



Analisis Kandungan Logam Pb dan Cd pada Ikan Gabus *Channa striata* (Bloch, 1793) dan Tawes *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1849) di Danau Tempe

Analysis of Pb and Cd Metal Content in Snakehead Channa striata (Bloch, 1793) and Tawes Fish Barbonymus gonionotus (Bleeker, 1849) in Lake Tempe

Sri Wahyuni Rahim^{1✉}, Jannatul Aliyah¹, Alpriani Bunga¹, Hadiratul Kudsiah¹

¹Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar 90245

✉ Info Artikel:

Diterima: 06 November 2024

Revisi: 17 Februari 2024

Disetujui: 04 Juni 2024

Dipublikasi: 13 Juni 2025

📖 Kata Kunci:

Timbel (Pb), Kadmium (Cd), Ikan Gabus, Ikan Tawes, Ekotoksikologi

✉ Penulis Korespondensi:

Sri Wahyuni Rahim

Manajemen Sumberdaya Perairan,
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan,
Universitas Hasanuddin, Makassar
90245

Email: yunirahim2@gmail.com



This is an open access article under the [CC-BY-NC-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/) license.

Copyright © 2025 by Authors.

Published by Program Studi
Manajemen Sumberdaya Perairan
Universitas Maritim Raja Ali Haji.

ABSTRAK. Penelitian ini menganalisis kandungan logam berat timbel (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari Danau Tempe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan, yang merupakan ikan konsumsi utama masyarakat setempat. Meningkatnya aktivitas manusia di sekitar danau menambah risiko pencemaran logam berat yang berpotensi membahayakan kesehatan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kandungan logam berat timbel (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) serta menilai tingkat keamanannya untuk dikonsumsi berdasarkan ambang batas yang ditetapkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI). Sampel diambil dari nelayan lokal antara Desember 2021 hingga Maret 2022 dan dianalisis dengan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Hasil ini menunjukkan bahwa kandungan timbel (Pb) pada ikan gabus dan tawes masing-masing berkisar antara 2,01–2,70 mg/kg dan 2,35–3,09 mg/kg, melebihi ambang batas SNI sebesar 2,0 mg/kg sementara kandungan kadmium (Cd) pada ikan gabus dan ikan tawes <0,25 mg/kg masih dibawah ambang batas. Hal ini menunjukkan bahwa ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) sudah tidak aman untuk dikonsumsi.

ABSTRACT. This research analyzes the heavy metal content of lead (Pb) and cadmium (Cd) in snakehead fish (*Channa striata*) and tawes fish (*Barbonymus gonionotus*) from Lake Tempe, Wajo Regency, South Sulawesi, which are the main fish consumed by the local community. The increasing human activity around the lake raises the risk of heavy metal pollution that could potentially harm health. The objective of this study is to analyze the content of lead (Pb) and cadmium (Cd) in snakehead fish (*Channa striata*) and tawes fish (*Barbonymus gonionotus*) and to assess their safety for consumption based on the thresholds established by the Indonesian National Standard (SNI). Samples were taken from local fishermen between December 2021 and March 2022 and analyzed using the Atomic Absorption Spectrophotometry (AAS) method. These results indicate that the lead (Pb) content in snakehead fish and tawes fish ranges from 2.01–2.70 mg/kg and 2.35–3.09 mg/kg, respectively, exceeding the Indonesian National Standard (SNI) limit of 2.0 mg/kg, while the cadmium (Cd) content in both fish types is <0.25 mg/kg, still below the threshold. This indicates that snakehead fish (*Channa striata*) and tawes fish (*Barbonymus gonionotus*) are no longer safe for consumption.

📄 How to cite this article:

Rahim, S.W., Aliyah, J., Bunga, A., & Kudsiah, H. (2025). *Analisis Kandungan Logam Pb dan Cd pada Ikan Gabus Channa striata (Bloch, 1793) dan Tawes Barbonymus gonionotus (Bleeker, 1849) di Danau Tempe*. *Jurnal Akuatiklestari*, 8(2): 220-224. DOI: <https://doi.org/10.31629/akuatiklestari.v8i2.7249>

1. PENDAHULUAN

Danau Tempe berfungsi tidak hanya sebagai tempat utama penangkapan ikan tetapi juga sebagai area permukiman terapung alternatif bagi sebagian masyarakat. Fluktuasi kondisi air di danau ini, yang mengalami pasang surut, memengaruhi manajemen pemanfaatan danau baik untuk tempat tinggal maupun untuk aktivitas penangkapan ikan. Proses sedimentasi di danau menyebabkan berkurangnya daya dukung lingkungan, sehingga populasi ikan terancam mengalami penurunan. Pasokan air Danau Tempe berasal dari sejumlah sungai, yang juga berfungsi sebagai jalur transportasi dan tempat masyarakat melakukan aktivitas sehari-hari seperti mandi dan mencuci. Kontak langsung masyarakat dengan sungai-sungai yang mengalir ke danau berpotensi mencemari ekosistem perairan Danau Tempe (Lestari, 2022).

Pencemaran air didefinisikan sebagai masuknya organisme, zat, energi, atau komponen lainnya ke dalam air yang disebabkan oleh aktivitas manusia maupun proses alami, sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat yang mengganggu fungsi alami air (Rofik & Mokhtar, 2021). Salah satu indikator pencemaran adalah adanya logam berat di dalam air. Logam berat merupakan unsur yang memiliki densitas lebih dari 5 g/cm³ (Opiani, 2024). Meskipun secara alami dapat ditemukan di lingkungan dan memiliki peran penting dalam kehidupan, akumulasi berlebih dalam organisme, sedimen, dan ekosistem perairan dapat menjadi sangat berbahaya karena sifatnya yang sulit terdegradasi secara alami (Adhiyasa, 2024).

Timbel (Pb), sering disebut timah hitam, adalah logam bertekstur lunak yang mudah dibentuk, berwarna abu-abu kebiruan, dan memiliki sifat mengkilap (Sunarya, 2007). Logam ini berfungsi sebagai pelapis untuk mencegah korosi pada logam lainnya, memiliki titik leleh 328°C, titik didih 1.740°C, massa jenis 11,4 g/cm³ dan massa atom 207,20 g/mol. Timbel (Pb), sering digunakan dalam industri pertambangan, industri, dan rumah tangga karena sifatnya yang mudah dimurnika. Di sisi lain, timbel (Pb) bersifat toksik dan berbahaya di perairan, di mana keberadaannya seringkali mengganggu kelangsungan hidup organisme air. ikan (Widowati, 2008). Tingkat toksisitas dan konsentrasi timbel (Pb) dalam perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti pH, kesadahan, alkalinitas, dan konsentrasi oksigen (Darmono, 1995).

Logam berat kadmium (Cd) adalah logam putih keperakan yang mirip aluminium dan termasuk unsur golongan IIB (Istrani & Pendebesie, 2014). Kadmium (Cd) di perairan sering terakumulasi sebagai akibat limbah industri seperti pelapisan logam mulia, industri tekstil, plastik, serta industri kimia (Annisa, 2021). Kadmium (Cd) ini biasanya masuk ke perairan melalui proses korosi dalam waktu 12 tahun. Dalam beberapa kasus, logam ini berasal dari seng yang digunakan dalam pelapisan logam dengan kandungan kadmium (Cd) sekitar 0,2% (Patang, 2018).

Pencemaran logam berat di perairan membawa dampak negatif bagi biota di dalamnya, karena logam berat yang terakumulasi dalam tubuh organisme air akan memengaruhi aktivitas fisiologis mereka. Menurut Bakri (2017), logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh ikan melalui saluran pencernaan, pernapasan, atau melalui kulit. Di dalam tubuh, logam berat diangkut oleh darah yang berikatan dengan protein darah dan menyebar ke seluruh tubuh, dengan konsentrasi tinggi biasanya ditemukan di ginjal dan hati. Akumulasi logam dari yang terkecil ke yang terbesar terlihat di insang, hati, dan otot ikan (Hidayah & Soeprbowati, 2014).

Ikan gabus dan ikan tawes adalah jenis ikan konsumsi yang banyak diminati oleh masyarakat di sekitar Danau Tempe, keduanya memiliki kandungan gizi dan manfaat yang berbeda. Ikan gabus adalah jenis ikan air tawar yang sering ditemukan di danau, sungai, dan persawahan di seluruh Indonesia. Ikan ini dikenal sebagai sumber protein hewani tinggi, terutama albumin yang baik untuk penderita *hipoalbuminemia* dan penyembuhan luka (Suprayitno., 2017).

Ikan tawes, juga dikenal sebagai "bale kande" oleh penduduk lokal, banyak dikonsumsi karena dagingnya yang lembut dan gurih, serta sering diolah sebagai ikan kering. Ikan tawes hidup di perairan jernih dengan aliran air yang stabil dan membutuhkan kadar oksigen tinggi. Suhu habitat asli ikan tawes berkisar antara 20-33°C dengan pH 6-8. Ikan ini umumnya ditemukan di dasar sungai dengan kedalaman lebih dari 15 m (Hadisusanto & Suryaningsih, 2011).

Berdasarkan paparan di atas, penelitian untuk menganalisis kandungan logam timbel (Pb) dan kadmium (Cd) dalam daging ikan gabus dan ikan tawes di Danau Tempe belum pernah dilakukan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat timbel (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari Danau Tempe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan. Potensi pencemaran logam di Danau Tempe diduga cukup besar dan berisiko berdampak buruk bagi organisme perairan serta manusia yang mengonsumsinya.

2. BAHAN DAN METODE

2.1. Waktu dan Tempat

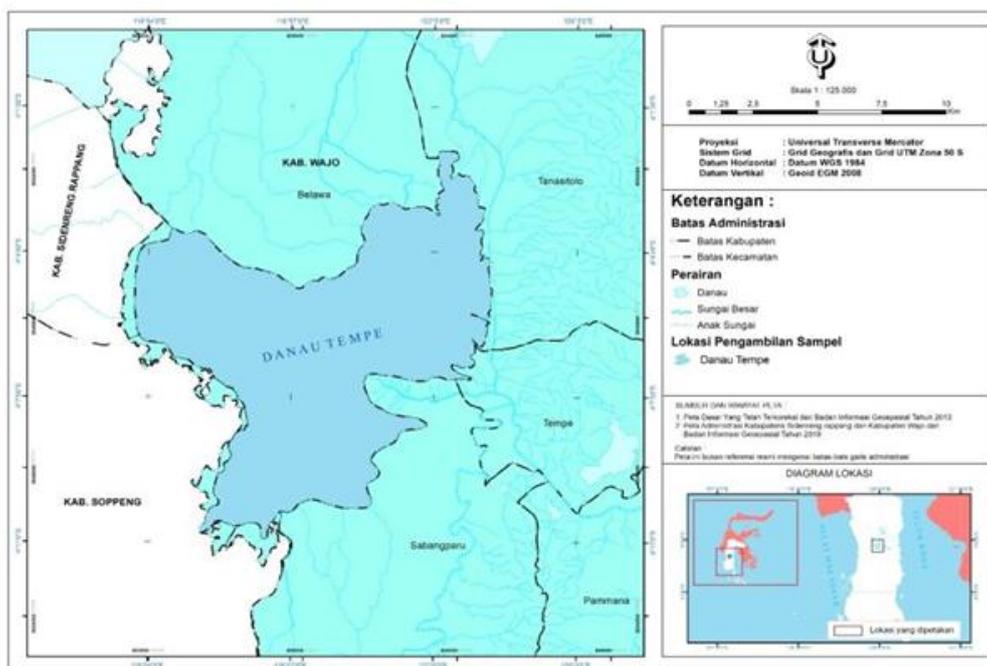
Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Desember 2021 hingga Maret 2022 di Danau Tempe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan. Pengambilan sampel dilakukan di Danau Tempe dengan berkolaborasi dengan nelayan setempat untuk memastikan ketersediaan dan keanekaragaman ikan. Preparasi sampel dilakukan di Laboratorium Kualitas Air, Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Analisis sampel dilaksanakan di Laboratorium Jasa Pengujian, Kalibrasi, dan Sertifikasi, Institut Pertanian Bogor. Peta lokasi penelitian disajikan dalam Gambar 1.

2.2. Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi jaring insang untuk menangkap ikan di perairan, *cool box* untuk menyimpan ikan agar tetap segar selama transportasi, timbangan digital untuk menimbang berat ikan, mistar 30 cm untuk mengukur panjang tubuh ikan, serta papan preparat, pisau bedah, dan pinset yang digunakan dalam proses pembedahan dan pengambilan jaringan ikan. Cawan petri digunakan sebagai wadah penampung jaringan, sedangkan spatula dipakai untuk memindahkan bahan kimia padat. Oven digunakan untuk mengeringkan sampel sebelum analisis, dan timbangan analitik digunakan untuk menimbang bahan kimia secara presisi. Pipet volumetrik 10 ml dan labu ukur 100 ml digunakan untuk mengukur dan mengencerkan larutan dengan tepat, sementara kertas saring dan pipet tetes dipakai dalam proses penyaringan dan penambahan larutan secara perlahan. Gas asetilena digunakan sebagai bahan bakar dalam alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), yang merupakan alat utama untuk menganalisis kandungan logam berat seperti timbel (Pb) dan kadmium (Cd) dalam jaringan ikan.

Sedangkan bahan yang digunakan yaitu daging ikan gabus dan ikan tawes, es batu untuk menjaga suhu sampel tetap rendah, digunakan untuk sterilisasi dan pelarutan, sedangkan larutan magnesium nitrat 10% dalam etanol

berfungsi sebagai pengikat dalam analisis logam berat. Aquadest digunakan sebagai pelarut dan untuk pembilasan alat, asam nitrat (HNO_3), asam perklorat (HClO_4), larutan induk timbel (Pb) dan kadmium (Cd).



Gambar 1. Lokasi Penelitian di Danau Tempe

2.3. Prosedur Penelitian

Penelitian ini dilakukan menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif dengan metode analisis laboratorium untuk menganalisis kadar logam berat timbel (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan gabus dan ikan tawes yang ditangkap oleh nelayan di Danau Tempe. Sampel ikan yang diperoleh dibawa ke laboratorium untuk diukur panjang dan bobotnya. Selanjutnya, dilakukan proses preparasi untuk memisahkan daging ikan dari bagian tubuh lainnya. Daging ikan yang sudah terpisah akan dikeringkan menggunakan oven pada suhu yang ditentukan. Setelah pengeringan, sampel akan dikirim ke Laboratorium Jasa Pengujian, Kalibrasi, dan Sertifikasi Institut Pertanian Bogor untuk analisis lebih lanjut. Dalam analisis kadar logam, sampel sebesar 5 gram dimasukkan ke dalam cawan petri, lalu ditambahkan larutan magnesium nitrat dalam etanol dan diaduk. Sampel kemudian dipanaskan dalam oven dengan suhu awal 200°C , yang dinaikkan secara bertahap hingga mencapai 500°C selama dua jam, dan didiamkan semalaman pada suhu sekitar $450\text{--}500^\circ\text{C}$. Setelah proses pengabuan, sampel akan ditambahkan air dan asam nitrat (HNO_3) untuk menghilangkan sisa karbon. Selanjutnya, larutan yang dihasilkan akan dianalisis menggunakan *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) untuk menentukan konsentrasi logam berat.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Kandungan Logam Timbel (Pb) pada Daging Ikan Gabus dan Ikan Tawes di Danau Tempe

Hasil yang diperoleh untuk kandungan logam timbel (Pb) pada daging ikan gabus *Channa striata* dan ikan tawes *Barbonymus gonionotus* di Danau Tempe disajikan dalam Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Uji Analisis Logam Timbel (Pb) dengan Metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) pada Daging Ikan Gabus dan Ikan Tawes

No	Jenis Ikan	Kandungan Logam Timbel (Pb) (mg/kg)			Standar Berdasarkan SNI (2011)
		1	2	3	
1.	Gabus	2,70	2,02	2,31	2,0 mg/kg
2.	Tawes	3,09	2,35	2,64	

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa, ikan gabus dan ikan tawes yang diperoleh dari Danau Tempe terdeteksi adanya logam timbel (Pb) dengan kisaran $2,02\text{--}2,70$ mg/kg pada ikan gabus dan $2,35\text{--}3,09$ mg/kg pada ikan tawes. Kandungan logam timbel (Pb) dalam daging ikan gabus dan ikan tawes telah melewati ambang batas berdasarkan standar yang ditetapkan SNI (2011) yaitu batas maksimal cemaran logam berat timbel (Pb) pada ikan dan hasil olahannya yaitu sebesar $2,0$ mg/kg. Hal ini menunjukkan bahwa ikan gabus dan ikan tawes di Danau Tempe sudah tidak layak untuk dikonsumsi oleh masyarakat. Penelitian ini sejalan dengan temuan Maddusa *et al.* (2017) yang melaporkan bahwa kandungan logam timbel (Pb) pada ikan gabus di Danau Tondano juga melebihi ambang batas. Hal ini menunjukkan adanya pola kontaminasi logam berat di beberapa perairan Sulawesi akibat aktivitas antropogenik di sekitar danau. Aktivitas

masyarakat di sekitar Danau Tempe, seperti penggunaan pestisida dalam pertanian selama musim kemarau, limbah rumah tangga, transportasi perahu nelayan, dan penggunaan pipa untuk mengalirkan air minum, berpotensi meningkatkan kandungan logam timbel (Pb) dalam ekosistem perairan. Putra et al. (2013) menyatakan bahwa tingginya konsentrasi logam di perairan erat kaitannya dengan jumlah limbah yang masuk ke perairan tersebut. Semakin banyak limbah, semakin tinggi pula potensi pencemaran logam berat.

Selain itu, mekanisme masuknya logam berat ke dalam tubuh ikan dapat melalui insang, rantai makanan, dan difusi melalui kulit (Pratna et al., 2016). Ini menjelaskan mengapa akumulasi logam timbel (Pb) terjadi pada ikan gabus di Danau Tempe. Cahyani et al. (2017) menemukan bahwa logam berat seperti Pb cenderung terakumulasi lebih tinggi pada sedimen di dasar perairan dibandingkan pada daging ikan. Hal ini terjadi karena logam berat cenderung mengendap di sedimen sebelum masuk ke rantai makanan, yang akhirnya terakumulasi di dalam tubuh ikan melalui kontak langsung atau rantai makanan. Pada ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) di Danau Tempe, kandungan logam timbel (Pb) juga menunjukkan nilai antara 2.35 - 3.09 mg/kg, yang berarti tidak layak dikonsumsi sesuai standar SNI. Berdasarkan penelitian (Khatimah, 2022) logam berat dapat masuk ke dalam tubuh ikan baik secara fisik (paparan langsung pada kulit) maupun secara biokimia melalui rantai makanan. Ketika kadar logam Pb dalam air sudah tinggi, maka kemungkinan besar terjadi peningkatan kandungan logam dalam tubuh ikan melalui proses respirasi dan konsumsi plankton yang telah terkontaminasi.

3.2. Kandungan Logam Kadmium (Cd) pada Daging Ikan Gabus dan Ikan Tawes di Danau Tempe

Hasil uji kandungan logam kadmium (Cd) pada ikan gabus dan ikan tawes di Danau Tempe tidak menunjukkan adanya deteksi, dengan nilai konsentrasi dibawah ambang batas deteksi <0,25 mg/kg (Tabel 2). Menurut SNI (2011), batas aman kadmium (Cd) pada produk ikan adalah 2.0 mg/kg. Hasil ini mengindikasikan bahwa ikan gabus dan ikan tawes dari Danau Tempe belum tercemar kadmium (Cd).

Tabel 2. Hasil Uji Analisis Logam Kadmium (Cd) Metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) pada Daging Ikan Gabus dan Ikan Tawes

No	Jenis Ikan	Kandungan logam Kadmium (Cd) (mg/kg)			Standar berdasarkan SNI (2011)
		1	2	3	
1.	Gabus	<0,25	<0,25	<0,25	2,0 mg/kg
2.	Tawes	<0,25	<0,25	<0,25	

Berdasarkan Tabel 2., ikan gabus dan ikan tawes dari Danau Tempe tidak menunjukkan keberadaan logam kadmium (Cd). Kandungan kadmium (Cd) dalam daging ikan gabus dan ikan tawes masih berada di bawah batas yang ditetapkan oleh SNI (2011), yaitu maksimum 2,0 mg/kg. Analisis logam kadmium (Cd) pada ikan ini dilakukan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), dan hasilnya menunjukkan bahwa tidak terdapat kadmium (Cd) pada daging ikan gabus dan ikan tawes di Danau Tempe. Hal ini mungkin disebabkan oleh penurunan aktivitas pembuangan limbah secara langsung ke danau oleh masyarakat. Hasil ini sejalan dengan penelitian (Sriramadani, 2022), yang menemukan bahwa ikan tawes dari Danau Tempe, Danau Lampopakka, dan Danau Sidenreng di Sulawesi Selatan juga tidak menunjukkan kandungan kadmium (Cd). Temuan serupa dilaporkan oleh (Lestari, 2022), yang meneliti kandungan logam Pb dan Cd pada ikan bungo di Danau Tempe pada musim hujan dan musim kemarau, dan hasilnya juga menunjukkan tidak terdeteksinya Pb dan Cd. Namun, penelitian oleh Izhamahendra (2020) mengindikasikan adanya kontaminasi kadmium (Cd) dalam organ ginjal ikan tawes di Danau Tempe, dengan konsentrasi berkisar antara 0,29-1,94 mg/g.

Menurut Darmono (2021), kadmium (Cd) dapat berasal dari aktivitas alami maupun antropogenik, termasuk dari industri tekstil, semen, tumpahan minyak, pertambangan, pengolahan logam, serta penggunaan pupuk fosfat dan pestisida. Dinda (2022) menambahkan bahwa konsentrasi kadmium (Cd) di perairan Danau Tempe berada di bawah standar baku mutu yang ditetapkan dalam PPRI No. 82 tahun 2001, yang dikaitkan dengan peningkatan kesadaran masyarakat dalam menjaga lingkungan. Tidak terdeteksinya logam kadmium (Cd) pada daging ikan gabus dan ikan tawes di Danau Tempe sesuai dengan penelitian Rislamia (2022) yang menemukan bahwa sedimen di Danau Tempe bebas dari kontaminasi kadmium (Cd), mengindikasikan bahwa perairan danau ini belum terpapar kadmium (Cd). Akumulasi kadmium (Cd) dalam tubuh ikan yang dikonsumsi oleh manusia dapat menimbulkan risiko kesehatan, seperti gangguan tulang, kerusakan ginjal, paru-paru, hati, dan kelenjar reproduksi, dengan hanya sebagian kecil yang diekskresikan melalui saluran pencernaan (Julhidah, 2017).

4. SIMPULAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa kadar timbel (Pb) pada daging ikan ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) di Danau Tempe telah melampaui ambang batas yang ditetapkan, sementara kadar kadmium (Cd) tidak terdeteksi pada kedua jenis ikan tersebut. Meskipun demikian, hasil temuan tersebut tetap menunjukkan bahwa ikan gabus dan ikan tawes dari Danau Tempe tidak lagi aman untuk dikonsumsi karena adanya cemaran timbel (Pb) yang melebihi batas aman. Berdasarkan temuan ini, disarankan agar dilakukan pemantauan rutin terhadap kualitas air dan kadar logam berat di Danau Tempe untuk mencegah akumulasi kontaminan dalam rantai makanan. Penelitian lanjutan juga direkomendasikan untuk mengevaluasi dampak kesehatan bagi konsumen serta mengidentifikasi sumber utama pencemaran timbel (Pb) guna mendukung upaya perbaikan lingkungan di daerah tersebut.

5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak terkait yang telah membantu penulis dalam proses pengambilan sampel ikan gabus (*Channa striata*) dan ikan tawes (*Barbonymus gonionotus*) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo.

6. REFERENSI

- Adhiyasa, G.R. (2024). *Pengujian Kadar Logam Berat (Cd, Pb, Zn, Cu, Cr, dan Fe) dan Radionuklida Alam (Ra-226, Th-232, U-238, dan K-40) pada Bahan Pangan dari Bogor*. [Skripsi]. UIN Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Annisa, N. (2021). *Analisis Logam Berat Timbal (Pb), Cadmium (Cd) dan Cromium (Cr) Di Sungai Way Tiplek Tanjung Bintang Lampung Selatan*. [Disertasi]. UIN Raden Intan. Lampung.
- Bakri, S.N. (2017). *Kandungan Logam Timbel (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Organ Kulit, Daging dan Hati Ikan Layang (Decapterus Russelli) di Perairan Pantai Losari Kota Makassar*. UIN Alauddin. Makassar.
- Badan Standarisasi Nasional. (2011). *Penentuan Kadar Logam Berat Timbel (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. SNI 2354.5: 2011.
- Darmono. (1995) *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia Press (UI-Press). Jakarta.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. Universitas Indonesia Press (UI-Press). Jakarta.
- Dinda. (2022). *Analisis Kandungan Logam Kadmium (Cd) dan Timbel (Pb) di Perairan Danau Tempe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan*. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Izhamahendra, A.Y. (2020). *Gambaran Histopatologi Ginjal Ikan Tawes (Barbonymus gonionotus) yang Tercemar Logam Berat Kadmium (Cd) di Danau Tempe Kabupaten Wajo*. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Istrani, F.F., & Pandebesie, E.S. (2014). *Studi Dampak Arsen (As) dan Kadmium (Cd) Terhadap Penurunan Kualitas Lingkungan*. *Jurnal Teknik ITS*. 3(1): D53-D58. <https://doi.org/10.12962/j23373539.v3i1.5684>
- Julhidah. (2017). *Kadar Logam Kadmium (Cd) dan Timbel (Pb) pada Hati, Ginjal dan Daging Ikan Kembung (Rastraliger kanagurta) di Pantai Losari Makassar*. [Skripsi]. UIN Alauddin. Makassar.
- Khatimah, H. (2022). *Pengaruh Ukuran Panjang Tubuh Terhadap Kadar Logam Berat (Hg,Pb, Cd) dan Proksimat Daging Merah dan Daging Putih Ikan Sapu-Sapu Dari Danau Tempe*. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hadisusanto, S., & Suryaningsih, S. (2011). *Puntius orphoides Valenciennes, 1842: Kajian Ekologi dan Potensi untuk Domestikasi*. *Biota: Jurnal Ilmiah Ilmu-Ilmu Hayati*. 16(2): 214-220. <https://doi.org/10.24002/biota.v16i2.102>
- Hidayah, A.M., Purwanto, P., & Soeprobawati, T.R. (2014). *Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (Oreochromis Niloticus Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening*. *Bioma: Berkala Ilmiah Biologi*. 16(1): 1-9. <https://doi.org/10.14710/bioma.16.11-9>
- Lestari, M.E. (2022). *Analisis Kandungan Logam Pb dan Cd pada Daging Ikan Bungo Glossogobius Giuris (Buchanan, 1822) Berdasarkan Musim Hujan dan Musim Kemarau di Danau Tempe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan*. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Maddusa, S.S., Paputungan, M.G., Syarifuddin, A.R., Maambuat, J., & Alla, G. (2017). *Kandungan Logam Berat Timbel (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara*. *Al-Sihah: Public Health Science Journal*. 9(2): 153-159. <https://doi.org/10.24252/as.v9i2.3766>
- Naing, N., Santosa, H.R., & Soemarno, I. (2017). *Kearifan Lokal Tradisional Masyarakat Nelayan pada Permukiman Mengapung Di Danau Tempe Sulawesi Selatan*. *Local Wisdom Jurnal Ilmiah Kajian Kearifan Lokal*. 1(1): 19-26. <https://doi.org/10.26905/lw.v1i1.1362>
- Nurdiana, E. (2021). *Komparasi Gambaran Histopatologi Insang Ikan Sapu-Sapu (Pterygolicthys pardalis) Terkontaminasi Logam Timbel (Pb) di Danau Lampopakka (Danau Buaya) dan Danau Sidenreng*. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Opiani, D. (2024). *Kandungan Logam Berat pada Gonad Ikan Kuwe (Caranx ignobilis) di Kawasan Industri Kabupaten Aceh Utara, Kota Lhokseumaw*. [Skripsi]. Universitas Malikussaleh. Aceh Utara.
- Patang, P. (2018). *Dampak Logam Berat Kadmium dan Timbal pada Perairan*. Badan Penerbit UNM. Makassar.
- Priatna, D.E., Purnomo, T., & Kuswanti, N. (2016). *Kadar Logam Berat Timbel (Pb) pada Air dan Ikan Bader (Barbonymus gonionotus) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto*. *Lentera Bio*. 3(1): 48-53.
- Putra, C., Siregar, Y.I., & Anita, S. (2013). *Kandungan Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbel (Pb) pada Sedimen, Air dan Ikan Tembakul (Periophthalmus sp.) di Perairan Dumai*. *Angewandte Chemie International Edition*. 6(11).
- Risliamiah. (2022). *Analisis Kandungan Logam Timbel (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Sedimen di Danau Tempe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan*. [Skripsi]. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Rofik, M., & Mokhtar, A. (2021). *Pencemaran Dalam Lingkungan Hidup*. In *Seminar Keinsinyuran Program Studi Program Profesi Insinyur*. 1(1): 102-105.
- Sunarya, Y. (2007). *Kimia Umum*. Gratisindo. Bandung.
- Suprayitno, E. (2017). *Misteri Ikan Gabus*. Universitas Brawijaya Press. Malang.
- Wandi, A., Kantun, W., & Awaluddin. (2021). *Bioakumulasi Logam Berat Timbel (Pb) pada Ikan Bungo (Glossogobius giuris) yang Ditangkap di Danau Tempe*. *SIGANUS: Journal of Fisheries and Marine Science*. 3(1): 182-187. <https://doi.org/10.31605/siganus.v3i1.1206>
- Widowati, W. (2008). *Efek Toksikologi Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. PT Andi Offset. Yogyakarta.