Jurnal
Ilmu Alam dan Lingkungan

Jurnal Ilmu Alam dan Lingkungan 16 (1), (2025). 57 - 64

Open Acces https://journal.unhas.ac.id/index.php/jai2

Pencemaran Logam Berat terhadap Ketersediaan Air Bersih di Perairan Pulau Sumatera: Review Artikel

Cut Syifa Almira[1], Siti Ashiva Syahira[1], Firdus[1*], Alia Rizki[1], Muhammad Nasir[1]

[1]*Departemen Biologi, Universitas Syiah Kuala, Aceh, Indonesia*

[*]*Email: firdus.usk@gmail.com*

Abstrak

Lingkungan hidup di Indonesia memiliki peran penting dalam menopang kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, salah satunya melalui ketersediaan air. Air sebagian besar berupa air asin memiliki hanya 0.014% dalam bentuk air tawar yang dapat dimanfaatkan langsung. Sungai merupakan sumber utama air di Indonesia, mendukung berbagai sektor seperti konsumsi, pertanian, perikanan, dan transportasi. Namun, pencemaran sungai menjadi masalah serius, dengan data menunjukkan bahwa sebagian besar sungai di Indonesia telah tercemar, baik dalam kategori ringan hingga berat. Salah satu ancaman utama adalah pencemaran logam berat yang bersifat tidak terdegradasi dan dapat terakumulasi dalam lingkungan serta organisme. Dampaknya signifikan terhadap kualitas air dan kesehatan masyarakat, terutama di wilayah Sumatera. Adapun hasil literature review ini diketahui bahwa seluruh Sungai di perairan Sungai Sumatera menunjukkan hasil tercemar logam berat meskipun terdapat beberapa sungai dengan logam berat yang masih berada di bawah baku mutu.

Kata kunci*: Air bersih, logam berat, ketersediaan air, pencemaran logam, sungai, Sumatera*

PENDAHULUAN

Lingkungan hidup di Indonesia merupakan anugerah Tuhan yang perlu dilestarikan dan dilindungi agar tetap dapat menjadi sumber kehidupan bagi masyarakat Indonesia dan makhluk hidup lainnya (Martiyah & Roziqin, 2020). Salah satu komponen penting dalam lingkungan hidup adalah air (Mu'adib & Subagyo, 2024) yang menutupi sekitar 71% permukaan bumi dengan 97.4% di antaranya berupa air asin dan sisanya sekitar 2.586% tersimpan sebagai es di kutub dan dalam tanah. Sekitar 0.014% berupa air tawar yang dapat dimanfaatkan secara langsung dalam bentuk uap air, air tanah, sungai, dan danau (Soegianto & Agus, 2010). Air memiliki peran yang sangat vital bagi manusia dan makhluk hidup lainnya. Di Indonesia, air permukaan seperti sungai menjadi sumber utama bagi berbagai kebutuhan kehidupan sebagai air minum, irigasi pertanian, budidaya perikanan, pariwisata, hingga transportasi. Pergerakan air dari sumber melalui saluran sungai hingga hilir bersifat dinamis yang dipengaruhi oleh musim, penggunaan lahan, dan gaya hidup masyarakat sekitar (Herliwati, dkk., 2021). Sungai merupakan salah satu komponen lingkungan yang memegang peranan penting dalam menjaga

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas

keseimbangan ekosistem dan mendukung kehidupan makhluk hidup (Wijayanti, 2017). Namun, kualitas air sungai di Indonesia masih tergolong buruk. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik (2020), pada tahun 2019 terdapat 98 sungai di Indonesia dengan 54 sungai mengalami cemaran ringan, 6 sungai tercemar ringan hingga sedang, dan 38 sungai mengalami cemaran berat. Pencemaran sungai di Indonesia tergolong sangat tinggi. Sepanjang tahun 2016, berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (LHK), sebanyak 140 sungai yang ada di 34 provinsi sekitar 73.24% berada dalam status tercemar (Firmansyah, dkk., 2021). Salah satu ancaman serius bagi kualitas air sungai adalah pencemaran logam berat yang bersifat tidak dapat terdegradasi secara alami dan dapat terakumulasi dalam tubuh organisme serta lingkungan (Adhani & Husaini, 2017). Keberadaan logam berat dalam air lindi dan sungai dapat mengancam kesehatan lingkungan dan makhluk hidup yang terpapar. Meskipun konsentrasi logam berat seringkali ditemukan dalam jumlah yang sangat kecil, kurang dari 1 mg/L (Rusnam & Efrizal, 2020), dampaknya terhadap kualitas air dan kesehatan lingkungan sangat signifikan. Di wilayah Sumatera, pencemaran logam berat di sungai-sungai menjadi masalah yang serius yang memengaruhi ketersediaan air bersih. Penurunan kualitas air sungai akibat pencemaran logam berat ini berdampak langsung pada kehidupan masyarakat yang bergantung pada sungai sebagai sumber air bersih. Oleh karena itu, penting untuk melakukan kajian yang lebih mendalam mengenai dampak pencemaran logam berat terhadap kualitas air di sungai-sungai Sumatera serta upaya perlindungan lingkungan yang lebih efektif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan metode *literature review* untuk mengkaji inforomasi mengenai pengaruh pencemaran logam berat terhadap ketersediaan air bersih di perairan Sungai Sumatera. Artikel ilmiah yang dipilih sebagai rujukan bersumber dari *google scholar*. Pencarian artikel menggunakan kata kunci yaitu air bersih, pencemaran, sungai, dan Sumatera. Kriteria jurnal yang dipilih merupakan publikasi tahun 2015-2025 dengan jumlah artikel yang digunakan sebanyak 30 artikel ilmiah. Analisis data menggunakan analisis deksriptif untuk mengorganisir dan mendeskripsikan data. Review artikel ini diharapkan menjadi informasi bagi pemerintah dan masyrakat khususnya bidang kesehatan lingkungan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pulau Sumatera memiliki jaringan sungai yang memegang peranan penting sebagai sumber utama penyediaan air bersih bagi masyarakat. Menurut Mailisa, dkk., (2021) sungai memiliki peran yang sangat penting dalam kehidupan sehari-hari sebagai sumber air minum, dan untuk berbagai keperluan termasuk pertanian, peternakan, perkebunan, industri, dan sumber energi. Namun, pertumbuhan penduduk yang cepat menyebabkan penurunan kualitas air di sumber air baku akibat perubahan penggunaan lahan dan aktivitas manusia. Hal ini menyebabkan kekhawatiran terhadap ketersediaan air bersih di perairan Pulau Sumatera di masa depan. Namun, berbagai studi menunjukkan bahwa sebagian besar sungai di wilayah ini telah mengalami pencemaran logam berat pada tingkat yang mengkhawatirkan. Kondisi ini menjadi ancaman nyata terhadap ketersediaan air bersih yang aman dan layak konsumsi.

Tabel 1. Sumber Air Bersih di Perairan Sungai Pulau Sumatera

No.	Nama Sungai	Lokasi	Kondisi Perairan	Sumber
1.	Sungai Belawan	Sumatra Utara, Medan	Kualitas air baku Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal belum memenuhi beberapa parameter standar peruntukan air baku air minum berdasarkan PP No. 82 tahun 2001 tentang kriteria baku	Fitri (2016)

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas

No.	Nama Sungai	Lokasi	Kondisi Perairan	Sumber
			mutu air pada kelas II dan masih diperlukan pengolahan.	
2.	Sungai Siak	Riau	Kadar logam berat timbal air sungai Siak di empat titik yang dialiri sungai Siak keseluruhannya melewati ambang batas aman bagi kesehatan penduduk yaitu Siak 1 sebesar 0.132 mg/L, Siak 2 dengan kadar 0.058 mg/L, Pelita pantai 0.mg/L, dan Sei Duku 0.188 mg/L.	Lailiyana, dkk., (2016)
			Kualitas perairan Sungai Siak di sekitar Kota Pekanbaru termasuk katagori sangat buruk dengan IKLP berkisar 13.3-16.4. Hasil analisis PCA menggambarkan korelasi karakteristik kualitas air sebesar 74.3% (F1 = 47.4% dan F2 = 26.7%) dari total karakteristik yang ada dengan parameter penciri utamanya adalah *fecal coliform*, fosfat dan nitrat.	Vanri, dkk., (2020)
3.	Sungai Kuranji	Sumatra Barat, Padang	Sungai Batang Kuranji di Kelurahan Kalumbuk mengalami pencemaran dan kerusakan ekosistem akibat penambangan pasir serta pembuangan limbah rumah tangga, pabrik roti, dan tahu ke aliran sungai, yang menyebabkan penurunan kualitas air.	Mutia & Muhtar (2018)
4.	Sungai Musi	Sumatra Selatan, Palembang	Hasil laboratorium menunjukkan bahwa kadar *Total Suspended Solid* (TSS) pada titik di wilayah Sebrang Ulu I yaitu 48.000 mg/L, dan 39.000 mg/L di wilayah Sebrang Ulu II. Pemeriksaan BOD diperoleh hasil 4.000 mg/L di wilayah Sebrang Ulu I dan 1.000 mg/L di wilayah Sebrang Ulu II. Kadar COD diperoleh 6.000 mg/L di wilayah Sebrang Ulu I serta 3.000 mg/L di wilayah Sebrang Ulu II. Maka secara umum dapat menyimpulkan penilaian kondisi perairan Sungai Musi di Sebrang Ulu I dan II, termasuk ke dalam kategori Buruk (C).	Trisnaini, dkk., (2018)
5.	Krueng Aceh	Banda Aceh, Aceh	Kualitas air di muara Krueng Aceh telah melampaui baku mutu, dengan TDS 3332.78 mg/L, Pb 0.052 mg/L, dan Cd 0.015 mg/L. Berdasarkan standar US-EPA dan analisis STORET, lokasi ini mendapat skor -23, tergolong dalam kategori “Cemar Sedang” (Kelas C). Konsentrasi logam berat tertinggi dalam air adalah Pb sebesar 0.106 mg/L. Rata-rata kadar Pb dan Cd juga	Hadi, dkk., (2018)

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas

No.	Nama Sungai	Lokasi	Kondisi Perairan	Sumber
			melebihi ambang batas sesuai PP RI No. 82 Tahun 2001. Sementara itu, logam berat tertinggi pada sedimen adalah Zn 29.633 mg/kg, namun masih di bawah ambang batas ANZECC ISQG-Low.	
6.	Sungai Batanghari	Jambi	Sangat tercemar logam Hg dan Fe, jika mengacu pada PP No. 82 Tahun 2001 Kelas I. Kandungan logam Mn dalam air Sungai Batanghari mayoritas termasuk kategori cukup tercemar logam Mn. Sedangkan kandungan logam Cd dan Pb termasuk kategori tidak terkontaminasi.	Yanova, dkk., (2020)
7.	Sungai Muara Bangkahulu	Bengkulu	Sungai Bangkahulu tergolong tercemar sedang dengan indeks pencemaran 5.22-6.51, sehingga tidak layak dijadikan air baku PDAM Kota Bengkulu. Meski TSS dan pH masih memenuhi baku mutu, kadar BOD, COD, dan E. coli melampaui ambang batas untuk sungai kelas I (PP No. 82 Tahun 2001). Pengendalian pencemaran memerlukan pemantauan rutin, edukasi masyarakat, dan penegakan hukum lingkungan.	Gazali & Widada (2021)
8.	Sungai Liat	Bangka Belitung	Perairan Matras menunjukkan tingkat kontaminasi logam berat yang rendah berdasarkan nilai CF, I-Geo, dan PLI yang semuanya berada di bawah ambang batas pencemaran. Meskipun nilai EF logam Cd, Pb, dan Zn tergolong sangat tinggi, yang mengindikasikan adanya masukan signifikan dari aktivitas antropogenik seperti penambangan timah, nilai indeks risiko ekologi (RI) tetap rendah (<150), menandakan potensi risiko ekologis yang minimal. Secara keseluruhan, kondisi perairan Matras masih berada dalam status tidak tercemar namun memerlukan pengawasan berkelanjutan mengingat potensi akumulasi jangka panjang dari aktivitas manusia.	Nugraha, dkk., (2022)
9.	Sungai Way Sekampung	Lampung	Hasil analisis rata-rata logam berat di empat lokasi yaitu Kasui, Ojolali, Negeri Baru, dan Blambangan Umpu, menunjukkan kadar Cd masing-masing sebesar 0.011 ppm, 0.012 ppm, 0.019 ppm, dan 0.020 ppm, serta kadar Pb sebesar 0.207 ppm, 0.201 ppm, 0.233	Kiswandono, dkk., (2022)

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas

No.	Nama Sungai	Lokasi	Kondisi Perairan	Sumber
			ppm, dan 0.254 ppm. Limit Deteksi (LOD) untuk Cd, Pb, dan Fe masing-masing adalah 0.0126; 0.8293; dan 0.1222 ppm, sedangkan Limit Kuantifikasi (LOQ) adalah 0.0422; 2.7645; dan 0.4072 ppm. Persentase RSD untuk Cd berkisar 1.42-3.80%, Pb 2.20-4.44%, dan Fe 3.07-3.81%. Sementara itu, persentase perolehan kembali menunjukkan hasil yang baik, dengan Cd 99.02-99.15%, Pb 101.04-102.01%, dan Fe 100.26-101.06%.	

Berdasarkan hasil kajian pada sejumlah artikel, ditemukan bahwa pencemaran logam berat telah terjadi di berbagai sungai besar di Sumatera yang ditampilkan pada Tabel 1. Sungai Krueng Aceh di Banda Aceh mencatat konsentrasi logam berat Pb sebesar 0.106 mg/L dan Cd sebesar 0.015 mg/L, angka tersebut melampaui ambang batas baku mutu berdasarkan PP No. 82 Tahun 2001. Berdasarkan analisis STORET, sungai ini tergolong dalam kategori "Cemar Sedang" (Hadi, dkk., 2018). Fenomena serupa ditemukan di Sungai Belawan, Sumatera Utara yang digunakan sebagai sumber air baku bagi Instalasi Pengolahan Air (IPA) Sunggal. Penelitian menunjukkan bahwa air sungai ini belum memenuhi standar kualitas air kelas II dan mengandung logam berat seperti timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Pencemaran ini diduga kuat berasal dari aktivitas industri dan domestik di wilayah sekitar DAS yang pada akhirnya berimplikasi pada pentingnya pengolahan lanjutan sebelum air dapat dikonsumsi (Fitri, 2016). Sementara itu, Sungai Kuranji di Padang, Sumatera Barat, juga mengalami pencemaran logam berat baik pada air permukaan maupun sedimennya. Konsentrasi Cd dalam air berkisar antara 0.0167-0.0374 mg/L, Cu antara 0.0155-0.0365 mg/L, dan Pb antara 0.0155-0.0378 mg/L.

Kandungan logam berat pada sedimen bahkan lebih tinggi enunjukkan adanya potensi pencemaran kronis yang dapat merusak ekosistem sungai jika tidak dikendalikan (Roza & Muhelni, 2019). Menariknya, di Sungai Musi, Palembang, meskipun kadar tembaga (Cu) dan timbal (Pb) dalam air dan sedimen masih berada dalam batas aman, penelitian oleh Putri, dkk., (2015) mengindikasikan adanya potensi peningkatan akumulasi logam berat seiring waktu. Oleh karena itu, diperlukan pemantauan berkala untuk mencegah risiko pencemaran yang lebih parah di masa depan. Sungai Bangkahulu di Bengkulu juga tidak luput dari pencemaran, dengan indeks pencemaran berkisar antara 5.2-6.51. Sungai ini masuk dalam kategori pencemaran sedang dan dinyatakan tidak layak sebagai sumber air baku untuk kebutuhan rumah tangga (Gazali & Widada, 2021). Di Jambi, Sungai Batanghari mengalami kontaminasi logam berat yang cukup signifikan terutama oleh merkuri (Hg) dan besi (Fe). Meskipun kadar kadmium (Cd) dan timbal (Pb) masih dalam batas aman, keberadaan mangan (Mn) di sungai ini sebagian besar telah melewati ambang pencemaran sedang (Yanova, dkk., 2020).

Di wilayah Bangka Belitung, kualitas perairan Sungai Liat secara umum masih berada pada tingkat pencemaran yang rendah. Namun, nilai *Enrichment Factor* (EF) yang tinggi untuk logam Cd, Pb, dan Zn mengindikasikan kontribusi signifikan dari kegiatan penambangan timah yang dapat menyebabkan akumulasi logam berat dalam jangka panjang (Nugraha, dkk., 2022). Hal serupa juga terlihat pada Sungai Way Sekampung di Lampung yaitu kandungan logam Pb dan Cd masih dalam batas toleransi menurut hasil uji statistik. Namun, potensi akumulasinya tetap mengkhawatirkan karena dapat memberikan dampak negatif terhadap kesehatan manusia dan kualitas lingkungan seiring waktu (Kiswandono, dkk., 2022). Secara umum, hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar sungai yang menjadi sumber air bersih di Pulau Sumatera telah mengalami pencemaran logam berat, baik dalam

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas

konsentrasi tinggi maupun rendah. Meskipun beberapa nilai masih berada di bawah ambang batas, keberadaan logam berat tersebut tetap berpotensi menimbulkan dampak jangka panjang melalui proses akumulasi di lingkungan perairan. Hal ini membuktikan bahwa pencemaran logam berat tidak hanya menurunkan kualitas air, tetapi juga secara langsung mengancam keberlanjutan ketersediaan air bersih serta kesehatan masyarakat. Meskipun demikian, kajian ini memiliki sejumlah keterbatasan, seperti keterbatasan lokasi penelitian sungai yang belum merata serta perbedaan waktu pengambilan sampel yang dapat memengaruhi validitas data. Selain itu, banyak studi belum secara spesifik menautkan pencemaran logam berat dengan dampaknya terhadap kesehatan masyarakat maupun biodiversitas secara menyeluruh.

Perkembangan urbanisasi dan industrialisasi yang terus berkembang di Sumatera, daya dukung lingkungan perairan mengalami tekanan yang cukup besar. Pencemaran logam berat menjadi salah satu tantangan utama yang harus segera ditangani. Aditya, dkk., (2019) menekankan pentingnya identifikasi sumber logam berat sebagai langkah awal dalam menanggulangi pencemaran. Sementara itu, Chowdhury *et al*., (2016) menjelaskan bahwa sumber utama logam berat biasanya berasal dari limbah industri, aktivitas pertambangan, serta limbah domestik yang umum ditemukan di negara berkembang. Kondisi ini mengindikasikan bahwa pencemaran logam berat di sungai-sungai Pulau Sumatera merupakan masalah serius yang mengancam ketersediaan air bersih. Dampaknya tidak hanya terhadap kualitas air, namun juga pada kesehatan masyarakat dalam jangka panjang. Oleh karena itu, diperlukan upaya berkelanjutan dalam bentuk penelitian lanjutan, pemantauan rutin kualitas air di DAS, serta penerapan strategi mitigasi untuk menurunkan kadar logam berat di perairan. Sebagai rekomendasi, diperlukan penguatan dalam pengelolaan lingkungan dengan cara melakukan pemantauan kualitas air secara berkala, memetakan sumber utama pencemar logam berat, dan menerapkan teknologi pengolahan air yang sesuai dengan kondisi lokal. Selain itu, edukasi kepada masyarakat serta penegakan hukum lingkungan harus diperkuat guna mencegah terjadinya pencemaran lebih lanjut. Kolaborasi yang sinergis antara pemerintah, akademisi, pelaku industri, dan masyarakat menjadi kunci dalam menjaga keberlanjutan sumber air bersih serta menjamin kesehatan lingkungan dan masyarakat Sumatera ke depan.

KESIMPULAN

Hasil kajian menunjukkan bahwa sebagian besar sungai di Pulau Sumatera yang dimanfaatkan sebagai sumber air bersih telah terkontaminasi logam berat, khususnya Pb, Cd, Cu, dan Hg. Beberapa sungai seperti Krueng Aceh, Belawan, Kuranji, Siak, dan Batanghari bahkan memiliki kadar logam berat yang melebihi ambang batas baku mutu air kelas II (PP No. 82 Tahun 2001). Pencemaran ini umumnya berasal dari aktivitas antropogenik seperti limbah industri, domestik, dan pertambangan yang berpotensi mengancam kualitas air dan kesehatan masyarakat. Oleh karena itu, dibutuhkan pengelolaan kualitas air yang terpadu dan berkelanjutan melalui pemantauan rutin, penegakan regulasi, serta penerapan teknologi pengolahan yang efektif. Partisipasi masyarakat dan kolaborasi lintas sektor juga menjadi kunci dalam upaya konservasi sumber daya air di wilayah Sumatera.

DAFTAR PUSTAKA

Adhani, R., dan Husaini. 2017. *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat Universsity Press, Banjarmasin.

Aditya, M.T., Bargawa, W.S., dan Cahyadi, T.A., 2019. *Pemanfaatan Pit Lake Sebagai Program Pasca Tambang*. In Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan. 1(1): 551-556.

Chowdhury, S., Mazumder, M. J., Al-Attas, O., and Husain, T., 2016. *Heavy Metals in Drinking Water: Occurrences, Implications, and Future Needs in Developing Countries*. Science of the Total Environment. 569: 476-488.

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas

Firmansyah, Y.W., Widiyantoro, W., Fuadi, M.F., Afrina, Y., dan Hardiyanto, A., 2021. *Dampak Pencemaran Sungai di Indonesia Terhadap Gangguan Kesehatan: Literature Review*. Jurnal Riset Kesehatan Poltekkes Depkes Bandung. 13(1): 120-133.

Fitri, R., 2016. *Optimalisasi Perusahaan Daerah Air Minum dalam Pengelolaan Air Minum Kota Medan.* Jurnal ArchuGreen. 3(5): 32-37.

Gazali, M., dan Widada, A., 2021. *Analisis Kualitas dan Perumusan Strategi Pengendalian Pencemaran Air Sungai Bangkahulu Bengkulu*. Journal of Nursing and Public Health. 9(1): 54-60.

Hadi, I., Suhendrayatna, S., dan Muchlisin, Z.A. 2018. *Status Mutu Air dan Kandungan Logam Berat Pada Air dan Sedimen di Muara Krueng Aceh, Kota Banda Aceh*. Depik. 7(2): 91-99.

Herliwati, Rahman, M., dan Rahman, A., 2021. *Analisis Indeks Pencemaran dan Daya Tampung Beban Pencemaran Sungai Jaing Kabupaten Tabalong Provinsi Kalimantan Selatan*. Fish Scientiae. 11(1): 1-13.

Kiswandono, A.A., Prasetyo, S.I., Rinawati, R., Rahmawati, A., dan 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.

Lailiyana, L., Hasan, Z., Metha, J.M., danVitriani, O., 2018. *Hubungan Paparan Timbal Air Sungai Siak Terhadap Kadar Hemoglobin Remaja Puteri Di Pemukinan Pinggiran Sungai Siak Kota Pekanbaru Tahun 2016.* JPK: Jurnal Proteksi Kesehatan. 5(2): 130-135 DOI: https://doi.org/10.36929/jpk.v5i2.62.

Mailisa, E.R., Warsito, B., dan Yulianto, B., 2021. *Strategi Peningkatan Kualitas Air Sungai: Studi kasus Sungai Sani*. Jurnal Litbang: Media Informasi Penelitian, Pengembangan dan IPTEK. 17: 101-114.

Martiyah, R., & Roziqin. 2020. *Penegakan Hukum Terhadap Pencemaran Imbah Cair Pabrik Kelapa Sawit Di Kabupaten Penajam Paser Utara Berdasarkan Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup*, Jurnal Lex Supreme. 2: 147-67.

Mu'adib, S., dan Subagyo, I., 2024. *Tinjauan Hukum Terhadap Pencemaran Sungai Akibat Limbah Rumah Tangga di Desa Ngunjung Kecamatan Malo Kabupaten Bojonegoro*. Justitiable-Jurnal Hukum. 6(2): 30-53.

Mutia, U., dan Muhtar, H., 2018. *Komunitas Peduli Lingkungan dalam Melestarikan Lingkungan Aliran Sungai batang Kuranji (Studi pada Komunitas Peduli Sungai Kalumbuk Kota Padang)*. Journal of Civic Education. 1(4): 444-450.

Nugraha, M.A., Pamungkas, A., Syari, I.A., Sari, S.P., Umroh, U., Utami, E., dan Priyambada, A., 2022. *Penilaian Pencemaran Logam Berat Cd, Pb, Cu, dan Zn pada Sedimen Permukaan Perairan Matras, Sungailiat, Bangka*. Jurnal Kelautan Tropis. 25(1): 70-78.

Pemerintah Indonesia. 2001. *Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Lembaran Negara Republik Indonesia Tahun 2001 Nomor 153.

Putri, W.A.E., Bengen, D.G., Prartono, T., dan Riani, E., 2015. *Konsentrasi Logam Berat (Cu dan Pb) di Sungai Musi Bagian Hilir*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. 7(2): 453-463.

Roza, S.Y., dan Muhelni, L., 2019. *Analisis Kandungan Cd, Cu dan Pb pada Air Permukaan dan Sedimen Permukaan di Muara-Muara Sungai Kota Padang*. Akuatika Indonesia. 4(1): 1-5.

Rusnam dan Efrizal. 2020. *Logam Berat, Penyebab, dan Penanggulangannya*. Uwais Inspirasi Indonesia, Surabaya.

Soegianto dan Agus. 2010. *Ilmu Lingkungan Sarana Menuju Masyarakat Berkelanjutan*. Airlangga University Press, Surabaya.

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas

Trisnaini, I., Kumalasari, T.N., dan Utama, F., 2018. *Identifikasi Habitat Fisik Sungai dan Keberagaman Biotilik sebagai Indikator Pencemaran Air Sungai Musi Kota Palembang*. Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia. 17(1): 1-8.

Vanri, L.A., Adriman, A., dan Fauzi, M., 2020. *Kualitas dan Distribusi Spasial Karakteristik Fisika-Kimia Sungai Siak di Kota Pekanbaru*. Depik. 9(2): 335-343.

Yanova, S., Siagian, K.A.M., dan Gusanti, R., 2020. *Tingkat Cemaran Logam Berat Pada Air Sungai Batanghari Provinsi Jambi berdasarkan Indeks C/P (Contamination/ Pollution)*. Jurnal Daur Lingkungan. 3(2): 62-65.

Wijayanti, T., 2017. *Profil Pencemaran Logam Berat Pada Perairan Daerah Aliran Sungai (DAS) Grindulu Pacitan*. Jurnal Ilmiah Sains. 17(1): 19-25. DOI: https://doi.org/10.35799/jis.17.1.2017.15057.

P ISSN: 2086 - 4604
E ISSN: 2549 - 8819
© 2025 Departemen Biologi FMIPA Unhas