

Studi Pustaka: Kontaminasi Logam Berat Terlarut pada Air Sungai

MUHAMMAD RIO FERDIANO¹, IWAN JUWANA¹, RIZKA MARIA²

1. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Institut Teknologi Nasional
 2. Pusat Penelitian Teknologi Lingkungan dan Bersih, Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)
- Email: rio.ferdiano25@gmail.com

ABSTRAK

Logam berat merupakan jenis zat pencemar lingkungan yang umumnya hadir dalam perairan. Kehadiran logam berat di sungai terjadi secara alamiah dalam jumlah terbatas di kolom air, sedimen, dan lemak biota. Namun, konsentrasi logam berat dapat meningkat karena adanya limbah dari industri dan aktivitas lainnya. Studi pustaka ini bertujuan mengidentifikasi sumber kontaminan logam berat terlarut, khususnya untuk parameter logam Fe (Besi), Cd (Kadmium), Cu (Tembaga), Pb (Timbal), dan Mn (Mangan) dalam air sungai. Tingginya konsentrasi logam berat terlarut dalam sungai dapat memberikan dampak negatif pada kehidupan di sekitarnya. Kadar logam berat yang berlebih dalam air dapat diserap oleh makhluk hidup melalui proses penyerapan air dan nutrisi, sehingga penting untuk melakukan pengukuran parameter logam berat terlarut dalam perairan.

Kata kunci: Logam berat terlarut, Sungai, Sumber, Fe, Cd, Cu, Pb, Mn

1. PENDAHULUAN

Logam berat adalah salah satu jenis zat pencemar lingkungan yang sering ditemukan di perairan. Secara alami, kadar unsur logam berat dalam perairan cenderung rendah. Namun, konsentrasi logam berat dapat meningkat ketika limbah yang mengandung banyak unsur logam berat dibuang ke dalam lingkungan perairan, yang dapat mengakibatkan keracunan bagi organisme perairan (Rennika dkk., 2013). Adanya logam berat yang terlarut dalam perairan dapat memberikan dampak buruk pada kehidupan makhluk hidup di sekitarnya. Hal ini disebabkan oleh tingginya konsentrasi logam berat yang larut dalam air, yang dapat diserap secara langsung oleh makhluk hidup melalui penyerapan air dan nutrisi ke dalam tubuh biota air dan tumbuhan. Tumbuhan air mengambil unsur hara melalui proses metabolisme mereka (Puspasari, 2017). Ketika logam berat terikat dalam tubuh organisme, hal ini akan memengaruhi berbagai proses biologis dalam organisme akuatik tersebut, termasuk manusia melalui rantai makanan. Peningkatan konsentrasi logam berat dalam perairan di atas batas tertentu juga dapat menyebabkan dampak negatif dan memengaruhi kualitas perairan secara keseluruhan. Oleh karena itu, penting untuk melakukan pengukuran parameter logam berat sebagai langkah untuk memantau dan mengelola kondisi perairan. (Patty dkk., 2018).

2. METODOLOGI

Studi ini dilakukan untuk mengidentifikasi sumber kontaminan Logam Berat Terlarut yaitu untuk parameter Logam Fe (Besi), Cd (Kadmium), Cu (Tembaga), Pb (Timbal), Mn (Mangan) pada air sungai. Hasil dari metode deskriptif melalui studi pustaka dan literatur akan menjadi pembahasan dari kontaminan logam berat terlarut ini. Terdapat beberapa faktor yang

memungkinkan dapat mempengaruhi peningkatan kontaminan logam terlarut pada air sungai dari berbagai sumber-sumber literatur seperti buku, jurnal, publikasi resmi, dan yang lainnya.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Pencemaran Air

Sungai merupakan suatu bentuk ekosistem akuatik yang mempunyai peran penting dalam daur hidrologi dan berfungsi sebagai daerah tangkapan air (*catchment area*) bagi daerah di sekitarnya, sehingga kondisi suatu sungai sangat dipengaruhi oleh karakteristik yang dimiliki oleh lingkungan di sekitarnya. Sungai juga merupakan tempat yang mudah dan praktis untuk pembuangan limbah, baik yang berasal dari kegiatan rumah tangga, limbah industri padat maupun cair, garmen, perbengkelan, peternakan, dan usaha lainnya. Adanya pembuangan berbagai jenis limbah dan sampah yang mengandung beraneka ragam jenis bahan pencemar ke badan perairan, baik yang dapat terurai maupun yang tidak dapat terurai akan menyebabkan semakin berat beban yang diterima oleh sungai tersebut (Agustatik, 2010).

Sumber utama pencemaran air dibagi menjadi dua, yaitu sumber pencemar air dari titik tetap/tidak bergerak (*point sources*) dan sumber pencemar air dari titik tidak tetap/bergerak (*non point sources*). Contoh sumber pencemar dari titik tetap antara lain pabrik, fasilitas pengolahan air limbah, sistem *septic tank*, dan sumber lain yang jelas membuang polutan ke sumber air. Sumber tidak tetap lebih sulit untuk teridentifikasi, karena tidak dapat ditelusuri kembali ke lokasi tertentu. Contoh sumber tidak tetap diantaranya air limpasan, sedimen, pupuk, bahan kimia dan limbah dari peternakan hewan, bidang konstruksi dan tambang. Selain itu *landfill* juga bisa menjadi sumber tidak tetap pencemaran, karena zat lindi dari TPA dapat masuk ke dalam persediaan air (Kjellstrom dkk., 2006). Sumber tidak tetap juga bisa berasal dari hujan dan salju cair mengalir melewati lahan dan menghanyutkan pencemar-pencemar di atasnya seperti pestisida dan pupuk dan mengendapkannya dalam danau, telaga, rawa, perairan pantai, dan air bawah tanah serta kota-kota dan pemukiman yang juga menjadi penyumbang pencemar (Mulyanto, 2007).

3.2 Logam Berat

Menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia (KBBI), logam merupakan mineral yang memiliki sifat tidak tembus pandang, dapat menghantakan panas dan arus listrik yang baik. Logam dapat digolongkan kedalam dua jenis, yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat adalah logam dengan berat lebih dari sama dengan 5 g/cm^3 . Sedangkan logam ringan adalah logam dengan berat kurang dari 5 g/cm^3 (Darmono, 1995). Logam berat ini terbagi menjadi dua jenis berdasarkan sudut pandang toksikologi, yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. 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 dkk., 2023).

3.3 Logam Berat dalam Lingkungan Air

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 dkk., 2012):

- a. Terlarut, yaitu ion logam bebas air dan logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik dan anorganik.
- b. Tidak terlarut, terdiri dari partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kompleks metal yang terabsorpsi pada zat tersuspensi.

3.3.1 Logam Berat Fe di Air

Besi merupakan logam transisi yang memiliki nomor atom 26. Bilangan oksidasi Fe adalah +3 dan +2. Fe memiliki berat atom 55,845 g/mol, titik leleh 1.538°C, dan titik didih 2.861°C. Fe menyusun 5-5,6% dari kerak bumi dan menyusun 35% dari masa bumi. Secara umum, besi dalam perairan dapat larut sebagai Fe^{2+} (fero) atau Fe^{3+} (feri) dalam bentuk butiran koloid berdiameter <1µm atau lebih besar, seperti Fe_2O_3 , FeO , $\text{Fe}(\text{OH})_2$, $\text{Fe}(\text{OH})_3$ dan sebagainya. Pada air permukaan jarang ditemui kadar Fe lebih besar dari 1 mg/l, tetapi di dalam air tanah kadar Fe dapat jauh lebih tinggi (Widowati dkk., 2008). Logam Fe merupakan logam yang sering ditemui keberadaannya di alam dalam bentuk senyawa di bebatuan, tanah, dan air. Namun, tidak jarang logam besi ini berasal dari kegiatan antropogenik seperti adanya pencemaran akibat bahan bakar, limbah industri, limbah domestik, limbah peternakan, hingga limbah pertanian dan perkebunan (Kirana dkk., 2019). Sumber Fe di air sungai salah satunya dari sektor industri yaitu berasal dari limbah industri yang dihasilkan, seperti korosi pipa-pipa air, baterai, keramik, industri baja, pupuk, dan pestisida (Ika dkk., 2012).

3.3.2 Logam Berat Cd di Air

Kadmium bervalensi dua (Cd^{2+}) adalah bentuk terlarut stabil dalam lingkungan perairan pada pH di bawah 8,0. Kadar Cd di perairan alami berkisar antara 0,29-0,55 ppb dengan rata-rata 0,42 ppb (Sanusi, 2006). Sumber kadmium di perairan berasal dari pupuk fosfat, endapan sampah, dan campuran seng (0,2% Cd sebagai bahan impuritis). Industri tekstil juga merupakan salah satu sumber pencemar logam Cd yang di hasilkan dari proses pencelupan dan pewarnaan (Azhar dkk., 2012). Pada kegiatan pertambangan biasanya kadmium ditemukan dalam bijih mineral diantaranya adalah sulfida *green ockite (xanthochroite)*, karbonat *otative*, dan oksida kadmium. Mineral-mineral ini terbentuk berasosiasi dengan bijih sfalerit dan oksidanya, atau diperoleh dari debu sisa pengolahan lumpur elektrolit (Herman, 2006).

3.3.3 Logam Berat Cu di Air

Tembaga memiliki nomor atom 29, berat atom 63,546 g/mol, titik leleh 1.083°C dan titik didih 2.595°C. Tembaga merupakan logam transisi golongan I B yang memiliki sifat mudah renggang, serta mudah ditempa (Irianti dkk., 2017). Cu dapat masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam, seperti pengikisan (erosi) dari batuan mineral dan dari debu atau partikulat Cu yang terdalem dalam lapisan udara dan dibawa turun oleh hujan. Secara non alamiah, Cu masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan berasal dari sektor industri diantaranya yaitu sisa produksi dari industri kertas yang mengandung logam berat tembaga, industri percetakan, garment, besi, *stainless*, dan lain-lain (Cahyani dkk., 2012). Selain itu, tembaga sulfat pentahidrat juga marak digunakan dalam bidang pertanian dan peternakan, yaitu sebagai fungisida, algasida, pupuk Cu, dan sebagai zat pengatur pertumbuhan untuk hewan. Biasanya senyawa tembaga yang larut dalam air terjadi di lingkungan setelah rilis melalui aplikasi di bidang pertanian. (Khairuddin dkk., 2021).

3.3.4 Logam Berat Pb di Air

Logam ini memiliki nomor atom 82, bobot atom 207,2 g/mol, titik leleh 327°C, dan titik didih 1.755°C. Logam ini mempunyai titik lebur rendah, mudah dibentuk, mempunyai sifat kimia yang aktif (Darmono, 1995). Sumber alami timbal di perairan menurut Palar (2004), dapat berasal dari proses pengkristalan di udara yang jatuh melalui batuan hujan dan proses

korosifikasi dari batuan mineral. Kegiatan manusia seperti pertambangan, manufaktur dan pembakaran bahan bakar fosil telah mengakibatkan akumulasi timbal dan senyawanya di lingkungan, termasuk udara, air dan tanah. Timbal digunakan untuk produksi baterai, kosmetik, produk logam seperti amunisi, solder dan pipa (Martin dan Griswold, 2009). Sumber logam timbal dapat berasal dari knalpot kendaraan bermotor yang menggunakan bahan bakar bertimbal menghasilkan Pb sebagai bagian dari hasil pembakaran bahan bakar. Pb yang keluar dari knalpot terbawa ke udara dan terakumulasi di atmosfer kemudian masuk ke dalam badan air melalui air hujan yang jatuh ke bumi (Widowati dkk., 2008).

3.3.5 Logam Berat Mn di Air

Mangan (Mn) adalah metal kelabu-kemerahan. Menurut Yudo (2016) Keracunan seringkali bersifat kronis sebagai akibat inhalasi debu dan uap logam. Gejala yang timbul berupa gejala susunan syaraf : insomnia, kemudian lemah pada kaki dan otot muka sehingga ekspresi muka menjadi beku dan muka tampak seperti topeng. Bila pemaparan berlanjut maka, bicaranya melambat dan monoton, terjadi *hyperfleksi*, *clonus* pada patella dan tumit, dan berjalan seperti penderita parkinsonism. Selanjutnya akan terjadi *paralysis bulbar*, *post encephalitic parkinsonism*, *multiple sclerosis*, *amyotrophic lateral sclerosis*, dan degenerasi lentik yang progresif. Dalam hal penyediaan air, logam Mn juga memberikan dampak buruk jika kadarnya melampaui baku mutu. Logam Mn dapat menimbulkan masalah warna yaitu air akan berubah menjadi warna ungu/hitam (Yudo, 2006)

4. KESIMPULAN

Sumber-sumber logam berat terlarut di sungai dapat berasal dari beberapa faktor, baik yang bersifat alamiah maupun yang berkaitan dengan aktivitas manusia (antropogenik). Faktor alamiah yang memengaruhi konsentrasi logam terlarut di perairan mencakup pengikisan (erosi) dari batuan mineral dan proses pengkristalan di udara yang kemudian jatuh ke permukaan bumi melalui hujan. Di sisi lain, sumber antropogenik dapat timbul dari limbah yang dihasilkan oleh berbagai aktivitas manusia, termasuk pencemaran akibat bahan bakar, limbah industri, limbah domestik, serta limbah pertanian dan perkebunan.

DAFTAR RUJUKAN

- Agustatik, S. (2010). *Gradasi Pencemaran Sungai Babon dengan Bioindikator Makrozoobentos*. Magister Ilmu Lingkungan.
- Azhar, H., Widowati, I., dan Suprijanto, J. (2012). Studi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di Perairan Wedung, Demak serta analisis maximum tolerable intake pada manusia. *Journal of Marine Research*, 1(2), 35-44.
- Cahyani, M. D., Nuraini, R. A. T., dan Yulianto, B. (2012). Studi Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Sungai Sayung dan Sungai Gonjol, Kecamatan Sayung, Kabupaten Demak. *Journal Of Marine Research*, 1(2), 73-79.
- Darmono. (1995). *Logam Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Penerbit Universitas Indonesia.
- 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).
- Herman, D. Z. (2006). Tinjauan Terhadap Tailing Mengandung Unsur Pencemar Arsen (As), Merkuri (Hg), Timbal (Pb), dan Kadmium (Cd) dari Sisa Pengolahan Bijih Logam. *Indonesian Journal on Geoscience*, 1(1), 31-36.

- Ika, Tahril, dan Said, I. (2012). Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara. *Jurnal Akademika Kimia*, 1(4).
- Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., dan Budiyaniti, A. (2017). *LOGAM BERAT DAN KESEHATAN*. Yogyakarta: UGM Press.
- Ishak, N. I., Ishak, E., Effendy, I. J., dan Fekri, L. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat Pada Air Sungai Martapura, Provinsi Kalimantan Selatan Tahun 2022. *JSIPi (JURNAL SAINS DAN INOVASI PERIKANAN)(JOURNAL OF FISHERY SCIENCE AND INNOVATION)*, 7(1), 35-41.
- Khairuddin, K., Yamin, M., dan Kusmiyati, K. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) pada Bandeng (*Chanos chanos forsk*) yang Berasal dari Kampung Melayu Kota Bima. *Jurnal Pijar Mipa*, 16(1), 97-102.
- Kirana, K. H., Novala, G. C., Fitriani, D., Agustine, E., Rahmaputri, M. D., Fathurrohman, F., Rizkita, N. R., Andrianto, N., Juniarti, N., dan Julaiha, J. (2019). Identifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Hulu Melalui Analisa Parameter Hidrologi Dan Kandungan Logam Berat (Studi Kasus: Sungai Citarum Sektor 7). *Wahana Fisika*, 4(2), 120-128.
- Kjellstrom, T., Lodh, M., McMichael, T., Ranmuthugala, G., Shrestha, R., dan Kingsland, S. (2006). Air and Water Pollution: Burden and Strategies for Control. *Disease Control Priorities in Developing Countries. 2nd edition*.
- Martin, S., dan Griswold, W. (2009). Human Health Effects of Heavy Metals. Environmental Science and Technology Briefs for Citizens. *Center for Hazardous Substance Research, Kansas State University*, 15.
- Mulyanto, H. (2007). Sungai, Fungsi dan Sifat-sifatnya. *Graha Ilmu. Yogyakarta*.
- Palar, H. (2004). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta.
- Patty, J. O., Siahaan, R., dan Maabuat, P. V. (2018). Kehadiran Logam-Logam Berat (Pb, Cd, Cu, Zn) pada Air dan Sedimen Sungai Lowatag, Minahasa Tenggara-Sulawesi Utara. *Jurnal Bios Logos*, 8(1).
- Puspasari, R. (2017). Logam dalam ekosistem perairan. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 1(2), 43-47.
- Rennika, R., Aunurohim, A., dan Abdulgani, N. (2013). Konsentrasi dan Lama Paparan Senyawa Organik dan Inorganik pada Jaringan Insang Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) pada Kondisi Sub Lethal. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), E132-E137.
- Sanusi, H. (2006). Kimia Laut, Proses Fisik Kimia dan Interaksinya dengan Lingkungan. *Departemen Ilmu dan Teknologi Kelautan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor*, 188.
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Jusuf, R. (2008). Efek Toksik Logam Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran. *Penerbit Andi. Yogyakarta*, 2-206.
- Yudo, S. (2006). Kondisi pencemaran logam berat di perairan sungai DKI Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 2(1).