

KONTAMINASI LOGAM BERAT (Cd, Pb, DAN Hg) PADA IKAN TERI (*STOLEPHORUS INDICUS*)

Vadiyani Fricillya Puteri¹, Ramadhan Triyandi¹, Ihsanti Dwi Rahayu¹, Muhammad Iqbal¹

¹Program Studi Sarjana Farmasi Fakultas Kedokteran, Universitas Lampung, Lampung

Abstrak

Pencemaran logam lingkungan adalah salah satu masalah global yang serius dengan efek kesehatan yang parah karena persistensi dan akumulasinya dalam organisme hidup. Ikan adalah makanan laut yang paling umum dikonsumsi secara global. Konsumsi ikan merupakan jalur utama paparan logam berat, seperti kadmium (Cd), timbal (Pb), dan merkuri (Hg) pada manusia. Ikan teri (*Stolephorus indicus*) adalah ikan tingkat trofik rendah yang memakan zooplankton, udang, udang, dan amphipoda. Ikan teri merupakan salah satu komoditas perikanan laut tertinggi di bandarlampung pada tahun 2021 yaitu sebesar Rp 5.084.122.700 dengan volume penangkapan mencapai 237.552 kg. Pemantauan konsentrasi logam dalam ikan penting sebagai bioindikator pencemaran lingkungan laut, menilai risiko kesehatan konsumsi ikan yang telah terkontaminasi, dan memastikan kepatuhan masyarakat terhadap peraturan keamanan pangan.

Kata kunci: Ikan teri, Kontaminasi, Logam berat, *Stolephorus indicus*

HEAVY METAL CONTAMINATION (Cd, Pb, AND Hg) IN INDIAN ANCHOVY (*STOLEPHORUS INDICUS*)

Abstract

Environmental metal pollution is one of the serious global problems with severe health effects due to their persistence and accumulation in living organisms. Fish is the most commonly consumed seafood globally. Consumption of fish is the main route of exposure to heavy metals, such as cadmium (Cd), lead (Pb), and mercury (Hg) in humans. Anchovy (*Stolephorus indicus*) is a low trophic level fish that feeds on zooplankton, prawns, prawns and amphipods. Anchovies are one of the highest marine fishery commodities in Bandarlampung in 2021, namely IDR 5,084,122,700 with a catch volume reaching 237,552 kg. Monitoring metal concentrations in fish is important as a bioindicator of marine environmental pollution, assessing the health risks of consuming contaminated fish, and ensuring public compliance with food safety regulations.

Keywords: Indian Anchovy, Contamination, Heavy metals, *Stolephorus indicus*

Korespondensi: Vadiyani Fricillya Puteri, alamat Jl. Prof. Dr. Ir. Sumantri Brojonegoro, Gedung Meneng, Bandar Lampung, HP 081274695041, e-mail: vadiyanifricillyaputeri@gmail.com

PENDAHULUAN

Kontaminasi logam berat telah menjadi isu global. Peningkatan toksisitas lingkungan karena logam berat disebabkan oleh faktor alam dan antropogenik. Sumber alami logam berat adalah puing-puing tanah yang tertiuip angin, kebakaran hutan, letusan gunung berapi, proses biogenik, dan garam laut^{1,2}. Antropogenik adalah salah satu penyebab signifikan degradasi ekosistem laut di seluruh dunia^{3,4}.

Pencemaran yang masuk ke lingkungan sebagai akibat dari berbagai aktivitas manusia mempengaruhi organisme laut. Sumber utama pencemaran terutama kegiatan seperti pekerjaan konstruksi (celah, cat, semen, pelarut dll), pekerjaan pertanian (pestisida,

pupuk, dan herbisida), pembuangan limbah di wilayah pesisir, limpasan permukaan, cat antifouling, pariwisata, pertambangan, pabrik pengolahan limbah dan pembuangan industri^{1,3}.

Logam berat adalah istilah umum untuk sekelompok unsur dengan massa jenis $> 5\text{g/cm}^3$ ⁵. Logam diklasifikasikan menjadi tiga kelompok. Kelompok pertama (merkuri, kadmium, dan timbal) beracun pada konsentrasi minimum, kelompok logam kedua kurang berbahaya (bismut, indium, arsenik, dan thallium), dan kategori ketiga termasuk logam esensial (seng, kobalt, besi, dan selenium) yang merupakan bagian dari beberapa proses kimia atau biokimia dalam tubuh dan hanya beracun di atas konsentrasi tertentu².

Kadmium (Cd) merupakan logam yang masuk ke lingkungan melalui proses alami (emisi vulkanik dan pelapukan batuan) dan aktivitas antropogenik seperti peleburan logam lain, pembakaran bahan bakar fosil, pembakaran bahan limbah, penggunaan pupuk tertentu, dan penggunaan elektroplating untuk berbagai aplikasi, termasuk baterai, pigmen, tekstil, dan pelapis logam^{1,6}.

Kadmium sangat beracun bagi manusia dan memiliki waktu paruh biologis yang panjang. Kadmium jika dikonsumsi melewati batas yang ditentukan dapat menyebabkan termasuk hipertensi, gangguan fungsi kardiovaskular, gangguan saraf, efek karsinogenik dan kelemahan sampai cacat tulang. Paparan kadmium pada manusia sebagian besar melalui konsumsi makanan di mana ikan, daging, dan buah dapat mengandung 1–50 $\mu\text{g kg}^{-1}$ ⁶.

Timbal (Pb) adalah salah satu kontaminan utama yang ada di lingkungan dan secara alami terdapat di bebatuan, tanah, dan di hidrosfer. Namun, timbal juga merupakan logam yang paling banyak digunakan dan industri timbal memberikan kontribusi yang cukup besar yang ditemukan di lingkungan alam⁶.

Toksitas timbal tergantung pada bentuk kimianya dimana senyawa timbal organik lebih beracun daripada bentuk timbal anorganik. Timbal sebagian besar ditemukan dalam bentuk terlarut di lautan, dimana sebagian besar (50-70%) adalah senyawa organik. Paparan timbal melewati batas maksimum dapat mengakibatkan masalah neurologis, efek hematologis, gagal ginjal, hipertensi dan kanker⁶.

Merkuri masuk ke lingkungan melalui proses alami (aktivitas gempa dan letusan gunung berapi) dan aktivitas antropogenik seperti penambangan emas, pembuatan obat-obatan, pengawet kertas dan bubur kertas, sektor pertanian, industri klorin dan soda kaustik^{1,7}. Diantara semua bentuk kimia Hg, bentuk organik, yaitu metil merkuri (MeHg), adalah yang paling beracun⁷.

Konsumsi metil merkuri yang melebihi batas maksimum dapat menyebabkan disfungsi neurologis dan perkembangan yang buruk pada anak-anak dan janin, kejang, kehilangan penglihatan dan pendengaran, gangguan bahasa, kehilangan ingatan, peningkatan tekanan darah, dan imunotoksitas^{1,7}.

Logam berat dapat ditemukan dalam jumlah sedikit (satu bagian per miliar (ppb) atau kurang dari 10 bagian per juta (ppm)) dalam berbagai lingkungan. Ketika jumlah logam berat ini melampaui tingkat yang diizinkan secara global, mereka menjadi sangat berbahaya bagi organisme perairan terutama ikan⁸.

Organisme perairan sangat rentan terhadap pencemaran logam berat. Logam berat yang ada dalam sistem perairan dapat dengan mudah terakumulasi dan menyebabkan beberapa efek toksik termasuk perubahan dalam tingkat reproduksi dan distribusi endokrin¹.

Ikan berpotensi menjadi sumber utama paparan manusia terhadap berbagai kontaminan logam berat dan umumnya digunakan sebagai bioindikator pencemaran logam berat karena mereka mengakumulasi logam dengan penyerapan langsung melalui makanan dan air atau secara tidak langsung melalui membran insang dan otot yang permeabel^{1,9,10}. Logam berat dapat masuk ke dalam ikan melalui tiga jalur: insang, permukaan tubuh, dan saluran pencernaan¹.

ISI

Produksi perikanan tangkap global tahun 2020 (tidak termasuk ganggang) adalah 90,3 juta ton dengan perkiraan nilai sebesar USD 141 miliar. Negara-negara Asia merupakan produsen utama yang menyumbang 70 persen dari total, diikuti oleh Amerika, Eropa, Afrika, dan Oseania. Indonesia (8,2%) merupakan negara produsen total tangkapan laut tertinggi di dunia setelah China (14,9%)¹¹.

Indonesia adalah negara kepulauan yang sebagian besar wilayahnya adalah lautan. Dari 8,3 juta km² luas wilayah NKRI,

6,4 juta km² nya adalah wilayah perairan dengan 16.671 pulau besar kecil¹².

Ikan adalah makanan sehat. Hal ini terkait dengan nutrisi yang terkandung didalamnya, yaitu protein, lemak, mineral, dan vitamin^{9,10}. Makanan laut seperti ikan menyumbang lebih dari 50% total asupan protein hewani di beberapa negara seperti Indonesia dengan tingkat konsumsi mencapai 55,37 Kg/Kapita^{11,12}.

Ikan teri adalah salah satu spesies ikan terpenting di dunia dan mewakili 9,06% dari total produksi tangkapan di dunia¹³. Ikan teri juga merupakan salah satu komoditas perikanan laut tertinggi di bandarlampung pada tahun 2021 yaitu sebesar Rp 5.084.122.700 dengan volume penangkapan mencapai 237.552 kg¹⁴. Ikan teri mudah didapatkan di pasaran dan memiliki harga yang terjangkau. Ikan teri memiliki nilai gizi yang potensial bagi kesehatan manusia dan seluruh bagian tubuh termasuk tulang dapat dikonsumsi. Ikan ini bisa diolah menjadi berbagai masakan seperti pepes (panggang di daun pisang), rempeyek (kerupuk goreng), dan crispy (digoreng kering)¹⁵.

Ikan termasuk ikan teri tidak terlepas dari lingkungan tempat mereka hidup. Logam berbahaya yang ada di lingkungan dapat diserap ke dalam organisme hidup dari air, sedimen, dan makanan di sekitarnya. Meskipun ikan dan makanan laut memiliki banyak manfaat kesehatan, kontaminan dalam makanan ini juga dapat menjadi ancaman yang signifikan bagi kesehatan konsumen¹⁶.

Tabel Kontaminasi Logam Berat dalam ikan teri (*Stolephorus indicus*)

Logam Berat	Batas Aman (mg/Kg)	Kadar	Lokasi
Cd	SNI = 0,5 ¹⁷ . BPOM = 0,3 ¹⁸ .	0,27±0,002 ⁹ .	Metro Manila, Filipina
		0,10 ¹⁹ .	United Arab Emirates
		0,19 ²⁰ .	Pulau Kao, Maluku

			Utara
		0.03 ⁸ .	Kalamukku, India
Pb	SNI = 1 ¹⁷ . BPOM = 0,3 ¹⁸ .	0,154±0,023 ⁹ .	Metro Manila, Filipina
		0.34 ⁸ .	Kalamukku, India
Hg	SNI = 0,4 ¹⁷ . BPOM = 1 ¹⁸ .	0.05±0.01 ² ₁ .	Pulau Buru, Maluku Utara

Akumulasi dalam jaringan ikan tergantung pada banyak faktor termasuk; jaringan, umur, jenis kelamin, pola berenang, siklus reproduksi, spesies ikan, sedimen dasar laut, jenis logam, konsentrasi logam di lingkungan, suhu air, pH, salinitas, dan lokasi geografis^{1,3,5}.

Ikan teri menunjukkan berbagai variasi intraspesifik konsentrasi unsur dalam otot, saluran pencernaan, dan hati. Umumnya konsentrasi yang lebih tinggi tercatat di hati dan konsentrasi yang lebih rendah di otot¹⁹.

Bioakumulasi logam di hati terkait dengan fungsinya dalam detoksifikasi produk yang dicerna, dimana logam berat dan bahan lainnya disaring. Konsentrasi logam berat yang tinggi dalam saluran gastrointestinal menunjukkan kadar yang tinggi dalam makanan; konsentrasi tinggi di hati mengkonfirmasi asupan tinggi; dan kadar yang tinggi di otot menunjukkan asimilasi logam berat sedang hingga lama di dalam tubuh¹⁹.

SIMPULAN

Kandungan logam berat (Cd, Pb, dan Hg) yang terdeteksi pada ikan teri (*Stolephorus indicus*) lebih rendah dari batas yang diizinkan BPOM dan atau SNI. Meskipun logam berat yang terdeteksi tidak melebihi batas yang diizinkan dan tidak memiliki potensi risiko keracunan logam berat, monitoring berkala tetap

dianjurkan untuk melindungi masyarakat dari efek toksik logam berat.

DAFTAR PUSTAKA

1. Akila M, Anbalagan S, Lakshmisri NM, et al. Heavy Metal Accumulation in Selected Fish Species from Pulicat Lake, India, and Health Risk Assessment. *Environ Technol Innov*. 2022;27:102744. doi:10.1016/J.ETI.2022.102744
2. Zaynab M, Al-Yahyai R, Ameen A, et al. Health and Environmental Effects of Heavy Metals. *J King Saud Univ - Sci*. 2022;34(1):101653. doi:10.1016/J.JKSUS.2021.101653
3. Al Solami L. Heavy Metal Content in Coral Reef-Associated Fish Collected from The Central Red Sea, Saudi Arabia. *Oceanol Hydrobiol Stud*. 2022;51(2):149-157. doi:10.26881/OANDHS-2022.2.03
4. Abdullahi Ibrahim M, Said Sulaiman M, Abdullahi Ibrahim A, Gambo Yusuf A, Ismail G, Ruwa Musa A. Conceptual Background of Bioaccumulation in Environmental Science. *World J Adv Pharm Life Sci*. 2021;1(1):035-041. doi:10.53346/wjapls.2021.1.1.0015
5. Almashhadany DA, Khalid HS, Ali HS. Determination of Heavy Metals and Selenium Contents in Fish Meat Sold at Erbil City, Kurdistan Region, Iraq. *Ital J Food Saf*. 2020;9(3):161-166. doi:10.4081/IJFS.2020.8753
6. Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC. Heavy Metals in Marine Fish Meat and Consumer Health: a Review. *J Sci Food Agric*. 2016;96(1):32-48. doi:10.1002/JSFA.7360
7. Al-Sulaiti MM, Soubra L, Al-Ghouti MA. The Causes and Effects of Mercury and Methylmercury Contamination in the Marine Environment: A Review. *Curr Pollut Reports*. 2022;8(3):249-272. doi:10.1007/S40726-022-00226-7/TABLES/9
8. Anisha P, Athira PS, Anagha B, Charles PE, Prabakaran K, Rajaram R. First Report on Occurrence of Heavy Metals in Dried Fishes from Major Fishing Villages in Kerala coast, Southwest India. *Hyg Environ Heal Adv*. Published online March 11, 2023:100051. doi:10.1016/J.HEHA.2023.100051
9. Briones DP, Lazaro-Llanos N. Omega-3 Fatty Acids Versus Heavy Metals: A Quantitative Estimation of The Benefit-Risk Ratio for The Consumption of Commonly-Consumed Fish and Products in Metro Manila. *KIMIKA*. 2015;26(2):39-50. doi:10.26534/KIMIKA.V26I2.39-50
10. Malik S, Alizada N, Muzaffar S Bin. Bioaccumulation of Trace Elements in Tissues of Indian Oil Sardine (*Sardinella longiceps*) from The Northern United Arab Emirates. *Mar Pollut Bull*. 2020;161:111771. doi:10.1016/J.MARPOLBUL.2020.111771
11. FAO. *The State of World Fisheries and Aquaculture 2022. Towards Blue Transformation*. FAO; 2022. doi:10.4060/CC0461EN
12. Kementerian Kelautan dan Perikanan 2022. *Kelautan Dan Perikanan Dalam Angka Tahun 2022*. Vol 1. (Damanti RR, Rahadian R, Arriyana D, Susiyanti S, eds.). Pusat Data, Statistik dan Informasi; 2020. https://statistik.kkp.go.id/mobile/asset/book/Buku_KPDA_2022_270522_FI_NAI_FIX_FP_SP.pdf
13. Karsli B. Determination of Metal Content in Anchovy (*Engraulis encrasicolus*) from Turkey, Georgia and Abkhazia Coasts of The Black Sea: Evaluation of Potential Risks Associated with Human Consumption. *Mar Pollut Bull*. 2021;165:112108. doi:10.1016/J.MARPOLBUL.2021.112108
14. Produksi Perikanan Tangkap Laut. Accessed March 11, 2023. https://statistik.kkp.go.id/home.php?m=prod_ikan_laut_kab#panel-footer
15. Swastawati F, Riyadi PH, Sulistyaningrum H, Resky S, Suharto S. Comparison of Macro Nutritional

- Value, Dissolved Protein, Amino Acids and Minerals of Fresh and Crispy-Product of Anchovy (*Stolephorus Commersonnii*). *Syst Rev Pharm.* 2020;11(9):424-430.
doi:10.31838/SRP.2020.9.60
16. Bosch AC, O'Neill B, Sigge GO, Kerwath SE, Hoffman LC. Heavy Metals in Marine Fish Meat and Consumer Health: a Review. *J Sci Food Agric.* 2016;96(1):32-48.
doi:10.1002/JSFA.7360
 17. Badan Standardisasi Nasional. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan.*; 2006:1-29. Accessed October 29, 2022. https://sertifikasibbia.com/upload/logam_berat.pdf
 18. Badan Pengawas Obat dan Makanan. *Peraturan Badan Pengawas Obat Dan Makanan Nomor 9 Tahun 2022 Tentang Persyaratan Cemaran Logam Berat Dalam Pangan Olahan.*; 2022. Accessed October 29, 2022. https://standarpangan.pom.go.id/dokumen/peraturan/202x/logam_2022.pdf
 19. Alizada N, Malik S, Muzaffar S Bin. Bioaccumulation of Heavy Metals in Tissues of Indian Anchovy (*Stolephorus indicus*) from The UAE Coast, Arabian Gulf. *Mar Pollut Bull.* 2020;154:111033.
doi:10.1016/J.MARPOLBUL.2020.111033
 20. Purba EC. Pengamatan Kadar Logam Berat Merkuri (Hg) dan Tembaga (Cu) pada Daging Ikan di Teluk Kao, Halmahera. *J Pro-Life.* 2019;6(2):122-135. doi:10.33541/JPVOL6ISS2PP102
 21. Manullang CY, Cordova MR, Purbonegoro T, Soamole A, Rehalat I. Mercury Concentrations in Kayeli Bay, Buru Island of Indonesia: The Update of Possible Effect of Land-Based Gold Mining. *IOP Conf Ser Earth Environ Sci.* 2020;618(1):012023.
doi:10.1088/1755-1315/618/1/012023