



Homepage Journal: <https://jurnal.unismuhpalu.ac.id/index.php/JKS>

## Review Artikel: Kandungan Logam Berat Pada Ikan Yang Ditangkap Di Waduk Dan Sungai Indonesia

*Review Article: Heavy Metal Content in Fish Caught in Indonesian Reservoirs and Rivers*

Junianto<sup>1\*</sup>, Muhamad Seikei Shojikana<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Padjadjaran

\*Corresponding Author: E-mail: [junianto@unpad.ac.id](mailto:junianto@unpad.ac.id)

### Artikel Review

#### Article History:

Received: 22 Oct, 2024

Revised: 22 Nov, 2024

Accepted: 28 Nov, 2024

#### Kata Kunci:

Logam Berat,  
Waduk Dan Sungai  
Ikan

#### Keywords:

Heavy metals  
Reservoirs and rivers  
Fish

DOI: [10.56338/jks.v7i11.6286](https://doi.org/10.56338/jks.v7i11.6286)

### ABSTRAK

Produksi perikanan di Indonesia mencapai 23,539 juta ton pada tahun 2023, angka tersebut lebih besar dibandingkan pada tahun 2022 sebesar 22,265 juta ton (KKP, 2024). Jumlah produksi perikanan juga mempengaruhi besarnya Angka Konsumsi Ikan Nasional (AKI) di Indonesia. Angka Konsumsi Ikan pada tahun 2023 sebesar 57,61 kg perkapita, meningkat daripada tahun-tahun sebelumnya sebesar 57,27 kg perkapita pada tahun 2022, dan 55,16 kg perkapita pada tahun 2021. Peningkatan konsumsi ikan berkaitan erat dengan isu keamanan pangan, terutama mengenai kontaminasi logam berat. Metode pencarian artikel menggunakan pencarian melalui Google Scholar dan ResearchGate dengan tahun penerbitan 10 tahun terakhir (2014-2024) dengan batasan cakupan penelitian yang dilakukan pada perairan waduk dan sungai di Indonesia. Berdasarkan hasil review artikel yang telah dilakukan, ditemukan bahwa urutan kelimpahan logam berat yang terdapat pada ikan di sungai dan waduk Indonesia adalah Pb>Cd>Hg>Zn>As>Mn>Cu>Cr. Logam berat Timbal (Pb) menunjukkan kelimpahan terbanyak dengan berbagai jenis ikan di waduk dan sungai. Wilayah terbesar mengandung logam berat Pb berada di perairan Sungai Belumai dengan spesies ikan yaitu *Channa striata* memiliki konsentrasi total 49,8 mg/kg. Berdasarkan artikel review yang telah dilakukan dapat memberikan informasi terkait kandungan logam berat pada ikan di perairan Waduk dan Sungai di Indonesia. Kandungan cemaran logam berat yang paling banyak terdeteksi pada ikan adalah logam berat Timbal (Pb) dengan konsentrasi tertinggi sebesar 49,8 mg/kg pada spesies ikan *Channa striata* di Sungai Belumai. Urutan kelimpahan logam berat yang terdapat pada ikan di sungai dan waduk Indonesia yaitu Pb>Cd>Hg>Zn>As>Mn>Cu>Cr.

### ABSTRACT

Fish production in Indonesia reached 23.539 million tons in 2023, an increase compared to 22.265 million tons in 2022 (KKP, 2024). This production volume also affects the National Fish Consumption Rate (AKI) in Indonesia. The AKI in 2023 was 57.61 kg per capita, an increase from 57.27 kg per capita in 2022 and 55.16 kg per capita in 2021. The rise in fish consumption is closely related to food safety issues, particularly heavy metal contamination. Article searches were conducted using Google Scholar and ResearchGate for publications within the last 10 years (2014-2024), focusing on studies conducted in Indonesian reservoirs and rivers. The review found that the order of heavy metal abundance in fish in Indonesian rivers and reservoirs is Pb>Cd>Hg>Zn>As>Mn>Cu>Cr. Lead (Pb) showed the highest abundance across various fish species in reservoirs and rivers. The highest Pb concentration was found in the fish species *Channa striata* in the waters of Belumai River, with a total concentration of 49.8 mg/kg. This review article provides information on the heavy metal content in fish in Indonesian reservoirs and rivers. The most frequently detected heavy metal contaminant in fish was Lead (Pb), with the highest concentration of 49.8 mg/kg found in *Channa striata* in the Belumai River. The order of heavy metal abundance in fish in Indonesian rivers and reservoirs is Pb>Cd>Hg>Zn>As>Mn>Cu>Cr.

## PENDAHULUAN

Pencemaran di lingkungan perairan Indonesia telah menjadi permasalahan yang sering terjadi, terutama di waduk dan sungai yang merupakan habitat bagi beragam biota air dan sering digunakan oleh masyarakat sebagai kegiatan perikanan yang keberadaannya dapat dipengaruhi oleh lingkungan di sekitarnya. Organisme tersebut di antaranya tumbuhan air, ikan, krustacea, gastropoda, bentos, serta plankton dan perifiton (Effendi, 2003). Salah satu pencemar yang berpotensi menurunkan dan merusak daya dukung lingkungan waduk dan sungai adalah logam berat.

Logam berat merupakan unsur penting dalam lingkungan perairan, namun dapat berbahaya jika terdapat dalam jumlah besar dan mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan. Kadar logam berat akan tinggi apabila di daerah tersebut terdapat berbagai aktifitas, seperti kegiatan domestik, pertambangan, limbah pertanian dan pabrik (Parawita et al, 2009). Logam berat pada perairan merupakan ancaman bagi makhluk hidup baik itu biota yang ada di dalam perairan tersebut, maupun pada tumbuh-tumbuhan dan manusia yang bergantung pada sumber air tersebut.

Ikan merupakan salah satu sumber protein hewani dengan persentase 5-15 % lebih tinggi dibandingkan dengan protein nabati. Ikan juga memiliki kandungan gizi lainnya, seperti asam lemak omega-3 yang bermanfaat untuk meningkatkan efektivitas kinerja tubuh, vitamin yang bermanfaat untuk meningkatkan imunitas tubuh, dan mineral seperti Magnesium, Klor Fluorin, Kalium, Kalsium, Selenium, dan Yodium yang bermanfaat untuk mencegah terjadinya kanker. Ikan merupakan salah satu biota perairan yang sering digunakan sebagai bioindikator logam berat di perairan, karena ikan termasuk ke dalam trofik level tertinggi dan sumber protein manusia. Logam berat terakumulasi dalam organisme akuatik yang hidup di perairan tercemar melalui pernafasan, pencernaan, dan kulit semuanya berkontribusi pada akumulasi logam berat. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh ikan lebih banyak melalui rantai makanan, hanya sedikit yang masuk melalui penyerapan air atau secara difusi melalui permukaan kulit (pasif). Akumulasi logam berat di dalam tubuh ikan dapat terjadi karena pemasukan melebihi pengeluaran. Logam berat diserap oleh tubuh ikan melalui insang dan saluran pencernaan dan kemudian disalurkan oleh darah dan didistribusikan ke seluruh tubuh termasuk daging (Darmono 1995). Contohnya terjadi pada penelitian Rachmadianti (2013), terdeteksi keberadaan logam berat Cu dan Zn pada hati ikan nila di perairan waduk cirata secara berurut sebesar 6,97 mg/kg dan 19,88 mg/kg dan penelitian Darmono (2001) menyampaikan bahwa jumlah akumulasi logam berat pada ikan dari yang terbesar hingga terkecil berturut-turut yaitu hati>ginjal>insang>daging.

Berdasarkan data Kementerian Kelautan dan Perikanan tahun 2023, produksi perikanan di Indonesia mencapai 23,539 juta ton, angka tersebut lebih besar dibandingkan pada tahun 2022 sebesar 22,265 juta ton (KKP, 2024). Jumlah produksi perikanan juga mempengaruhi besarnya Angka Konsumsi Ikan Nasional (AKI) di Indonesia. Angka Konsumsi Ikan pada tahun 2023 sebesar 57,61 kg perkapita, meningkat daripada tahun tahun sebelumnya sebesar 57,27 kg perkapita pada tahun 2022, dan 55,16 kg perkapita pada tahun 2021. Peningkatan Konsumsi ikan berkaitan erat dengan isu keamanan pangan, terutama mengenai kontaminasi logam berat.

Logam berat yang terkandung dalam ikan jika dikonsumsi oleh manusia, maka logam berat tersebut dapat terakumulasi dalam tubuh manusia dan logam berat yang telah melebihi ambang batas yang ditetapkan dapat membahayakan kehidupan manusia (Cahyani 2016). Logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan manusia, tergantung pada bagian logam mana yang terikat dalam tubuh serta seberapa besar dosis paparannya. Efek racun dari logam berat mampu menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh, dapat menyebabkan alergi, bersifat mutagen, teratogen, atau karsinogen bagi manusia maupun hewan (Widowati 2008).

Berdasarkan uraian di atas, pentingnya mengingat potensi yang dapat ditimbulkan oleh logam berat yang terakumulasi di dalam ikan jika dikonsumsi oleh manusia melihat angka konsumsi ikan di Indonesia meningkat dari tahun ke tahun. Maka dari itu, tujuan dari review artikel ini yaitu untuk memberikan informasi terkait cemaran logam berat pada ikan di perairan waduk dan sungai sebagai bentuk pengetahuan untuk masyarakat terkait ikan yang akan mereka konsumsi.

**METODE**

Metode pencarian artikel menggunakan pencarian melalui google scholar dan researchgate dengan tahun penerbitan 10 tahun terakhir (2014-2024) dengan batasan cangkupan penelitian yang dilakukan pada perairan waduk dan sungai di Indonesia. Parameter yang digunakan yaitu informasi terkait spesies ikan yang digunakan pada penelitian, lokasi pengambilan sampel, metode analisis logam berat, bagian ikan yang di analisis, dan konsentrasi logam berat yang terdeteksi.

**HASIL**

**Tabel 1.** Rekapitulasi Kandungan logam berat pada ikan di perairan Waduk dan Sungai Indonesia

Spesies	Lokasi	Metode Analisis	Bagian analisis	Satuan	Logam Berat								Referensi	
					Pb	Cd	Hg	Cu	As	Zn	Cr	Mn		
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Sungai Ciliwung	AAS	Hati	µg/g	0,005467	0,000828	0,004333	-	-	-	-	-	-	Aksari et al., 2015
<i>Oreochromis niloticus</i>	Sungai Kali Tengah Sidoarjo	AAS	Daging	ppm	0,1460174	-	-	-	-	-	-	-	-	Mahalina et al., 2016
<i>Barbonymus gonionotus</i>	Sungai Brantas	AAS	Daging	ppm	0,113	-	-	-	-	-	-	-	-	Priatna et al., 2016
<i>Hypostomus plecostomus</i>	Sungai Bedadung	AAS	Daging	ppm	0,257	0,172	-	-	-	-	-	-	-	Munandar dan Eurika, 2016
<i>Mystus Silunggo</i>	Sungai Silunggo	AAS	Daging	ppm	0,4970725	-	-	-	-	-	-	-	-	Aina et al., 2016
<i>Channa striata</i>	Sungai Tondano	AAS	Daging	ppm	11,01	-	-	-	2 x 10 <sup>-4</sup>	105,89	-	-	-	Maddusa et al., 2017
<i>Chelon subviri</i>	Sungai Donan	AAS	Daging	ppm	-	0,231	-	2,6	-	-	-	-	-	Prastyo et al.,

											2017		
<i>dis</i>													
<i>Sardinella gibbosa</i>					4,2	0,8	-	-	-	-	-		
<i>Lutjanus sp</i>					<0,003	0,11	-	-	-	-	-		
<i>Upeneus moluccensis</i>	Muara Sungai Manggar	AAS	Daging	ppm	0,09	0,06	-	-	-	-	-	Dewi et al., 2018	
<i>Siliago siliama</i>					0,09	0,06	-	-	-	-	-		
<i>Rastelliger spp</i>					0,32	0,11	-	-	-	-	-		
<i>Geres punctatus</i>					0,32	0,07	-	-	-	-	-		
<i>Fish composite</i>	Sungai Lamat	AAS	Daging	µg/g	0,3807	-	-	-	-	-	-	Arkianti et al., 2019	
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Sungai Ciliwung	XRF	Daging	ppm	2,2 ± 0,03	0,5 ± 0,2	0,3 ± 0,3	-	0,7	61,8 ± 0,7	2,3 ± 0,2	10,1 ± 0,3	Ismi et al., 2019
<i>Filopauludina javanica</i>	Waduk Cirata	AAS	Daging	ppm	0,05	-	-	-	-	-	-	Nurfadhillah et al., 2020	
<i>Colossoma macropomum</i>	Sungai Winongo	AAS	Daging	ppm	5,23	-	-	-	-	-	-	Purwanto et al., 2020	
<i>Oreochromis niloticus</i>	Waduk Tunggupampang	AAS	Daging	ppm	20,1	-	-	-	-	-	-	Santi dan Arsyad, 2021	
<i>Barboodes binotak</i>	Sungai Cikantik	AAS	Daging	ppm	<0,4-0,7	0,4	0,63-1,02	-	-	-	-	Azizah et al., 2021	

us		9											
<i>Pangasius djambal</i>	Waduk Saguling	AAS	Hati	ppm	7,5-16,4	-	-	-	-	-	-	-	Nuraeni et al., 2021
<i>Osteochilus vittatus</i>	Sungai Desa Bakan	AAS	Daging	mg/kg	-	0,0067	0,0103	-	0,9967	-	-	-	Girikalolo et al., 2022
<i>Osteochilus Hasselti</i>	Sungai Tajum	AAS	Daging	mg/kg	-	0,029	-	-	-	-	-	-	Hidayati et al., 2022
<i>Oreochromis niloticus</i>	Sungai Kapuas Kecil	AAS	Daging	mg/L	-	<0,001	-	-	-	-	-	-	Arismata et al., 2023
<i>Channa striata</i>	Sungai Belumai	AAS	Daging	mg/kg	49,8	-	-	-	-	-	-	-	Fitrawansyah et al., 2024
<i>Mastacembelus armatus</i>	Sungai Asahan	AAS	Daging	mg/kg	-	-	-	-	-	17,7	-	-	Arianti et al., 2024

**DISKUSI**

Logam berat merupakan unsur-unsur kimia dengan nomor atom dari 23-32, 39-51, 54-58, dan 89-106 yang terletak pada periode IV-VII di dalam sistem periodik unsur (Darmono 1995). Menurut Palar (1994) menjelaskan bahwa logam berat sebenarnya masih termasuk golongan logam dengan kriteria-kriteria yang sama dengan logam-logam lainnya, namun perbedaannya terletak dari pengaruh yang dihasilkan bila logam ini berikatan atau masuk ke dalam tubuh organisme hidup.

Berdasarkan hasil review artikel yang telah dilakukan, ditemukan bahwa urutan kelimpahan logam berat yang terdapat pada ikan di sungai dan waduk Indonesia pada tabel 1 adalah Pb > Cd > Hg > Zn > As > Mn > Cu > Cr. Logam berat Timbal (Pb) menunjukkan kelimpahan terbanyak dengan berbagai jenis ikan di waduk dan sungai. Wilayah terbesar mengandung logam berat Pb berada di perairan Sungai Belumai dengan spesies ikan yaitu *Channa striata* memiliki konsentrasi total 49,8 mg/kg (Fitrawansyah et al., 2024). Kandungan logam berat Pb paling kecil berada di wilayah muara Sungai Manggar dengan spesies ikan yaitu *Lutjanus sp* memiliki konsentrasi sebesar <0,003 ppm. Batas maksimal cemaran logam Pb dalam makanan menurut PerBPOM nomor 9 tahun 2022 adalah 0,3 mg/kg. kandungan logam berat Pb yang telah melebihi batas mutu adalah berada di wilayah Sungai Belumai, Cikanik, Winongo, Ciliwung, Manggar (*Sardinella gibbosa*, , *Rastelliger spp*, *Geres punctatus*), Tondano, dan Sungai Silungonggo. Kandungan logam berat Pb yang telah melebihi batas mutu pada ikan terdapat pada waduk Saguling, dan waduk Tunggu Pampang.

Kandungan logam berat Kadmium (Cd) berdasarkan hasil review artikel yang telah dilakukan,

kelimpahan paling banyak terdapat pada wilayah Muara Sungai Manggar dengan spesies ikan yaitu *Sardinella gibbosa* memiliki konsentrasi sebesar 0,8 ppm (Dewi et al., 2018). Kandungan logam berat Cd paling kecil berada di wilayah Sungai Kapuas Kecil dengan spesies ikan yaitu *Oreochromis niloticus* memiliki konsentrasi sebesar <0,001 mg/L. Berdasarkan batas maksimum cemaran logam Cd dalam makanan menurut PerBPOM nomor 9 tahun 2022 adalah 0,3 mg/kg wilayah yang telah melebihi batas mutu yang telah ditetapkan berada di daerah Muara Sungai Manggar, Sungai Ciliwung, dan Sungai Cikanik.

Selain kandungan logam berat Timbal (Pb) dan (Cd), terdapat kandungan logam berat lainnya seperti Merkuri (Hg), Tembaga (Cu), Arsen (As), Seng (Zn), Kromium (Cr), dan Mangan (Mn). Kandungan logam berat Merkuri (Hg) pada wilayah Sungai Cikanik dengan spesies ikan yaitu *Barbodes binotatus* memiliki konsentrasi sebesar 1,029 - 0,630 ppm merupakan kelimpahan paling banyak dan satu satunya wilayah yang telah melebihi batas maksimum cemaran logam Hg dalam makanan berdasarkan PerBPOM nomor 9 tahun 2022 adalah 0,5 mg/kg. Kandungan logam berat Tembaga (Cu) pada wilayah Sungai Donan dengan spesies *Chelon subviridis* memiliki konsentrasi sebesar 2,6 ppm. Berdasarkan ambang batas maksimum cemaran logam dalam makanan menurut DIRJEN POM RI Nomor 03725/B/SK/VII/89, logam berat Tembaga (Cu) yang terdeteksi masih di bawah ambang batas yang telah ditetapkan yaitu 20 mg/kg. Kandungan logam berat Arsen (As) dengan kelimpahan paling banyak berada pada wilayah Sungai Desa Bakan dengan spesies *Ostoechillus vittatus* memiliki konsentrasi sebesar 0,9967 mg/kg. Berdasarkan ambang batas maksimum cemaran logam dalam makanan menurut PerBPOM nomor 9 tahun 2022, logam berat Arsen (As) yang terdeteksi masih di bawah ambang batas yang telah ditetapkan yaitu 2 mg/kg.

Kandungan logam berat Seng (Zn) pada wilayah Sungai Tondano dengan spesies ikan yaitu *Channa striata* memiliki konsentrasi sebesar 105,89 ppm merupakan kelimpahan paling banyak dan satu satunya wilayah yang telah melebihi batas maksimum cemaran logam Zn dalam makanan berdasarkan DIRJEN POM RI Nomor 03725/B/SK/VII/89 yaitu sebesar 100 mg/kg. Penelitian oleh Ismi et al., (2019) menyatakan bahwa terdapat kandungan logam berat Kromium (Cr) dan Mangan (Mn) pada spesies ikan *Pterygoplichthys pardalis* di Sungai Ciliwung berturut turut sebesar  $2,3 \pm 0,2$  ppm dan  $10,1 \pm 0,3$  ppm. Hail cemaran logam berat Cr dan Mn tidak dapat dibandingkan dengan Informasi data mengenai batam maksimum cemaran logam berat dalam makanan baik dengan PerBPOM nomor 9 tahun 2022 maupun dengan DIRJEN POM RI Nomor 03725/B/SK/VII/89. Nilai cemaran logam berat yang terdeteksi dalam ikan jika berada diatas baku mutu yang telah ditetapkan, maka ikan tersebut tidak aman untuk dikonsumsi karena dapat membahayakan kesehatan, terutama jika dalam jangka panjang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan artikel review yang telah dilakukan dapat memberikan informasi terkait kandungan logam berat pada ikan di perairan Waduk dan Sungai di Indonesia. Kandungan cemaran logam berat yang paling banyak terdeteksi pada ikan adalah logam berat Timbal (Pb) dengan konsentrasi tertinggi sebesar 49,8 mg/kg pada spesies ikan *Channa striata* di Sungai Belumai. Urutan kelimpahan logam berat yang terdapat pada ikan di sungai dan waduk Indonesia yaitu  $Pb > Cd > Hg > Zn > As > Mn > Cu > Cr$ .

## DAFTAR PUSTAKA

- Aksari, Yuang D., et al. "Kandungan Logam Berat (Cd, Hg, Dan Pb) Pada Ikan Sapu-sapu, *Pterygoplichthys Pardalis* (Castelnau, 1855) Di Sungai Ciliwung [Concentration of Heavy Metals (Cd, Hg, and Pb) of Amazon Sailfin Catfish, *Pterygoplichthys Pardalis* (Castelnau, 1855) in Ciliwung River West Java]." *Jurnal Iktiologi Indonesia*, vol. 15, no. 3, Oct. 2015, pp. 257-266, doi:10.32491/jii.v15i3.61.
- Aina, L. C., Sd, E. R., & Kaswinarni, F. (2016). *Biomonitoring Pencemaran Sungai Silugonggo Kecamatan Juwana Berdasarkan Kandungan Logam Berat (Pb) Pada Ikan Lundu*. Bioma:

- Jurnal Ilmiah Biologi, 5(2).
- Azizah, M., & Maslahat, M. (2021). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), dan Merkuri (Hg) di dalam Tubuh Ikan Wader (*Barbodes binotatus*) dan Air Sungai Cikaniki, Kabupaten Bogor. *Limnotek: perairan darat tropis di Indonesia*, 28(2).
- 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.
- Arisma, D. A., Purnaini, R., Saziati, O. (2023). Identifikasi Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sungai Kapuas Kecil. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah: jurusan Teknik Lingkungan Universitas Tanjungpura*, 11(1), 117 - 122.
- Arkianti, N., Dewi, N., & Tri Martuti, N. (2019). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan di Sungai Lamat Kabupaten Magelang. *Life Science*, 8(1), 54-63. <https://doi.org/10.15294/lifesci.v8i1.29998>
- Cahyani, N., Lumban Batu, D. T. F., & Sulistiono. 2016. Kandungan Logam Berat Pb, Hg, Cd, Dan Cu Pada Daging Ikan Rejung (*Sillago sihama*) Di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *JPHPI*, 19(3), 267–276.
- Darmono. 1995. *Logam Berat Dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran, Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Jakarta (ID): UI-Press.
- Dewi, Godfrida A. Y., et al. "Analisis Kandungan Logam Berat Pb dan Cd di Muara Sungai Manggar Balikpapan." *Ecotrophic*, vol. 12, no. 2, 2018, pp. 117-124, doi:10.24843/EJES.2018.v12.i02.p02.
- Dirjen POM. 1989. *Batas Maksimum Cemaran Logam Dalam Makanan*. Jakarta: Depkes RI.
- Effendi, Hefni. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fitriansyah, R., Febriani, H., Syukriah. (2024). Tingkat Biokonsentrasi Logam Timbal (Pb) Pada Air Dan Daging Ikan Gabus (*Channa striata*) Di Sungai Belumai Deli Serdang. *Bioma :Jurnal Biologi Makasar*, 9(1), 65-75.
- Girikallo, G. G., Alik, O., Liono, V. V., Joseph, W. B., & Sondakh, R. C. (2022). Risiko Kesehatan Lingkungan Paparan Logam Berat Pada Ikan Nilem (*Ostoechillus vittatus*) Di Desa Bakan Kecamatan Lolayan Kabupaten Bolaang Mongondow. *Higiene: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(1), 1-6.
- Hidayati, N. V., Aziz, A. S. A., Mahdiana, A., & Prayogo, N. A. (2022). Akumulasi Logam Berat Cd Pada Matriks Air, Sedimen, Dan Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) Di Sungai Tajum Kabupaten Banyumas Jawa Tengah. *Agritech: Jurnal Fakultas Pertanian Universitas Muhammadiyah Purwokerto*, 24(2), 174-184.
- Ismi, L. N., Elfidasari, D., Puspitasari, R. L., & Sugoro, I. (2019). Kandungan 10 Jenis Logam Berat Pada Daging Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) Asal Sungai Ciliwung Wilayah Jakarta. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains Dan Teknologi*, 5(2), 56-59.
- Mahalina W, Tjandrakirana, Purnomo T. Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang. *LenteraBio*. 2016;5(1):43-47. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>.
- Maddusa, S. S., Papatungan, M. G., Syarifuddin, A. R., Maambuat, J., & Alla, G. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) Dan Arsen (As) Pada Ikan Dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al-Sihah: The Public Health Science Journal*.
- Munandar, K., & Eurika, N. (2016). Keanekaragaman Ikan Yang Bernilai Ekonomi Dan Kandungan Logam Berat Pb Dan Cd Pada Ikan Sapu-Sapu Di Sungai Bedadung Jember. In *Proceeding Biology Education Conference (Vol. 13, No. 1, Pp. 717-722)*.

- 
- Nuraeni, A., Samosir, A., & Sulistiono, S. (2021). LOGAM BERAT TIMBAL (Pb) PADA HATI IKAN PATIN (*Pangasius djambal*) DI WADUK SAGULING, JAWA BARAT. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 12(2), 113-123.
- Nurfadhilla, Nisha, et al. "Tingkat Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) pada Tutut (*Filopaludina Javanica*) di Waduk Cirata Jawa Barat." *Jurnal Akuatika Indonesia*, vol. 5, no. 2, 2020, pp. 61-70,
- Rachmadiani, M. M. (2013). Analisis Kandungan Logam Berat Seng (Zn) Dan Tembaga (Cu) Pada Ikan Nila Dan Perairan Waduk Cirata Purwakarta, Jawa Barat. Bogor: Insitut Pertanian Bogor.
- Palar, H. 1994. Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. Rineka Cipta. Jakarta. 152 hlm
- Parawita D, Insafitri, Nugraha AW. 2009. Analisis konsentrasi logam berat timbal (Pb) di muara sungai Porong. *Jurnal Kelautan* 2(2): 34-41
- Prastyo, Y., Batu L.F.T.D., Sulistiono. 2017. Kandungan Logam Berat Cu dan Cd pada Ikan Belanak di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa Tengah. *JPHP*, 20(1): 18-27.
- Priatna, D. E., Purnomo, T., & Kuswanti, N. (2016). Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Dan Ikan Bader (*Barbonymus Gonionotus*) Di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. *Lentera Bio*, 5(1), 48-53.
- Purwanto, A. I., Prihatmo, G., & Pakpahan, S. (2020). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) di Sungai Winongo, Yogyakarta. *Sciscitatio*, 1(2), 70-78.
- Santi, A., & Arsyad, M. A. (2021). Kualitas Air dan Cemar Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Hasil Tangkapan dari Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar. *Journal Galung Tropika*, 10(3), 292-303. <https://doi.org/10.31850/jgt.v10i3.799>
- Widowati, W., A. Sastiono. Dan R. Jusuf. 2008. Efek Toksik Logam. Yogyakarta: ANDI. 410 hlm