

Analysis of Cadmium (Cd) Heavy Metal Content in Headsnake Fish (*Channa striata*) Derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency 2021

Karina Legiarsi¹, Khairuddin¹, M. Yamin^{1*},

¹Program Studi Pendidikan Biologi, FKIP Universitas Mataram, Indonesia

Article History

Received : April 28th, 2022

Revised : May 25th, 2022

Accepted : June 07th, 2022

*Corresponding Author:

M. Yamin,

Program Studi Pendidikan
Biologi, FKIP Universitas
Mataram, Indonesia

Email:

muhammadyamin.fkip@gmail.com

Abstract: Fish is one of the aquatic organisms that is often used as a biological indicators of heavy metals in waters. The purpose of the research about analysis of cadmium (Cd) heavy metal content in headsnake fish (*Channa striata*) derived from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency 2021 is to determine the cadmium in headsnake fish from Rawa Taliwang Lake. The research was conducted for 2 months, starting from September-October 2021. Sampling was carried out by purposive sampling at 2 research stations. Fish samples were taken 2 fishes at each station using gill nets and plaited rattan fish trap. The fish species taken were headsnake fish. The research sample was then analyzed in the West Nusa Tenggara Health, Testing and Calibration Laboratory. The data analysis was carried out by taking muscle tissue from headsnake fish and then analyzing the content of heavy metal in the from cadmium using AAS (*Atomic Absorbtion Spectrophotometry*). The measurement result showed that heavy metal content of cadmium in headsnake fish from Rawa Taliwang Lake ranged from 0,115 mg/kg (ppm) to 0,161 mg/kg (ppm). This shows that Rawa Taliwang Lake has been contaminated by cadmium exceeds the threshold set by Food and Drug Supervisory Agency (BPOM) No.5 of 2018 concerning the Maximum Limit of Heavy Metal Contamination in Processed Food which is 0,1 mg/kg.

Keywords : Cadmium (Cd), Headsnake fish, Rawa Taliwang Lake

Pendahuluan

Pencemaran logam berat terhadap lingkungan adalah suatu proses yang erat kaitannya dengan penggunaan logam berat tersebut oleh manusia. Logam-logam tertentu dalam konsentrasi tinggi akan sangat berbahaya apabila ditemukan di lingkungan (Khairuddin et al., 2018). Apabila kandungan logam berat yang memasuki tubuh manusia telah melebihi ambang batas maka dapat berbahaya bagi kesehatan. Menurut Khairuddin et al. (2019) kontak dengan berbagai logam berat dalam kehidupan sehari-hari sulit untuk dihindari. Logam berat dapat memasuki tubuh manusia melalui jalur makanan, minuman, pernapasan, dan kulit.

Ikan adalah salah satu biota perairan yang sering digunakan sebagai bioindikator logam berat di perairan. Ikan dalam rantai makanan di

suatu perairan air dapat mengakumulasi logam dari lingkungannya. Apabila ikan yang terakumulasi logam berat dikonsumsi oleh manusia, hal itu dapat berbahaya bagi kesehatan (Cahyani et al., 2016; Yunanmalifah et al., 2021). Ikan yang hidup di danau lebih mudah terkontaminasi oleh logam berat dibandingkan dengan ikan yang hidup di perairan terbuka dikarenakan danau adalah habitat yang terbatas sehingga lebih mudah untuk terkontaminasi (Kahiruddin et al., 2021). Salah satu jenis ikan yang banyak digemari oleh masyarakat adalah ikan gabus (*Channa striata*). Ikan gabus merupakan ikan karnivora yang ditemukan di air tawar. Ikan gabus sebagai pemangsa dalam rantai makanan di perairan air tawar dapat mengakumulasi logam dari lingkungannya kemudian mentransferkannya ke manusia melalui proses konsumsi yang dapat menyebabkan penyakit akut dan kronis (Oktaviyandika, 2017).

Kadmium (Cd) adalah logam berat yang bersifat toksik dan berbahaya bagi makhluk hidup. Pertambangan dan industri merupakan sumber dari limbah kadmium. Jenis logam berat ini memiliki nilai toksisitas yang sangat tinggi bagi manusia, sehingga tingkat maksimum yang diperbolehkan di perairan menurut PP No 82 Tahun 2001 Tentang Kualitas Air yaitu 0,01 mg/L. Adapun batasan kadar logam berat kadmium pada ikan dan produk perikanan menurut BPOM yaitu 0,1 mg/kg.

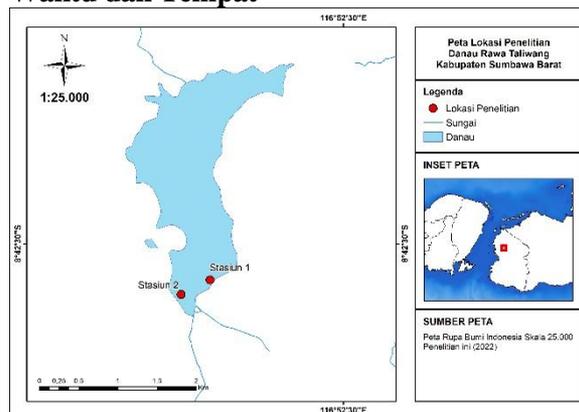
Kota Taliwang adalah kota yang terletak di Kabupaten Sumbawa Barat. Menurut Wahyuni (2019) Kota ini memiliki perusahaan tambang emas dan tembaga terbesar kedua di Indonesia yaitu PT Amman Mineral Nusa Tenggara. Di Taliwang terdapat sebuah danau yang disebut Lebo Taliwang. Lebo dalam bahasa setempat berarti rawa atau danau. Lebo Taliwang memiliki luas wilayah \pm 820 ha yang terlihat jelas dari jalan raya menuju Kota Taliwang. Danau Rawa Taliwang masuk ke dalam dua wilayah kecamatan yaitu Kecamatan Taliwang yang meliputi Desa Seloto dan Desa Sampir serta Kecamatan Seteluk yaitu Desa Meraran (Widada *et al.*, 2015; Kawirian *et al.*, 2018). Secara geografis Danau Rawa Taliwang terletak pada koordinat $8^{\circ}40'54''$ - $8^{\circ}43'9''$ Lintang Selatan dan $116^{\circ}50'52''$ - $116^{\circ}55'27''$ Bujur Timur dengan jenis tanah regosol dan litosol dan topografi berbukit hingga bergunung dengan ketinggian 200-400 m dpl (BKSDA, 2015; Kawirian *et al.*, 2018).

Budiman *et al.* (2012) melakukan penelitian mengenai bioakumulasi logam berat kadmium pada daging ikan yang tertangkap di sungai Citarum Hulu. Hasilnya yaitu konsentrasi kadmium pada ikan gabus telah melewati ambang batas yaitu sebesar 0,129 ppm. Hal ini dikarenakan tersebut hidup di air yang telah terkontaminasi oleh logam berat. Penelitian serupa dilakukan oleh Zahro dan Suprpto (2015), hasilnya menunjukkan bahwa pada ikan gabus ditemukan kandungan kadmium sebesar 0,16 ppm. Penelitian lain dilakukan juga oleh Munzir dan Pino (2021) di perairan Batang Kumbang Kecamatan Ranah Ampek Hulu Tapan, Kabupaten Pesisir Selatan menunjukkan adanya pencemaran merkuri, tembaga,

kadmium, dan timbal pada Perairan Batang Kumbang Tapan. Hal ini dibuktikan dengan ditemukannya logam berat pada massa air dan jaringan daging ikan gabus yang hidup di perairan tersebut. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Oktaviyandika (2017) di sungai Gunungsari Surabaya. Hasilnya menunjukkan bahwa terdapat kandungan logam berat dalam daging ikan gabus. Berdasarkan uraian diatas dan banyaknya kemungkinan terjadinya pencemaran oleh logam berat di Danau Rawa Taliwang, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang Analisis Logam Berat Kadmium (Cd) pada ikan gabus (*Channa striata*) yang berasal dari Danau Rawa Taliwang Kabupaten Sumbawa Barat. Penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat yang gemar mengonsumsi ikan gabus terutama ikan dari Danau Rawa Taliwang.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat



Gambar 1. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Danau Rawa Taliwang yaitu pada daerah terendam air atau badan air. Lokasi stasiun penelitian ditentukan atas pertimbangan topografi yaitu stasiun 1 pada sisi timur dan stasiun 2 pada sisi barat. Pengambilan sampel dilakukan dengan metode *purposive sampling*. Sampel diambil sebanyak 2 ekor pada setiap stasiun berdasarkan pertimbangan ikan dengan usia ikan 5 sampai 6 bulan yang layak konsumsi. Selanjutnya sampel disimpan dalam kotak sampel kemudian dianalisis di Balai Laboratorium Kesehatan, Pengujian dan Kalibrasi NTB. Penelitian ini

berlangsung pada bulan September-Oktober 2021.

Pengolahan Data

Variabel yang diteliti pada penelitian ini yaitu kandungan kadmium pada ikan gabus dari Danau Rawa Taliwang Kabupaten Sumbawa Barat. Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu botol polypropylene, cawan porselen, gelas beaker, gelas ukur, hot plate, labu takar, pipet tetes, pipet volumetric, pisau, refrigerator, timbangan analitik, tungku pengabuan (furnace), dan seperangkat alat AAS. Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu aquadest, HCl 6 M, HNO₃ 0,1 M, HNO₃ 65%, dan sampel.

Penangkapan ikan gabus dilakukan menggunakan jaring ikan dan bubu yang dibantu oleh nelayan setempat. Keadaan lingkungan dicatat dengan bantuan alat rekam elektronik untuk pengukuran pH, suhu, dan salinitas air. Ikan gabus yang tertangkap pada jaring ikan dan bubu selanjutnya dianalisis di Balai Laboratorium Kesehatan Penguji dan Kalibrasi (BLKPK) Provinsi NTB menggunakan metode SNI 2354.5 (Badan Standardisasi Nasional, 2011)

Sampel ikan gabus dibersihkan dari sisik-sisiknya kemudian dicuci menggunakan aquades. Ikan gabus yang telah dibersihkan kemudian dipisahkan antara tulang dan dagingnya. Selanjutnya daging dipotong menjadi potongan-potongan kecil. Potongan ikan gabus kemudian diletakkan pada cawan porselen dan ditimbang beratnya sekitar 5 gram.

Buat blanko positif kadmium. Uapkan blanko menggunakan hot plate pada suhu ruang 100°C hingga kering. Masukkan sampel dan blanko kedalam tungku pengabuan dan tutup separuh permukaannya. Naikkan suhu tungku pengabuan secara bertahap 100°C setiap 30 menit sampai mencapai 450°C dan pertahankan selama 18 jam. Sampel dan blanko dikeluarkan dari tungku pengabuan, selanjutnya didinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin tambahkan 1 ml HNO₃ 65%, goyangkan secara perlahan hingga semua abu terlarut dalam asam, kemudian uapkan menggunakan hot plate pada suhu 100°C hingga kering. Setelah kering masukkan kembali sampel dan blanko ke dalam tungku pengabuan. Naikkan suhu tungku pengabuan secara bertahap 100°C setiap 30 menit sampai mencapai 450°C

dan pertahankan selama 3 jam. Setelah abu terbentuk sempurna berwarna putih, dinginkan sampel dan blanko pada suhu ruang. Tambahkan 5 ml HCl 6 M kedalam masing-masing sampel dan blanko, goyangkan secara hati-hati sehingga semua abu terlarut dalam asam. Uapkan diatas hot plate pada suhu 100°C sampai kering. Tambahkan 10 ml HNO₃ 0,1 M dan dinginkan pada suhu ruang selama 1 jam, pindahkan larutan ke dalam labu takar polypropylene 50 ml dan tambahkan matrik modifier, tepatkan sampai tanda batas dengan menggunakan HNO₃ 0,1 M.

Larutan standar kerja kadmium disiapkan minimal 5 titik konsentrasi. Larutan standar kerja dan sampel dibaca pada alat AAS. Menurut Mustofa (2017) pengaturan alat AAS meliputi panjang gelombang 228,8 nm, laju asetilen pada 2,0 L/menit, laju alir udara pada 10,0 L/menit, lebar celah pada 0,5 nm, dan kuat arus 10 mA.

Analisis Data

Data yang didapatkan berupa kandungan kadmium pada sampel ikan gabus dari Danau Rawa Taliwang yang dinyatakan dalam milligram/kilogram (mg/kg), atau parts per million (ppm). Data yang diperoleh diolah secara deskriptif yang dianalisis menggunakan metode *Spektrofotometer Serapan Atom* (SSA). Data yang diperoleh dinarasikan secara deskriptif dalam bentuk tabel dan grafik kemudian dibandingkan dengan standar Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) No.5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Olahan Pangan. Adapun rumus untuk menentukan konsentrasi kadmium dalam mg/kg setelah didapatkan hasil dari alat AAS yaitu (Badan Standardisasi Nasional, 2011).

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

W

Keterangan:

D : Konsentrasi sampel ikan gabus

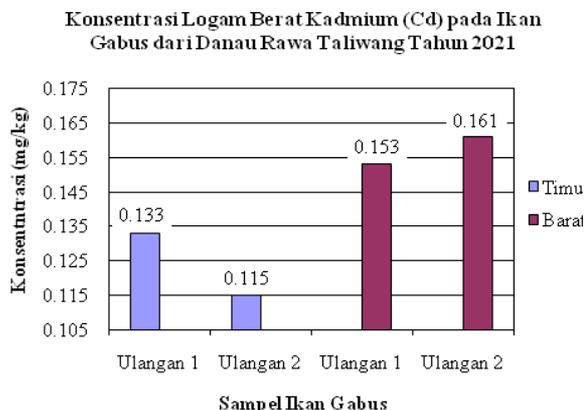
E : Konsentrasi blanko

Fp : Faktor Pengenceran

V : Volume akhir larutan

W : Berat sampel

Hasil dan Pembahasan



Gambar 2. Grafik Konsentrasi Cd pada Ikan Gabus dari Danau Rawa Taliwang

Laporan Hasil Uji Balai Laboratorium Kesehatan, Pengujian dan Kalibrasi (BLKPK) Provinsi NTB menunjukkan bahwa kandungan logam berat kadmium pada daging ikan gabus yang berasal dari Danau Rawa Taliwang berkisar antara 0,115 mg/kg sampai 0,161 mg/kg sehingga didapatkan rata-rata sebesar 0,1405 mg/kg. Berdasarkan hasil tersebut, kandungan kadmium pada ikan gabus dari Danau Rawa Taliwang sudah melebihi ambang batas yang ditetapkan oleh Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) No.5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Olahan Pangan yaitu sebesar 0,1 mg/kg. Adanya kandungan kadmium pada daging ikan gabus menunjukkan bahwa Danau Rawa Taliwang sudah terkontaminasi oleh logam berat.

Sumber Kadmium di Danau Rawa Taliwang

Kota Taliwang memiliki potensi emas yang melimpah menyebabkan banyaknya kegiatan pertambangan emas ilegal terutama di sebagian perbukitan di sekitar Danau Rawa Taliwang. Hal tersebut tentu berpengaruh terhadap tingkat pencemaran air dan organisme yang hidup di danau tersebut dikarenakan sisa-sisa merkuri dan logam berat lainnya yang digunakan dalam pengolahan bebantuan untuk memperoleh emas dapat terbawa air permukaan dan masuk ke Danau Rawa Taliwang. Selain itu, pupuk juga merupakan salah satu sumber kontaminan kadmium dari sektor pertanian. Hal

ini dikarenakan di dalam pupuk terdapat logam kadmium sebagai penyeimbang (stabilizer), sehingga kadmium yang tidak terambil oleh tanaman di lahan pertanian dapat terbawa ke Danau Rawa Taliwang. Kebiasaan petani menggunakan pupuk untuk berbagai tanaman pertanian, penggunaan fungisida, insektisida, herbisida dan jenis racun lain dapat memberikan kontribusi terhadap adanya logam tersebut di Danau Rawa Taliwang (Khairuddin *et al.*, 2018). Hasil pengamatan yang dilakukan oleh peneliti memperlihatkan bahwa badan air di Danau Rawa Taliwang menerima air dari kawasan yang melewati daerah pertanian dikarenakan lokasi penelitian berada pada satu kawasan yang dikelilingi oleh persawahan. Para petani di sekitar Danau Rawa Taliwang masih memiliki kebiasaan untuk menggunakan pupuk, herbisida, fungisida yang kemudian air juga akan melewati daerah pengolahan tambang rakyat sehingga air di Danau Rawa Taliwang menerima beban pencemaran. Logam berat selanjutnya dapat terakumulasi oleh alga yang ada di air dan di dasar perairan, mengikuti ti rantai makanan, masuk dalam tubuh ikan dan terakumulasi. Apabila manusia mengonsumsi makanan atau minuman yang telah terkontaminasi logam berat, maka hal itu dapat membahayakan tubuh manusia terlebih lagi apabila kandungan logam berat tersebut telah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan.

Bahaya Kadmium bagi Kesehatan

Tubuh manusia pada dasarnya tidak membutuhkan kadmium. Kadmium dalam jumlah sekecil apapun dapat berbahaya bagi kesehatan. Manusia tidak mempunyai mekanisme pada tubuhnya yang berfungsi untuk menghalangi penyerapan kadmium, sehingga apabila terpapar, kadmium akan dengan mudah akan diabsorpsi oleh tubuh (Adhani dan Husaini, 2017). Kadmium dalam tubuh dapat terakumulasi pada organ hati dan terikat sebagai metalotionein mengandung unsur sistein, dimana Cd terikat pada gugus sulfhidril (-SH) dalam enzim seperti karboksil sisteinil, histidil, hidroksil, dan fosfatil dari protein purin. Pengaruh toksisitas kadmium kemungkinan besar dikarenakan interaksi antara kadmium dan protein tersebut, sehingga mengakibatkan gangguan aktivitas kerja enzim dalam tubuh

(Darmono, 2001; Safitri, 2014). Secara umum, tanda-tanda keracunan kadmium pada manusia baik secara akut ataupun kronis yaitu adanya gangguan pada sistem pernapasan, kerusakan pada fungsi organ hati dan ginjal, pendarahan, serta gangguan terhadap pertumbuhan tulang yang dapat mengakibatkan kerapuhan tulang (Bolly, 2012).

Terdapat banyak kasus pencemaran yang sudah diteliti pada badan air yang ada di Indonesia seperti yang diinformasikan dari hasil penelitian (Rochyatun *et al.*, 2005; Khairuddin *et al.*, 2022) yang menunjukkan bahwa kadar logam berat/pencemar dalam badan air dan sedimen pada muara sungai Cisadane menunjukkan bahwa kadar logam berat (timbal, cadmium, tembaga, seng dan nikel) dalam air di perairan muara berkisar antara: $Cd \leq 0,001-0,001$ ppm, $Cu \leq 0,001-0,001$ ppm, $Zn \leq 0,001$ ppm dan $Ni \leq 0,001-0,003$ ppm. Selain pada ikan gabus, hasil analisis pada daging ikan beloso ditemukan konsentrasi Pb 0,005 mg/kg, Cu 0,293 mg/kg, dan Cd 0,032 mg/kg (Sulistiono *et al.*, 2018; Khairuddin *et al.*, 2022). Berdasarkan hasil penelitian Khairuddin *et al.* (2022), kandungan kadmium pada ikan betok yang berasal dari Danau Rawa Taliwang Kabupaten Sumbawa Barat berada pada level 0,011 ppm sampai dengan 0,015 ppm. Penelitian lainnya juga dilakukan oleh Muslim *et al.* (2022) mengenai kandungan kadmium pada ikan bandeng di Teluk Bima, hasilnya menunjukkan bahwa kandungan kadmium pada ikan bandeng telah melebihi ambang batas yang ditetapkan yaitu berkisar antara 10 sampai 40 ppm. Dari uraian tersebut menunjukkan bahwa jaringan ikan dapat mengakumulasi berbagai jenis logam berat. Hal ini karena sifat logam berat yang tidak dapat dihancurkan (non degradable) menjadikannya alasan utama sebagai pencemar. Makhluk hidup tidak dapat menguraikannya sehingga terjadi akumulasi dalam jaringan tubuh (Khairuddin *et al.*, 2018).

Pengaruh Parameter Lingkungan

Akumulasi logam berat dalam jaringan tubuh ikan dapat ditemukan karena dipengaruhi oleh beberapa parameter lingkungan seperti suhu, salinitas, dan pH. Ikan gabus umumnya hidup di perairan dengan pH 6,2-7,8 dan suhu 26,5-31,5°C (Dewi, 2018). Suhu yang

meningkat akan mengakibatkan akumulasi logam berat yang meningkat dalam tubuh ikan (Khairuddin *et al.*, 2022). Suhu perairan pada lokasi penelitian yang berada di sisi timur yaitu 28°C sedangkan pada sisi barat yaitu 30°C. Kandungan logam berat kadmium pada sisi timur lebih rendah dibandingkan pada sisi barat. Hal tersebut sesuai dengan Husainy *et al.* (2014) yang menyatakan bahwa meningkatnya suhu berbanding lurus dengan meningkatnya toksisitas logam berat di perairan. Nilai salinitas pada perairan akan berpengaruh terhadap toksisitas logam berat. Hal tersebut dinyatakan oleh Wardani (2018) bahwa salinitas berpengaruh terhadap kandungan kadmium dalam perairan disebabkan semakin tinggi salinitas maka konsentrasi logam berat dalam perairan berkurang. Peningkatan salinitas akan meningkatkan pembentukan ion klorida, yang menyebabkan menurunnya konsentrasi ion logam berat pada perairan karena bereaksinya ion logam tersebut dengan ion klorida. Adapun nilai salinitas yang terbaca pada refraktometer (alat ukur salinitas) adalah kurang dari 0,5 ppt yang artinya kadar garam terlarut dalam air pada lokasi penelitian sangat rendah. Hal tersebut sejalan dengan Afriana *et al.* (2020) yang menyatakan bahwa nilai salinitas air tawar yaitu berada dibawah 0,5 ppt. Faktor lainnya yang mempengaruhi konsentrasi logam di perairan yaitu pH. Nilai pH pada lokasi penelitian sisi timur lebih tinggi dibandingkan dengan nilai pH di sisi barat. Menurut Rachmaningrum (2015), peningkatan pH akan menurunkan kelarutan logam dalam air, karena mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang akan membentuk ikatan dengan partikel-partikel pada badan air, sehingga mengendap dan membentuk lumpur. Sedangkan penurunan pH akan menyebabkan kelarutan logam berat lebih tinggi yang akan menyebabkan toksisitas logam berat semakin besar. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat pada ikan yang diambil pada sisi timur lebih rendah dibandingkan dengan ikan diambil dari sisi barat Danau Rawa Taliwang.

Kesimpulan

Kandungan kadmium (Cd) pada daging ikan gabus (*Channa striata*) dari Danau Rawa

Taliwang berkisar antara 0,115 mg/kg sampai 0,161 mg/kg sehingga didapatkan rata-rata sebesar 0,1405 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan bahwa ikan gabus kurang aman untuk dikonsumsi karena kandungan kadmium pada ikan gabus dari Danau Rawa Taliwang telah melebihi standar Badan Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) No.5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Olahan Pangan yaitu sebesar 0,1 mg/kg.

Ucapan terima kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada pihak BLKPK Provinsi Nusa Tenggara Barat dan dosen FKIP Universitas Mataram.

Referensi

- Adhani, R., & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat University Press: Banjarmasin.
- Afriana, K., & Helmi. (2020). Analisis Kualitas Air Drainase Irigasi Langkah-Jambo Aye Akibat Pengaruh Pasang Surut untuk Budidaya Padi Sawah di Desa Meunasah Tingkeum Kecamatan Madat Kabupaten Aceh Timur. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, 5(1), 572-577.
- Badan Pengawas Obat dan Makanan. (2018). *Peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 tentang Batas Maksimum Cemar Logam Berat dalam Pangan Olahan*. Jakarta.
- Badan Standardisasi Nasional (2011). *Cara Uji Kimia – Bagian 5 : Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. No. SNI 2354.5: 2011, BSN, Jakarta.
- BKSDA. (2015). *Buku Informasi Kawasan Konservasi Nusa Tenggara Barat*. Mataram: Balai KSDA NTB.
- Bolly, Y. Y. (2012). Keracunan Fosfor dan Kadmium pada Tanah dan Beras serta Risiko Kadmium Bagi Kesehatan Penduduk di Kelurahan Tarus. *Agricai*, 5 (2), 115-130.
- Budiman, B. T. P., Yayat D., & Herman 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., D. T. F. Lumban Batu., & Sulistiono (2016). Kandungan Logam Berat Pb, Hg, Cd, dan Cu Pada Daging Ikan Rejung (*Sillago sihama*) di Estuari Sungai Donan Cilacap Jawa Timur. *JPHPI*, 19 (3), 267-276.
- Darmono (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. UI Press: Jakarta.
- Dewi, A. A. T. (2018). *Pengaruh Pemberian Enzim Terhadap Pakan Ikan Gabus*. Skripsi. Universitas Lampung.
- Husainy, I. A., Bakti D., & Leidonald R. (2014). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) di Air dan Sedimen pada Aliran Sungai Percut Provinsi Sumatera Utara. *Jurnal Aquacoastmarine*, 5 (4), 20-30.
- Kawirian, R. R., Mahrus, & Lalu J. (2018). Struktur Komunitas Fitoplankton Danau Lebo Taliwang Sumbawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 50-59.
- Khairuddin, Yamin, M., Syukur, A., & Mahrus (2018). Penyuluhan Tentang Dampak Logam Berat pada Manusia di SMAN 1 Woha Bima Tahun 2017. *Jurnal Pendidikan dan Pengabdian Masyarakat*, 1 (2), 190-194.
- Khairuddin, Yamin, M., Syukur, A., & Muhlis. (2018). Analisis Logam Pencemar pada Klas Bivalvia dari Teluk Bima. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 783-787.
- 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. (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.

- 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.
- Munzir, A., & Pino A. P. (2021). Analisis Kandungan Logam Berat Terhadap Daging Ikan Gabus (*Channa striata*) di Perairan Batang Kumbang Kecamatan Ranah Ampek Hulu Tapan, Kabupaten Pesisir Selatan. *Kumpulan Executive Summary Hasil Penelitian Mahasiswa Program Studi BPD*, 19 (1), 1-2.
- 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.
- Mustofa, M. H. (2017). *Penentuan Kadar Logam Kadmium (Cd) dalam Jamu Pegal Linu Menggunakan Variasi Zat Pengoksidasi Secara Spektroskopi Serapan Atom (SSA)*. Skripsi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Oktaviyandika, W. M. D. (2017). *Kandungan Logam Berat (Cr, Cu, Pb dan Zn) pada Daging Ikan Gabus (Channa striata) di Sungai Gunungsari DAS Brantas Surabaya*. Skripsi. Universitas Jember.
- Pemerintah Republik Indonesia. (2001). *Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta: Presiden Republik Indonesia.
- Rachmaningrum, M., Eka W., & Kancitra P. (2015). Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung. *Jurnal Rekayasa Lingkungan*, 1 (3), 1-11.
- Rochyatun, E., Kaisupy M.T., & Rozak A. (2005). Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Jurnal MakaraSains* 10 (1), 35-40.
- Safitri, R. (2014). *Kandungan Logam Kadmium (Cd), Timbal (Pb) dan Merkuri (Hg) pada Air dan Komunitas Ikan di Daerah Aliran Sungai Percut*. Tesis. Universitas Sumatera Utara.
- Sulistiono, Irawati, Y., & Batu. D. T. F. (2018). Kandungan Logam Berat pada Ikan Beloso (*Glosogobius giuris*) di Perairan Segara Anakan Bagian Timur, Cilacap, Jawa Tengah, Indonesia. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*. 21 (3), 423-432.
- Wahyuni, T. E. (2019). Lebo Taliwang, Penyangga Kehidupan yang Perlu Pemulihan. *Warta Konservasi Lahan Basah*, 27 (2), 1-23.
- Wardani, I., Ali R., & Endang S. (2018). Kandungan Kadmium (Cd) dalam Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Trimulyo Semarang. *Journal of Marine Research*, 7 (2), 151-158.
- Widada, W. E. Sutopo, I. N. Sudiartha, Trisnarningsih, D. Rahadi, & K. A. Afifah. (2015). *Potret Konservasi Sumber Daya Alam Hayati di Provinsi Nusa Tenggara Barat*. Mataram: Balai BKSDA NTB.
- Yunanmalifah, M. A., Khairuddin, & Yamin, M. (2021). Analysis of Heavy Metal Content of Copper (Cu) in Milkfish (*Chanos chanos* Forsk) from Milkfish Farms in Bima Bay 2020. *Jurnal Biologi Tropis*, 21 (3), 778-782.
- Zahro, A. F., & Saprapto. (2015). Penentuan Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) dalam Nugget Ikan Gabus (*Channa striata*) Rumput Laut (*Euचेuma spinosum*). *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 4 (2), 2337-3520.