

TINGKAT BIODAKUMULASI LOGAM TIMBAL (Pb) PADA AIR DAN
DAGING IKAN GABUS (*Channa striata*) DI SUNGAI BELUMAI DELI
SERDANG

BIOCONCENTRATION LEVEL OF LEAD METAL (Pb) IN WATER AND
SNAKEHEAD FISH MEAT (*Channa striata*) IN THE BELUMAI RIVER
DELI SERDANG

Rizki Fitrawansyah*, Husnarika Febriani, Syukriah

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Islam Negeri Sumatera Utara
Jl. Lap. Golf, Kp. Tengah, Kec. Pancur Batu, Kabupaten Deli Serdang,
Sumatera Utara

Corresponding author : rizkifitrawansyah8@gmail.com

Abstrak

Timbal termasuk ke dalam jenis logam non esensial yang sifatnya sangat beracun dan akan terakumulasi di dalam tubuh makhluk hidup karena tidak dapat dimetabolisme oleh tubuh. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada air dan daging ikan gabus di Sungai Belumai Deli Serdang. Penelitian ini menggunakan penelitian analisis deskriptif eksploratif dan komparatif dengan pendekatan kuantitatif. Penentuan lokasi pengambilan sampel dengan metode purposive sampling. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat pada air sungai Belumai Deli Serdang di setiap Stasiun berkisar 0,0517-0,1715 mg/L sudah melebihi batas baku mutu (PP RI No 22 Tahun 2021). Kandungan logam berat pada daging ikan gabus pada Stasiun 1 dan 2 sebesar <0,03 mg/Kg masih berada dibawah baku mutu, sedangkan pada stasiun 3 sebesar 49,8 mg/Kg sudah diatas baku mutu (SNI 7387:2009).

Kata kunci: Logam Timbal, Ikan Gabus, Sungai Belumai, Deli Serdang

Abstract

Lead heavy metal is included in the type of non-essential metal which is very toxic and will accumulate in the body of living things because it cannot be metabolized by the body. This study aims to analyze the heavy metal content of lead (Pb) in water and snakehead fish meat in the Belumai Deli Serdang River. This study used exploratory and comparative descriptive analysis research with a quantitative approach. Determination of sampling location by purposive sampling method. The results showed that the heavy metal content in the water of the Belumai Deli Serdang river at each station ranged from 0.0517-0.1715 mg/L had exceeded the quality standard limit (PP RI No. 22 of 2021). The heavy metal content in snakehead fish meat at Stations 1 and 2 of <0.03 mg/kg is still below the quality standard, while at Station 3 of 49.8 mg/kg is above the quality standard (SNI 7387: 2009).

Keywords: Lead Metal, Snakehead Fish, Belumai River, Deli Serdang

Pendahuluan

Sungai Belumai Deli Serdang merupakan sungai yang terletak di Kecamatan Tanjung Morawa Kabupaten Deli Serdang, Sumatera Utara dan terdapat 6 desa dengan 18.645 penghuni rumah tangga yang berada di bantaran sungai dan menggunakan air sungai secara langsung maupun tidak langsung untuk kebutuhan sehari-hari sebagai air minum, MCK (mandi, cuci, kakus), pertanian, perikanan air tawar maupun untuk tempat rekreasi air (Fisesa *et al.*, 2014; BPS Deli Serdang, 2021).

Sebanyak 12.397 unit industri berskala besar, menengah, maupun kecil yang berada di Kabupaten Deli Serdang yang membuang limbah baik yang sudah diolah maupun tidak ke sungai Belumai Deli Serdang yang memungkinkan memberikan dampak perubahan yang terjadi pada kualitas perairan sungai Belumai Deli Serdang dan biota air yang hidup di sungai tersebut (BPS Deli Serdang, 2012). Industri yang menghasilkan limbah logam Timbal (Pb) yaitu industri *pulp and paper* dari proses *deinking* yaitu berasal dari tinta yang larut dalam air (Novita *et al.*, 2012). Limbah yang dihasilkan industri *pulp and paper* berbentuk cair dan padat yang tergolong limbah B3 (bahan berbahaya dan beracun) (Hardiani *et al.*, 2011)

Logam berat timbal adalah logam yang sangat berbahaya dan beracun karena akan mengalami bioakumulasi di dalam tubuh, biasanya ditemukan sebagai pencemar dan mengganggu kehidupan organisme perairan (Arkianti *et al.*, 2019). Dengan sifatnya yang karsinogenik, sulit terurai dan dapat menyebabkan mutasi serta toksisitasnya yang selalu berubah-ubah, logam berat timbal cenderung menumpuk di dalam tubuh apabila secara terus menerus terpapar oleh logam timbal (Agustina, T., 2014; Umar *et al.*, 2021)

Salah satu biota air yang langsung tercemar oleh limbah logam timbal adalah ikan. Ikan adalah salah satu makhluk hidup air yang keberadaannya dapat dijadikan indikator pencemaran di perairan. Apabila tubuh ikan banyak mengandung logam berat hingga melebihi batas normal yang ditetapkan, dapat dipastikan bahwa lingkungan perairan tersebut telah tercemar (Nu'man *et al.*, 2018). Ikan gabus (*Channa striata*) adalah ikan yang hidup di sungai Belumai Deli Serdang adalah ikan gabus. Ikan air tawar yang dapat hidup dan berkembang di perairan kotor, oksigen yang rendah, maupun tahan kekurangan air sekalipun (Astria & Fitriani, 2013).

Berdasarkan penyajian literatur mengenai bahaya yang bisa ditimbulkan oleh logam berat khususnya timbal karena banyaknya aktivitas industri dan rumah tangga yang berada di bantaran sungai Belumai Deli Serdang, maka dilakukanlah penelitian ini yang tujuannya untuk memberikan informasi mengenai kadar logam timbal pada air dan daging ikan gabus di sungai Belumai Deli Serdang sehingga dapat menjadi pertimbangan bagi pemerintah maupun pihak yang bersangkutan dalam penanganan limbah dari aktivitas industri maupun limbah rumah tangga untuk di masa yang akan datang.

Metode Penelitian

Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juli 2023 dengan dua lokasi penelitian yaitu Sungai Belumai Deli Serdang dan Laboratorium Balai Riset Standardisasi Industri Medan.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu GPS, *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS), alat tulis, tong, tali, neraca digital, botol polietilen 500 mL, *cool box*, *sterofom box*, *hot plate*, blender, pisau, talenan, pinset, plastik *ziplock*, cawan porselen, *furnace* (tanur), pipet volume 50 mL, bulb, jaring ikan, labu ukur 50 mL, kaca arloji, gelas beker 100 mL, kertas saring *Whatman* no 42, kertas label, pH meter, DO meter, termometer. Bahan yang digunakan air sungai, daging ikan gabus, HNO₃, aquadest.

Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan penelitian analisis deskriptif eksploratif dan komparatif dengan pendekatan kuantitatif agar dapat menggambarkan dan mendeskripsikan tingkat biokonsentrasi logam berat timbal (Pb) di air dan daging ikan gabus (*Channa striata*) yang berada di Sungai Belumai Deli Serdang. Dalam penentuan lokasi pengambilan sampel penelitian menggunakan metode *purposive sampling*.

Prosedur Kerja

Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air sesuai dengan SNI 6989.57:2008 tentang metoda pengambilan contoh air permukaan. Dengan mengambil sampel pada 3 lokasi (hulu, tengah dan hilir). Pada setiap lokasi diambil dua posisi yaitu sisi kanan dan sisi kiri sampai ke dasar sungai. Sampel yang diambil secukupnya untuk berbagai keperluan termasuk analisis.

Pengambilan Sampel Ikan

Sampel ikan diambil menggunakan jala. Ikan diawetkan di dalam *coolbox*. Pengambilan sampel masing-masing stasiun sebanyak 3 ekor.

Preparasi Sampel

Sampel air yang sudah diambil dari masing-masing stasiun ditambahkan asam nitrat (HNO₃ pekat) sampai pH<2, kemudian dimasukkan ke dalam *coolbox*. Sampel air yang digunakan untuk pengukuran suhu, pH, dan DO diukur di lapangan (*insitu*).

Tabel 1. Metode pengukuran parameter kualitas air

Parameter	Alat	Keterangan
Suhu	Termometer	<i>insitu</i>
pH	pH meter	<i>insitu</i>
DO	DO meter	<i>insitu</i>
Logam Berat Pb	AAS	Laboratorium

Analisis kadar timbal (Pb) pada air dan daging ikan gabus mengacu pada SNI 6989.8:2009 tentang cara uji timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom-nyala. 500 mL sampel air ditambahkan 5 mL HNO₃ pekat, dipanaskan volume 15 mL - 20 mL sampai memiliki warna endapan agak putih. Di analisis menggunakan AAS dengan panjang gelombang 283,3 nm.

Analisis kadar timbal (Pb) pada air dan daging ikan gabus mengacu pada SNI 2354.5:2011 tentang cara uji kimia penentuan kadar logam berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) pada produk perikanan. 5 gr daging ikan dimasukkan ke dalam cawan porselen dan ditanur pada suhu 500⁰C hingga menjadi abu. Ditambahkan HNO₃ 65% ke dalam cawan porselen dan dimasukkan ke dalam labu ukur 50 mL. Di analisis menggunakan AAS pada panjang gelombang 283,3 nm.

Analisis Statistik

Kandungan logam berat pada air sungai Belumai Deli Serdang akan dibandingkan dengan PP No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. Sedangkan Kandungan logam berat timbal pada daging ikan gabus dibandingkan dengan SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. Pada daging ikan gabus (*Channa striata*) dihitung *Bioconcentration Factor* (BCF) menggunakan rumus:

$$BCF = \frac{\text{Kadar Logam Pada Daging Ikan}}{\text{Kadar Logam Pada Air}}$$

Keterangan:

1. Nilai BCF > 1000 L/Kg, dikategorikan sebagai akumulatif tinggi.
2. Nilai BCF antara 100-1000 L/Kg, dikategorikan sebagai akumulatif sedang.
3. Nilai BCF < 100 L/Kg, dikategorikan sebagai akumulatif rendah.

Hasil dan Pembahasan

Hasil

Kandungan Logam Berat Timbal Pada Air Sungai Belumai Deli Serdang

Tabel 2. Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Air Sungai Belumai Deli Serdang

Stasiun	Kadar Pb (mg/L)	Baku Mutu*
Stasiun 1	0,0517	
Stasiun 2	0,1341	0,03 mg/L
Stasiun 3	0,1715	

*Standar kualitas air Kelas I berdasarkan PPRI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI

Hasil pengujian Laboratorium terhadap air sungai Belumai Deli Serdang pada Stasiun 1 sebesar 0,0517 mg/L, Stasiun 2 sebesar 0,1341 mg/L, dan Stasiun 3 sebesar 0,1715 mg/L. Hasil kandungan tersebut sudah melebihi batas baku mutu yang ditetapkan PPRI No. 22 Tahun 2021 sebesar 0,03 mg/L.

Kandungan Logam Berat Timbal Pada Daging Ikan Gabus (*Channa striata*)**Tabel 3.** Kandungan Logam Timbal (Pb) Pada Daging Ikan Gabus (*Channa striata*)

Stasiun	Sampel ikan gabus ke-	Satuan	Timbal pada ikan gabus	Rata-Rata	Baku Mutu*
1	1	mg/kg	<0,03	<0,03	0,03
	2	mg/kg	<0,03		
	3	mg/kg	<0,03		
2	1	mg/kg	<0,03	<0,03	0,03
	2	mg/kg	<0,03		
	3	mg/kg	<0,03		
3	1	mg/kg	<0,03	49,8	0,03
	2	mg/kg	<0,03		
	3	mg/kg	49,8		

*SNI 7387:2009 tentang Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Stasiun 1 dan 2 memiliki kandungan logam timbal pada daging sebesar <0,03 mg/kg dan Stasiun 3 sebesar 49,8 mg/kg.

Bioconcentration Factor Logam Berat Timbal Daging Ikan Gabus (*Channa striata*)**Tabel 4.** Nilai BCF daging Ikan Gabus (*Channa striata*) terhadap Logam Berat Pb

Stasiun	Satuan	[LB] air	[LB] ikan	Nilai BCF	Kategori Akumulatif
I	L/kg	0,05	<0,07	0	rendah
II	L/kg	0,13	<0,07	0	rendah
III	L/kg	0,17	49,8	292,941	sedang

Keterangan: [LB] air: kadar logam berat air; [LB] daging: kadar logam berat daging

Pengukuran Parameter Lingkungan

Tabel 3. Kondisi Faktor Lingkungan Perairan Sungai Belumai Deli Serdang

No	Faktor Lingkungan	Stasiun			*Baku Mutu Air Kelas I
		1	2	3	
1	Suhu Air (°C)	31,7	31,7	30,0	± 30
2	pH	7,7	7,6	7,3	6-9
3	DO (mg/L)	4,35	4,31	1,81	4

Keterangan: Stasiun I: hulu (Desa Limau Manis, Daerah Masih Asri), Stasiun II: aktivitas pabrik, rumah sakit, dan padat penduduk (Desa Tanjung Morawa), Stasiun III: hilir (Desa Serdang, pertemuan dua sungai, dan waduk).

*Standar kualitas air Kelas II berdasarkan PPRI No. 22 Tahun 2021 Lampiran VI.

Pembahasan

Kandungan Logam Berat Timbal Pada Air Sungai Belumai Deli Serdang

Berdasarkan hasil penelitian laboratorium menunjukkan bahwa kadar logam berat timbal (Pb) pada air sungai Belumai Deli Serdang mempunyai kadar konsentrasi tinggi sesuai dengan Tabel 2. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Ginting, T., *et al* (2014) bahwa konsentrasi logam timbal (Pb) pada sampel air sungai Belumai Deli Serdang memiliki kadar yang tinggi yaitu berkisar 0,074 – 0,176 mg/L. Menurut pendapat Forstner dan Prosi dalam Prabowo, *et al* (2016) bahwa sumber pencemar logam berat dalam air berasal dari batuan dan tumpahan lahar, proses industri, ekskresi manusia dan sampah maupun buangan padat.

Kandungan logam timbal (Pb) sungai Belumai Deli Serdang pada stasiun 3 (hilir) memiliki kandungan yang lebih tinggi dibandingkan di stasiun 2 (tengah) dan Stasiun 1 (hulu). Hal ini disebabkan karena kondisi tempat dari masing-masing stasiun dengan sumber cemaran logam timbal (Pb) oleh industri di sekitar aliran sungai Belumai Deli Serdang.

Peraturan Pemerintah yang mengatur tentang Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, untuk air kelas I yaitu PP RI No. 22 Tahun 2021, yang diterapkan kriteria mutu air pada parameter logam berat timbal (Pb) yaitu maksimal 0,03 mg/L. Berdasarkan data penelitian di atas bahwa pada stasiun 1 (hulu) memiliki kadar logam berat timbal sebesar 0,0517 mg/L. Untuk Stasiun 2 (tengah) sebesar 0,1341 mg/L dan pada Stasiun 3 (hilir) memiliki kandungan sebesar 0,1715 mg/L. Sesuai dengan kriteria baku mutu PP RI No. 22 Tahun 2021 bahwa ke tiga Stasiun sudah melebihi ambang batas kriteria baku mutu yang ditetapkan untuk parameter logam berat timbal (Pb). Dapat dikatakan bahwa Stasiun 1, 2 dan 3 sudah mengalami pencemaran logam berat Timbal (Pb).

Adanya kandungan logam berat timbal (Pb) di Stasiun 1 (hulu) sungai Belumai Deli Serdang disebabkan pembuangan limbah rumah tangga, maupun limbah industri.

Dikarenakan sisi kanan kiri Stasiun 1 (hulu) dan Stasiun 2 (tengah) merupakan lokasi perumahan padat penduduk dan industri yang membuang limbah rumah tangga maupun limbah industri langsung ke badan sungai. Logam Pb yang terakumulasi di perairan sebagai dampak dari aktifitas manusia dapat membentuk air buangan atau sampah-sampah metabolik yang dibuang dari hasil limbah rumah tangga dan korosi pipa-pipa air (Budiastuti *et al.*, 2016; Widagda *et al.*, 2020). Salah satu kasus pencemaran yang diakibatkan dari limbah industri dikemukakan oleh Palar (2004) tentang pencemaran yang terjadi di sungai Kalamazoo, Michigan, Amerika Serikat. Pabrik-pabrik kertas yang berada disepanjang aliran sungai Kalamazoo telah membuang limbah produksinya yang mengandung PCB (*polychlorinated biphenyls*).

Proses dari masuknya limbah yang mengandung logam berat ke perairan melalui tiga proses yaitu adsorpsi, absorpsi dan pengendapan (Perez-Lopez *et al.*, 2003). Proses adsorpsi logam berat terjadi pada kolom perairan (Maslukah *et al.*, 2017). Logam berat dalam fase terlarut akan diserap oleh sedimen tersuspensi, dan material tersebut kemudian tenggelam ke dasar sedimen (Arvianto *et al.*, 2016). Proses absorpsi dilakukan oleh biota akuatika seperti ikan, kerang dan rumput laut (Yulianto *et al.*, 2006; Johari, 2009). Pengendapan logam berat dalam air karena adanya anion karbonat hidroksil dan klorida (Murtini & Rosmawaty, 2006). Efek dari perairan yang tercemar logam timbal adalah dapat dilihat dari ciri air sungainya seperti berwarna keruh atau tidak jernih dan baunya yang tidak sedap (Katipana, 2015).

Tingginya kadar logam timbal air pada setiap stasiun berpengaruh terhadap faktor lingkungan pada setiap stasiun yaitu suhu, pH dan DO (Tabel 5). Kadar logam timbal di air dapat disebabkan karena kenaikan maupun penurunan suhu dan pH. Ketika suhu pada air tinggi, maka senyawa logam berat akan larut dalam air, dan ketika pH pada air rendah, kelarutan logam berat akan tinggi, sehingga toksisitas logam berat akan meningkat (Sukoasih *et al.*, 2017). Rendahnya kadar oksigen terlarut (DO) disebabkan oleh banyaknya limbah yang masuk ke dalam perairan sungai (Yayuk & Astuti, 2018). Kadar DO yang rendah dapat menandakan bahwa air tersebut tercemar logam berat, sebaliknya jika kadar DO pada air semakin besar maka menandakan air tersebut mempunyai kualitas yang baik (Ervany *et al.*, 2014).

Kandungan Logam Berat Timbal Pada Daging Ikan Gabus (*Channa striata*)

Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam berat timbal (Pb) pada daging ikan gabus sudah melebihi batas baku mutu kriteria yang ditetapkan yaitu maksimal 0,03 mg/kg (SNI 7387:2009). Logam berat yang terakumulasi dalam tubuh kadarnya akan terus bertambah dalam waktu lama apabila perairan terus tercemar (Darmono, 2001).

Dari tabel dibawah dapat dilihat bahwa sampel ikan yang di ambil di tiga stasiun, untuk stasiun 1 dan 2 hasilnya masih dibawah batas baku mutu, sedangkan pada stasiun 3 yaitu 49,8 mg/kg. Hasil tersebut telah melebihi batas baku mutu kriteria yang ditetapkan. Kandungan Pb dalam ikan gabus tergantung kadar Pb dalam air sungai (Zainuri *et al.*, 2011).

Kadar logam timbal (Pb) pada daging ikan gabus di stasiun 1 dan 2 yang paling rendah karena kandungan Pb airnya rendah (Tabel 2) secara fisiologis ikan menjaga keseimbangan logam dalam tubuhnya dari proses ekskresi, sehingga kandungan logam berat dalam tubuh ikan lebih rendah dari lingkungannya (Pratiwi *et al.*, 2011). Kadar logam timbal (Pb) daging ikan gabus di Stasiun 3 paling tinggi karena kadar Pb pada air sungai juga tinggi (Tabel 3). Tangahu *et al.*, (2011) berpendapat bahwa logam berat juga dapat mempengaruhi biota perairan jika air terkontaminasi logam berat. Hal ini dapat disimpulkan bahwa stasiun 3 merupakan tempat terakumulasinya cemaran timbal dari stasiun 1 dan 2 yang terletak padat penduduk, area perkotaan, maupun kegiatan industri.

Ikan dapat terpajan logam berat timbal (Pb) karena adanya kontak langsung antara air yang mengandung senyawa racun dengan ikan, karena adanya perpindahan zat toksik dari lingkungan perairan ke bagian dalam atau permukaan tubuh ikan (Sahetapy, 2011).

Ikan dapat mengikat logam berat di dalam tubuhnya disebabkan karena kandungan lipid yang ada di dalam tubuh ikan, apabila ikan memiliki lipid lebih tinggi akan cenderung mengikat logam berat daripada ikan yang mengandung lipid sedikit, karena logam berat cenderung berikatan dengan lemak tubuh, semakin banyak lipid dalam tubuh maka semakin besar kemungkinan logam berat akan mengikat dan menumpuk dalam tubuh (Sutarto, 2007).

Bioconcentration Factor Logam Berat Timbal Daging Ikan Gabus (*Channa striata*)

Berdasarkan data BCF yaitu pada stasiun 1, 2 dan 3 yang merupakan parameter untuk mengevaluasi kemampuan organisme dalam mengakumulasi logam berat (Lamai *et al.*, 2005), diperoleh stasiun 3 dikategorikan akumulatif sedang dengan nilai 292,941 L/Kg dan stasiun 1 dan 2 relatif sama di kategorikan akumulatif rendah dengan nilai 0 L/Kg. Dapat disimpulkan bahwa peningkatan kadar Pb ikan dan Pb air berpengaruh terhadap BCF dikarenakan akumulasi dari logam timbal.

Pada Stasiun 3 termasuk dalam kategori akumulatif sedang dikarenakan jenis logam timbal yang *non esensial* dan sangat sulit dimetabolisme tubuh ikan sehingga menyebabkan penumpukan logam timbal di dalam daging ikan (Pradona & Partaya, 2022). Sedangkan pada stasiun 1 dan 2 memiliki tingkat akumulatif rendah dikarenakan beberapa faktor antara lain rendahnya tingkat konsumsi ikan terhadap logam berat, peningkatan laju metabolisme dan pemanfaatan logam berat dalam pembentukan hemoglobin, dan laju ekskresi lebih cepat dibandingkan dengan laju absorpsi (Rosahada *et al.*, 2018). Selain itu pada Stasiun 3 merupakan lokasi pertemuan dua sungai yaitu Sungai Belumai dan Sungai Batu Gingging. Hidayah *et al.*, (2014) menyatakan bahwa tingginya BCF disebabkan karena masuknya air dari beberapa sungai atau yang disebut dengan muara. Muara sungai akan menampung semua buangan limbah dan akan memiliki konsentrasi limbah yang tinggi dibandingkan dengan stasiun lain.

Potensi risiko yang terkait dengan konsumsi daging ikan yang terkontaminasi logam berat timbal dapat menimbulkan dampak serius baik jangka panjang maupun jangka pendek. Risiko jangka pendek yang disebabkan oleh timbal adalah mengakibatkan sakit perut, tekanan darah tinggi, anemia, sakit kepala, kehilangan pendengaran, kehilangan berat badan, sulit tidur, iritasi, kehilangan nafsu makan, otot lemah. Sedangkan bahaya jangka panjang yang disebabkan oleh logam berat timbal adalah dapat menyebabkan kerusakan otak dan ginjal pada orang dewasa serta keguguran pada ibu hamil, penurunan kesuburan pada pria, stroke, kanker, koma dan bahkan kematian (Safitri *et al.*, 2022).

Kesimpulan

Penelitian ini menyimpulkan bahwa kandungan logam berat Timbal (Pb) pada air sungai Belumai Deli Serdang sebesar 0,0517 – 0,1715 mg/L yang melebihi batas baku mutu (PPRI No. 22 Tahun 2021) dan daging ikan gabus (*Channa striata*) sebesar 49,8 mg/kg yang melebihi batas baku mutu (SNI 7387:2009).

Daftar Pustaka

- Agustina, T. (2014). Kontaminasi Logam Berat Pada Makanan Dan Dampaknya Pada Kesehatan. *Teknobuga*, 1(1), 53–65.
- Arkianti, N., Kusuma Dewi, N., & Nana Kariada Tri Martuti. (2019). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan di Sungai Lamat Kabupaten Magelang. *Life Science*, 8(1), 54–63.
- Arvianto, S. E., Satriadi, A., & Handoyo, G. (2016). Pengaruh Arus Terhadap Sebaran Sedimen Tersuspensi Di Muara Sungai Silugonggo Kabupaten Pati. *Jurnal Oseanograf*, 5(1), 116–125.
- Astria, J., & Fitriani, M. (2013). Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Ikan Gabus (*Channa striata*) Pada Berbagai Modifikasi PH Media Air Rawa Yang Diberi Substrat Tanah. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 1(1), 66–75.
- Budiastuti, P., Raharjo, M., & Dewanti, N. A. Y. (2016). Analisis Pencemaran Logam Berat Timbal Di Badan Sungai Babon Kecamatan Genuk Semarang. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 4(5), 119–125.
- BPS Deli Serdang. (2021). *Kecamatan Tanjung Morawa Dalam Angka*.
- BPS Deli Serdang. (2012). *Deli Serdang Dalam Angka*.
- Darmono. (2001). *Lingkungan Hidup dan Pencemaran (Hubungan dengan Toksikologi Senyawa Logam)*. Universitas Indonesia Press.
- Ervany, M., Mahasri, G., Boedi, D., & Rahardja, S. (2014a). Analysis of Heavy Metal Content of Lead (Pb) and Cadmium (Cd) Shell on Green (*Perna viridis* L.) on Water District Ngemboh Gresik East Java. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, 6(1).
- Fisesa, E. D., Setyobudiandi, I., & Krisanti, M. (2014). Kondisi Perairan dan Struktur Komunitas Makrozoobentos di Sungai Belumai Kabupaten Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Depik*, 3(1), 1–9.
- Ginting, T., & Budiulianto, E. (2014). *Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Di Aliran Air Sungai Belumai, Kecamatan Tanjung Morawa (Analysis Of The Content Of Heavy Metals Lead (Pb) And Copper (Cu) In River Water Flow Belumai, District of Tanjung Morawa)*. [Skripsi]. Universitas Sumatera Utara.
- Hardiani, H., Kardiansyah, T., Sugesty A A Balai, S., Pulp, B., Kertas, D., & Raya, J. (2011). Bioremediasi Logam Timbal (Pb) Dalam Tanah Terkontaminasi Limbah Sludge Industri Kertas Proses Deinking. *Jurnal Selulosa* 1(1).
- Hidayah, A. M., Purwanto, & Soeprbowati, T. R. (2014). Biokonsentrasi Faktor Logam Berat Pb, Cd, Cr dan Cu pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) di Karamba Danau Rawa Pening. *BIOMA*, 16(1), 1–9.
- Johari, H.S. (2009). *Analisis Pencemaran Logam Berat Cu, Cd, dan Pb di Perairan Kabupaten Administrasi Kepulauan Seribu Provinsi Jakarta*. Insitut Pertanian Bogor.

- Katipana, D. (2015). Uji Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Kangkung Air (*Ipomea aquatica*) di Kampus UNPATTI Poka. *Jurnal Biopendix*, 1(2), 143–149.
- Lamai, C., Kruatrachue, M., Pokethitiyook, P., Upatham, E. S., & Soonthornsarathool, V. (2005). Toxicity and Accumulation of Lead and Cadmium in the Filamentous Green Alga *Cladophora fracta* (O.F. Muller ex Vahl) Kutzing : A Laboratory Study. *Science Asia*, 31, 121–127.
- Maslukah, L., Yudiati, E., & Sarjito. (2017). Model Adsorpsi Logam Berat Pb, Cu, Dan Zn Sistem Air-Sedimen Muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 9(2), 149–158.
- Murtini, J., & Rosmawaty. (2006). Kandungan Logam Berat Pada Kerang Kepah (*Meritrix meritrix*) Dan Air Laut Di Perairan Banjarmasin. *Jurnal Perikanan*, 8(2), 177–184.
- Novita, Yuliani, & Purnomo, T. (2012). Penyerapan Logam Timbal (Pb) dan Kadar Klorofil *Elodea canadensis* pada Limbah Cair Pabrik Pulp dan Kertas. *LenteraBio*, 1(1), 1–8.
- Nu'man Azis, M., Herawati, T., Anna, Z., & Nurruhwati, I. (2018). Pengaruh Logam Kromium (Cr) Terhadap Histopatologi Organ Insang, Hati dan Daging Ikan Di Sungai Cimanuk Bagian Hulu Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan dan Kelautan* (1).
- Palar, H. (2004). Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat. PT Rineka Cipta: Jakarta.
- Perez-Lopez, A. M. C., Melgar, N., Valinas, & Mear. J. (2003). Assessment Of Heavy Metal Contamination Of Seawater And Marine, *Patella Vulgata* L., From Nothwest Spain. *J. Jurnal of Environmental Science And Health*, 38(12), 2845–2856.
- Prabowo, R., Purwanto, & Sunoko, HR. (2016). Akumulasi Cadmium (Cd) Pada Ikan Wader Merah (*Puntus bramoides*) Di Sungai Kaligarang. *Jurnal MIPA*. 39(1): 1-10.
- Pradona, S. & Partaya. (2022). Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Daging Ikan di Tanjung Mas Semarang. *Life Science* 11 (2). 143-150.
- Pratiwi, Rostika, R., & Dhahiyat, Y. (2011). Pengaruh Tingkat Pemberian Pakan Terhadap Laju Pertumbuhan Dan Deposisi Logam Berat Pada Ikan Nilem Di Karamba Jaring Apung Waduk Ir. H. Djuanda. *Jurnal Akuatika*, 11(2).
- Rosahada, A. D., Budiyono, B., & Dewanti, N. A. Y. (2018). Biokonsentrasi Logam Berat Tembaga (Cu) Dan Pola Konsumsi Ikan Mujair Di Wilayah Danau Rawapening. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 6(6), 1–7.
- Safitri, R., Riswanda, J., & Armanda, F. (2022). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Organ-Organ Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus*) Di Perairan Sungai Musi Kota Palembang Dan Sumbangsihnya Pada Materi Perubahan Lingkungan Kelas X Sma/Ma. *Prosiding Seminar Nasional Pendidikan Biologi*, 94–101.

- Sahetapy, J. M. F. (2011). *Toksisitas Logam Berat Timbal (Pb) Dan Pengaruhnya Pada Konsumsi Oksigen Dan Respon Hematologi Juvenil Ikan Kerapu Macan (Epinephelus fuscoguttatus)*. [Thesis].
- SNI 6989.8:2008. Tentang Cara Uji Timbal (Pb) secara Spektrofotometri Serapan Atom-nyala.
- SNI 2354.5:2011. Tentang Cara Uji Kimia Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Produk Perikanan.
- Sukoasih, A., Widiyanto, T., & Suparmin. (2017). *Hubungan Antara Suhu, Ph Dan Berbagai Variasi Jarak Dengan Kadar Timbal (Pb) Pada Badan Air Sungai Rompong Dan Air Sumur Gali Industri Batik Sokaraja Tengah Tahun 2016*.
- Sutarto, R. I. H. (2007). *Kontaminasi Logam Berat pada Ikan Mas Budidaya Jaring Terapung*. ITB.
- Tangahu, B. V., Sheikh Abdullah, S. R., Basri, H., Idris, M., Anuar, N., & Mukhlisin, M. (2011). A review on heavy metals (As, Pb, and Hg) uptake by plants through phytoremediation. In *International Journal of Chemical Engineering*.
- Umar, R. R., Umboh, J. M. L., & Akili, R. H. (2021). Analisis Kandungan Timbal (Pb) Pada Makanan Jajanan Gorengan Di Pinggiran Jalan Raya Kec. Girian Kota Bitung Tahun 2021. *Jurnal KESMAS*, 10(5), 84–93.
- Widagda, B. L. A., Nurrochmad, F., & Kamulyan, B. (2020). Pengaruh Limbah Rumah Tangga Terhadap Kualitas Air Sungai Gajahwong Code Dan Winongo Di Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Lingkungan Kebumihan Ke-II*, 241–252.
- Yayuk, S. & Astuti, L.P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol 19, No 2. 203-2011.
- Yulianto B, Ario R, & Agung T. (2006). Daya Serap Rumput Laut (*Gracillaria* sp.) Terhadap Logam Berat Tembaga (Cu) Sebagai Biofilter. *Jurnal Ilmu Kelautan*, 11(2), 72–78.
- Zainuri, M., Sudrajat, & Siboro, E. S. (2011). Kadar Logam Berat Pb Pada Ikan Beronang (*Siganus* sp), Lamun, Sedimen Dan Air Di Wilayah Pesisir Kota Bontang-Kalimantan Timur. *Jurnal Kelautan*, 4(2), 102–118.