

## Analysis of Cadmium (Cd) Levels in Tilapia Fish (*Oreochromis mossambicus*) from Ponds in Palibelo

Nurwahdania<sup>1\*</sup>, Khairuddin<sup>1</sup>, M. Yamin<sup>1</sup>

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

### Article History

Received : July 11<sup>th</sup>, 2024

Revised : July 27<sup>th</sup>, 2024

Accepted : August 26<sup>th</sup>, 2024

\*Corresponding Author:

**Nurwahdania,**

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

Email:

[nurwahdania2209@gmail.com](mailto:nurwahdania2209@gmail.com)

**Abstract:** Fish are oceanic biota that are frequently utilized as signs of weighty metal contamination in waters. The purpose of this study was to determine the levels of cadmium (Cd) in tilapia from ponds in Palibelo and whether or not it is safe for consumption based on the Regulation of the Food and Drug Supervisory Agency (BPOM) No. 9 of 2022 concerning Requirements for Heavy Metal Contamination in Processed Food. Sampling was carried out by purposive sampling, at each station two fish samples were taken using floating nets. Samples were analyzed at the Health Laboratory, Testing and Calibration Center (BLKPK) of NTB Province. Data analysis was carried out by taking body parts, namely tilapia meat, then analyzing cadmium (Cd) levels using AAS. The results showed that cadmium levels in tilapia were still below the standard quality standards ranging from 0.0033-0.0057 mg/kg, with an average cadmium of 0.00465 mg/kg. Cadmium comes from household waste and modern waste carried by river currents. Environmental factors obtained temperature, pH, and salinity are in ideal conditions for the life of Tilapia fish. The conclusion is that Tilapia fish from fish farming in Palibelo is still suitable for consumption because it is still below the standard quality of 0.30 mg/kg.

**Keywords:** Cadmium (Cd), Palibelo Fish Pond, Tilapia Fish.

### Pendahuluan

Pesatnya perkembangan teknologi khususnya di bidang pertanian, pertambangan, dan bidang lainnya memungkinkan manusia menggunakan beberapa senyawa kimia, terutama logam berat (Haryanti dan Martuti, 2020). Sulit untuk menghindari kontak langsung dengan berbagai logam berat dalam kehidupan sehari-hari (Khairuddin *et al.*, 2019). Unsur golongan transisi dengan massa atom lebih besar dari 6 g/cm<sup>3</sup> disebut sebagai logam berat (Putranto, 2011). Logam berat merupakan unsur yang tidak dapat dipisahkan (Indirawati, 2017). Jika telah tertahan dalam tubuh, maka tidak bisa dimusnahkan, bersifat racun, dan menghambat kehidupan mikroorganisme (Arifin *et al.*, 2012).

Ikan termasuk biota air yang sering dijadikan indikator pencemaran logam berat (Cahyani *et al.*, 2016). Khususnya ikan air tawar yang dijadikan hewan uji dan dapat tercemar adalah ikan Mujair (Sari *et al.*, 2017). Ikan

Mujair (*Oreochromis mossambicus*) banyak digemari masyarakat Indonesia (Azmi dan Winarsih, 2021). Ikan yang mengandung logam berat apabila dikonsumsi akan menyebabkan penumpukan logam berat dalam tubuh. Nyawa manusia akan terancam apabila logam berat melebihi batas aman (Cahyani *et al.*, 2016).

Perairan dapat dicemari berbagai jenis logam berat, salah satunya kadmium (Cd) (Widyaningsih *et al.*, 2022). Tingkat toksisitas kadmium sangat tinggi dan membahayakan manusia serta umumnya dihasilkan sebagai limbah dari berbagai aktivitas industri (Prabowo *et al.*, 2016). Kontak antara media yang mengandung zat berbahaya bagi ikan mengakibatkan penumpukan logam berat kadmium pada ikan. Kadmium dapat masuk ketubuh ikan melalui difusi, makanan, dan insang (Yulaipi dan Aunurohim, 2013).

Hasil penelitian Vianne *et al.*, (2017) menemukan ikan bandeng dari wilayah Tambak Lorok memiliki konsentrasi kadmium sebesar

0,01 mg/kg. Searah dengan Hananingtyas (2017) di Pesisir Utara Jawa, hasilnya menunjukkan kadar berat kadmium (Cd) pada ikan tongkol (*Euthynnus* sp.) sebesar 0,156 mg/kg. Hasil serupa diperoleh Jais *et al.*, (2020) pada perairan Sungai Tallo ditemukan kadar kadmium sebesar 0,003 mg/L. Penelitian lain juga dilakukan Saputri *et al.*, (2023) di Danau Rawa Taliwang ditemukan adanya konsentrasi kadar kadmium pada daging ikan Mujair sebesar 0,1977 mg/kg. Selain itu, di bagian hulu Sungai Citarum menunjukkan ikan sebagian besar mengandung logam berat Pb dan Cd pada dagingnya. Kadar logam berat tiap ikan bervariasi, hal ini akibat langsung dari perbedaan umur yang ditunjukkan oleh beratnya.

Ikan sebagian besar telah terkontaminasi logam berat pada dagingnya (Budiman *et al.*, 2012). Mengacu pada permasalahan tersebut, peneliti tertarik melakukan penelitian tentang analisis kadar kadmium pada ikan Mujair yang berasal dari tambak ikan di Palibelo, untuk mengetahui apakah ikan Mujair tersebut masih aman untuk dikonsumsi sesuai dengan Peraturan Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 9 Tahun 2022 tentang Persyaratan Cemaran Logam Berat dalam Olahan Pangan.

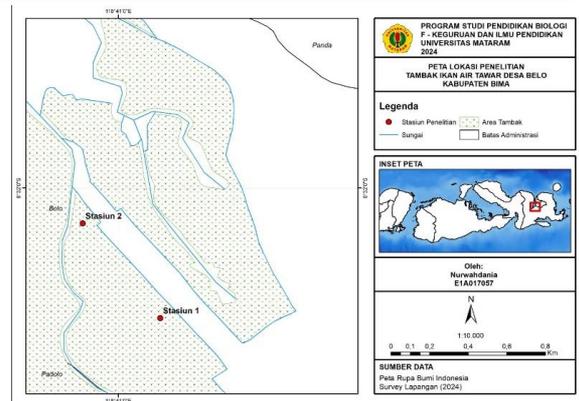
## Bahan dan Metode

### Waktu dan tempat penelitian

Penelitian berlangsung mulai April-Juni 2024. Tempat penelitian di Tambak Ikan Palibelo. Lokasi stasiun penelitian ditentukan berdasarkan keberadaan ikan Mujair ditambak ikan bandeng, dengan stasiun 1 terletak di tambak 1 dan stasiun 2 di tambak 2.

### Metode penelitian

Metode *purposive sampling* digunakan untuk mengambil sampel. Sampel ikan diambil sebanyak 2 ekor tiap tambak yang berusia 3-4 bulan. Kemudian, menyimpan sampel pada kotak sampel dan dianalisis di Balai Laboratorium Kesehatan, Penguji, dan Kalibrasi Provinsi NTB.



Gambar 1. Lokasi Penelitian

## Pengolahan data

Pengamatan variabel meliputi kadar kadmium pada ikan Mujair dari tambak ikan di Palibelo, Kabupaten Bima. Alat penelitian terdiri dari cawan porselen, labu takar, botol polypropylene, gelas ukur, gelas beaker, hot plate, pipet volumetric, pipet tetes, timbangan analitik, pisau, refrigerator, tungku pengabuan (furnace), dan seperangkat alat AAS. Bahan penelitian terdiri dari aquadest, HCl 6 M, HNO<sub>3</sub> 0,1 M, HNO<sub>3</sub> 65%, dan sampel.

## Tahapan penelitian

Ikan mujair ditangkap menggunakan jaring ikan dengan bantuan petani tambak. Kondisi lingkungan direkam menggunakan alat perekam elektronik untuk mengukur suhu, pH, dan salinitas. Sampel dianalisis di Balai Laboratorium Kesehatan, Penguji, dan Kalibrasi Provinsi NTB. Menggunakan metode sesuai dengan SNI 2354.5:2011. Sampel ikan mujair dibersihkan dari sisiknya dan dicuci dengan air aquades. Setelah dibersihkan, daging dan tulang ikan Mujair dipisahkan. Daging ikan kemudian dipotong menjadi bagian-bagian kecil. Potongan daging ikan mujair selanjutnya ditempatkan di dalam cawan porselen dan ditimbang hingga mencapai berat sekitar 5 gram.

Buat blanko positif kadmium. Hot plate digunakan untuk menguapkan blanko hingga kering dengan suhu ruang 100°C. Memasukkan sampel dan blanko pada tungku pengabuan dan menutup separuh permukaannya. Meningkatkan suhu pemanas pengabuan secara bertahap sebesar 100°C seperti jarum jam hingga mencapai 450°C selama 18 jam. Mengeluarkan sampel dan blanko tungku pengabuan, lalu mendinginkan hingga suhu kamar.

Menambahkan HNO<sub>3</sub> 65% 1 ml, goyangkan perlahan hingga semua abu larut dalam asam. Lalu, Uapkan larutan di atas hot plate pada suhu 100°C sampai larutan mengering. Sampel dan blanko yang telah kering dimasukkan kembali ke dalam tungku pengabuan. Tingkatkan suhu tungku pengabuan secara terus-menerus sebesar 100°C seperti jarum jam hingga mencapai 450°C dan dipertahankan selama 3 jam. Dinginkan sampel dan blanko hingga suhu kamar setelah abu terbentuk sepenuhnya dan berubah menjadi putih. Tambahkan HCl 6 M 5 ml ke setiap sampel dan blanko, goyangkan dengan hati-hati untuk melarutkan semua abu dalam larutan asam. Uapkan larutan di atas hot plate hingga kering pada suhu 100°C. Menambahkan HNO<sub>3</sub> 0,1 M sebanyak 10 ml dan dinginkan dengan suhu kamar selama 60 menit. Larutan dipindahkan pada botol ukur polipropilena 50 ml dan menambahkan matrik modifier, tepatkan hingga batas menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,1 M.

Menyiapkan larutan standar kerja kadmium minimal 5 titik konsentrasi. Membaca larutan standar kerja dan sampel pada alat AAS. Pengaturan alat *Atomic Absorbtion Spectrophotometri* (AAS) meliputi laju asetilen pada 2,5 L/menit, panjang gelombang 228,8 nm, lebar celah pada 0,5 nm, laju alir udara pada 10,0 L/menit, tinggi buner 2,7 mm, dan kuat arus 10 mA (Ramdanawati *et al.*, 2017).

### Analisis data

Menganalisis data deskriptif dengan menggunakan metode *Spektrofotometer Serapan Atom* (SSA). Menarasikan data deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik. Selanjutnya membandingkan dengan BPOM Nomor 9 Tahun 2022. Konsentrasi kadmium dalam miligram/kilogram (mg/kg) dari hasil dari alat AAS yaitu (Badan Standardisasi Nasional, 2011) ditentukan menggunakan rumus pada persamaan 1.

$$\text{Konsentrasi Cd} = \frac{(D-E) \times Fp \times V}{W} \quad (1)$$

Keterangan:

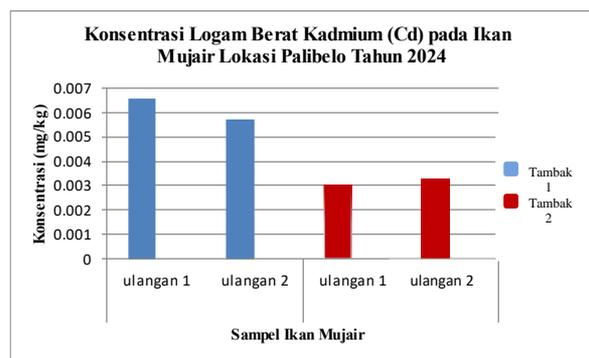
- D : Konsentrasi sampel (mg/l)
- E : Konsentrasi blanko (mg/l)
- Fp : Faktor pengenceran
- V : Volume akhir larutan sampel (l)
- W : Berat sampel (kg)

(Badan Standardisasi Nasional, 2019).

## Hasil dan Pembahasan

### Kadar Kadmium (Cd) pada Ikan Mujair

Hasil penelitian menemukan kadar kadmium ikan Mujair dari tambak ikan di Palibelo Kabupaten Bima masih dibawah standar baku mutu. Kadar logam berat kadmium pada ikan Mujair berkisar antara 0,0033-0,0057 mg/kg, dengan rata-rata kadmium sebesar 0,00465 mg/kg. Kadar kadmium pada daging ikan Mujair di kedua stasiun tersebut masih di bawah baku mutu berdasarkan BPOM No. 9 Tahun 2022 sebesar 0,30 mg/kg. Meskipun kadar logam berat kadmium masih dalam jumlah terbatas, hal ini menunjukkan adanya pencemaran karena kadmium termasuk dalam golongan logam berat yang berbahaya dan beracun.



**Gambar 2.** Grafik Konsentrasi Kadmium (Cd) pada Ikan Mujair yang Berasal dari Tambak Ikan di Palibelo.

Hasil analisis kandungan logam berat kadmium tersebut sesuai dengan temuan dari beberapa penelitian. Penelitian Saputri *et al.*, (2023) menemukan ikan Mujair di Danau Rawa Taliwang mengalami pencemaran logam berat kadmium dengan kadar berkisar antara 0,197-0,199 mg/kg yang tidak melebihi ketentuan BPOM No. 9 Tahun 2022. Sejalan dengan Mulyani *et al.*, (2023) memperoleh hasil air raksa pada ikan Mujair asal Danau Rawa Taliwang sebesar 0,73 mg/kg. Konsentrasi air raksa pada ikan Mujair tersebut melebihi ambang batas cemaran logam dalam makanan, sehingga ikan tidak layak untuk konsumsi.

Data pada penelitian ini searah dengan Wulan *et al.*, (2023) namun pada biota air yang

berbeda, ditemukan adanya kadmium (Cd) pada daging keong sawah (*Pila ampullacea*) dari Danau Taliwang sebesar 0,19 mg/kg artinya masih layak dikonsumsi. Penelitian Legiarsi *et al.*, (2022) di Danau Rawa Taliwang juga menemukan bahwa kandungan kadmium (Cd) dalam daging ikan gabus (*Channa striata*) sebesar 0,1405 mg/kg sehingga kurang aman untuk dikonsumsi karena kandungan kadmium melampaui standar BPOM No. 5 Tahun 2018.

Hasil penelitian Muslim *et al.*, (2022) kandungan Kadmium (Cd) pada daging ikan bandeng dari Teluk Bima, ditemukan sampel PB1 mengandung Kadmium (Cd) sebesar 30 ppm, pada sampel PB2 sebesar 40 ppm dan sampel PB3 sebesar 10 ppm. Selanjutnya pada lokasi Kelurahan Melayu, Kota Bima pada sampel KM1 30 ppm sampel KM2 sebesar 40 ppm, dan pada sampel KM3 sebesar 20 ppm. Kandungan Kadmium pada Ikan Bandeng dari Teluk Bima melebihi ambang batas berdasarkan peraturan BPOM Nomor 5 Tahun 2018 yaitu 0,1 ppm. Adanya kandungan logam berat Kadmium (Cd) yang melebihi ambang batas ini menunjukkan bahwa perairan Teluk Bima telah terkontaminasi oleh logam berat Kadmium (Cd).

### **Sumber Kadmium Ikan Mujair di Tambak Ikan Palibelo**

Berdasarkan hasil observasi, keberadaan logam berat pada ikan disebabkan oleh aktivitas manusia di sekitar tambak, seperti limbah rumah tangga, limbah pertanian, aktivitas penerbangan, dan emisi logam berat dari kendaraan. Pendapat Khairuddin *et al.*, (2018) sejalan dengan temuan ini, yang menyatakan bahwa penggunaan pupuk, herbisida, fungisida, dan insektisida oleh petani dapat menyumbang pada pencemaran logam kadmium. Selain itu, pencemaran air tambak juga meningkat karena adanya aliran air laut saat pasang.

Laut berfungsi sebagai tempat akumulasi zat-zat pencemar yang dibawa oleh aliran sungai. Ketika pasang, arus air laut yang mengandung logam berat ini dapat mencemari tambak-tambak di kawasan pesisir (Martuti *et al.*, 2016). Beberapa sungai yang mengalir ke Teluk Bima antara lain Sungai Palibelo, Sungai Bolo, Sungai di Kecamatan Woha, dan Sungai Padolo di Kota Bima (Khairuddin dan Yamin, 2021). Lokasi tambak tempat pengambilan sampel ikan mujair terletak dekat muara Sungai

Palibelo, daerah yang menjadi tempat penumpukannya limbah domestik dan industri yang terbawa dari hulu ke hilir sungai. Kondisi ini dapat berdampak pada kualitas perairan tambak di sekitarnya.

### **Parameter lingkungan (suhu, salinitas, dan pH)**

Faktor-faktor yang mempengaruhi tingkat bioakumulasi logam berat pada ikan, selain yang disebabkan oleh aktivitas manusia, menurut Sheikhzadeh & Hamidian (2021) meliputi faktor lingkungan seperti salinitas, pH, suhu, jenis kontaminan, musim, dan konsentrasi. Selain itu, faktor fisiologi dan ekologi ikan, seperti umur, jenis kelamin, ukuran, pola makan, habitat, dan periode paparan logam berat juga turut mempengaruhi derajat bioakumulasi. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa suhu air di kedua tambak ikan di Palibelo berkisar antara 24,8-24,9°C. Suhu ini berada di bawah batas optimum yang ditetapkan dalam Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 tahun 2004, yaitu 28-32°C, serta suhu ideal menurut Patty *et al.*, (2021) yang juga berada dalam rentang 28°-32°C. Suhu air juga berhubungan dengan keadaan logam berat dalam perairan. Kadar logam berat dapat meningkat karena terjadinya peningkatan suhu air (Khairuddin *et al.*, 2022).

Hasil pengukuran pH air yang dilakukan pada dua tambak menunjukkan nilai pH berkisar antara 8,16-8,31 yang jika dibandingkan dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 menyebutkan bahwa batas baku mutu pH adalah 7-8,5 sehingga pH pada tambak ikan di Palibelo berada pada batas baku mutu yang dianjurkan bagi biota laut. Kelarutan logam berat pada perairan dapat dipengaruhi perubahan pH air. Hasil penelitian Sukoasih *et al.*, (2017) mendukung pernyataan tersebut dimana peningkatan pH di suatu perairan dapat mengakibatkan penurunan kelarutan logam berat dalam air. Hal ini disebabkan oleh peningkatan pH berpotensi mengubah stabilitas bentuk karbonat menjadi hidroksida. Hidroksida ini kemudian mengikat partikel di dalam air dan membentuk endapan yang menyebabkan terbentuknya lumpur.

Kondisi salinitas di lokasi tambak penelitian masih layak untuk kelangsungan pertumbuhan biota laut di dalamnya, yaitu 30

ppt. Nilai salinitas ideal bagi pertumbuhan ikan adalah 32-35‰, sedangkan salinitas ideal untuk kehidupan ikan 30-33‰ (Nuranggitasari dan Ardyan, 2021). Tinggi rendahnya salinitas dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti curah hujan, pergerakan massa air akibat pasang surut dan penguapan. Selain itu, hembusan angin dan jumlah air tawar yang mengalir ke laut melalui sungai juga mempengaruhi salinitas. Salinitas dapat mempengaruhi kelarutan logam berat dalam air (Zubair *et al.*, 2018). Daya larut dan bioakumulasi logam berat dapat ditingkatkan oleh salinitas yang rendah.

Faktor lain yang mempengaruhi konsentrasi logam berat kadmium pada ikan mujair adalah ukuran ikan. Pada penelitian ini, sampel ikan mujair berukuran sekitar  $\pm 12$  cm dan berumur 3-4 bulan, yang tergolong kecil. Di tambak ikan di Palibelo, pertumbuhan ikan mujair saat ini berada dalam kisaran usia 3-4 bulan. Oleh karena itu, kadar logam berat kadmium (Cd) pada ikan mujair di tambak tersebut masih rendah. Hasil penelitian sebelumnya oleh Saputri *et al.*, (2023) menunjukkan bahwa ikan mujair yang dianalisis berumur 5-6 bulan dengan panjang tubuh sekitar  $\pm 30$  cm dan konsentrasi kadmium pada ikan mujair di Danau Rawa Taliwang berkisar antara 0,197-0,199 mg/kg.

Penelitian Herbila *et al.*, (2022) menjelaskan bahwa ukuran ikan mempengaruhi kandungan logam berat di tubuhnya. Ikan yang lebih besar cenderung memiliki kadar logam berat yang lebih tinggi karena waktu yang lebih lama berada di dalam tambak. Sebaliknya, ikan yang lebih kecil umumnya memiliki kadar logam berat yang lebih rendah. Konsentrasi logam berat kadmium pada ikan mujair dipengaruhi oleh jumlah logam berat di perairan. Logam berat yang masuk ke perairan akan mengendap, larut, dan tersebar, lalu diserap oleh organisme perairan dan akhirnya dikonsumsi oleh manusia.

Terdapat perbedaan kadar kadmium (Cd) pada sampel ikan mujair antara lokasi pertama dan lokasi kedua, yang kemungkinan disebabkan oleh berbagai faktor. Pada lokasi pertama di tambak 1 menghasilkan kadar kadmium lebih tinggi dibandingkan dengan lokasi kedua di tambak 2. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh lokasi penangkapan yang berada dekat dengan sumber pencemaran logam

berat, yaitu muara sungai, di mana lokasi tambak 1 terletak lebih dekat dengan area tersebut. Tingginya kadar logam dalam air laut juga dipengaruhi oleh arus dan pergerakan pasang surut air laut (Hananingtyas, 2017). Jika nelayan menangkap ikan saat air pasang, ada kemungkinan bahwa air laut saat itu mengandung kadar logam berat dalam jumlah tinggi akibat pencemaran limbah yang dibuang di muara dan area sungai. Perbedaan waktu pengambilan sampel dapat mengakibatkan akumulasi logam berat yang bervariasi pada ikan, karena faktor lingkungan seperti arus, salinitas, dan pergerakan pasang surut mempengaruhi laju akumulasi logam berat.

### **Kelayakan Konsumsi Berdasarkan Keputusan Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) No.9 Tahun 2022**

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar kadmium pada ikan mujair masih berada di bawah batas maksimum pangan yang ditetapkan, yaitu 0,30 mg/kg. Oleh karena itu, ikan tersebut masih aman untuk dikonsumsi. Namun, perlu diperhatikan bahwa jika kadar logam berat tersebut terus meningkat, ada risiko bahwa kadar kadmium akan melebihi ambang batas yang dapat membahayakan organisme yang mengonsumsinya. Sebagaimana yang dijelaskan oleh Vianne *et al.*, (2017) ikan yang kaya akan logam berat dapat menimbulkan risiko kesehatan apabila dikonsumsi secara berkala dan dalam jumlah yang besar. Umumnya, dampak buruk kadmium (Cd) pada manusia dapat menyebabkan gangguan pernapasan, kerusakan ginjal dan hati, kematian, serta gangguan pertumbuhan tulang yang berujung pada pengeroposan tulang (Bolly, 2012).

### **Upaya mengurangi pencemaran logam berat kadmium (Cd)**

Pemberian penyuluhan pada masyarakat umum terkait sistem pembuangan sampah dapat menjadi alternatif untuk mengurangi pencemaran lingkungan, terutama pencemaran logam berat kadmium di perairan. Selain itu, mengkoordinasikan penggunaan beberapa jenis pestisida dan berbagai bahan kimia sintetis yang berpotensi menimbulkan pencemaran. Memberikan penyuluhan dan pengarahan kepada masyarakat umum tentang manfaat

lingkungan bagi sistem biologis kehidupan. Penelitian Tambunan *et al.*, (2014) mengungkapkan satu-satunya cara untuk mengurangi pencemaran lingkungan adalah dengan mematuhi peraturan lingkungan dan mencegah pembuangan sampah sembarangan. Selain itu, pemerintah lingkungan juga turut serta menjaga ketertiban umum.

## Kesimpulan

Hasil analisis kadar logam berat kadmium (Cd) pada ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang berasal dari tambak ikan di Palibelo berkisar 0,0033-0,0057 mg/kg sehingga masih layak dikonsumsi karena masih dibawah standar baku mutu yaitu 0,30 mg/kg berdasarkan keputusan Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) No.9 Tahun 2022 persyaratan tentang Batas Maksimum Cemar Logam dalam Ikan dan Olahannya.

## Ucapan Terima Kasih

Peneliti ucapkan terima kasih kepada program studi Pendidikan Biologi yang telah membantu dalam menyelesaikan penelitiannya ini. Serta pihak Balai Laboratorium Kesehatan, Pengujian, dan Kalibrasi (BLKPK) Provinsi NTB.

## Referensi

- Arifin, B., Deswati., & Loekman U. (2012). Analisa Kandungan Logam Cd, Cu, Cr dan Pb dalam Air Laut di Sekitar Perairan Bungus Teluk Kabung Kota Padang. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 9(2), 139-145.
- Azmi, A., & Winarsih. (2021). Upaya Penurunan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan Menggunakan Filtrat Tomat (*Solanum lycopersicum*). *LenteraBio*, 10(2), 213-219.
- Bolly, Y. Y. (2012). Kandungan Fosfor dan Kadmium pada Tanah dan Beras Serta Risiko Kadmium Bagi Kesehatan Penduduk di Kelurahan Tarus. *Agrica*, 5(2), 115-130.
- Budiman, B. T. P., Dhahiyat, Y., & Hamdani, H. (2012). Bioakumulasi Logam Berat Pb (Timbal) Dan Cd (Kadmium) Pada daging Ikan Yang Tertangkap Di Sungai

- Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4), 261-270.
- Cahyani, N., Batu, D. T. L. 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.
- Hananingtyas, I. (2017). Studi Pencemaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Ikan Tongkol (*Euthynnus sp.*) di Pantai Utara Jawa. *Biotropic*, 1(2), 41-50.
- Haryanti, E. T., & Martuti, N. K. T. (2020). Analisis Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) dalam Daging Ikan Kakap Merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes. *Life Science*, 9(2), 149-160.
- Herbila, S., Syam, N., & Batara, A. S. (2022). Nalisis Konsentrasi Logam Berat Seng (Zn) pada Air, Sedimen dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Window of Public Health Journal*, 3(6), 1044-1053.
- Indirawati, S. M. (2017). Pencemaran Logam Berat Pb dan Cd dan Keluhan Kesehatan pada Masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal JUMANTIK*, 2(2), 54-60.
- Khairuddin & Yamin, M. (2021). Analysis of Cadmium (Cd) and Lead (Pb) Heavy Metal Content in Shell and Mangroves at Bima Bay. *JoSSED*, 2(1), 58-62.
- Khairuddin, Yamin, M., & Syukur, A. (2018). Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, 8(1), 69-79.
- Khairuddin, Yamin, M., & Syukur, A. (2019). Penyuluhan Tentang Sumber-Sumber Kontaminan Logam Berat pada Siswa SMAN 1 Belo Kabupaten Bima. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 2(1), 64-71.
- Khairuddin, Yamin. M. & Kusmiyati. (2022). Analysis of Cd and Cu Heavy Metal Content in Climbing Perch (*Anabas testudineus*) Derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 186-193.

- Legiarsi, K., Khairuddin., & 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.
- Martuti, N. K. T., Sanjivanie, H. A., & Ngabekti, S. (2016). Bioakumulasi Kadmium Pada Ikan Bandeng di Tambak Dukuh Tapak Semarang. *Jurnal MIPA*, 39(2), 92-97.
- Mulyani1, I., Yamin, M., & Khairuddin. (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 (JPPIPA)*, 9(6), 4679-4684.
- Muslim, B., Khairuddin., Yamin, M., & Kusmiyati. (2022). Analysis of Heavy Metal Content of Cadmium (Cd) in Milkfish (*Chanos chanos* Forsk) from Milkfish Farms in Bima Bay. *Jurnal Pijar MIPA*, 17(1), 83-88.
- Nuranggitasari, D., & Kurniawan, A. P. (2021). Diversity of Reef Fish in Pancuran Beach and The Harbor Area of Karimunjawa National Park. *Jurnal Biologi Tropis*, 21(3), 1038-1046.
- Patty, S. I., Yalindua, F. Y., & Ibrahim, P. S. (2021). Analisis Kualitas Perairan Bolaang Mongondow, Sulawesi Utara Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Air Laut. *Jurnal Kelautan Tropis Maret*, 24(1), 113-122.
- Prabowo, R., Purwanto., & Sunoko, H. R. (2016). Akumulasi Cadmium (Cd) pada Ikan Wader Merah (*Puntius Bramoides* C.V), di Sungai Kaligarang. *Jurnal MIPA*, 39(1), 1-10.
- Putranto, T. T. (2011). Pencemaran Logam Berat Merkuri (Hg) pada Airtanah. *TEKNIK*, 32(1), 62-71.
- Ramdanawati, L., Emawati, E., & Asmayati, B. E. (2017). Analisis Kadar Cemar Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Sampel Ikan Air Tawar dengan Menggunakan Metode Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Farmagazine*, 4(2), 26-30.
- Saputri, A., Khairuddin., & Yamin, M. (2023). Analysis of Cadmium (Cd) Heavy Metal Content in Mosambique Tilapia Fish (*Oreochromis mossambicus*) Derived from Rawa Taliwang Lake to Enrich Ecotoxicology Lecture Material in 2022. *Jurnal Biologi Tropis*, 23(2), 390-397.
- Sari, C. N., Zuhrawati, N. A., & Asmilia, N. (2017). Profil Hematologi Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Terpapar Merkuri Klorida (HgCl<sub>2</sub>). *JIMVET*, 01(3), 439-447.
- Sheikhzadeh, H., & Hamidian, A. H. (2021). Bioaccumulation of heavy metals in fish species of Iran: a review. In *Environmental Geochemistry and Health* (43, Issue 10). Springer Netherlands.
- Sukoasih, A., & Widiyanto, T. (2017). Hubungan Antara Suhu, pH dan Berbagai Variasi Jarak dengan Kadar Timbal (Pb) pada Badan Air Sungai Rompong dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016. *Buletin Keslingmas*, 36(4), 360-368.
- Vianne, M. S. A., Yusniar H. D., & Hanan L. D. (2017). Analisis Risiko Kesehatan Lingkungan Kandungan Kadmium (Cd) dalam Ikan Bandeng di Kawasan Tambak Lorok Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 5(5), 724-729.
- Widyaningsih, S. D., Abida, I. W., Pramithasari, F. A., & Afifa, F. H. (2022). Kajian Kandungan Logam Berat Kadmium pada Air, Sedimen, dan Ikan Bawal (*Pampus Argenteus*) di Tempat Pelelangan Ikan Branta Kabupaten Pamekasan. *Juvenil*, 3(4), 100-109.
- Wulan, I., Khairuddin., & Yamin, M. (2023). Analysis of Cadmium Heavy Metal Content in Rice Snail (*Pila Ampullacea*) from Rawa Taliwang Lake. *J. Pijar MIPA*, 18(3), 404-409.
- Yulaipi, S., & Aunurohim. (2013). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*), *Jurnal Sains dan Seni Pomits*, 2(2), 2337-3520.
- Zubair, A., Mary, S., Roslinda, I., & Batari, S. R. (2018). Analisis Sebaran Logam Merkuri (Hg) disekitar Perairan Pantai Tanjung Bunga Kota Makassar. *Prosiding Seminar Ilmiah Nasional Sains dan Teknologi ke-4*. IV. 470-481.