

Analysis of Heavy Metal Mercury (Hg) Content in Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Rawa Taliwang Lake West Sumbawa

Ditayara Seftiyani¹, Khairuddin^{1*}, Kusmiyati¹

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Article History

Received : October 02th, 2024

Revised : October 25th, 2024

Accepted : November 03th, 2024

*Corresponding Author:

Khairuddin, Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Mataram, Mataram, Nusa Tenggara Barat, Indonesia;

Email:

khairuddin.fkip@unram.ac.id

Abstract: Rawa Taliwang Lake is a place where various types of aquatic organisms (macroorganisms and microorganisms) occur biological processes. Industrial activities can lead to the emergence of pollutants that contaminate the environment, including air, land, and water, if industrial waste is not managed properly. Surface water, especially in lakes, is easily polluted by heavy metals such as mercury (Hg). Mercury (Hg) levels that exceed normal limits in fish can be an indicator of environmental pollution. The study aims to determine the levels of heavy metal mercury (Hg) in tilapia (*Oreochromis niloticus*) and to assess the safety of consuming the fish. Samples were analyzed using the Atomic Absorption Spectroscopy (AAS) method. The results showed that tilapia samples had mercury (Hg) levels of 0.1 mg/kg (ppm), but were still safe for consumption. In line with BPOM Number 9 of 2022 which sets the threshold for heavy metal mercury (Hg) contamination in processed food products at 0.50 mg/kg.

Keywords: Heavy metal, mercury; *Oreochromis niloticus*, Rawa Taliwang Lake.

Pendahuluan

Danau Rawa Taliwang termasuk perairan air tawar dengan luas wilayah 819,20 ha bertempat di Kabupaten Sumbawa Barat (Kawirian *et al.*, 2018). Danau ini disebut juga Danau Lebo oleh masyarakat setempat. Kawasan ini ditetapkan sebagai Taman Wisata Alam berdasarkan Surat Keputusan Menteri No. 589/Menhut-II/2009 seluas 819,20 ha tentang penetapan Kawasan Hutan dan Kawasan Konservasi Perairan di Provinsi Nusa Tenggara Barat (Wahyuni dan Midranaya, 2010).

Salah satu lingkungan air tawar yang berfungsi sebagai habitat bagi aktivitas biologis berbagai jenis spesies akuatik (baik makro maupun mikroskopis) adalah Danau Lebo. Peningkatan populasi, perluasan ekonomi, dan industrialisasi terutama di negara-negara berkembang semuanya berkontribusi terhadap

degradasi lingkungan. Baik di darat maupun di air, kondisi ini menyebabkan sejumlah masalah lingkungan. Bau yang tidak sedap, peningkatan kadar senyawa organik, dan bahkan peningkatan kadar logam berat semuanya dapat menjadi tanda-tanda kontaminasi ini. Logam berat merupakan salah satu bahan yang dapat mencemari lingkungan akuatik (Dewi *et al.*, 2014).

Logam berat merupakan zat pencemar yang sangat berpengaruh terhadap kesehatan makhluk hidup. Logam berat didefinisikan sebagai unsur logam yang memiliki berat molekul tinggi (Caksana, 2021). Sampah, limbah cair, dan polutan lainnya termasuk pupuk, pestisida, pembakaran bahan bakar minyak (BBM), dan penggunaan deterjen semuanya dapat mencemari air dan tanah. Polutan fisik dan kimia terakumulasi secara langsung akibat pembuangan limbah industri yang mengandung

unsur-unsur berbahaya yang sangat beracun dan kemampuan biota laut dalam menyerap kontaminan logam (Hariyoto, 2021). Merkuri (Hg) dan logam berat lainnya dapat dengan mudah mencemari air permukaan, terutama di danau (Khairuddin *et al.*, 2021).

Merkuri disebut air raksa, adalah logam berat berbahaya yang dapat terakumulasi di lingkungan, terutama di dasar laut, dan tidak dapat diurai oleh organisme hidup. Merkuri merupakan logam berat yang sangat berbahaya karena bersifat neurotoksik bagi manusia dan hewan lainnya (Noviantika *et al.*, 2024). Kadar logam berat merkuri (Hg) yang lebih tinggi dari biasanya dalam tubuh ikan dapat mengindikasikan adanya pencemaran lingkungan (Rahman *et al.*, 2016). Kandungan logam berat pada Danau Rawa Taliwang dapat berasal dari kegiatan di hulu Sungai, di sekitar pemukiman dan di danau. Perkembangan industri dan pemukiman secara tidak langsung juga berperan dalam akumulasi logam berat pada lingkungan perairan (Nurbarasmuma, 2022).

Masalah lingkungan disebabkan oleh aktivitas manusia di sekitar Danau Rawa Taliwang. Adanya potensi emas Kota Taliwang yang melimpah, penambangan emas ilegal sering terjadi, terutama di sekitar Danau Rawa Taliwang (Septiana *et al.*, 2024). Air permukaan dapat membawa limbah merkuri dari pengelolaan emas ke danau. Mikroba ini mengonsumsi bahan yang mengandung merkuri dan mengubahnya secara kimiawi menjadi senyawa metil-merkuri saat dibuang ke sungai atau laut (Mirdat, 2013).

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) banyak dibudidayakan di Indonesia dan diekspor dan sangat tahan terhadap penyakit. Namun, bukan berarti tidak ada hama atau penyakit yang dapat mengganggu perkembangan dan kesehatan ikan nila, terutama pada tahap benih (Mulia, 2006). Ikan nila merupakan jenis ikan yang sangat rentan terhadap pencemaran merkuri (Hg) (Zulfahmi *et al.*, 2017). Ikan dapat terkontaminasi logam berat melalui makanan, air, atau sedimen (Hadinoto dan Setyadewi, 2020).

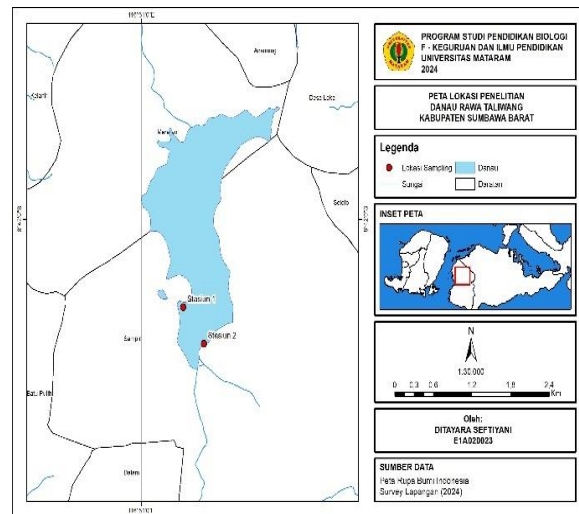
Logam berat dapat membahayakan organisme hidup dengan mengganggu interaksi kimia dan mencegah penyerapan nutrisi penting (Hananingtyas, 2017). Mengonsumsi ikan atau produk olahan ikan yang tercemar logam berat

dapat mengakibatkan berbagai penyakit, seperti kondisi neurologis, kelumpuhan, dan masalah pada kelahiran bayi (Dwiwitno *et al.*, 2008). Risiko kesehatan manusia dapat timbul akibat mengonsumsi makanan atau minuman yang tercemar logam berat, terutama jika konsentrasi logam berat telah melampaui tingkat yang dianjurkan (Legiarsi *et al.*, 2022). Hal inilah yang mendasari peneliti untuk melakukan penelitian pada ikan nila yang berasal dari danau rawa Taliwang untuk mengetahui seberapa besar kandungan cemaran logam berat merkuri (Hg) pada daging ikan nila tersebut.

Bahan dan Metode

Lokasi penelitian

Penelitian bertempat di Danau Rawa Taliwang, Kabupaten Sumbawa Barat (**Gambar 1**). Penelitian dilakukan pada dua titik lokasi di Danau Rawa Taliwang yaitu, stasiun 1 mewakili sisi Timur dan stasiun 2 mewakili sisi Barat (**Tabel 1**).



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Tabel 1. Titik Koordinat di Dua Stasiun

Stasiun	Bujur	Lintang
1	116°51'21.0"BT	8°42'35.0"LS
2	116°51'26"BT	8°42'17"LS

Alat dan bahan

Alat penelitian ini berupa refrigerator, pisau, neraca analitik, *kjedhal term*, pipet volumetric, labu *kjedhal*, sendok plastik, pipet tetes, kertas saring, cawan petri, seperangkat alat

Atomic Absorption Spectrophotometri (AAS), pH meter, *salinometer*, *conductivity meter*, *secchi disc*, *Global Positioning System* (GPS), kamera, jaring ikan, *cool box* dan alat tulis. Adapun bahan yang digunakan meliputi ikan nila, aquades, H₂SO₄, HCl 6 M, HNO₃ 0,1 M dan HNO₃.

Prosedur pengumpulan data

Ikan diambil menggunakan jaring ikan dan *bubu* yang dibantu oleh nelayan setempat. Selanjutnya, mencatat keadaan lingkungan di sekitar danau menggunakan alat rekam elektronik untuk pengukuran pH, suhu dan salinitas air. Ikan nila yang tertangkap kemudian didestruksi di Laboratorium Analitik FMIPA Unram dan selanjutnya dianalisis dengan metode *Anatomic Absorption Spectrophotometri* (AAS) di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi NTB.

Pengolahan data

Membersihkan sampel ikan nila dari sisik-sisik dan dicuci bersih. Daging ikan dari tulangnya kemudian dipotong kecil kemudian ditimbang sekitar 5 gram dalam cawan porselen. Memasukkan daging ikan nila yang sudah ditimbang dalam labu kjedhal dan ditambahkan katalis kurang lebih sebanyak 1 gr (campuran Na₂SO₄ + CuSO₄) dengan rasio 20:1) dan pelarut H₂SO₄ sebanyak 6 ml. Larutan sampel ditambahkan 5 ml HNO₃ pekat dan dipanaskan dengan suhu 350°C menggunakan kjeldhal *term* selama kurang lebih 2,3 jam dengan pemanasan 600 volt. Setelah larutan sampel tadi berbentuk abu sempurna berwarna putih, selanjutnya didinginkan pada suhu ruang. Setelah sampel dingin menambahkan 5 ml HCl 6 M ke dalam sampel, goyangkan secara perlahan dan hati hati hingga semua abu terlarut dengan asam.

Analisis Data

Perhitungan Konsentrasi Merkuri (Hg)

Analisis data konsentrasi merkuri (Hg) dilakukan dengan menghitung konsentrasi merkuri (Hg) pada ikan nila menggunakan persamaan 1.

$$K = \frac{(a-b)}{w} \times V \quad (1)$$

Keterangan:

K = Kadar logam berat pada sampel (mg/kg)

a = Nilai konsentrasi sampel dari hasil bacaan AAS (mg/L)

b = Nilai konsentrasi blanko hasil bacaan AAS (mg/L)

V = Volume akhir larutan sampel (L)

W = Berat sampel (Kg)

Hasil dan Pembahasan

Kandungan Merkuri dalam Ikan Nila

Kandungan logam berat dalam perairan biasanya sedikit, Namun, kegiatan manusia seperti proses perumahan, pertanian, dan industri dapat mencemari saluran air dan meningkatkan konsentrasi logam berat. Akumulasi logam berat dalam jangka panjang dapat membahayakan tubuh manusia dan mengakibatkan penyakit serius seperti disfungsi imunologi, kelainan kelahiran, dan minamata. Selain itu kandungan logam berat terutama logam berat air raksa (Hg) dapat menjadi ancaman serius bagi ikan di Danau Rawa Taliwang. Hasil uji *Atomic Absorption Spectrophotometri* (AAS) pada sampel ikan nila yang diambil dari dua stasiun penelitian Danau Rawa Taliwang disajikan pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Konsentrasi Merkuri Pada Ikan Nila

Lokasi Sampel	Ulangan	Berat Sampel (g)	Konsentrasi Sampel (mg/l)	Kandungan Merkuri mg/kg (ppm)
Stasiun 1	1	0,5471	0,0006	0,11
	2	0,5471	0,0006	0,11
Stasiun 2	1	0,5443	0,0005	0,09
	2	0,5443	0,0005	0,09

Hasil uji kadar merkuri (Hg) pada daging ikan nila di Laboratorium Dinas Lingkungan Hidup dan Kehutanan Provinsi NTB menunjukkan bahwa sampel ikan nila dari Danau

Rawa Taliwang mengandung merkuri (Hg). Konsentrasi kadmium pada ikan nila ditemukan rata-rata 0,11 mg/kg di stasiun 1 dan 0,09 mg/kg di stasiun 2. Sejak tahun 2011, di sekitar danau

ini telah marak penambangan emas ilegal yang menarik banyak penambang baru yang menggunakan merkuri untuk mengekstraksi emas. Di sekitar danau, jumlah penambang ilegal terus bertambah sehingga sulit dikendalikan. Tailing atau limbah merkuri dari produksi emas konvensional masuk ke sungai dan kemudian ke danau. Kegiatan pertambangan seringkali merusak lingkungan dan menghasilkan limbah berupa logam berat terutama logam berat Merkuri (Hg) (Khairuddin *et al.*, 2021). Logam berat ini sangat berbahaya karena tidak dapat terurai secara biologis dan dapat mencemari saluran air. Karena proses penyerapan dan penggabungan, logam berat menumpuk di lingkungan, terutama di dekat dasar air, tempat logam tersebut bergabung dengan komponen organik dan anorganik untuk membentuk senyawa kompleks.

Sumber cemaran logam berat pada perairan yang ada di Danau Rawa Taliwang yaitu industri pertanian. Mayoritas penduduk desa sekitar Danau Rawa Taliwang bekerja sebagai petani. Penggunaan insektisida, terutama DDT, menyumbang bahan beracun dalam lingkungan karena DDT sangat persisten dan dapat bertahan selama puluhan hingga ratusan tahun, meracuni ekosistem tanpa bisa terurai secara fisik atau biologis (Khairuddin *et al.*, 2022). Penyebab utama pencemaran logam berat pada saluran air adalah limbah industri pertanian yang menggunakan senyawa merkuri (Hg) dalam bentuk senyawa organomercuri (Hg) yang berfungsi mencegah pertumbuhan jamur pada benih (Santi & Arsyad, 2021). Mulyani *et al.*, (2023) juga menyatakan bahwa kandungan merkuri (Hg) di Danau Rawa Taliwang diperkirakan berasal dari pertambangan emas, industri barang logam dan kegiatan pertanian di sekitar danau.

Parameter kualitas lingkungan

Parameter kualitas lingkungan yang diamati di lokasi penelitian Danau Rawa Taliwang adalah suhu, pH, dan salinitas (**Tabel 3.**)

Tabel 3. Kualitas Lingkungan Danau Rawa Taliwang

Lokasi Sampel	Suhu (°C)	pH	Salinitas (ppt)
Stasiun 1	29	7,0	0,5

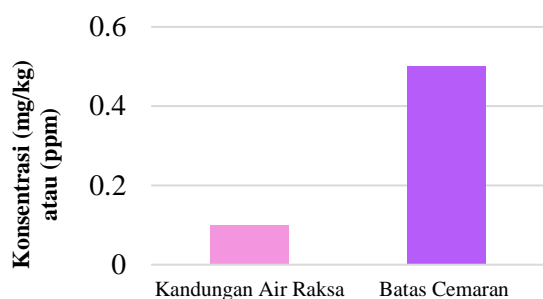
Stasiun 2	28,6	7,1	1
-----------	------	-----	---

Nilai pH di Danau Rawa Taliwang masih tergolong baik dan tidak melebihi batas normal. Logam menjadi kurang larut dalam air ketika pH meningkat karena logam berubah dari bentuk karbonat yang stabil menjadi hidroksida, yang mengendap. Di sisi lain, penurunan pH akan membuat logam berat lebih mudah larut dan karenanya lebih berbahaya (Rachmaningrum, 2015). Berdasarkan penelitian, kadar merkuri (Hg) pada ikan nila yang ditangkap di stasiun 1 lebih tinggi dibandingkan kadar merkuri (Hg) pada ikan nila yang ditangkap di stasiun 2, hal ini disebabkan karena nilai pH pada stasiun 1 lebih rendah dibandingkan nilai pH pada stasiun 2.

Metabolisme ikan, khususnya proses osmoregulasi, secara langsung dipengaruhi oleh salinitas, salah satu karakteristik kualitas air (Fernan *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil analisis salinitas, stasiun 2 memiliki nilai salinitas tertinggi, yaitu 1,0 ppt. Kadar garam di stasiun 1 adalah 0,5 ppt. Nilai salinitas di Danau Rawa Taliwang <0,5 ppt yang berarti salinitas air sangat rendah (Legiarsi *et al.*, 2022). Nilai salinitas ini tentu mempengaruhi kadar logam berat di suatu perairan. Semakin rendah salinitas, semakin tinggi konsentrasi logam berat (Hidayah & Supriyanti, 2019). Ketika terjadi penurunan salinitas akibat desalinasi, konsentrasi logam berat akan meningkat dan tingkat bioakumulasi akan semakin besar. Penelitian menemukan bahwa ikan nila yang dikumpulkan di stasiun 1 memiliki kadar logam berat merkuri (Hg) yang lebih tinggi daripada ikan nila yang dikumpulkan di stasiun 2.

Kelayakan konsumsi Ikan Nila di Danau Rawa Taliwang

Mengacu pada BPOM Nomor 9 Tahun 2022 tentang standar 0,50 mg/kg untuk pencemaran logam berat merkuri (Hg) pada makanan olahan, termasuk produk olahan ikan. Kecuali olahan ikan hiu, tuna, dan marlin (1,0 mg/kg). Perbandingan kandungan merkuri pada ikan Nila dengan batas cemaran Hg dapat dilihat pada **Gambar 2.**



Gambar 2. Perbandingan Kandungan Merkuri pada Ikan Nila dengan Batas Cemaran Hg Berdasarkan Keputusan BPOM No 9 Tahun 2022

Hasil uji analisis menggunakan alat AAS menunjukkan konsentrasi rata-rata kandungan merkuri (Hg) pada stasiun 1 0,11 mg/kg sedangkan pada stasiun 2 0,09 mg/kg. Hal tersebut menunjukkan bahwa ikan nila yang terdapat di stasiun 1 dan stasiun 2 tidak melebihi batas maksimum kandungan logam berat merkuri (Hg) sehingga masih aman untuk dikonsumsi.

Kesimpulan

Konsentrasi logam berat merkuri (Hg) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dari Danau Rawa Taliwang sebesar 0,1 mg/kg (ppm) dimana tidak melebihi ambang batas cemaran logam berat dalam makanan berdasarkan peraturan BPOM No 9 Tahun 2022 sehingga ikan nila (*Oreochromis niloticus*) aman dikonsumsi.

Ucapan Terima Kasih

Penulis ucapkan terima kasih kepada kedua dosen pembimbing serta dosen penguji atas bimbingan, saran, serta arahannya.

Referensi

- BPOM. (2022). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 9 Tahun 2022 tentang Batas Maksimal Pencemaran Logam Berat pada Makanan Olahan*. <https://shorturl.asia/rkNCJ>
- Caksana, M. U., Aritonang, A. B., Risiko, R., Muliadi, M., & Sofiana, M. S. J. (2021). Analisis kandungan logam berat Pb, Cd dan Hg pada ikan di Pantai Samudra Indah Kabupaten Bengkayang. *Jurnal Laut Khatulistiwa*, 4(3), 109-118. DOI:

<https://dx.doi.org/10.26418/lkuntan.v4i3.47696>

- Dewi, N. K., Prabowo, R., & Trimartuti, N. K. (2014). Analisis kualitas fisiko kimia dan kadar logam berat pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus* L.) di Perairan Kaligarang Semarang. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 6(2), 109-116. DOI: <https://doi.org/10.15294/BIOSAINTIFIK.A.V6I2.3106>
- Dwiyitno., Aji, N., & Indriati, N. (2008). Residu logam berat pada ikan dan kualitas lingkungan perairan Muara Sungai Barito Kalimantan Selatan. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*, 3(2), 147-155. DOI <http://dx.doi.org/10.15578/jpbkp.v3i2.19>
- Ferman, I., Saimima, A., & La Puasa, S. (2024). Uji Coba Pemeliharaan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Pada Media Salinitas yang Berbeda. *MUNGGAI : Jurnal Ilmu Perikanan Dan Masyarakat Pesisir*, 11(02), 21-30. Retrieved from <https://josths.id/ojs3/index.php/munggai/article/view/431>
- Hadinoto, S., & Setyadewi, N. M. (2020). Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Ikan di Teluk Ambon Dalam dan Perhitungan Batas Toleransi Maksimum. *Majalah Biam*, 16(1): 6 – 12. DOI: <https://dx.doi.org/10.29360/mb.v16i1.5778>
- Hananingtyas, I. (2017). Bahaya kontaminasi logam berat merkuri (Hg) dalam ikan laut dan upaya pencegahan kontaminasi pada manusia. *Al-Ard: Jurnal Teknik Lingkungan*, 2(2), 38-45. DOI: <https://doi.org/10.29080/alard.v2i2.120>
- Hariyoto, F. D. (2021). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb), Kadmium (Cd), Seng (Zn) dan Merkuri (Hg) di Perairan Beserta Dampaknya Bagi Produk Perikanan dan Kesehatan Manusia. *Buletin Matric*, 18(2). <https://www.researchgate.net>
- Hidayah, Y.N., & Supriyantini, E. (2019). Efektivitas *Gracilaria gigas* sebagai Biofilter Logam Berat Tembaga (Cu) pada Media dengan Salinitas yang Berbeda. *Buletin Oseanografi Marina Oktober*, 8(2): 227. DOI:

- <https://doi.org/10.14710/buloma.v8i1.19486>
- Kawirian, R. R., Mahrus, M., & Japa, L. (2018). Struktur Komunitas Fitoplankton Danau Lebo Taliwang Sumbawa Barat. *Prosiding Seminas Nasional Pendidikan Biologi*, 236-241.
- Khairuddin., Yamin, M., & Kusmiyati. (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. DOI: <https://dx.doi.org/10.29303/jpm.v16i1.2257>
- Khairuddin., Yamin, M., & Kusmiyati. (2022). Pelatihan dan Pengenalan Tentang Model Akumulasi DDT dan Air Raksa (Hg) dalam Tubuh Organisme pada Siswa MI Nata Kabupaten Bima. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, 5(3): 290-298. DOI: <https://doi.org/10.29303/jpmi.v5i3.2125>
- Legiarsi, K., Khairuddin, K., & Yamin, M. (2022). Analysis of Cadmium (Cd) Heavy Metal Content in Headsnake Fish (*Channa striata*) Derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency 2021. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(2), 595-601.
- Mulia, D.S. (2006). Tingkat Infeksi Ektoparasit Proozoa Pada Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Balai Benih Ikan (BBI) Pandak dan Sidabowa, Kabupaten Banyumas. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Muhammadiyah Purwokerto, Purwokerto.
- Mulyani, I., Yamin, M., & Khairuddin, K. (2023). Analysis of Mercury (Hg) Content in Tilapia Fish (*Oreochromis mossambicus*) from Rawa Taliwang Lake to Enrich the Course Materials on Ecotoxicology. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. DOI: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v9i6.3659>
- Mirdat., Patádungan, Y.S. & Isrun. (2013). Status Logam Berat Merkuri (Hg) Dalam Tanah pada Kawasan Pengolahan Tambang Emas Di Kelurahan Poboya, Kota Palu. *Jurnal Akrotekbis*, 1(2): 127 – 134. Corpus ID: 130993305
- Noviantika, D., Khairuddin, K., & Yamin, M. (2024). Measurement of Heavy Metal Mercury (Hg) Content in The Swamp Eel (*Monopterus albus*) as a Bioindicator from Lake Rawa Taliwang. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*. DOI: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.7324>
- Rachmaningrum, M., Wardhani, E, & Pharmawati, K. (2015). Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung. *Jurnal Online Isntitut Teknologi Nasional*, 1(3): 1-11
- Rahman, A., Masmitra, K.D., & Nurliani, A. (2016). Analisis Kandungan Merkuri (Hg) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L.) Budidaya Keramba Di Sekitar Waduk Riam Kanan Kecamatan Aranio. *Biodidaktika: Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 11. DOI: <https://doi.org/10.30870/BIODIDAKTIK A.V11I2.1709>
- Santi, A, & Arsyad, A. (2021). Kualitas Air dan Cemaran Logam Berat Merkuri (Hg) dan Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Hasil Tangkapan dari Waduk Tunggu Pampang Kota Makassar. *Jurnal Galung Tropika*, 10(3): 292 – 303. DOI: <https://doi.org/10.31850/jgt.v10i3.799>
- Septiana, A., Khairuddin, K., & Yamin, M. (2024). Analysis of Heavy Metal Cadmium (Cd) Content in Snakehead Fish (*Channa striata*) from Lake Rawa Taliwang. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(3), 1349-1355. DOI: <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.7323>
- Wahyuni, T. E, & Mildranaya, E. (2010). Panduan Wisata Alam di Kawasan Konservasi Nusa Tenggara Barat. Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumbawa Barat.
- Zulfahmi, I., Affandi, R., & Batu, D. (2017). Kondisi biometrik ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) yang terpapar merkuri [Biometric condition of nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) after mercury exposure]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1), 37-48. <https://doi.org/10.32491/jii.v14i1.94>