

Efek Polutan Logam Berat Pada Sungai di Indonesia Terhadap Biota Aquatik

Amirunnas, Nikitha Chairunnisa, *Firdus, Alia Rizki, dan Muhammad Nasir

Departemen Biologi, Syiah Kuala University, Aceh, Indonesia

*e-mail korepondensi : firdus.usk@gmail.com

Abstract. Heavy metals are pollutants that cause detrimental poisoning in various aquatic biota. This article compiles the results of various studies into a review of their sources, distribution, rejection and impact on aquatic biota. Over time, the compilation of organic and inorganic arsenic, Pb, Cd, and Hg detected significantly increased in shellfish in most of the rivers included in this article. From the results, the affected areas and their river biota, a small number of eye health surveys conducted, including possible cures, are presented by discussing the utility of remediation and preventative measures through regulatory changes.

Keywords : Heavy metals, River, Pollution, Aquatic biota, Bioaccumulation Bioremediation

Abstrak. logam berat merupakan polutan yang menyebabkan keracunan merugikan pada berbagai biota akuatik. Artikel ini menyusun hasil berbagai studi ke dalam tinjauan sumber, distribusi, dan penolakannya dan impact pada biota akuatik. Seiring waktu, kompilasi arsenik organik dan anorganik, Pb, Cd, dan Hg terdeteksi secara signifikan meningkat di ikan kerang di sebagian besar sungai yang dimuat di artikel ini. Dari hasil tersebut, bidang yang terpengaruh dan biota sungainya, sejumlah kecil survei kesehatan mata yang dilaksanakan, termasuk kemungkinan penyembuhan, disajikan dengan membahas utilitas remediasi dan tindakan pencegahan melalui perubahan peraturan.

Kata kunci : Logam berat, Pencemaran, Sungai, Biota akuatik, Bioakumulasi Bioremediasi

PENDAHULUAN

Logam berat merupakan salah satu jenis polutan lingkungan yang paling umum di jumpai dalam perairan, logam berat sendiri terbagi menjadi dua jenis yaitu esensial dan non esensial (Velda *et al.*, 2023), Logam berat esensial merupakan logam yang dibutuhkan oleh organisme hidup dalam jumlah tertentu, namun bila dikonsumsi secara berlebihan dapat menyebabkan efek toksik. Logam berat non esensial adalah logam yang belum diketahui keberadaannya di dalam tubuh dan bersifat toksik bagi tubuh (Ishak *et al.*, 2023). Keberadaan logam berat di perairan merupakan hal alamiah yang terbatas dalam jumlah tertentu di dalam kolom air, sedimen, dan lemak biota, tetapi keberadaan logam berat ini akan meningkat akibat masuknya limbah yang dihasilkan oleh industri-industri serta limbah yang berasal dari aktivitas lainnya. Tinggi atau rendahnya konsentrasi logam berat di perairan, disebabkan oleh banyaknya jumlah pencemar limbah logam ke perairan. Semakin besar limbah. masuk ke dalam suatu perairan, maka semakin besar konsentrasi logam berat di perairan. Logam-logam dalam perairan dapat ditemukan dalam bentuk (Happy *et al.*, 2012) Beberapa jenis logam berat yang sering mencemari sungai di Indonesia meliputi timbal (Pb), kadmium (Cd), kromium (Cr), merkuri (Hg), tembaga (Cu), dan seng (Zn) (Velda *et al.*, 2023). Logam Berat di ekosistem perairan berasal dari pelapukan batuan, aktivitas vulkanik, dan juga dapat berasal dari aktivitas antropogenik seperti limbah industri, pertambangan maupun domestik (Hidayanti, 2019; Masruroh & Purnomo, 2023). Dalam ekosistem sungai, logam berat memiliki sifat bioakumulatif dan biomagnifikasi, yang berarti bahwa logam ini dapat menumpuk dalam tubuh organisme akuatik dan semakin tinggi konsentrasinya seiring dengan naiknya tingkat trofik dalam rantai makanan (Hasri, *et al.*, 2021). Studi di Sungai Tallo, Makassar, menunjukkan bahwa ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang hidup di perairan tersebut telah mengalami akumulasi Pb dan Cd pada organ insang dan hati, yang dapat mengganggu fungsi fisiologis ikan serta menurunkan kesehatannya (Indrawati *et al.*, 2022) Hal serupa juga ditemukan di muara Sungai Tallo, di mana kerang (*Anadara sp.*) mengandung kadar Cd dan Cr yang melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh KEPMEN Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 (Hasri *et al.*, 2021). Selain itu, penelitian di Sungai Sekonyer, Kalimantan Tengah, menemukan bahwa aktivitas penambangan emas tanpa izin juga telah menyebabkan peningkatan kadar merkuri (Hg) dalam air dan sedimen, yang kemudian terakumulasi dalam ikan dan menyebabkan gangguan saraf serta kematian massal biota perairan (Hidayanti, 2019). Dengan meningkatnya pencemaran logam berat di sungai-sungai Indonesia, diperlukan upaya mitigasi yang lebih efektif untuk mengurangi dampaknya terhadap biota perairan dan kesehatan manusia. Penelitian mengenai distribusi logam berat, bioakumulasi dalam biota akuatik, serta metode pengelolaan pencemaran sangat penting untuk menjaga kelestarian ekosistem sungai dan mencegah risiko kesehatan akibat konsumsi biota yang telah terkontaminasi (Velda *et al.*, 2023).

BAHAN DAN METODE

Kajian ini merupakan kajian literatur yang memuat artikel jurnal dari tahun 2000 hingga 2024 dari database Google Scholar. Fokus studi ini adalah efek logam berat pada sungai dan biota akuatik. Pemilihan jenis artikel juga ditinjau dari segi tahun terbit, artikel dapat diakses secara menyeluruh, membahas terkait efek logam berat di perairan khususnya sungai, serta artikel solusi dan strategi mitigasi. Diharapkan artikel ini akan memaparkan sungai dan biota akuatik Indonesia.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1. Jenis Jenis Polutan Pada Sungai di Indonesia

No.	Nama Sungai/Lokasi	Provinsi	Jenis Pencemaran	Referensi
1.	Sungai Citarum Hulu	Jawa Barat	Logam berat (Cr, Cu, Zn, Ni) di air dan sedimen	Febrita & Roosmini, 2022
2.	Sungai Bengawan Solo	Jawa Tengah, Jawa Timur	Logam berat (Cr, Cd, Pb), nitrit, dan klorin bebas	Yusron & Jaza, 2021
3.	Sungai Tallo	Sulawesi Selatan	Logam berat (Fe, Mn, Zn) dalam sedimen	Tiwow <i>et al.</i> , 2022
4.	Sungai Way Umpu, Kab. Way Kanan	Lampung	Logam berat (Cd, Pb) melebihi baku mutu, Fe di bawah ambang batas	Kiswandono <i>et al.</i> , 2022
5.	Sungai Desa Bakan, Kab. Bolaang Mongondow	Sulawesi Utara	Kadar Cd pada ikan nilem (0,0067 mg/kg) di bawah baku mutu	Girikallo <i>et al.</i> , 2022
6.	Sungai Lalang, Desa Suka Maju	Sumatra Utara	Kadar Cu dan Zn memenuhi baku mutu	Purba <i>et al.</i> , 2024
7.	Sungai Cisadane, Kab. Tangerang	Banten	Pb (0,025–0,051 mg/L), Zn (0,014–0,097 mg/L)	Silalahi <i>et al.</i> , 2023
8.	Sungai Ciliwung, Jakarta	DKI Jakarta	Cd, Hg, Pb pada produk olahan ikan sapu-sapu melebihi SNI	Putri <i>et al.</i> , 2022
9.	Sungai di Kab. Tangerang	Banten	Pb bervariasi, beberapa titik melebihi baku mutu	Rinawati <i>et al.</i> , 2022
10.	Sungai Wangi, Pasuruan	Jawa Timur	Pb (0,089–0,117 ppm)	Ulumudin & Purnomo, 2022
11.	Sungai Langkowala, Bombana	Sulawesi Tenggara	Hg, As, Cd pada sedimen di bawah baku mutu	Nurbarasamuma <i>et al.</i> , 2022
12.	Sungai Babon, Semarang	Jawa Tengah	Pb melebihi baku mutu	Abhibhawa <i>et al.</i> , 2022
13.	Sungai Musi, Sumatera Selatan	Sumatera Selatan	Cd terdeteksi di hati dan insang ikan, tetapi di bawah baku mutu	Putri <i>et al.</i> , 2024
14.	Sungai Asahan, Sumatera Utara	Sumatera Utara	Zn melebihi baku mutu pada air dan ikan tilan	Arianti <i>et al.</i> , 2024
15.	Muara Sungai Amamapare	Papua	Cu melebihi baku mutu, Pb dalam batas aman	Patiung & Fikran, 2022
16.	Sungai Karah Surabaya	Jawa Timur	Penurunan kadar Fe, Pb, Ag, Mg setelah perlakuan resin kation	Ratnasari <i>et al.</i> , 2021
17.	Sungai Martapura	Kalimantan Selatan	Mn, Fe, Hg (Fe mencapai 68.800 ppm)	Sudarningsih, 2021

No.	Nama Sungai/Lokasi	Provinsi	Jenis Pencemaran	Referensi
18.	Sungai Winongo	DI Yogyakarta	Cu dan Pb melebihi baku mutu air kelas 2	Fadillah <i>et al.</i> , 2022
19.	Sungai Brantas Mojokerto	Jawa Timur	Cu tertinggi pada kangkung air (0,333 ppm)	Masruroh & Purnomo, 2024

Pembahasan

Kasus pencemaran logam berat di berbagai sungai di Indonesia menjadi masalah serius yang mengancam ekosistem dan biota aquatik. Sungai Citarum Hulu, misalnya, tercemar logam berat seperti Cr, Cu, Zn, dan Ni, dengan konsentrasi lebih tinggi pada sedimen dibandingkan air. Industri tekstil dan pelapisan logam diduga sebagai sumber utama pencemaran, meskipun telah mematuhi baku mutu efluen, menunjukkan perlunya evaluasi sistem monitoring dan regulasi (Febrita & Roosmini, 2022). Sementara itu, Sungai Bengawan Solo menghadapi masalah pencemaran mikroplastik (rata-rata 31 partikel/100 L) serta logam berat seperti Cr, Cd, dan Pb. Tingginya konsentrasi nitrit dan klorin bebas melebihi baku mutu hingga 10 kali lipat menunjukkan buruknya pengelolaan limbah domestik dan industri (Yusron & Jaza, 2021). Di wilayah lain, Sungai Tallo menunjukkan kandungan logam berat seperti Fe, Mn, dan Zn melalui analisis suseptibilitas magnetik sedimen. Fe memiliki korelasi positif yang kuat, menjadikannya indikator potensial untuk pemantauan pencemaran (Tiwow *et al.*, 2022). Sementara itu, Sungai Way Umpu di Kabupaten Way Kanan tercemar Cd dan Pb yang melebihi baku mutu, diduga akibat aktivitas pertambangan liar dan pertanian (Kiswandono *et al.*, 2022). Di Sungai Desa Bakan, meskipun kadar Cd pada ikan nilam masih di bawah ambang batas, masyarakat tetap berisiko terpapar logam berat melalui konsumsi ikan dalam jangka panjang (Girikallo *et al.*, 2022). Beberapa sungai seperti Sungai Lalang masih memenuhi baku mutu untuk parameter Cu dan Zn, namun aktivitas pelabuhan dan pemukiman berpotensi meningkatkan pencemaran di masa depan (Purba *et al.*, 2024). Sebaliknya, Sungai Cisadane dan Ciliwung telah tercemar logam berat seperti Pb dan Zn dari limbah industri, dengan akumulasi pada produk olahan ikan yang berbahaya bagi kesehatan (Silalahi *et al.*, 2023; Putri *et al.*, 2022). Di Sungai Wangi, tumbuhan papirus menunjukkan kemampuan sebagai fitoremediator dalam menyerap Pb (Ulumudin & Purnomo, 2022), sementara Sungai Langkowala masih relatif aman dari pencemaran Hg, As, dan Cd meskipun terdapat aktivitas penambangan emas (Nurbarasamuma *et al.*, 2022). Beberapa sungai besar seperti Sungai Musi dan Asahan juga menghadapi masalah pencemaran logam berat, meskipun dengan tingkat yang bervariasi. Di Muara Sungai Amamapare, kadar Cu pada sedimen melebihi baku mutu, sementara bioakumulasi Hg dan Cd pada ikan lele di Sungai Citarum serta Pb pada kerang darah di Sungai Musi menunjukkan risiko kesehatan yang serius (Patiung & Fikran, 2022; Rohmah *et al.*, 2023; Putri & Angraini, 2022). Upaya remediasi seperti penggunaan resin kation di Sungai Karah Surabaya berhasil menurunkan kadar logam berat (Ratnasari *et al.*, 2021), namun di Sungai Martapura, pencemaran Fe, Mn, dan Hg akibat pertambangan masih sangat tinggi (Sudarningsih, 2021).

KESIMPULAN

Logam berat telah mencemari sungai-sungai Indonesia pada tingkat yang mengkhawatirkan, sebagian besar karena aktivitas industri, pertambangan, dan limbah domestik. Meskipun beberapa metode remediasi, termasuk fitoremediasi dan penggunaan resin, telah diterapkan, tingkat pencemaran tetap tinggi dan merata. Bioakumulasi logam berat seperti Pb, Cd, Hg, dan Cr memainkan peran penting dalam mengeksplorasi tindakan ini karena dapat mengakibatkan efek yang merugikan terhadap biota akuatik dan potensi bahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu, mereka menemukan bahwa aturan pengelolaan air limbah yang lebih ketat dan pemantauan kualitas air yang ditingkatkan penting untuk melindungi fungsi ekosistem perairan dan mencegah bahaya jangka panjang.

DAFTAR PUSTAKA

- Abhibhawa, A., Sulardiono, B., & Rahman, A. (2022). Analisis Pencemaran Logam Berat Pb pada Air Sungai Babon Kota Semarang. *Jurnal Pasir Laut*, 6(2), 75-80.
- Arianti, R., Febriani, H., & Syukriah. (2024). Analisis Kandungan Logam Seng (Zn) pada Air dan Daging Ikan Tilan (*Mastacembelus armatus*) di Sungai Asahan Kota Tanjungbalai. *LEMURU: Jurnal Ilmu Perikanan dan Kelautan Indonesia*, 6(1), 76-92.
- Febrita, J., & Roosmini, D. (2022). Analisis Beban Pencemar Logam Berat Industri terhadap Kualitas Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Teknik Sipil dan Lingkungan*, 7(1), 77-88.

- Fadillah, L. N., Indrastuti, A. N., Azahra, A. F., & Widyastuti, M. (2022). Evaluasi Level Toksik Logam Berat pada Air, Sedimen Tersuspensi, dan Sedimen Dasar di Sungai Winongo, D.I.Yogyakarta. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(1), 30-36.
- Gafur, A., & Abbas, H. H. (2022). Kontaminasi Logam Berat Kadmium dan Kromium serta Batas Konsumsi Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. *HIGIENE*, 8(1), 20-25.
- Girikallo, G. G., Joseph, W. B. S., & Madhusa, S. S. (2022). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Logam Berat Cadmium (Cd) pada Masyarakat Sekitar Sungai yang Mengonsumsi Ikan Nilem (*Osteochilus vittatus*) dari Sungai Desa Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Jurnal KESMAS*, 11(2), 90–96.
- Happy, A., Masyamsir, dan Dhahiyat, Y. (2012). Distribusi Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Kolom Air dan Sedimen Daerah Aliran Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 3(3).
- Hasri Ainun, N., Gafur, A., & Hasriwiani Habo Abbas. (2021). Bioakumulasi Logam Berat Chromium (Cr) dan Cadmium (Cd) pada Sedimen dan Kerang (*Anadara Sp.*) di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(3), 960–973. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i1.148>
- Hidayanti, K. (2019). Distribusi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Serta Potensi Bioakumulasi Pada Ikan Akibat Penambangan Emas Tanpa Izin (Studi Kasus : DAS Sekonyer, Kalimantan Tengah). *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 4(1), 24–33. <https://doi.org/10.33084/mitl.v4i1.651>
- Indrawati, E., Musada, Z., Tantu, A. G., & Renal, R. (2022). Status Pencemaran Logam Berat Timbal dan Kadmium di Sungai Tallo Menggunakan Bioindikator Ikan Nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 22(2), 348–361. <https://doi.org/10.35965/eco.v22i2.1562>
- Kiswandono, A. A., Prasetyo, S. I., Rinawati, Rahmawati, A., & Risgiyanto, A. (2022). Analisis Logam Berat Cd, Fe, dan Pb pada Air Sungai Way Umpu Kabupaten Way Kanan Secara Spektrofotometer Serapan Atom. *Analit: Analytical and Environmental Chemistry*, 7(1), 68–79.
- Masruroh, S., & Purnomo, T. (2024). Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Tumbuhan Akuatik sebagai Indikator Pencemaran di Sungai Brantas Mojokerto. *Lenterabio*, 13(1), 131-140.
- Nurbarasamuma, Chaerul, M., Anshari, E., & Deniyatno. (2022). Pencemaran Logam Berat Hg, As, Cd di Sedimen Sungai Langkowala Akibat Aktivitas Penambangan Kabupaten Bombana Sulawesi Tenggara. *Jurnal Lingkungan Almuslim*, 1(1), 01-07.
- Patiung, O., & Fikran. (2022). Identifikasi Kandungan Logam Berat Pb dan Cu pada Sedimen Daerah Muara Sungai Amamapare Timika Papua. *Jurnal Teknik AMATA*, 3(1), 1-12.
- Purba, E. G. T., Retno, R., & Handoco, E. (2024). Studi Kandungan Kadar Logam Berat (Tembaga dan Zink) dalam Air di Sungai Lalang, Desa Suka Maju, Kabupaten Batu Bara, Provinsi Sumatra Utara. *JORAPI: Journal of Research and Publication Innovation*, 2(2), 1517–1524.
- Putri, H. D., Elfidasari, D., Haninah, & Sugoro, I. (2022). Bahaya Kandungan Logam Berat (Cd, Hg, Pb) pada Produk Olahan *Pterygoplichthys pardalis* Asal Sungai Ciliwung Jakarta bagi Kesehatan Manusia. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 7(1), 7-13.
- Putri, W. A. E., & Angraini, N. (2022). Akumulasi Cu dan Pb pada Kerang Darah *Anadara granosa* yang Berasal dari Perairan Muara Sungai Musi. *Jurnal Penelitian Sains*, 24(1), 24-28.
- Putri, W. A. E., Purwiyanto, A. I. S., Diansyah, G., Rozirwan, Fauziyah, Agustriani, F., Haryati, A., & Gusri, A. A. (2024). Logam Berat Cd di Sungai Musi Bagian Hilir, Sumatera Selatan. *Buletin Oseanografi Marina*, 13(1), 13-20.
- Ratnasari, B. Y., Fadillah, N., Astuti, D. H., & Sani. (2021). Penurunan Kadar Ion Logam Berat pada Air Sungai Karah Surabaya dengan Resin Kation. *ChemPro Journal*, 2(3), 7-12.
- Rinawati, D., Rachmawati, N., Annisa, I., & Meilina. (2022). Hubungan Kekeruhan, pH, dan Suhu terhadap Konsentrasi Logam Berat pada Air Sungai di Tangerang. *Jurnal Kesehatan Poltekkes Palembang*, 17(1).
- Rohmah, S. A., Saisabila, I. Z., Mafaza, R. A., & Ibrahim. (2023). Bioakumulasi Logam Berat Merkuri (Hg) dan Kadmium (Cd) dalam Daging Ikan Lele *Phyton (Clarias Sp)* di Sungai Citarum. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Lingkungan Wilayah Pesisir*, 1(1), 9-16.
- Silalahi, F. R. W., Zainuri, M., & Wulandari, S. Y. (2023). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Seng (Zn) di Perairan Muara Sungai Cisadane Kabupaten Tangerang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 5(1), 1-6.
- Sudarningsih, S. (2021). Analisis Logam Berat pada Sedimen Sungai Martapura, Kalimantan Selatan. *Flux*, 18(1), 1-8.
- Tiwow, V. A., Rampe, M. J., & Sulistiawaty. (2022). Suseptibilitas Magnetik dan Konsentrasi Logam Berat Sedimen Sungai Tallo di Makassar. *Jurnal Ilmiah Sains*, 22(1), 60-66.

- Ulumudin, M. M., & Purnomo, T. (2022). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Tumbuhan Papirus (Cyperus papyrus L.) di Sungai Wangi Pasuruan. *Lenterabio*, 11(2), 273-283.
- Velda, N. A., Wardhani, E., & Wulan, D. R. (2023). Studi Pustaka: Kontaminasi Logam Berat Terlarut pada Air Sungai. *FTSP Series : Seminar Nasional Dan Diseminasi Tugas Akhir*, 2154–2159.
- Yusron, M., & Jaza, M. A. (2021). Analisis Jenis dan Kelimpahan Mikroplastik serta Pencemaran Logam Berat pada Hulu Sungai Bengawan Solo. *Environmental Pollution Journal*, 1(1), 41-48.