

Analisis of Lead content in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from Taliwang Lake

Khairuddin^{1*}, M. Yamin¹, Kusmiyati¹, Prapti Sedijani¹

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

Article History

Received : November 21th, 2025

Revised : December 16th, 2025

Accepted : December 23th, 2025

*Corresponding Author:

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

Email:

khairuddin.fkip@unram.ac.id

Abstract: Research on heavy metals is important to be done to protect consumers from dangerous impact especially on human beings. The purpose of this study was to determine the Lead (Pb) content in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) taken from Rawa Taliwang Lake. Specifically, the benefit of this study is to protect consumers who consume Tilapia from Lead heavy metal contaminants. Data collection for the tilapia species in this study was carried out in water bodies within the Taliwang Lake area. There were 2 data collection stations, namely on the east and west sides of the lake. Gill nets were used to catch tilapia. Fish samples were caught as many as 4 fish for each station. Next, each fish sample was put into a plastic bag and then stored in a sample box. The fish samples were then analyzed at the West Nusa Tenggara Health, Testing and Calibration Laboratory Center. The data analysis method was carried out by taking muscle tissue from the fish and then analyzing the Pb heavy metal content using an Atomic Absorption Spectrophotometer. The concentration of Lead in fish tissue was measured after adding concentrated Na₂SO₄ and CuSO₄, which were heated at 350°C for 2-3 hours until the solution was clear. The conclusion of this study is that the heavy metal content of Pb in Tilapia (*Oreochromis niloticus*) is <0.5 ppm.

Keywords: Lead (Pb), Rawa Taliwang Lake, Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Pendahuluan

Tilapia (*Oreochromis niloticus*) adalah spesies ikan yang mudah diperoleh dari dalam danau tersebut baik yang ada di pinggir maupun yang ada tengah danau terutama hidup dalam naungan tumbuhan yang hidup dalam areal danau. Danau Rawa Taliwang (DRT) memiliki luas sebesar 819,20 ha, sesuai dengan Keputusan Menteri Kehutanan. Keputusan yang dimaksud adalah Keputusan Menteri Kehutanan No. 589/Menhut-II/2009 yang menetapkan Kawasan Hutan dan Kawasan Konservasi Perairan di Provinsi NTB tertanggal 2 Oktober tahun 2009 (BKSDA, 2015; Khairuddin *et al.*, 2021). Ikan nila Adalah spesies yang lazim ditemukan pada perairan tawar. Ikan jenis ini bisa menjadi hewan dan berperan sebagai bioindikator bagi ekosistem perairan danau. DRT

adalah ekosistem perairan tawar yang berfungsi utama untuk penentuan terselenggaranya proses biologis pada organisme akuatik didalamnya.

Badan air dalam DRT, volumenya bisa berubah mengikuti musim. Saat musim penghujan volume airnya mengalami kenaikan dan pada saat musim kemarau tiba, volume airnya mengalami penyusutan, dan terkadang ada bagian dari DRT tersebut jadi terlihat kering (Khairuddin *et al.*, 2021a). Air dari perairan DRT sangat berfungsi bagi masyarakat sekelilingnya. Komunitas masyarakat yang menetap dekat areal DRT memanfaatkan sebagian wilayah danau untuk dijadikan lokasi menangkap ikan, siput dan belut. Pada bagian lain dari DRT ada juga yang membudidayakan berbagai spesies ikan air tawar, misalnya ikan nila. Dengan beberapa alasan ini, selanjutnya DRT berpotensi sebagai satu usaha dalam menaikkan keadaan

perekonomian masyarakat setempat (BKSDA, 2015).

Melalui rutinitas pola pertanian yang intensif, yang memanfaatkan pupuk dan pestisida, maka berpeluang terjadinya kasus pencemaran dalam badan air danau termasuk oleh berbagai jenis logam berat, misalnya timbal (Pb). Selain itu, penggunaan alat transportasi darat dengan menggunakan bahan bakar yang mempunyai kandungan Pb, bisa berpeluang terjadinya pencemaran Pb dalam lingkungan badan air DRT (Khairuddin *et al.*, 2021b). Logam timbal pada lingkungan perairan dapat ditangkap oleh flora air seperti ganggang dan bisa mengalami akumulasi pada jaringan ikan yang menjadikan ganggang sebagai sumber pakannya (Khairuddin, dkk, 2022).

Adanya peningkatan konsentrasi timbal pada ekosistem air misalnya pada danau terutama ketika mulai musim penghujan patut diwaspadai, sebab Riani *et al.*, (2017), melaporkan bahwa logam berat dapat masuk dalam ekosistem akuatik dan selanjutnya akan menyebar dan bahkan dapat mengalami akumulasi didasar lumpur sedimen, yang kemudian bisa berpindah ke makhluk hidup perairan lainnya melalui trofik rantai makanan, contohnya pada ikan nila. Karakter unsur timbal yang bersifat persisten dalam lingkungan, yang jika terpapar dengan ikan, maka dampaknya bisa berbahaya bagi organ tubuh ikan (Amriani *et al.*, 2011). Seandainya masyarakat sekitar mengonsumsi ikan nila yang terkontaminasi logam Pb, selanjutnya logam tersebut terakumulasi, akhirnya bisamenimbulkan keracunan (toksik) yang sangat membahayakan pada manusia (Khairuddin *et al.*, 2021a).

Organisme yang bisa melaksanakan adaptasi dalam ekosistem akuatik yang terbatas seperti danau lebih rentan mengalami kontaminasi logam timbal termasuk untuk siput dan ikan. Paparan logam timbal pada ikan nila akan terjadi melewati rantai-rantai dan jaring-jaring makanan yang biasa terjadi pada badan perairan danau (Nasution dan Siska, 2011). Ratnawati *et al.*, (2008), mengungkapkan bahwa logam timbal bisa terakumulasi didalam organ ikan setelah proses adsorpsi logam timbal dari air dan makanannya semisal ganggang yang telah terkontaminasi logam Pb.

Biodiversitas dari jenis tumbuhan sangat beragam di DRT. Masing-masing jenis

tumbuhan ini memainkan peran menjadi agen bioremediasi alami atau disebut sebagai biofilter dalam perairan DRT. Jenis-jenis tumbuhan ini menyerap logam berat yang berada dalam ekosistem alam yang mencakup logam seperti merkuri dan timbal (Pb) (Hastuti *et al.*, 2013). Tumbuh-tumbuhan biofilter ini, punya kemampuan yang besar untuk melaksanakan penyaringan, dengan menangkap mengikat bahan pencemar dalam lingkungan seperti lumpur sedimen yang banyak, limbah yang berasal dari industri dan limbah dari kegiatan rumah tangga.

Berbagai hasil penelitian membuktikan bahwa pada organisme yang hidup dalam air seperti ikan, ditemukan konsentrasi logam merkuri, dan timbal yang bervariasi. Hasil penelitian Murtini dan Rachmawati, (2007), mengungkapkan bahwa dalam tubuh ikan air tawar, yaitu pada Mujair dan Gabus diperoleh konsentrasi merkuri sebesar 6,68 ppb, dan timbal sebesar 1,60 ppb. Hasil penelitian Maddusa *et al.*, (2017), menyimpulkan tentang konsentrasi timbal sebesar 11,01 ppm dalam jaringan otot ikan Gabus dan sebesar 10,83 ppm dalam jaringan otot ikan Mujair. Kejadian akumulasi logam berat terdeteksi juga pada organ hati dan insang dari ikan Gabus (Yoga dan Sadi, 2016; Purnomo *et al.*, 2007). Peneliti lain, Zahro dan Suprpto, (2015) menginformasikan bahwa dalam jaringan otot ikan Mujair ditemukan adanya konsentrasi logam kadmium setara 0,16 ppm, tembaga setara 0,79 ppm dan timbal setara 0,22 ppm. Rochyatun *et al.*, (2005) melaporkan bahwa di muara sungai Cisadane ditemukan kadar logam berat dengan kisaran yang berbeda. Konsentrasi masing-masing; Cd antara $\leq 0,001$ - $0,001$ ppm, Ni antara \leq dari $0,001$ sampai $0,003$ ppm, Cu antara $\leq 0,001$ - $0,001$ ppm, dan Zn $\leq 0,001$ ppm.

Dengan mengikuti rangkaian hasil-hasil penelitian dan kajian yang ada, menunjukkan bahwa fauna ikan yang hidup pada ekosistem perairan tawar terbukti mampu untuk mengakumulasi logam berat termasuk timbal. Dalam jaringan ikan Betok ditemukan adanya penumpukkan logam berat dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Hasil kajian ditemukan adanya kandungan logam Cd didalam organ betok sebanyak 84 ppb (Khairuddin *et al.*, 2022; Budiman *et al.*, 2021). Analisis yang dilakukan pada organ ikan Beloso ditemukan konsentrasi

masing-masing; Pb 0,005 ppm, Cd 0,032 ppm dan Cu 0,293 (Sulistiono *et al.*, 2018). Dari berbagai uraian diatas memberikan bukti bahwa ikan termasuk ikan nila bisa mengalami akumulasi untuk berbagai unsur logam berat didalam jaringan atau organ tubuhnya seperti yang terjadi pada logam Pb (Rahim *et al.*, 2022; Khairuddin, 2021;).

Terjadinya proses pencemaran yang terjadi pada lingkungan alam seperti perairan menjadi masalah yang perlu mendapat perhatian utama dikarenakan oleh adanya ancaman dari berbagai jenis logam berat yang ada termasuk timbal. Dengan mengingat sifat logam berat yang susah terurai atau memiliki sifat *non degradable* bagi organisme, maka sifat ini menjadikan alasan pokok bahwa logam berat bertindak selaku polutan yang berbahaya didalam lingkungan. Unsur-unsur logam, utamanya logam berat dapat masuk dalam lingkungan perairan sehingga bisa berada didalam air, tanah, lumpur sedimen dan didalam jaringan tubuh tumbuhan dan juga hewan. Semua jenis logam berat yang terdapat dalam organ tubuh organisme condong untuk diakumulasi dalam jaringan dan organ tubuhnya (Septiana, 2024; Khairuddin *et al.*, 2022). Mengacu pada permasalahan, penelitian ini bertujuan untuk menentukan kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang diambil dari Danau Rawa Taliwang.

Bahan dan Metode

Waktu dan Tempat

Pelaksanaan penelitian ini telah dilakukan di bulan Mei dan bulan Juni tahun 2025. Penelitian telah terlaksana pada basan perairan dalam area Danau Taliwang. Posisi topografi badan air dalam danau menjadi hal yang dipertimbangkan untuk penentuan lokasi stasiun untuk tempat pengambilann data ikan. Data diambil di stasiun 1, berlokasi di sebelah barat danau dan stasiun 2, berlokasi di sebelah timur Danau Taliwang.

Desain penelitian

Ikan Nila (*Oreochromis mossambicus*) yang dijaring yaitu ikan yang telah dewasa yang sudah berumur 5 atau 6 bulan. Populasi penelitian Adalah mencakup semua ikan Nila dewasa yang berada dalam perairan Danau

Taliwang. Metode purposive sampling Adalah metode yang dipergunakan dalam pengambilan sampel ikan Nila. Ikan Nila diambil masing 4 ekor untuk setiap stasion penelitian. Lalu kemudian sampel dibungkus dengan plastik sampel agar ikan tetap dalam kondisi segar. Selanjutnya semua sampel ikan Nila dibungkus dengan plastik sampel, lalu dimasukkan dalam kotak sampel yang ada. Alat yang digunakan untuk menangkap Ikan Nila yaitu jaring ikan (gill net), penempatan jaring dilaksanakan dengan memanfaatkan alat transportasi yaitu sampan kecil. Alat lain yang digunakan adalah kamera dan Global Position System (GPS). Adapun variabel yang dikaji dalam penelitian ini yaitu konsentrasi Timbal (Pb) pada otot ikan Nila yang berasal dari Danau Taliwang Kabuapten Sumbawa Barat.

Proses destruksi

Untuk mendapatkan konsentrasi Logam Berat Pb, maka perlu dilakukan analisis, semua sampel didestruksi di Balai Laboratorium Kesehatan, Pengujian dan Kalibrasi (BLKPK) NTB dengan berpedoman pada standar baku. Pelaksanaan analisis dimulai dengan memilih sampel ikan Nila dewasa siap panen yang sudah berumur 5 atau 6 bulan dengan bobot 200–300 gr tiap ekor. Langkah berikutnya mengambil otot ikan Nila sebagai organ yang mau diuji. Sampel otot ikan Nila dimasukan kedalam cawan, kemudian ditimbang seberat 0,5 g sebagai sampel basah. Berikutnya analisis tentang kandungan konsentrasi Pb menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (Atomic Absorption Spectrophotometer/AAS).

Saat destruksi sampel basah digunakan adalah cairan asam kuat. Senyawa berupa HNO_3 bersifat asam kuat, sehingga bisa dipergunakan sebagai agen destruktif (Zulfiah *et al.*, 2017). Langkah-langkah penghancuran dapat dijelaskan seperti berikut: Sampel seberat 0,5 gr dituangkan kedalam labu Kjeldahl, berikutnya ditambah dengan 1 gram katalis (campuran Na_2SO_4 dan CuSO_4 perbandingan 2:1), lalu diberikan tambahan pelarut H_2SO_4 sejumlah 6 mL. Langkah selanjutnya yaitu dipanaskan dengan menggunakan alat pengukur suhu Kjeldahl mencapai suhu 350°C dengan durasi waktu 2 -3 jam hingga larutan menjadi bening, kemudian pemanasan diakhiri dan didinginkan

Analisis data

Pembuatan media untuk mengukur konsentrasi logam Pb pada ikan Nila dilakukan dengan cara : Larutan standar yang sudah dibuat, tiap-tiap serapannya diukur dengan AAS dengan langkah seperti berikut: Mempergunakan komputer dalam pengukuran dengan Spektrofotometri Serapan Atom (Shimadzu AA7000), lalu lampu katode yang ada pada AAS dinyalakan, berikutnya posisi lampu ditata sedemikian rupa agar serapan maksimum dapat tercapai, lalu larutan standar disedot dan dilaksanakan pengukuran terhadap bacaan serapan atom dari Uji Spektrofotometri Serapan Atom. Data yang didapat adalah konsentrasi logam Pb. Satuan konsentrasi logam Pb yang dipergunakan yaitu ppm (parts per million). Data tersebut selanjutnya diolah secara deskriptif dan sajiannya mempergunakan tabel atas dasar hasil Uji Spektrofotometri Serapan Atom. Konsentrasi logam berat dihitung dengan menggunakan rumus (Mulyani *et al.*, 2012):

$$K = (a-b) W \times V \quad (1)$$

K = Konsentrasi logam berat dalam sampel (mg/kg or ppm)

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

b = Nilai konsentrasi blangko dari bacaan AAS (mg/l)

V = Volume akhir dari larutan sampel (L)

W = Berat sampel (kg)

Hasil dan Pembahasan

Data tentang konsentrasi kandungan Timbal (Pb) yang terdapat dalam daging ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang berasal dari DRT disajikan dalam tabel 1. Konsentrasi logam Pb yang ditunjukkan pada Tabel 1, menunjukkan kurang dari 0,5 ppm. Akibatnya, memakan ikan yang ada di habitat alami atau yang dibudidayakan di fasilitas akuakultur yang menyentuh ambang batas yang diperbolehkan dapat menimbulkan ancaman bagi kesehatan masyarakat umum. Penting juga untuk mempertimbangkan efek aditif polutan pada populasi terkait risiko dan dampak yang bersifat karsinogenik ketika ikan nila tersebut dikonsumsi oleh Masyarakat sekitar danau. Logam berat Pb terdeteksi di jaringan otot ikan

nila pada semua sampel. Logam berat Pb berada di pada batas yang ditentukan oleh BPOM. Konsentrasi logam berat di berbagai titik pengambilan sampel tidak berbeda. Konsentrasi rata-rata logam berat berkisar antara 0,5 ppm. Ikan nila yang memiliki konsentrasi Pb diatas ambang diperbolehkan dalam ototnya, jika konsumsi manusia, maka ikan tersebut berpotensi menyebabkan masalah kesehatan bagi konsumen (Khairuddin dan Yamin, 2025).

Tabel 1. Konsentrasi kandungan Timbal (Pb) yang terdapat dalam daging ikan Nila berdasarkan hasil analisis laboratorium

No	Titik Sampel	Ulangan	Konsentrasi Pb pada ikan Nila (ppm)
1	Lokasi 1	Ulangan 1	< 0,5
2		Ulangan 2	< 0,5
3	Lokasi 2	Ulangan 1	< 0,5
4		Ulangan 2	< 0,5

Sumber: Balai Laboratorium Kesehatan, Pengujian dan Kalibrasi NTB.

Konsumsi ikan global telah meningkat dalam beberapa tahun terakhir, karena meningkatnya kesadaran akan manfaat nutrisi dan terapeutik ikan. Ikan rendah kolesterol dan mengandung semua asam amino esensial dan diperkirakan menyediakan sekitar 60% kebutuhan protein dunia, dengan 60% negara berkembang memperoleh lebih dari 30% protein hewani mereka dari ikan (Magna *et al.*, 2021). Selain menjadi sumber protein yang baik, ikan juga kaya akan vitamin, asam lemak tak jenuh, dan mineral esensial (Rajeshkumar dan Li, 2018). Asosiasi Jantung Amerika merekomendasikan makan ikan setidaknya dua kali seminggu untuk memenuhi kebutuhan asam lemak omega-3 harian (Etherton *et al.*, 2002).

Sayangnya, beberapa bentuk aktivitas manusia telah menimbulkan ancaman signifikan terhadap habitat ikan dan ekologi perairan dalam beberapa tahun terakhir (Khairuddin *et al.*, 2024). Akibat pertumbuhan populasi yang pesat dan pembangunan industri, peningkatan pembuangan limbah ke ekosistem perairan telah mengakibatkan peningkatan signifikan dalam kontaminasi logam. Logam-logam ini bersifat persisten dan tidak dapat terurai secara hayati di dalam ekosistem, yang mengakibatkan bioakumulasi logam pada biota perairan,

termasuk ikan (Khairuddin *et al.*, 2024).

Logam berat memasuki rantai makanan akuatik melalui dua cara: langsung melalui saluran pencernaan ketika makanan dan air dikonsumsi dan secara tidak langsung melalui jalur non-diet, seperti insang dan otot (K. Khairuddin *et al.*, 2025). Akibatnya, konsentrasi logam berat yang ditemukan pada ikan cenderung berkorelasi dengan konsentrasi logam berat yang ditemukan di air dan sedimen habitat akuatik tempat mereka ditangkap, serta durasi paparan (Khairuddin *et al.*, 2022). Logam non-esensial misalnya timbal, kadmium, arsenik, dan merkuri dianggap sangat beracun, bahkan dalam jumlah yang sangat sedikit. Terdapat konsekuensi histopatologis dan fisiologis ketika proses metabolisme, penyimpanan, dan detoksifikasi suatu organisme tidak dapat menyeimbangkan penyerapannya. Selain bersifat persisten dan beracun, logam nonesensial terakumulasi secara hayati dan diatur secara metabolik melalui berbagai mekanisme, termasuk ekskresi dan penyimpanan aktif (Maddussa *et al.*, 2017).

Logam berat dapat menumpuk di dalam ikan dan organisme lain dalam jaring makanan, sampai ke manusia sehingga menyebabkan masalah kesehatan pada manusia, seperti gangguan kardiovaskular, ginjal, dan neurologis (Khairuddin *et al.*, 2021). Polusi lingkungan dan kerentanan ikan terhadap kontaminan logam berat terutama disebabkan oleh paparan sumber antropogenik, seperti pestisida pertanian dan rumah tangga, pupuk, emisi insinerator, emisi limbah kota atau lokal, serta operasi peleburan dan penambangan (Khairuddin *et al.*, 2022).

Permintaan terhadap produk makanan dari produk ikan meningkat seiring dengan pertumbuhan populasi dunia yang semakin cepat di abad ke-21 (Sapkota *et al.*, 2008). Produksi akuakultur terus tumbuh dari tahun ke tahun. Jika ikan budidaya dibesarkan di perairan yang terkontaminasi logam, mereka dapat mengakumulasi logam dari sedimen, air, dan pakan ikan, sehingga menimbulkan risiko kesehatan yang lebih besar bagi manusia yang secara tidak sengaja mengonsumsi banyak ikan. Makanan ini dapat menjadi sumber logam berat dalam ekosistem perairan (Noviantika, 2024). Makanan ikan yang terkontaminasi dapat mentransfer racun logam berat yang tidak dapat terurai secara hayati ke ikan di alam dan ikan

hasil budidaya, yang kemudian dikonsumsi manusia (Khairuddin dan Yamin, 2025).

Di sepanjang danau Taliwang telah terjadi peningkatan fabrikasi logam pedesaan, gelondongan mas, pertanian, dan peternakan sapi dan unggas (Septiana, 2024). Industri-industri ini terletak lebih dekat dengan danau. Limbah cair dari kegiatan industri ini dilepaskan, tanpa pengolahan apa pun, ke lingkungan terbuka. Limbah cair tersebut dibuang kembali ke kolom cekungan selama limpasan setelah hujan, mencemari seluruh ekosistem perairan. Meskipun beberapa logam yang dibuang ke air ini merupakan mikronutrien yang diperlukan, proporsinya yang tinggi dalam jaring makanan dapat menyebabkan toksisitas dan dampak lingkungan, sehingga membahayakan habitat perairan dan penggunaannya.

Selain itu, sekitar DRT, petani menerapkan pertanian intensif dan ekstensif serta memiliki beberapa fasilitas irigasi untuk budidaya tanaman dan sayuran non-musiman. Para petani telah menggunakan pestisida secara luas dan tidak diatur di seluruh daerah aliran sungai (DAS) untuk meningkatkan hasil panen dan meningkatkan margin keuntungan. Praktik-praktik ini melepaskan pestisida yang mengandung logam berat ke dalam areal danau selama limpasan, mencemari ekosistem dan mencemari organisme akuatik (Khairuddin *et al.*, 2024).

Konsentrasi Pb dalam tubuh ikan nila yang diperoleh dari DRT yaitu < 0,5 ppm. Jenis ikan nila ini dapat memenuhi kebutuhan hidupnya pada badan perairan tawar seperti daerah aliran sungai, dan badan air danau. Oleh karena itu ikan nila bisa dijadikan indikator biologi untuk ekosistem perairan tawar seperti danau (Anggra *et al.*, 2013). Kadar Pb yang ditemukan ini sudah berada pada ambang batas berdasarkan Keputusan Kepala Balai Pengawasan Obat dan Makanan (BPOM) Nomor 9 Tahun 2022. Keputusan BPOM ini berhubungan dengan persyaratan Batas Maksimum Cemaran Logam dalam Pangan Olahan, yang berlaku terutama untuk produk dari olahan ikan dengan batas 0,3 ppm. Kadar Pb dalam otot ikan nila dari DRT diduga berasal dari kegiatan para petani di dekat DRT, mengingat danau tersebut dikelilingi areal persawahan dan tegalan. Proses pemupukan pada areal sawah dan tegalan dapat memberi dampak terhadap munculnya akumulasi logam berat

seperti halnya Pb, sebab pupuk Pospat memiliki kandungan logam berat (Riani *et al.*, 2017). Berikutnya logam Pb dapat berasal dari alat transportasi seperti mobil, bus, truk dan sepeda motor yang masih menggunakan bahan bakar minyak (BBM) yang mengandung timbal yang melintasi kawasan seputaran danau Taliwang (Khairuddin *et al.*, 2021). Jika manusia mengkonsumsi daging ikan yang terpapar Pb, maka logam ini dapat terakumulasi dalam tubuh. Logam timbal memiliki sifat merusak dan bisa membahayakan organ tubuh.

Perolehan data pada penelitian ini seiring dengan laporan dari peneliti lain yang meneliti tentang logam berat pada organ tubuh organisme air lainnya. Perolehan dari hasil penelitian Pb pada jaringan otot ikan nila ini sejalan dengan temuan yang dilaporkan oleh Khairuddin, dkk (2024), yang meneliti adanya logam lain, yaitu Cd pada ikan mujair dari sebesar < 0,01 ppm. Hasil penelitian tentang logam kadmium diperoleh Cd didalam tubuh Siput sawah yang diambil dari areal sawah di desa Batu Kuta, Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat berada antara 0,361 hingga 0,554 ppm. Hasil penelitian ini menunjukkan kadar diatas ambang batas persyaratan yang diperbolehkan berdasarkan peraturan BPOM Nomor 9 tahun 2022, tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan (Khairuddin *et al.*, 2025; Septiani *et al.*, 2022).

Naiknya kandungan Pb dalam tubuh manusia, dapat memberi dampak negatif bagi karena sifat logam Pb yang bisa menyerang sistem saraf dan dengan mudah melakukan akumulasi didalam organ tubuh, baik pada laki-laki ataupun pada wanita (Sayow *et al.*, 2024; Soraya, 2012). Status kesehatan manusia bisa sampai pada taraf yang membahayakan, jika secara kontinu mengkonsumsi siput yang telah mengalami kontaminasi oleh logam timbal (Notohadiprawiro, 2006; Khairuddin *et al.*, 2025a). Kalau ada keadaan lingkungan mengalami perubahan, maka berikutnya kasus ini bisa memberi dampak yang negatif pada taraf yang signifikan pada phytoplankton seperti halnya ganggang dan jenis flora lainnya (Rochyatun dan Rozak, 2007; Khairuddin *et al.*, 2018). Hal itu ditimbulkan oleh sifat ganggang yang mampu merespon dengan cepat terhadap adanya lingkungan yang mengalami perubahan (Russell *et al.*, 2012). Pada kondisi yang umum,

semua jenis flora punya sifat kepekaan yang lebih tinggi dengan adanya perubahan kondisi lingkungan kalau dibandingkan dengan fauna secara umum, baik pada organisme air dan darat termasuk manusia (Widowati *et al.*, 2008).

Kandungan logam berat dalam tubuh organisme cenderung mengalami peningkatan seiring tingkatan tropik pada rantai makanan. Kenaikan tingkat akumulasi logam Pb terjadi pada berbagai jenis makhluk hidup termasuk ikan dan juga siput sawah (Solgi dan Mirmohammadvali, 2021). Hasil penelitian Zulfiah *et al.*, (2017) menyimpulkan bahwa pada ikan bandeng didapatkan kandungan logam tembaga (Cu) sebesar 0,0882 ppm. Laporan lain menyimpulkan tentang ditemukannya kandungan logam berat pada daging siput sawah dan otot ikan yang berasal dari ekosistem perairan tawar (Alshkarchy *et al.*, 2021; Khairuddin *et al.*, 2025; Purnomo dan Muchyiddin, 2007).

Sifat utama dari logam berat adalah tidak mudah mengalami penguraian atau *nondegradable* oleh berbagai jenis makhluk hidup didalam lingkungan, sehingga dengan alasan ini menjadikan logam berat sebagai polutan yang memiliki sifat racun dan bisa memberikan efek yang membahayakan bagi semua organisme. Konsekuensinya, logam berat baik itu Pb, Cd, Cu dan Hg terakumulasi didalam lingkungan perairan, menyatu dengan endapan yang ada di sedimen, berikutnya membentuk senyawa kompleks baik dengan bahan organik maupun dengan bahan anorganik. Logam berat timbal (Pb) dapat ditangkap oleh tanaman air misalnya ganggang, kangkung dan rerumputan dan berikutnya dapat masuk dalam trofik-trofik dari rantai dan jaring-jaring makanan, misalnya tubuh ikan dan Siput sawah (Rabajczyk *et al.*, 2011; Hossain *et al.*, 2022).

Adanya logam timbal (Pb) yang mengalami akumulasi pada sedimen, dapat masuk dalam tubuh ganggang sebagai pakan siput. Logam timbal tersebut dapat berasal dari penerapan alat-alat pertanian seperti traktor dan mobil pemanen padi dari Masyarakat petani, atau berasal dari aktifitas tambang, lalu terbawa air, akhirnya masuk kedalam sungai dan danau. Pada tahapan berikutnya logam berat dapat larut dalam badan air sungai, berikutnya diadsorpsi oleh berbagai macam partikel yang komposisinya

sangat halus yang biasa disebut dengan istilah *suspended solid*. Partikel ini dapat memasuki badan air danau melalui aliran sungai di sekitarnya. Pada kejadian yang nyata, pencampuran air dari sungai dan danau terjadi, sehingga menyebabkan partikel yang halus yang terkontaminasi logam berat dan mengendap didasar lumpur sedimen. Dampak yang muncul dari peristiwa ini adalah kandungan logam berat didalam sedimen lumpur danau konsentrasinya lebih tinggi jika dibandingkan dengan badan air yang lain misalnya di laut (Rochyatun *et al.*, 2007).

Danau-danau di Indonesia dilaporkan mengalami kejadian yaitu terkontaminasi oleh macam-macam unsur logam berat, misalnya yang sudah pernah terjadi pada badan air di teluk Kendari (Amriani *et al.*, 2011). Banyak aktifitas tambang dan juga aktifitas industri berkontribusi terhadap munculnya penemuan perairan. Agar kualitas air terjaga, maka perlu dilakukan pengolahan limbah secara teratur terutama yang berasal dari kegiatan tambang dan industri, supaya makhluk hidup yang berada dalam badan perairan tidak terkontaminasi oleh logam berat seperti Pb. Dari berbagai kajian dan analisis yang berasal dari hasil penelitian, menunjukkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) sudah ditemukan pada berbagai organ tubuh ikan (Widowati *et al.*, 2008; Sun *et al.*, 2022).

Logam timbal (Pb) dapat berasal dari alat-alat angkutan sekitar DRT. Timbal mudah terserap oleh tanaman air dan sedimen, yang pada akhirnya bisa menimbulkan kejadian yang memberikan efek yang berbahaya bagi masyarakat, kalau timbal yang ada dalam sedimen bisa memasuki trofik rantai makanan dan/atau jaring-jaring makanan. Unsur logam berat termasuk timbal bisa diserap oleh ganggang dan selanjutnya dimakan oleh hewan pemakan tumbuhan atau herbivora (Moodley *et al.*, 202). Timbal bisa masuk dalam tubuh manusia melewati rantai makanan, contohnya dari siput sawah atau ikan nila yang telah terpapar oleh timbal (Setiati *et al.*, 2021). Setiap organisme memiliki kepekaan yang berbeda pada logam berat. Demikian juga dengan kepekaan organisme terhadap logam timbal bisa sangat bervariasi sifatnya antara satu organisme dengan organisme yang lain (Agustina, 2010).

Kesimpulan

Atas dasar hasil analisis dan pembahasan diatas, maka dapat ditarik kesimpulan bahwa: Terdapat kandungan konsentrasi logam Timbal (Pb) dalam otot ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diambil dari Danau Rawa Taliwang yaitu sebesar < 0,5 ppm. Dengan mengacu pada Keputusan BPOM nomor 9 tahun 2022, maka konsentrasi yang ditemukan sudah berada pada batas yang diijinkan yaitu sebesar 0,3 ppm.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih yang setinggi-tingginya kami ucapkan kepada berbagai pihak dengan bantuan yang diberikannya. Bantuan tersebut diberikan sejak tahap perencanaan proposal, pelaksanaan Penelitian, penulisan laporan, seminar nasional dan sampai pada penulisan laporan. Penelitian ini terkait dengan kandungan logam timbal dalam jaringan ikan nila. Penelitian ini dapat terselenggara berkat adanya alokasi dana PNPB yang ada di Universitas Mataram. Pelaksanaan dan pembiayaan penelitian, antara peneliti dan LPPM Unram diikat dengan sebuah dokumen kontrak, yang bernomor: 3039/UN18.L.1/PP/2025. Untuk itu patut kiranya untuk memberikan ucapan terima kasih yang khusus untuk Rektor Universitas Mataram selaku pimpinan tertinggi. Terima kasih berikutnya disampaikan juga untuk ketua LPPM Unram atas bantuan, monitoring dan perhatian yang telah diberikan. Berikutnya kepada Dekan FKIP Unram juga disampaikan ucapan terima kasih. Yang terakhir terima kasih ditujukan pada para mahasiswa yang telah langsung memberikan kontribusi pada pengumpulan, analisis data dan penulisan laporan penelitian.

Referensi

- Agustina, T. (2014). Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. *TEKNOBUGA: Jurnal Teknologi Busana Dan Boga*, 1(1). <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v1i1.6405>
- Alshkarchy, S. S., Raesen, A. K., & Najim, S. M. (2021, June). Effect of heavy metals on physiological and histological status in

- liver of common carp *Cyprinus carpio*, reared in cages and wild in the Euphrates River, Babil/Iraq. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 779, No. 1, p. 012066). 10.1088/1755-1315/779/1/012066.
- Amriani., Hendrarto.B., dan Hadiyanto, A. (2011). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) Dan Seng (Zn) Pada Kerang Darah (*Anadara Granosa* L.) Dan Kerang Bakau (*Polymesoda Bengalensis* L.) Di Perairan Teluk Kendari . *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol 9 (2): 45-50. <https://doi.org/10.14710/jil.9.2.45-50>
- Anggra, A., Muslim., Muslimin, B. 2013. Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Betok (*Anabas testudineus*) yang Diberi Pelet dengan Dosis Berbeda. *Jurnal Fiseries* Volume II no. 1 [21 -25], ISSN 2301-4172. https://www.academia.edu/76563746/Kelangsungan_Hidup_Dan_Pertumbuhan_Larva_Ikan_Betok_Anabas_Testudineus_Yang_Di_Beri_Pelet_Dengan_Dosis_Berbeda
- BKSDA, 2015. *Buku Informasi Kawasan Konservasi Nusa Tenggara Barat*. Mataram: Balai KSDA Nusa Tenggara Barat.
- Budiman, T.P., Dhahiyat, Y., dan Hamdani, H. 2012. Bioakumulasi logam berat Pb (Timbal) dan Cd (Kadmium) pada daging ikan yang tertangkap di Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. Vol 3 No. 4 Desember 2015: 261-270. <https://journal.unpad.ac.id/jpk/article/view/2569>
- Etherton, P.P.K., Harris, W.S., and Appel, L.J. 2002 “Fish consumption, fishoil, omega-3 fattyacids, and cardiovascular disease,” *Circulation*, vol. 106, no. 21, pp. 2747–2757, 2002. DOI: 10.1161/01.cir.0000038493.65177.94
- Hastuti , E. D., Anggoro., dan Pribadi, R. 2013 Pengaruh Jenis dan Kerapatan Vegetasi Mangrove terhadap Kandungan Cd dan Cr Sedimen di Wilayah Pesisir Semarang dan Demak, Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan. <http://eprints.undip.ac.id/40685/>
- Hossain, M.B.; Tanjin, F.; Rahman, M.S.; Yu, J.; Akhter, S.; Noman, M. A.; dan Sun, J. 2022. Metals Bioaccumulation in 15 Commonly Consumed Fishes from the Lower Meghna River and Adjacent Areas of Bangladesh and Associated Human Health Hazards. *Toxics* 2022, 10, 139. <https://doi.org/10.3390/toxics10030139>: [1-18].
- Khairuddin, M. Yamin, and K. Kusmiyati, “Analysis of Mercury Heavy Metal Content in Climbing perch fish (*Anabas testudineus*) from Rawa Taliwang Lake”, *J. Pijar.MIPA*, vol. 20, no. 4, pp. 725–730, Jun. 2025. <https://doi.org/10.29303/jpm.v20i4.7054>
- Khairuddin dan M. Yamin, 2025. Analisis of Lead Content in Rice Snail from Taliwang Lake. *Jurnal Biologi Tropis*, 25 (1): 1214 – 1222 DOI: <http://doi.org/10.29303/jbt.v25i1.8810>
- Khairuddin, M. Yamin, dan Kusmiyati. 2021. Analisis Kandungan Logam Berat Tembaga (Cu) Pada Bandeng (*Chanos chanos* Forsk) yang Berasal Dari Kampung Melayu Kota Bima. *J. Pijar MIPA*, Vol. 16 No.1, Januari 2021: [97-102]. DOI: 10.29303/jpm.v16i1.2257
- Khairuddin, Yamin, M., dan Abdul Syukur, 2018. Analisis Kandungan Logam Berat pada Tumbuhan Mangrove Sebagai Bioindikator di Teluk Bima. *Jurnal Biologi Tropis*, Januari-Juni 2018: Volume 18 (1) p-ISSN: 1411-9587 e-ISSN: 2549-7863: [69-79]. DOI: 10.29303/jbt.v18i1.731
- Khairuddin, Yamin, M., dan Kusmiyati. 2024. Analysis of The Heavy Metal Cd Content in Ricefield Eel from Rawa Taliwang Lake, West Sumbawa Regency. *Jurnal Penelitian Pendidikan IPA*, 10(4), 1961–1968. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.7516>
- Khairuddin, Yamin, M., Kusmiyati dan Zulkifli., L. 2021a. Pengenalan Tentang Model Akumulasi Logam Berat Hg dan Cd dalam Jaringan Makhhluk Hidup Melalui Pelatihan pada Siswa MTsN 1 Kota Bima. *Jurnal Pengabdian Magister Pendidikan IPA*, Vol. 4 no. 4. [232-240]. <https://doi.org/10.29303/jpmipi.v4i4.1102>

- Khairuddin, Yamin, M.; dan Kusmiyati, 2021b. 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) : DOI : <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3105> : [186 – 193].
- Khairuddin, Yamin. M and 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*, Vol. 22 No.1: [186 – 193]. <https://doi.org/10.29303/jbt.v22i1.3105>
- Maddusa, S.P., Paputungan, M.G., Syarifuddin, A.R., Maambuat, J., dan Alla, G. 2017. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Jurnal AL-SIHAN* : (Public Health Science Journal), Volume 9, No. 2, Juli-Desember 2017 : 153-159. <https://doi.org/10.24252/as.v9i2.3766>
- Magna, E.K., Koranteng, S.S., Donkor, A., dan Gordon, C. 2021. Health Risk Assessment and Levels of Heavy Metals in Farmed Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus*) from the Volta Basin of Ghana. *Journal of Chemistry* Volume 2021, Article ID 2273327, <https://doi.org/10.1155/2021/2273327>
- Moodley, R.; Mahlangeni, N.T.; dan Reddy, P. 2021. Determination of heavy metals in selected fish species and seawater from the South Durban Industrial Basin, KwaZulu-Natal, South Africa. *Environ Monit Assess* (2021). <https://doi.org/10.1007/s10661-021-09014-0> : [193-206].
- Mulyani, S., Lani, I. G. A., T., dan A., & S. 2012. Identifikasi Cemaran Logam Pb dan Cd pada Kangkung yang Ditanam di Daerah Kota Denpasar. *Bumi Lestari*, 2(2), 345–349. <https://doi.org/https://garuda.kemdikbud.go.id/documents/detail/1968205>
- Murtini, J.T dan Rachmawati, N. 2007. Kandungan Logam pada Ikan, Air dan Sedimen di Waduk Saguling Jawa Barat. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan* Vol. 2 No. 2 Desember, 2007: 153-159. <https://doi.org/10.15578/jpbkp.v2i2.459>
- Nasution, S., & Siska, M. 2011. Kandungan logam berat Timbal (Pb) pada sedimen dan siput *Strombus canarium* di Perairan Pantai Pulau Bintan. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 5(02), 82-93. <https://festiva.ejournal.unri.ac.id/index.php/JIL/article/view/355>
- Notohadiprawiro, T. 2006. Logam berat dalam Tanah. https://scholar.google.com/scholar?q=logam+berat+pencemar+dalam+bivalvia&btnG=&hl=id&as_sdt=0%2C5&as_vis=1, [7-4-2016]
- 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*, 10(4), 1640–1647. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i4.7324>
- Purnomo, T. M., & Muchyiddin. 2007. Analisis kandungan timbal (Pb) pada ikan bandeng (*chanos chanos* Forsk.) di tambak Kecamatan Gresik. *Jurnal Neptunus*, 1(14), 68 - 77. <https://ojs.petra.ac.id/ojsnew/index.php/neticle/view/16838>
- Rabajczyk, A., Jóźwiak, M.A., Jóźwiak, M., dan Kozłowski, R. 2011. Heavy Metals (Cd, Pb, Cu, Zn, Cr) in Bottom Sediments and the Recultivation of Kielce Lake. *Polish J. of Environ. Stud.* Vol. 20, No. 4 (2011), 1013-1019. https://www.pjoes.com/pdf-88646-22505?filename=Heavy%20Metals%20Cd_%20Pb_%20Cu_.pdf
- Rahim, S.W., Sriramadani, N., Kudsiah, H., Suwarni., Nadiarti., dan Yanuarita, D. 2022. Analysis of lead (Pb) and cadmium (Cd) concentration in Tawes Fish *Barbonymus gonionotus* (Bleeker, 1850) in Lakes of Tempe, Sidenreng and Lapompakka, South Sulawesi. The 5th International Marine and Fisheries Symposium (ISMF 2022) IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 1119 (2022) 012087. IOP Publishing, doi:10.1088/1755-1315/1119/1/012087.

- Rajeshkumar, S dan Li, X. 2018. Bioaccumulation of heavy metals in fish species from the Meiliang Bay, Taihu Lake, China Sivakumar. *Toxicology Reports* 5 (2018) 288–295. <https://doi.org/10.1016/j.toxrep.2018.01.007>
- Ratnawati, E., Sunarko & Hartaman, S. 2008. Penentuan kandungan logam dalam ikan kembung dengan metode analisis aktivasi neutron. *Jurnal Buletin Pengolahan Reaktor Nuklir*, 1(5), 24 -29. <https://media.neliti.com/media/publication/s/224189-analisis-logam-zink-zn-dan-besi-fe-air-s.pdf>
- Riani, E; Johari, H.S; dan Cordova, M. R, 2017. Kontaminasi Pb Dan Cd Pada Ikan Bandeng *Chanos Chanos* Yang Dibudidaya Di Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 9, No. 1: 235-246. <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i1.17938>
- Rochyatun, E dan Rozak, A. 2007. Pemantauan Kadar Logam Berat Dalam Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta. *Jurnal Makara, Sains, Vol. 11, No. 1, April 2007*: 28-36. DOI:10.7454/mss.v11i1.228
- Rochyatun, E; Kaisupy M.T; dan Rozak, A. 2005. Distribusi Logam Berat Dalam Air Dan Sedimen di Perairan Muara Sungai Cisadane. *Jurnal Makara, Sains, Vol. 10, No. 1, April 2006*: 35-40. <https://doi.org/10.7454/mss.v10i1.151>
- Russell, D. J.; Thuesen, P. A.; Thomson, F. E. 2012. *A review of the biology, ecology, distribution and control of Mozambique tilapia, Oreochromis mossambicus (Peters 1852) (Pisces: Cichlidae) with particular emphasis on invasive Australian populations*". *Reviews in Fish Biology and Fisheries*. 22 (3): [533–554]. doi:10.1007/s11160-011-9249-z. ISSN 1573-5184.
- Sapkota, A., Sapkota, R., dan Kucharski, M. 2008. "Aquaculture practices and potential human health risks: current knowledge and future priorities," *Environment International*, vol. 34, no. 8, pp. 1215–1226. DOI: [10.1016/j.envint.2008.04.009](https://doi.org/10.1016/j.envint.2008.04.009)
- Sayow, F., Polii, V.J.V., dan Sinolungan, M.T.M. 2024. Analisis Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Air, Sedimen Dan Tanaman Eeng Gondok (*Eichornia crassipes*) Di Danau Tondano. *Jurnal Agroekoteknologi Terapan VOLUME 5 NOMOR 1 Januari-Juni 2024*, <https://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/samrat-agrotek> [156-167]. e_ISSN:2797-0647.
- Septiana, A., Khairuddin, & 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. <https://doi.org/10.29303/jppipa.v10i3.7323>
- Septiani, W; Khairuddin., dan Yamin, M. 2022. The Evidence of Cadmium (Cd) Heavy Metal in South Asian Apple snail (*Pila ampullacea*) on The Batu Kuta Village Narmada District. *Jurnal Biologi Tropis*, 22 (2): 339 – 344. DOI: [10.29303/jbt.v22i2.2586](https://doi.org/10.29303/jbt.v22i2.2586)
- Setiati, N ., Partaya;, Ngabekti, S;, Priyono, B;, dan Rabiha, S. 2021. Characteristics of productive broodstock based on body length and gonad histology of eel (*Monopterus albus*) in Semarang. *Journal of Physics: Conference Series* 1918 (2021) 052036 IOP Publishing doi:10.1088/1742-6596/1918/5/052036.
- Solgi, E dan Mirmohammadvali, S. 2021. Comparison of the Heavy Metals, Copper, Iron, Magnesium, Nickel, and Zinc Between Muscle and Gills of Four Benthic Fish Species from Shif Island (Iran). *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology* (2021) 106: [658–664]. <https://doi.org/10.1007/s00128-021-03155-1>
- Soraya, Y. (2012). Pengaruh temperatur terhadap akumulasi dan depurasi tembaga (Cu) serta kadmium (Cd) pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*). (<http://www.ftsl.itb.ac.id/wp-content/uploads/2012/07/25309305-Yara-Soraya.pdf>)
- Sulistiono, Irawati, Y., dan 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.
<https://core.ac.uk/download/pdf/200958754.pdf>
- Sun, X., Tao, B., Wang, Y., Hu, W., dan Sun, Y. 2022. Isolation and Characterization of Germline Stem Cells in Protogynous Hermaphroditic *Monopterus albus*. *International Journal of Molecular Sciences*. Int. J. Mol. Sci. 2022, 23, 5861. <https://doi.org/10.3390/ijms23115861>: [1-14].
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Yusuf, R. 2008. Efek Toksik Logam. Andi, Yogyakarta
- Yoga, G. P., dan Sadi, N. H, 2016. Kajian Awal Rute Paparan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Ikan Gabus di Danau Sentani Provinsi Papua. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI 2015*. Retrieved from <https://hdl.handle.net/20.500.12690/RIN/D5ZEQU>.
<https://hdl.handle.net/20.500.12690/RIN/D5ZEQU>
- Yoga, G.P dan Sadi, N.H. 2016. Kajian Awal Rute Paparan Logam Berat Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) pada Ikan Gabus di Danau Sentani Provinsi Papua. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan MLI 2015*. Jakarta.
<http://opac.lib.unlam.ac.id/id/opac/detail.php?q1=571.95&q2=Wah&q3=E&q4=->
- Zahro, A.F., dan Suprpto. 2015. Penentuan Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) Dalam Nugget Ikan Gabus (*Channa Striata*)-Rumput Laut (*Eucheuma Spinosum*). *Jurnal Sains dan Seni Its* Vol. 4, No.2, (2015) 2337-3520: C57- C62. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v4i2.9569>
- Zulfiah, A., Seniwati, S., & Sukmawati, S., 2017. Analisis Kadar Timbal (Pb), Seng (Zn) Dan Tembaga (Cu) Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos* Forsk.) Yang Berasal Dari Labbakkang Kab. Pangkep Secara Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *As-Syifaa Jurnal Farmasi*, 9(1), 85-91. <https://jurnal.farmasi.umi.ac.id/index.php/as-syifaa/article/view/257>