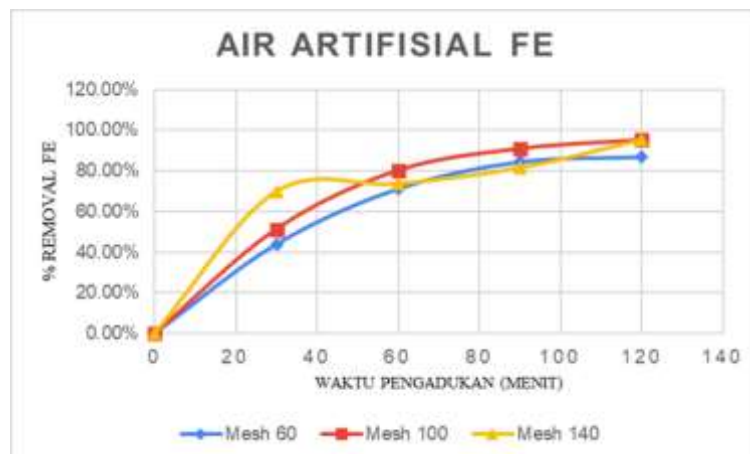
Tabel 2. Hasil Penelitian Air Sumur

No.	Reaktor	Ukuran Biosorben (mesh)	pH	Waktu pengadukan (menit)	Co (mg/L)	Ce (mg/L)	Efisiensi
1.	B1.0	60	7	0	14.78	14.78	0.00%
2.	B1.1	60	7	30	14.78	9.84	33.45%
3.	B1.2		7	60	14.78	5.73	61.22%
4.	B1.3		7	90	14.78	1.25	91.55%
5.	B1.4		7	120	14.78	0.91	93.85%
6.	B2.0		100	7	0	14.78	14.78
7.	B2.1	100	7	30	14.78	6.94	53.04%
8.	B2.2		7	60	14.78	2.30	84.46%
9.	B2.3		7	90	14.78	1.82	87.70%
10.	B2.4		7	120	14.78	0.81	94.53%
11.	B3.0		140	7	0	14.78	14.78
12.	B3.1	140	7	30	14.78	3.82	74.19%
13.	B3.2		7	60	14.78	2.13	85.61%
14.	B3.3		7	90	14.78	1.51	89.80%
15.	B3.4		7	120	14.78	0.55	96.28%

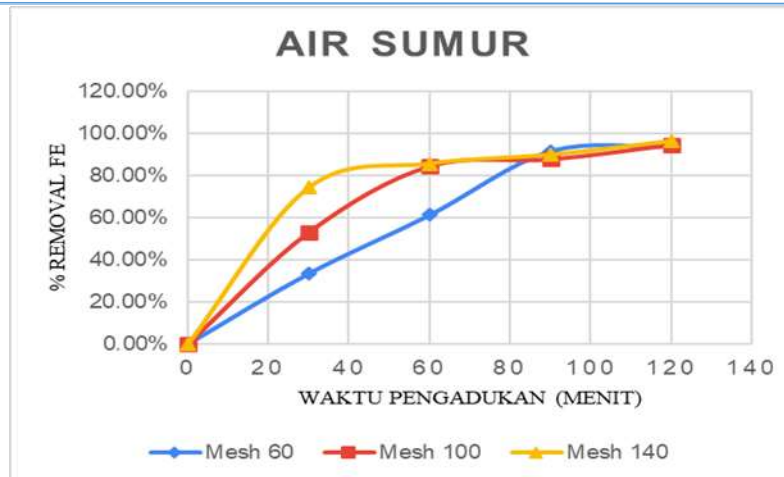
Sumber: Hasil Analisa (2024)

Pengaruh Waktu Pengadukan Biosorben Terhadap Adsorpsi Penurunan Fe

Dalam penelitian ini, waktu pengadukan menjadi salah satu faktor yang diperhatikan dalam proses adsorpsi logam berat Fe menggunakan biosorben cangkang maggot. Berbagai variasi waktu pengadukan diamati mulai dari 0 menit, 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit. Pengaruh waktu pengadukan biosorben terhadap persentase removal Fe dalam air limbah artifisial tertera pada **Gambar 1**. Hasil penelitian terhadap air sumur dapat dilihat pada **Gambar 2**.



Gambar 1. Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap % Removal Fe pada Air Limbah Artifisial



Gambar 2. Pengaruh Waktu Pengadukan Terhadap % Removal Fe pada Air Sumur

Efisiensi penyisihan ion logam Fe pada air sumur cenderung lebih tinggi daripada pada air limbah artifisial pada rentang waktu pengadukan yang sama. Hal ini terlihat dari persentase penyisihan yang lebih tinggi pada air sumur dibandingkan dengan air limbah artifisial pada setiap titik waktu pengadukan yang diamati. Misalnya, pada waktu pengadukan 120 menit, persentase penyisihan Fe pada air sumur mencapai 93,85%, 94,53%, dan 96,28%, sementara pada air limbah artifisial, nilai tersebut adalah 86,66%, 95,06%, dan 95,46% untuk mesh 60, 100, dan 140 secara berturut-turut. Hal ini dapat dikarenakan kandungan besi yang lebih besar dalam air sumur. Dalam prosesnya, air hujan meresap ke dalam tanah yang mengandung FeO. Proses tersebut menyebabkan reaksi dengan H₂O dan CO₂ di dalam tanah sehingga membentuk senyawa Fe(HCO₃)₂. Semakin dalam air meresap ke dalam tanah, kelarutan besi karbonat dalam air tersebut juga meningkat [10]. Air yang mengandung Fe memiliki warna kuning dan dapat menimbulkan rasa logam Fe dalam air, serta menyebabkan korosi pada benda yang terbuat dari logam [11]. Untuk menghindari kontaminasi pada air sumur, dinding sumur harus menggunakan bahan yang kedap air [12].

Meskipun terdapat perbedaan dalam efisiensi penyisihan antara air sumur dan air limbah artifisial, tren peningkatan efisiensi dengan bertambahnya waktu pengadukan tetap konsisten di kedua jenis larutan. Puncak efisiensi tercatat berada pada waktu terlama dari waktu pengadukan yang diberikan, yaitu 120 menit. Hal ini menunjukkan bahwa waktu pengadukan memiliki dampak signifikan terhadap efisiensi penurunan Fe.

4. Kesimpulan

Berdasarkan temuan dan analisis pada penelitian Pengaruh Waktu Pengadukan Biosorben Cangkang maggot dalam menyisihkan Ion Fe, kesimpulan yang didapat adalah waktu pengadukan mempengaruhi signifikan terhadap efisiensi penurunan Fe karena memungkinkan lebih banyak interaksi antara biosorben dan ion logam Fe dalam larutan. Hal ini dibuktikan dengan persentase penyisihan tertinggi berada pada waktu pengadukan 120 menit.

5. Daftar Pustaka

- [1] H. P. Hutagalung, "Logam Berat Dalam Lingkungan Laut," *Oseana*, vol. 9, pp. 11–20, 1984.
- [2] B. Taihuttu, V. Kayadoe, and A. Mariwy, "Studi Kinetika Adsorpsi Ion Fe (Iii) Menggunakan Limbah Ampas Sagu," *MJoCE*, vol. 9, pp. 9–17, 2018.
- [3] De Souza, P. R., do Carmo Ribeiro, T. M., Lôbo, A. P., Tokumoto, M. S., de Jesus, R. M., & Lôbo, I. P. (2020). Removal of Bromophenol Blue Anionic Dye From Water Using A Modified Exuviae Of *Hermetia Illucens* Larvae As Biosorbent. *Environmental Monitoring And Assessment*, 192, 1-16.
- [4] S. Wahyuni, R. Selvina, R. Fauziyah, H. T. Prakoso, P. Priyono, & S. Siswanto, "Optimasi Suhu dan Waktu Deasetilasi Kitin Berbasis Selongsong Maggot (*Hermetia ilucens*) Menjadi Kitosan," *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, vol. 25, pp. 373–381, 2020.
- [5] T. Hahn, E. Tafi, N. von Seggern, P. Falabella, R. Salvia, J. Thomä, E. Febel, M. Fijalkowska, E. Schmitt, L. Stegbauer, and S. Zibek, "Purification of Chitin from Pupal Exuviae of the Black Soldier Fly," *Waste and Biomass Valorization*, vol. 13, pp. 1993–2008, 2022

- [6] L. Soetemans, M. Uyttebroek, and L. Bastiaens, "Characteristics of chitin extracted from black soldier fly in different life stages," *International Journal of Biological Macromolecules*, vol. 165, pp. 3206–3214, 2020
- [7] A.Xiong, L. Ruan, K. Ye, Z. Huang, and C. Yu, "Extraction of chitin from black soldier fly (*Hermetia illucens*) and its puparium by using biological treatment," *Life*, vol. 13, pp. 1424, 2023.
- [8] J. Aktar, *Batch adsorption process in water treatment*. Massachusetts, United States: Academic Press, 2021.
- [9] A. Bonilla-Petriciolet, D. I. Mendoza-Castillo, and H. E. Reynel-Ávila, *Adsorption processes for water treatment and purification* (Vol. 256). Berlin, Germany: Springer, 2017.
- [10] A. Y. Putra and F. Mairizki, "Analisis Warna, Derajat Keasaman dan Kadar Logam Besi Air Tanah Kecamatan Kubu Babussalam, Rokan Hilir, Riau," *Jurnal Katalisator*, vol. 4, pp. 9-14, 2019.
- [11] E. B. Sasongko, E. Widyastuti, and R. E. Priyono, "Kajian Kualitas Air dan Penggunaan Sumur Gali Oleh Masyarakat di Sekitar Sungai Kaliyasa Kabupaten Cilacap," *Jurnal Ilmu Lingkungan*, vol. 2, pp. 72–82, 2014.
- [12] F. L. I. Risqita and M. C. Anwar, "Hubungan Jarak Sumber Pencemar dengan Kualitas Mikrobiologis Air Sumur Gali di Desa Pangebatan, Kecamatan Karanglewas, Kabupaten Banyumas Tahun 2016," *Buletin Keslingmas*, vol. 36, pp. 133-137, 2017.
- [13] I. Syauqiyah, M. Amalia, and H. A. Kartini, "Analisis Variasi Waktu Dan Kecepatan Pengaduk Pada Proses Adsorpsi Limbah Logam Berat Dengan Arang Aktif," *Info Teknik*, vol. 12, 2011.
- [14] R. Siskayanti, E. Kosim, D. Riawan, J. T. Kimia, and F. Teknik, "Efektifitas Arang Aktif Dari Tempurung Kelapa Dalam Mengadsorpsi Logam Fe Pada Pelumas Motor Bekas Pakai," Vol. 5, pp. 50–59, 2020.
- [15] R. Nafi'ah, "Kinetika Adsorpsi Pb (Ii) Dengan Adsorben Arang Aktif Dari Sabut Siwalan Kinetics Adsorption Of Pb(Ii) By Siwalan Fiber Activated Carbon," *Jurnal Farmasi Sains dan Praktis*, Vol. 1, 2016.