

TILAPIA AND CATFISH IN REMPANGA VILLAGE CAGES KUTAI KARTANEGARA

Melvi Natasya Puspita¹⁾, Eka Farpina²⁾, Nursalinda Kusumawati³⁾

Department of Medical Laboratory Technology, Ministry of Health,
East Borneo Polytechnic

Abstract

Water is a basic human need for survival, one of which is in the field of fisheries. River water can contain heavy metal lead in it. The heavy metal content of lead in water can have a fatal impact on public health. This study is to determine the level of lead in river water, goldfish, tilapia, and catfish in cages in Rempanga Village, Kutai Kartanegara. The type of research used is descriptive research. The samples in this study were river water, goldfish, tilapia, and catfish found in 3 cages totaling 300 ml of river water and 900 grams of fish samples. The sampling technique used was purposive sampling is the selection of samples with predetermined criteria. The variable in this study is the level of heavy metal lead with data analysis using univariate analysis. Based on the results obtained from the examination of lead levels using an atomic absorption spectrophotometer, it shows that lead levels in 3 river water samples contain lead on average <0.017 mg/L while in all goldfish, tilapia, and catfish samples were not detected to contain lead because the tool has a limit of detection value of <0.012 mg/Kg.

Keywords: *Lead, River Water, Goldfish, Tilapia, Catfish*

ANALYSIS OF LEAD (Pb) LEVELS IN WATER, CARP, TILAPIA AND CATFISH IN REMPANGA VILLAGE CAGES KUTAI KARTANEGARA

Melvi Natasya Puspita¹⁾, Eka Farpina²⁾, Nursalinda Kusumawati³⁾

Department of Medical Laboratory Technology, Ministry of Health,
East Borneo Polytechnic

Abstrak

Air merupakan kebutuhan dasar manusia untuk kelangsungan hidup salah satunya dalam bidang perikanan. Air sungai dapat mengandung logam berat timbal didalamnya. Kandungan logam berat timbal yang terdapat pada perairan dapat memberikan dampak fatal bagi kesehatan masyarakat. Penelitian ini adalah untuk mengetahui kadar timbal pada air sungai, ikan mas, ikan nila, dan ikan patin di keramba Desa Rempanga Kutai Kartanegara. Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian deskriptif. Sampel dalam penelitian ini adalah air sungai, ikan mas, ikan nila, dan ikan patin yang terdapat di 3 keramba sebanyak 300 ml air sungai dan 900 gram pada sampel ikan. Teknik sampling yang digunakan adalah *Purposive Sampling* yaitu pemilihan sampel dengan kriteria-kriteria yang telah ditentukan. Variabel pada penelitian ini adalah kadar logam berat timbal dengan analisis datanya menggunakan analisis *univariate*. Berdasarkan hasil yang didapatkan dari pemeriksaan kadar timbal menggunakan alat spektrofotometer serapan atom menunjukkan bahwa kadar timbal pada 3 sampel air sungai mengandung timbal rata-rata sebesar $<0,017$ mg/L sementara pada seluruh sampel ikan mas, ikan nila, dan ikan patin tidak terdeteksi mengandung timbal karena pada alat memiliki nilai *limit of detection* sebesar $< 0,012$ mg/Kg.

Kata Kunci: Timbal, Air Sungai, Ikan Mas, Ikan Nila, Ikan Patin

Penulis Koresponden: Melvi Natasya Puspita, Jurusan Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Kemenkes Kaltim, Jalan Kurnia Makmur No.64 Samarinda 75123,
Email: melvinatasya@gmail.com

PENDAHULUAN

Sungai Mahakam merupakan sungai terbesar yang melintasi wilayah provinsi Kalimantan Timur. Adanya Sungai Mahakam ini menjadikan pusat kehidupan bagi sebagian masyarakat Kalimantan Timur khususnya yang tinggal di sepanjang sungai maupun anak Sungai Mahakam. Sungai banyak dimanfaatkan dalam

berbagai aspek kehidupan, salah satunya untuk memenuhi kebutuhan hidup manusia dalam mencari nafkah sebagai petani keramba. Kondisi di lingkungan perairan maka hampir seluruh aktivitas kehidupan masyarakat dijalankan di air, mulai dari pengangkutan komoditas, pemasaran, hingga mengembangkan usaha perikanan.

Menurut Sumiyaningsih et al (2014), Air adalah suatu sumber daya alam yang memiliki peranan yang sangat vital dalam kehidupan manusia dan makhluk hidup lainnya, serta berfungsi sebagai dasar modal dalam proses pembangunan. Salah satu jenis usaha di perairan adalah usaha budidaya ikan tawar. Salah satu ikan air tawar yang paling digemari yaitu Ikan Mas, Ikan Nila dan Ikan Patin. Ikan tersebut adalah jenis ikan yang mempunyai nilai ekonomis tinggi dan banyak dibudidayakan. Ikan Mas merupakan salah satu jenis ikan air tawar yang memiliki prospek yang cerah untuk dibudidayakan dan juga memiliki nilai ekonomis tinggi (Adliah, 2011). Keberagaman makhluk hidup di dalam air tawar tidak hanya Ikan Mas tetapi mencakup berbagai jenis ikan yaitu Ikan Nila. Menurut Carman & Sucipto (2013), Ikan Nila merupakan komoditas penting dalam bisnis ikan air tawar dunia. Beberapa hal yang mendukung pentingnya komoditas Nila adalah memiliki toleransi yang relatif tinggi terhadap kualitas air dan penyakit. Selain Ikan Nila terdapat jenis ikan air tawar lainnya yaitu Ikan Patin.

Menurut Saputra (2009), Ikan Patin merupakan biota indikator dikarenakan memenuhi syarat dari sifat dasar spesies monitor diantaranya mampu mengakumulasi pencemar tanpa terbunuh pada kadar yang tinggi, terdapat banyak di daerah tersebut, memiliki waktu hidup yang cukup panjang, memiliki ukuran cukup besar, dan memiliki jaringan yang cukup untuk dianalisis. Biasanya Ikan Mas, Ikan Nila dan Ikan Patin dibudidayakan oleh pembudidaya keramba karena budidaya Ikan ini bisa dilakukan di berbagai jenis lingkungan salah satunya adalah di keramba.

Keramba adalah wadah pemeliharaan ikan berupa jaring yang di bentuk segi empat atau silindris yang diapungkan dalam permukaan air menggunakan pelampung dan kerangka kayu, bambu, atau besi, serta sistem penjangkaran (Abdulkadir, 2010). Pembudidaya ikan keramba tidak hanya berupaya memproduksi

atau menghasilkan ikan untuk memenuhi kebutuhan rumah tangga saja, akan tetapi juga untuk memenuhi permintaan pasar. Salah satunya keramba yang berada di Kecamatan Loa Kulu memiliki potensi sumber daya alam yang dapat mendukung pengembangan perikanan budidaya air tawar, didukung oleh keberadaan Kecamatan Loa Kulu sebagai sentra produksi perikanan budidaya di Kabupaten Kutai Kartanegara. Pengambilan Ikan Mas, Ikan Nila dan Ikan Patin diambil pada keramba yang berbatasan langsung dengan kegiatan pertambangan yang sangat berbahaya bagi kehidupan biota perairan dan secara tidak langsung dapat menjadi ancaman kesehatan bagi manusia. Salah satu jenis logam berat yang memiliki berbagai macam jenis adalah timbal.

Timbal merupakan salah satu logam berat yang memiliki dampak buruk bagi makhluk hidup terutama pada manusia apabila jumlahnya melebihi ambang batas normal (Rosmaidar et al., 2017) Menurut Ridhowati (2013), keracunan yang diakibatkan oleh timbal jika masuk ke tubuh manusia dapat menyebabkan penyakit anemia, kerusakan susunan saraf pusat dan ginjal. Logam timbal pada perairan yang berarus dapat mengendap di dasar sungai kemudian menjadi sedimen dan terakumulasi pada tubuh makhluk hidup seperti ikan.

Berdasarkan penelitian Yusuf (2011) tentang kandungan logam berat timbal pada ikan mas yang dibudidayakan pada keramba jaring apung di Waduk Cirata Jawa Barat, didapatkan nilai timbal sebesar 30,1799 mg/Kg menandakan kadar timbal pada Ikan Mas melebihi ambang batas yang direkomendasikan peraturan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 tentang batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan olahan kategori pangan ikan dan produk perikanan yaitu sebesar 0,20 mg/kg (kecuali untuk ikan predator olahan seperti, cucut, tuna, marlin 0,40 mg/Kg).

Berdasarkan uraian latar belakang, peneliti tertarik untuk melakukan penelitian tentang analisis kadar timbal (Pb) pada air, ikan mas, ikan nila dan ikan patin di keramba Desa Rempanga Kutai Kartanegara.

METODE PENELITIAN

Jenis penelitian yang digunakan dalam penelitian ini bersifat deskriptif yaitu peneliti melakukan pengujian laboratorium untuk mengetahui kadar cemaran timbal pada Air, Ikan Mas, Ikan Nila dan Ikan Patin di keramba Desa Rempanga RT. 05 Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara. Desain penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah *cross sectional*. Sampel dalam penelitian ini adalah air sungai, ikan mas, ikan nila, dan ikan patin yang terdapat di 3 keramba sebanyak 300 ml air sungai dan 900 gram pada sampel ikan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis menggunakan analisis *univariate*, dimana data yang didapatkan berupa kadar dan presentase yang memenuhi baku mutu air Standar Nasional SNI 6989.84:2019 sebesar 1-20 mg/L serta pada baku mutu ikan Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 sebesar 0,20 mg/Kg.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Samarinda pada bulan November 2024. Pengambilan sampel dilakukan di Keramba Desa Rempanga RT 05 Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara. Berdasarkan penelitian yang dilakukan menggunakan sampel air sungai berjumlah 100 ml, ikan mas 100 g, ikan nila 100 g, dan ikan patin 100 g kemudian dilakukan pemeriksaan kadar timbal didapatkan hasil sebagai berikut :

1. Kadar Timbal

Kadar timbal pada air sungai sebanyak 3 sampel, ikan mas 3 sampel, ikan nila 3 sampel, dan ikan patin 3 sampel yang menggunakan alat spektrofotometer serapan atom (SSA) yang dapat dilihat pada tabel 1.1 sebagai berikut :

Tabel 1.1 Kadar logam berat timbal air sungai, ikan mas, ikan nila, dan ikan patin di Keramba Desa Rempanga RT 5 Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara

No	Sampel	Kode Sampel	Kadar Logam Berat Timbal
1.	Air	A1	<0,017 mg/L
2.	Air	A2	<0,017 mg/L
3.	Air	A3	<0,017 mg/L
4.	Ikan Mas	M1	tidak terdeteksi
5.	Ikan Mas	M2	tidak terdeteksi
6.	Ikan Mas	M3	tidak terdeteksi
7.	Ikan Nila	N1	tidak terdeteksi
8.	Ikan Nila	N2	tidak terdeteksi
9.	Ikan Nila	N3	tidak terdeteksi
10.	Ikan Patin	P1	tidak terdeteksi
11.	Ikan Patin	P2	tidak terdeteksi
12.	Ikan Patin	P3	tidak terdeteksi

(Sumber : Data Primer, 2024)

Berdasarkan tabel 1.1 didapatkan kadar timbal untuk sampel air dengan kode A1, A2, A3 sebanyak <0,017 mg/L, dan kadar sampel ikan dengan kode M1, M2, M3, N1, N2, N3, P1, P2, P3 didapatkan hasil tidak terdeteksi.

2. Presentase Kadar Timbal

Presentase ini didapatkan melalui perhitungan kadar logam berat timbal yang terdapat dalam sampel kemudian dihitung menggunakan rumus presentase dan dibandingkan dengan standar baku mutu yang sudah ditetapkan. Presentase kadar logam berat timbal dapat dilihat melalui tabel 1.2 sebagai berikut :

Tabel 1.2 Presentase kadar timbal pada air sungai, ikan mas, ikan nila, dan ikan patin di Keramba Desa Rempanga RT 5 Kecamatan Loa Kulu Kutai Kartanegara

Keterangan	Frekuensi (n)	Presentase (%)
Memenuhi Baku Mutu	12	100%
Tidak Memenuhi Baku Mutu	0	0%
Total	12	100%

(Sumber : Data Primer, 2024)

Berdasarkan tabel 1.2 didapatkan bahwa presentase kadar timbal pada air sungai, ikan mas, ikan nila, dan ikan patin yang memenuhi standar baku mutu adalah 12 sampel dengan presentase sebesar 100%.

Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 1.1 sampel A1, A2, dan A3 pada air sungai menunjukkan bahwa pada setiap keramba memiliki kandungan timbal yang sangat rendah sebesar <0,017 mg/L. Hasil yang didapatkan pada air memiliki kandungan timbal yang sangat rendah dikarenakan penelitian dilakukan pada saat

air sungai pasang. Arus pasang surut ini sangat mempengaruhi konsentrasi dari logam berat di perairan, terutama pada sungai. Menurut Kusuma et al (2022) logam berat pada air cenderung bersifat mengendap dan cenderung bergerak oleh gelombang maupun arus, hal ini menyebabkan kandungan logam berat pada air lebih kecil dibandingkan dengan sedimen atau biota air di dalamnya. Selain itu konsentrasi logam berat timbal yang rendah di perairan dapat diakibatkan karena adanya pergerakan air yang bebas ketika kapal melewati wilayah perairan. Penelitian ini sesuai dengan penelitian Grace et al (2011), bahwa proses pengenceran yang terjadi di suatu perairan erat kaitannya dengan pengaruh pasang yang akan membilas bahan pencemar dan mempengaruhi proses penyebarannya.

Penelitian yang dilakukan sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ananda et al (2022) di perairan pemukiman Pesisir Rembang Jawa Tengah yang hasil penelitiannya menunjukkan konsentrasi timbal sangat rendah pada air sebanyak 0-0,176mg/L. Hal ini dapat disebabkan kelarutan logam timbal didalam air cukup rendah karena memiliki sifat mengikat partikel lain dan bahan organik kemudian mengendap didasar perairan. Kondisi perairan Rembang ini mirip dengan Sungai Mahakam karena letaknya di wilayah yang padat dengan kegiatan manusia seperti industri, aktivitas nelayan yang diduga sumber logam berat timbal. Nilai kadar timbal yang rendah dalam penelitian ini menunjukkan kelarutan logam berat timbal pada air sungai di keramba penelitian yang diteliti rendah meskipun kondisi lingkungan berdekatan dengan sumber pencemaran tambang batu bara ilegal. Rendahnya kandungan timbal dalam air disebabkan karena sungai mempunyai kemampuan untuk memulihkan diri atau disebut *Self Purification*.

Menurut Vandra et al (2016), *Self Purification* adalah kemampuan untuk menghilangkan bahan organik, nutrisi tanaman, atau pencemaran lainnya dari suatu danau atau sungai oleh aktivitas biologis dari komunitas yang hidup di dalamnya. Hal ini terjadi karena air sungai bergerak dari tempat tinggi ke tempat rendah dengan serta membawa bahan-bahan organik maupun non-organik yang terkandung didalamnya. Selain kemampuan sungai dalam memulihkan kondisi, rendahnya kandungan timbal dalam air diduga karena adanya tanaman enceng gondok

(*Eichhornia crassipes*). Tanaman ini dapat menyerap logam berat dalam air. Hal ini sesuai pernyataan Rahayu et al (2014) bahwa enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) dapat berfungsi sebagai bioakumulator dengan menyerap logam timbal dan kadmium.

Berdasarkan hasil penelitian kadar logam berat timbal tidak sejalan dengan penelitian Ahmad et al (2021) yang dimana pada penelitian Ahmad et al (2021), didapatkan hasil pada sampel air sungai dengan rentang hasil kadar logam berat timbal sebesar 0,2586 mg/L, 0,5483 mg/L, <0,002 mg/L. Perbedaan hasil dari penelitian ini disebabkan karena kondisi geografis yang berbeda. Pada penelitian ini secara geografis daerah aliran Sungai Jeneberang terletak pada 119° 23' 50" BT - 119° 56' 10" BT dan 05° 10' 00" LS - 05° 26' 00" LS dengan panjang sungai utamanya 78.75 km sedangkan pada Sungai Mahakam terletak pada garis lintang 0°35'0"S 117°17'0"E dan panjang sungai ini mencapai 920 km dengan luasnya 149.227 km² serta memiliki lebar antara 300 – 500 m. Perbedaan luas dan panjang sungai ini juga mempengaruhi kadar logam berat. Hal ini sejalan menurut penelitian Jana (2021) yang menyatakan bahwa semakin luas dan panjang sungai maka semakin rendah konsentrasi timbal di aliran sungai.

Berdasarkan hasil penelitian pada tabel 1.1 pada sampel pada ikan mas, ikan nila, dan ikan patin M1, M2, M3, N1, N2, N3, N4, P1, P2, dan P3 menunjukkan bahwa kandungan timbal pada setiap sampel ikan yang diteliti memiliki konsentrasi yang sangat rendah yaitu hasil pengujian tidak terdeteksi logam berat timbal oleh alat spektrofotometer serapan atom (SSA). Hal ini disebabkan karena alat spektrofotometer serapan atom (SSA) yang digunakan memiliki nilai *limit of detection* sebesar < 0,012 mg/Kg. Tidak terdeteksinya kandungan logam berat timbal pada alat spektrofotometer serapan atom (SSA) bisa saja mengandung logam berat tetapi kadar logam beratnya rendah sehingga pada alat spektrofotometer serapan atom (SSA) tidak dapat terbaca, hal ini disebabkan karena pada saat proses pengerjaan sampel hanya diambil bagian dagingnya saja.

Berdasarkan hasil penelitian kadar logam berat timbal yang didapatkan sejalan dengan penelitian Sihotang et al (2017). Sampel yang digunakan adalah bagian

Daging Ikan Nila, Ikan Mas, dan Ikan Patin dimana didapatkan hasil sebesar pada Ikan Nila mengandung kadar logam berat timbal sebesar 0,138 ppm, Ikan Mas sebesar 0,060 ppm dan pada Ikan Patin sebesar 0,041 ppm memenuhi standar baku mutu $< 0,3$ ppm menurut Standar Nasional Indonesia mengenai batas maksimum cemaran logam berat dalam pangan 7387:2009.

Menurut Purwanto et al (2020) daging tidak termasuk jaringan aktif yang mengakumulasi kadar logam berat timbal berbeda dengan organ seperti hati dan ginjal yang berperan utama dalam dektosifikasi dan ekskresi sehingga berpotensi lebih tinggi terakumulasi. Menurut Darmono (2010), akumulasi logam berat tertinggi pada ikan biasa terdapat pada jaringan hati. Hal ini dikarenakan hati merupakan pintu masuk semua bahan ke dalam tubuh, sehingga organ ini memiliki potensi keracunan yang lebih tinggi dibandingkan dengan organ lainnya.

Air sungai adalah sumber air permukaan yang bermanfaat bagi kehidupan manusia. Hingga saat ini, keberadaan sungai masih digunakan menjadi sumber air bersih (Rosmeiliyana & Wardhani, 2021). Diketahui pencemaran aliran sungai umumnya disebabkan oleh kondisi aktivitas manusia dan kondisi lingkungan di sekitar Sungai. Kondisi kualitas air sungai Indonesia secara keseluruhan berada dalam keadaan bernegara sangat tercemar (Nursaini & Harahap, 2022). Salah satu parameter kimiawi dalam air sungai adalah adanya logam berat timbal. Kualitas air yang baik menurut Standar Nasional SNI 6989.84:2019 adalah 1 – 20 mg/L.

Berdasarkan tabel 1.2 hasil presentase kadar timbal pada air sungai yang diteliti tidak melebihi standar baku mutu sebesar 100% dari 3 sampel. Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Ahmad et al (2021) dimana penelitian Ahmad et al (2021) didapatkan hasil hanya 3,3% sampel air sungai yang memenuhi standar baku mutu dengan hasil pemeriksaan sebesar 0,2586 mg/L, 0,5483 mg/L, $< 0,002$ mg/L menurut Peraturan Pemerintah 82 Tahun 2001 nilai standar baku mutu timbal $< 0,003$ mg/L.

Berdasarkan tabel 1.2 hasil presentase kadar timbal pada ikan mas, ikan nila, dan ikan patin yang memenuhi standar baku mutu sebesar 100% dari 9 sampel. Hasil ini tidak sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Mahalina et al (2016) dan

Nuraeni et al (2021), didapatkan hasil presentase ikan nila 0% yang tidak memenuhi standar baku mutu dengan kandungan timbal sebesar 0,146 ppm, 0,172 ppm, 0,167 ppm, 0,156 ppm, dan 0,174 ppm. Sedangkan pada penelitian Nuraeni et al (2021), didapatkan presentase ikan patin 0% yang memenuhi standar baku mutu dengan kandungan timbal sebesar 9,74 mg/Kg. Perbedaan hasil dari 2 penelitian ini disebabkan karena standar baku mutu yang digunakan berbeda. Pada Mahalina et al (2016) dan Nuraeni et al (2021) menggunakan standar baku yang ditetapkan oleh Keputusan Menteri Kesehatan No.907/2002 dan SNI 2009 yaitu 0,008 ppm dan 0,3 mg/kg.

Sedangkan pada penelitian yang dilakukan menggunakan standar baku mutu Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 sebesar 0,20 mg/Kg. Keberadaan timbal di alam tetap perlu diwaspadai mengingat sifat akumulatifnya dalam tubuh manusia dapat menimbulkan efek toksik dalam jangka panjang. Menurut Irianti et al (2017) logam berat yang terkumpul dalam tubuh dengan jangka waktu lama dapat menyebabkan terakumulasinya racun pada tubuh atau disebut juga sebagai bioakumulasi. Bioakumulasi merupakan meningkatnya konsentrasi zat kimia pada tubuh dengan jangka waktu yang lama dibandingkan dengan zat kimia di alam dan jika dibiarkan dapat menumpuk sehingga menyebabkan kandungan logam berat timbal yang berlebihan didalam tubuh.

Kadar timbal yang tinggi jika terpapar pada manusia dapat berdampak buruk terhadap kesehatan. Menurut Adhani & Husaini (2017), efek keracunan timbal kronis terjadi sebagai akibat paparan timbal yang tcrakumulasi pada kurun waktu bulanan hingga tahunan. Efek keracunan timbal kronis biasanya menimbulkan gejala yang tidak spesifik pada hampir semua sistem tubuh. Efek negatif keracunan timbal kronis pada manusia terdiri atas penurunan libido, kesuburan (pria dan wanita), keguguran dan kelahiran prematur.

SIMPULAN

Berdasarkan dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan sebagai berikut :

1. Kadar timbal pada air sungai di Keramba Desa Rempanga Kutai Kartanegara dari

3 sampel rata-rata sebesar $<0,017$ mg/L, ikan mas, ikan nila, dan ikan patin dari masing-masing 3 sampel tidak terdeteksi kadar logam berat timbal.

2. Presentase kadar timbal pada air sungai di Keramba Desa Rempanga Kutai Kartanegara masih memenuhi syarat batas aman Standar Nasional Indonesia SNI 6989.84:2019 sebesar 100%, pada ikan mas, ikan nila, dan ikan patin juga masih memenuhi syarat batas aman dari standar Badan Pengawas Obat dan Makanan Nomor 5 Tahun 2018 sebesar 100%.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih sebesar – besarnya kepada Allah SWT yang maha Esa, karena tanpa kehendak-Nya saya dapat mengerjakan jurnal ini. Tidak lupa juga saya ucapkan terima kasih kepada seluruh pihak yang terlibat dalam penelitian ini Ibu apt. Eka Farpina, S.Far., MPH dan Ibu Nursalinda Kusumawati, M.Farm atas bimbingan, saran, dan dukungan serta Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri Samarinda dan Instansi Politeknik Kesehatan Kementerian Kesehatan Kalimantan Timur yang telah memberikan fasilitas bagi mahasiswa. Semoga penelitian ini dapat bermanfaat bagi seluruh masyarakat yang membaca dan ilmu pengetahuan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulkadir, I. (2010). *Keramba Jaring Apung*. Jakarta.
- Adhani, R., & Husaini. (2017). *Logam Berat Sekitar Manusia*. Lambung Mangkurat University Press.
- Adliah, N. (2011). Analisis Pendapatan Usaha Pengolahan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Perspektif Laporan Keuangan (Studi Kasus pada Usaha Limbung Mas Indah, Kelurahan Kalebajeng, Kecamatan Bajeng, Kabupaten Gowa). Skripsi. Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Universitas Hasanuddin.
- Ahmad, A., Rahman, & Hidayat. (2021). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen dan Air di Sungai Jeneberang Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(5), 844–851. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i5.282>
- Ananda, S. F., Redjeki, S., & Widowati, I. (2022). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, dan Jaringan Lunak Kerang Bambu (*Solen sp.*) di Perairan Rembang Jawa Tengah dan Gresik Jawa Timur. *Journal of Marine Research*,

11(2), 176–182. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.29956>

Carman, O., & Sucipto, A. (2013). *Pembesaran Nila 2,5 Bulan*. Penebar Swadaya Grup.

Darmono. (2010). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran: Hubungannya dengan Toksikologi Senyawa Logam*. UI-Press.

Grace, L., Ulqodry, T. Z., & Putri, W. A. E. (2011). Kandungan Logam Berat Pb dalam Muatan Padatan Tersuspensi dan Terlarut di Perairan Pelabuhan Belawan dan Sekitarnya, Provinsi Sumatera Utara. *Maspari Journal*, 02(1), 48–53. <https://www.neliti.com/id/publications/148301/kandungan-logam-berat-pb-dalam-muatan-padatan-tersuspensi-dan-terlarut-di-perair>

Irianti, T. T., Kuswandi, Nuranto, S., & Budiyatni, A. (2017). *Logam Berat & Kesehatan*. Grafika Indah.

Jana, R. (2021). Analisis Multivariat dan Spasiotemporal Kualitas Air Akibat Penggunaan Lahan di Daerah Aliran Sungai (Das) Winongo Yogyakarta. Skripsi. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia Yogyakarta.

Kusuma, R. B., Supriyanti, E., & Munasik, M. (2022). Akumulasi Logam Pb pada Air, Sedimen, dan Kerang Hijau (*Perna viridis*) di Perairan Tambak Lorok serta Analisis Batas Aman Konsumsi untuk Manusia. *Journal of Marine Research*, 11(2), 191–198. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i2.31781>

Mahalina, W., Tjandrakirana, & Purnomo, T. (2016). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dalam Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Hidup di Sungai Kali Tengah, Sidoarjo. *Lentera Bio*, 5(1), 43–47. <http://ejournal.unesa.ac.id/index.php/lenterabio>

Nuraeni, A., Samosir, A., & Sulistiono, S. (2021). Logam berat timbal (Pb) pada hati ikan patin (*Pangasius djambal*) di Waduk Saguling, Jawa Barat. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, 12(2), 113–123. <https://doi.org/10.24319/jtpk.12.113-123>

Nursaini, D., & Harahap, A. (2022). Kualitas Air Sungai. *BIOEDUSAINS: Jurnal Pendidikan Biologi Dan Sains*, 5(1), 312–321. <https://doi.org/10.31539/bioedusains.v5i1.3519>

Purwanto, A. I., Prihatmo, G., & Pakpahan, S. (2020). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Ikan Bawal (*Colossoma macropomum*) di Sungai Winongo, Yogyakarta. *SCISCITATIO: Journal of Science and Technology*, 1(2), 28–37. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2020.12.31>

- Rahayu, S. T., Faradilla, M., Verawati, E. Y., & Triana, M. (2014). Respon Bioakumulator Enceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) Terhadap Logam Berat Pb dan Cd di Sungai Pegangsaan Dua. *Pharmaceutical Sciences and Research*, 1(1). <https://doi.org/10.7454/psr.v1i1.3307>
- Ridhowati, S. (2013). *Mengenal Pencemaran Ragam Logam*. Graha Ilmu.
- Rosmaidar, R., Nazaruddin, N., TR, T. A., Balqis, U., & Fahrimal, Y. (2017). Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Histopatologis Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(4), 736–741. <https://doi.org/10.21157/jimvet.v1i4.5091>
- Rosmeiliyana, R., & Wardhani, E. (2021). Analisis Kualitas Air Sungai Cisangkan Kota Cimahi Provinsi Jawa Barat. *Jukung: Jurnal Teknik Lingkungan*, 7(1), 18–32. <http://dx.doi.org/10.20527/jukung.v7i1.10810>
- Saputra, A. (2009). Bioakumulasi Logam Berat pada Ikan Patin yang Dibudidayakan di Perairan Waduk Cirata dan Laboratorium. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Sihotang, R. D. M. S., Sitorus, S., & Gunawan, R. (2017). Analisis Kadar Ion Logam Timbal (Pb^{2+}) Pada Air, Ikan Patin (*Pangasius pangasius*), Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L.) dan Ikan Nila (*Oreochromis* sp.) di Danau Bekas Galian Tambang Batubara Kecamatan Tenggarong Seberang. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 255–259. <https://jurnal.kimia.fmipa.unmul.ac.id/index.php/prosiding/article/view/581>
- Sumiyaningsih, E., Bagyono, T., & Rahardjo, F. X. A. (2014). Pengaruh Variasi Ketebalan Media Filtrasi Pasir Kuarsa dan Breksi Batu Apung Terhadap Penurunan Kadar Fe dan Kekeruhan Air Sumur Gali. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 5(4), 191–200. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v5i4.700>
- Vandra, B., Sudarno, S., & Nugraha, W. D. (2016). Studi Analisis Kemampuan Self Purification pada Sungai Progo Ditinjau dari Parameter Biological Oxygen Demand (BOD) dan Dissolved Oxygen (DO) (Studi Kasus : Buangan (Outlet) Industri Tahu Skala Rumah KECAMATAN Lendah Kabupaten Kulon Progo, Provinsi Daer. *Jurnal Teknik Lingkungan*, 5(4), 1–8. <https://www.neliti.com/id/publications/134428/studi-analisis-kemampuan-self-purification-pada-sungai-progo-ditinjau-dari-param>.
- Yusuf, Y. (2011). Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Ikan Mas Hasil Persilangan Yang Dibudidayakan Pada Keramba Jaring Apung Waduk Cirata Jawa Barat. *Mesomeri: Jurnal Riset Sains Dan Kimia Terapan*, 1(2), 98-110. <https://doi.org/10.21009/JRSKT.012.05>