

**KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb), TEMBAGA (Cu) DAN KADMIUM
(Cd) PADA IKAN BAJI-BAJI *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) YANG
DIDARATKAN DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI LEMPASING,
LAMPUNG**

SKRIPSI

Oleh

**ELVIRA AGNES SOPHIA
1814201037**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

ABSTRAK

KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb), TEMBAGA (Cu) DAN KADMIUM (Cd) PADA IKAN BAJI-BAJI *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) YANG DIDARATKAN DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI LEMPASING, LAMPUNG

Oleh

ELVIRA AGNES SOPHIA

Ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Lempasing merupakan salah satu komoditas yang strategis untuk memenuhi kebutuhan protein yang relatif murah. Masyarakat sekitar PPP Lempasing banyak yang menggunakan daging ikan baji-baji sebagai bahan utama pembuatan panganan berbahan dasar ikan (*fishcake*), namun diduga telah terjadi pencemaran logam berat di Teluk Lampung akibat dari buangan limbah industri dan aktivitas kapal. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) pada daging ikan baji-baji *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) yang didaratkan di PPP Lempasing. Daging ikan baji-baji telah diteliti kandungan logam Pb, Cu, dan Cd menggunakan MP-AES kemudian hasilnya dibandingkan dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) dan World Health Organization (WHO). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam Pb ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) yang didaratkan di PPP Lempasing melebihi nilai batas maksimum sesuai dengan SNI, sedangkan kandungan logam Cd masih berada di bawah batas maksimum sesuai dengan SNI, dan kandungan logam Cu berada dalam batas aman yang sesuai dengan peraturan WHO. Menimbang kandungan Pb yang telah melebihi batas maksimum maka ikan baji-baji perlu dipertimbangkan untuk dikonsumsi dalam jumlah yang banyak dan jangka waktu yang lama.

Kata Kunci: *logam berat, ikan baji-baji, pencemaran*

ABSTRACT

HEAVY METAL CONCENTRATION OF LEAD (Pb), COPPER (Cu) AND KADMIUM (Cd) IN ROUGH FLATHEAD FISH *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) LANDED AT LEMPASING FISHING PORT, LAMPUNG

By

ELVIRA AGNES SOPHIA

Rough flathead fish (*Grammoplites scaber*) is one of the fish landed at the Lempasing Coastal Fishing Port (PPP Lempasing). This fish is one of the strategic commodities whose price is relatively cheap. The community around PPP Lempasing uses rough flathead fish meat as the main ingredient for making fishcake. The objective of this study was to evaluate the concentration of heavy metals lead (Pb), copper (Cu), and kadmium (Cd) in the meat of wedgefish (*Grammoplites scaber*) (Linnaeus, 1758) landed at PPP Lempasing. The meat of rough flathead fish has been investigated for concentration of Pb, Cu, and Cd using MP-AES then the results with SNI and WHO. The results showed that the concentration of Pb in rough flathead fish landed at PPP Lempasing exceeded the maximum limit according to SNI, while the concentration of Cd was below the maximum limit of SNI, and the concentration of Cu was still within safe limits according to WHO. Considering that the concentration of Pb exceeds the maximum limit, rough flathead fish should be considered for consumption in large quantities and over a long period of time.

Key words: heavy metals, pollution, wedgefish

**KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (Pb), TEMBAGA (Cu) DAN KADMIUM
(Cd) PADA IKAN BAJI-BAJI *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) YANG
DIDARATKAN DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI LEMPASING,
LAMPUNG**

Oleh

Elvira Agnes Sophia

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA PERIKANAN**

Pada

**Jurusan Perikanan dan Kelautan
Fakultas Pertanian**



**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2023**

Judul : **KANDUNGAN LOGAM TIMBAL (PB), TEMBAGA (CU), DAN KADMIUM (CD) PADA IKAN BAJI-BAJI *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) YANG DIDARAT-KAN DI PELABUHAN PERIKANAN PANTAI LEMPASING, LAMPUNG.**

Nama : Elvira Agnes Sophia

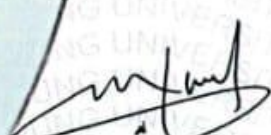
NPM : 1814201037

Jurusan : Perikanan dan Kelautan


Fakultas : Pertanian




Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si.
NIP. 197901182002121002


Maulid Wahid Yusup, S.Pi., M.Si.
NIP. 198512232020121008

2. Ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan


Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.
NIP. 197008151999031001

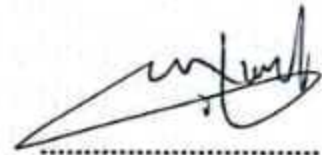
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

Ketua : Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si.



Sekretaris : Maulid Wahid Yusuf, S.Pi., M.Si.



Anggota : Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Irwan Sukri Banuwa, M. Si.
NIP. 196110201986031002

Tanggal lulus ujian skripsi: 17 April 2023

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Saya yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Elvira Agnes Sophia

NPM : 1814201037

Judul Skripsi : Kandungan Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) pada Ikan Baji-Baji *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai Lempasing, Lampung.

Menyatakan bahwa skripsi yang saya buat ini merupakan hasil karya saya sendiri berdasarkan pengetahuan, data, dan literatur dari penelitian serupa yang saya dapatkan. Karya ini belum pernah dipublikasikan sebelumnya dan bukan hasil plagiat dari hasil karya orang lain.

Demikian pernyataan ini saya buat, apabila di kemudian hari terbukti ditemukan kecurangan dalam karya ini, maka saya siap bertanggung jawab.

Bandar Lampung, 16 Agustus 2023



Elvira Agnes Sophia

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Jakarta pada tanggal 19 Februari 1999, sebagai anak ketiga dari empat bersaudara dari Bapak Agung Afrianto dan Ibu Elsyse Hendrawati. Penulis pernah menempuh pendidikan dasar di SDN 03 Jakarta Barat, DKI Jakarta dan diselesaikan pada tahun 2010. Dan di lanjutkan ke pendidikan menengah pertama di SMPN 2 Solear, Kabupaten Tangerang diselesaikan pada tahun 2013, dan pendidikan menengah atas di SMAN 6 Kabupaten Tangerang, Banten diselesaikan pada tahun 2016. Penulis kemudian melanjutkan pendidikan ke jenjang perguruan tinggi di Program Studi Sumber Daya Akuatik, Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung pada tahun 2018 dan diselesaikan pada tahun 2022.

Selama menjadi mahasiswa penulis aktif pada organisasi Himpunan Mahasiswa Perikanan dan Kelautan (Himapik) FP Unila tahun sebagai bendahara Bidang Kewirausahaan periode 2019/2020, dan menjadi anggota Himpunan Mahasiswa Banten (HMB) periode 2018/2019

Penulis telah melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Karawaci, Kota Tangerang, Banten pada tahun 2021. Penulis juga telah melaksanakan Praktik Umum di PT.Global Opye Hatchery, Rajabasa, Lampung Selatan pada tahun 2021. Penulis melakukan penelitian di Pelabuhan Perikanan Pantai Lempasing, Lampung dengan judul “Kandungan Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) pada Ikan Baji-Baji *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai Lempasing, Lampung”.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmanirrahim

Alhamdulillah atas segala berkat, rahmat, kemudahan, serta izin yang Allah berikan, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Kepada kedua orang tuaku dengan penuh rasa cinta, kasih dan sayang tiada ujung kupersembahkan imbuhan kecil di belakang namaku untukmu.

Orang tua tercinta yakni, Bapak Agung Afrianto dan Ibu Elsyé Hendrawati, yang tiada henti selalu mendoakan yang terbaik, tak bosan untuk selalu memotivasi juga menasehati serta memberikan dukungan yang begitu besar kepada penulis hingga dengan lancar dapat menyelesaikan pendidikan di Universitas Lampung

Kakakku tersayang, Ferdy Septian Eldiansyah dan Galih Satria Mahardika, dan adikku tersayang Davin Julian Hermes yang selalu memberikan semangat dan dukungannya. Teman-teman seperjuangan Jurusan Perikanan dan Kelautan 2018, khususnya Program Studi Sumberdaya Akuatik 2018 yang saya sayangi, dan umumnya untuk teman semua yang tak dapat saya sebutkan namanya satu per satu, yang selalu memberikan motivasi serta semangat juang untuk penulis.

Serta

Almamater tercinta, Universitas Lampung.

MOTTO HIDUP

“Wahai hamba-hamba-Ku yang melampaui batas (dengan menzalimi) dirinya sendiri, janganlah berputus asa dari rahmat Allah. Sesungguhnya Allah mengampuni dosa semuanya. Sesungguhnya Dialah Yang Maha Pengampun lagi Maha Penyayang. “
(QS. Az-Zumar : 53)

“Dan lupakan mereka yang membuat kamu sakit dan sedih“
(QS. At-Taubah : 20)

“Ketika kamu sudah mulai menjauh dari-Ku maka Aku akan berlari jika kamu memanggil nama-Ku“
(QS: Al-Baqarah :156)

“Dan bersabarlah sesungguhnya janjiku adalah benar”
(QS. Ar-Rum : 60)

SANWACANA

Puji syukur kepada Allah SWT yang telah memberikan karunia-Nya, kesehatan, kelimpahan rahmat, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan skripsi dengan judul “Kandungan Logam Timbal (Pb), Tembaga (Cu), dan Kadmium (Cd) pada Ikan Baji-Baji *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) yang Didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai Lempasing, Lampung”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Perikanan (S.Pi) di Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Skripsi ini tidak lepas dari bantuan, bimbingan, dan saran dari berbagai pihak, maka penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Prof. Dr. Ir. Irwan Sukri Banuwa, M.Si., selaku Dekan Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.
2. Dr. Indra Gumay Yudha, S.Pi., M.Si., selaku ketua Jurusan Perikanan dan Kelautan, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung, dan penguji yang telah membimbing, memberikan banyak ilmu, masukan, dan waktunya serta saran-saran dalam proses penyelesaian skripsi.
3. Dr. Qadar Hasani, S.Pi., M.Si., selaku pembimbing utama yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, masukan dan waktunya untuk selalu membimbing penulis dalam proses penyelesaian skripsi.
4. Maulid Wahid Yusuf, S.Pi., M.Si., selaku pembimbing kedua yang telah memberikan banyak ilmu, arahan, masukan dan waktunya untuk selalu membimbing penulis dalam proses penyelesaian skripsi.
5. Ayah dan Ibu yang senantiasa memberikan semangat, dukungan, serta doa yang tak pernah putus demi kelancaran penulis.
6. Kakakku, Ferdy Septian Eldiansyah, dan Galih Satria Mahardika, serta

- adikku Davin Julian Hermes yang selalu memberi semangat, dan mendoakan.
7. Septian Mulya Pratama, yang selalu menemani dan memberikan semangat sejak awal skripsi ini dibuat.
 8. Desma, Dhea, Evi, Rina, Hanny, Eri, dan Dynda yang telah membantu terlaksananya pengambilan data penelitian.
 9. Teman-teman seperjuangan Perikanan dan Kelautan angkatan 2018, khususnya teman-teman di Program Studi Sumberdaya Akuatik 2018 yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kebersamaannya, bantuan, dan dukungan selama menuntut ilmu bersama.

Akhir kata dengan penuh kerendahan hati, penulis memohon maaf apabila masih terdapat kekurangan dalam penulisan skripsi, akan tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi yang membaca maupun bagi penulis untuk mengembangkan dan mengamalkan ilmu yang telah diperoleh.

Bandar Lampung, 16 Agustus 2023
Penulis,

Elvira Agnes Sophia

DAFTAR ISI

	Halaman
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
DAFTAR LAMPIRAN.....	ix
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Kerangka Pikir.....	4
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Tinjauan Umum Ikan Baji-baji <i>Grammoplites scaber</i> (Linneaus, 1875).....	6
2.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Baji-Baji.....	8
2.3 Logam Berat.....	8
2.4 Cemaran Logam pada Daging Ikan.....	10
2.5 Tinjauan Umum Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd).....	12
2.5.1 Logam timbal (Pb).....	12
2.5.2 Logam kadmium (Cd).....	14
2.5.3 Logam Tembaga (Cu).....	15
III. METODE PENELITIAN.....	17
3.1 Waktu dan Tempat.....	17
3.2 Alat dan Bahan.....	18
3.3 Metode Penelitian.....	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Pengambilan sampel.....	19
3.4.2 Persiapan Bahan Uji.....	19
3.4.3 Analisis Logam Berat Pb, Cd, dan Cu.....	19
3.5 Analisis Data.....	20
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	21
4.1 Kondisi Lapangan.....	21

4.2 Kandungan Logam Timbal (Pb) pada Daging Ikan Baji-baji	22
4.3 Kandungan Logam Kadmium (Cd) pada Ikan Baji-Baji.....	24
4.4 Kandungan Logam Tembaga (Cu) pada Ikan Baji-Baji.....	26
4.5 Perbandingan Rata-Rata Konsentrasi Logam Pb, Cd, dan Cu pada Daging Ikan Baji-Baji.....	27
V. KESIMPULAN DAN SARAN.....	31
5.1 Kesimpulan.....	31
5.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	33
LAMPIRAN.....	42

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Batasan kadar logam berat Pb pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, berdasarkan SNI No 7387 Tahun 2009	13
2. Batasan kadar logam berat Cd pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, berdasarkan SNI No 7387 Tahun 2009.	15
3. Batasan kadar logam berat Cu pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, berdasarkan WHO 2004).....	16
4. Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini	18
5. Konsentrasi logam berat timbal (Pb) pada daging ikan baji-baji.....	22
6. Konsentrasi logam berat kadmium (Cd) pada daging ikan baji-baji	25
7. Konsentrasi logam berat tembaga (Cu) pada daging ikan baji-baji	26

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Kerangka pemikiran penelitian	5
2. Ikan baji-baji (<i>Grammoplites scaber</i>) (Froese dan Pauly, 2022).....	6
3. Peta lokasi peneltian	17
4. Grafik rata-rata logam timbal (Pb), kadmium (Cd), dan tembaga (Cu).....	28
5. Pengukuran panjang dan berat ikan baji-baji	46
5. Pengukuran panjang dan berat ikan baji-baji (lanjutan)	47
6. Kondisi PPP Lempasing saat pengambilan sampel (dini hari pukul 03.00 WIB)	48

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Hasil perhitungan rata-rata dan standar deviasi sampel.....	43
2. Hasil pengukuran kadar logam di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung (lanjutan)	45
3. Dokumentasi panjang dan berat ikan baji-baji.....	46
3. Dokumentasi panjang dan berat ikan baji-baji (lanjutan)	47
4. Dokumentasi pedagang dan kondisi lapangan	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) merupakan salah satu ikan yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Lempasing, Lampung. Ikan baji-baji termasuk ke dalam family Platycephalidae. Menurut Douglas (1981), ikan dari family Platycephalidae mempunyai kemampuan menyembunyikan diri di dasar perairan dan mampu mengubah pola warna tubuh. Ikan baji-baji merupakan ikan yang hidupnya hanya menetap di dasar perairan dengan mobilitas yang rendah. Sebagai ikan *flathead*, ikan baji-baji memiliki kepala yang datar, mulut di bagian bawah, dan gigi yang runcing ke dalam. Ikan ini banyak ditemui di kawasan perairan yang dangkal dan berlumpur. Ikan ini tersebar di bagian timur Samudera Hindia mulai Teluk Bengal dan Teluk Thailand, selatan sampai utara Australia. Ikan baji-baji merupakan salah satu tangkapan sampingan nelayan oleh jaring insang (Muskita *et al.*, 2022).

Ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) merupakan salah satu komoditas yang strategis untuk memenuhi kebutuhan protein dengan harga yang relatif murah. Karena harganya yang relatif murah, masyarakat sekitar PPP Lempasing banyak yang menjadikan daging ikan baji-baji sebagai bahan utama pembuatan *fishcake*, seperti pembuatan pempek, otak-otak, tekwan, dan lain-lain. Ikan baji-baji memiliki kandungan protein sebesar 15%, lemak 6%, dan kadar air sebesar 64% (Diana *et al.*, 2020).

Pelabuhan Perikanan Pantai Lempasing merupakan pelabuhan yang cukup besar di Provinsi Lampung dan memiliki potensi dalam mendistribusikan hasil tangkapan. PPP Lempasing memegang peranan penting dalam menunjang perkembangan usaha perikanan terutama penangkapan ikan yang semakin berkembang. Hasil tangkapan yang didaratkan di PPP Lempasing tidak hanya berasal dari nelayan setempat yang beroperasi di sekitar Teluk Lampung tetapi juga berasal dari nelayan-nelayan daerah lain (Andri *et al.*, 2018).

Berbagai aktivitas manusia di PPP Lempasing dan di sekitarnya dapat mengakibatkan dampak negatif bagi perairan. Salah satu aktivitas yang mengakibatkan pencemaran laut adalah aktivitas penangkapan dan limbah industri. Limbah yang dihasilkan dari aktivitas tersebut salah satunya yaitu logam. Pencemaran logam menimbulkan dampak buruk bagi biota perairan maupun manusia. Beberapa kajian tentang pencemaran logam di wilayah pesisir Kota Bandar Lampung telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Kandungan logam berat Pb dan Cu pada sedimen dan kerang darah di perairan Pulau Pasaran telah melebihi baku mutu (Rahmah, 2019), kandungan Cu di perairan Teluk Lampung masih memenuhi standar baku mutu namun telah melewati standar baku mutu untuk logam Pb telah melebihi baku mutu (Permata, 2018), sedangkan kandungan logam Cd dan Pb pada perairan Teluk Ratai telah melebihi batas baku mutu (Larasati, 2021).

Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul yang tinggi dan termasuk polutan yang dapat mengganggu kehidupan makhluk hidup. Bahkan beberapa jenis logam berat dalam kadar yang rendah sudah beracun untuk manusia, hewan, dan tumbuhan (Hadi, 2022). Logam berat semakin lama akan mengendap ke dasar perairan dan mengalami sedimentasi. Hal tersebut dapat menyebabkan ikan yang berada di dasar perairan memiliki resiko yang besar untuk terkontaminasi logam (Triantoro *et al.*, 2018). Pencemaran logam berat dapat merubah sistem komunitas perairan, jaringan makanan, tingkah laku, efek fisiologi, dan genetik (Fadhlan, 2016).

Ikan baji-baji dapat dijadikan salah satu indikator adanya kandungan logam di dalam suatu perairan, karena sifat ikan baji-baji yang tidak bermigrasi dapat dijadikan suatu indikator. Pernyataan tersebut didukung oleh penelitian Ayling *et al.* (1975), bahwa ikan berkepala pipih (*family* Platycheilidae) mungkin merupakan spesies indikator yang cocok untuk sumber polusi di perairan. Keyakinan ini didasarkan pada fakta bahwa total kandungan merkuri pada penelitian tersebut sangat bervariasi. Ikan baji-baji tidak bermigrasi dan hal tersebut merupakan suatu persyaratan penting untuk spesies indikator. Terkait pertimbangan akan masalah tersebut, maka perlu dilakukannya evaluasi kandungan logam timbal (Pb), kadmium (Cd), dan tembaga (Cu) pada daging ikan baji-baji aman untuk dikonsumsi oleh masyarakat agar hal tersebut dapat menjadi edukasi untuk masyarakat sekitar PPP Lempasing dan pemerintah.

1.2 Rumusan Masalah

Logam berat jenis timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) merupakan suatu masalah yang dapat mengganggu kesehatan terutama jika dikonsumsi. Perairan Teluk Lampung merupakan lokasi penangkapan ikan dengan berbagai jenis alat tangkap. Berbagai jenis ikan banyak ditangkap di area Teluk Lampung. Akibat dari tingginya aktivitas penangkapan dan limbah industri di perairan Teluk Lampung menyebabkan perairan tersebut telah tercemar logam berat. Pencemaran tersebut terjadi akibat sisa pembakaran BBM kapal melalui asap yang masuk ke dalam perairan. Logam berat yang berada di perairan Teluk Lampung tentunya akan berdampak pada ikan yang berada di dalamnya, terutama ikan yang memiliki mobilitas rendah, seperti ikan baji-baji. Ikan baji-baji merupakan ikan yang didaratkan di PPP Lempasing. Ikan baji-baji telah lama dijadikan bahan utama pembuatan *fishcake* oleh masyarakat sekitar PPP Lempasing. Karena diduga telah terjadi pencemaran logam berat yang berhubungan langsung dengan ikan konsumsi, yaitu ikan baji-baji, maka hal tersebut perlu diwaspadai mengingat logam berat dapat menimbulkan dampak yang buruk jika dikonsumsi dalam jangka panjang, oleh karena itu, perlu dilakukan analisis untuk mengetahui besaran kandungan logam Pb, Cu dan Cd pada daging ikan baji-baji yang didaratkan di PPP Lempasing.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) pada ikan baji-baji *Grammoplites scaber* (Linnaeus, 1758) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Lempasing.

1.4 Manfaat Penelitian

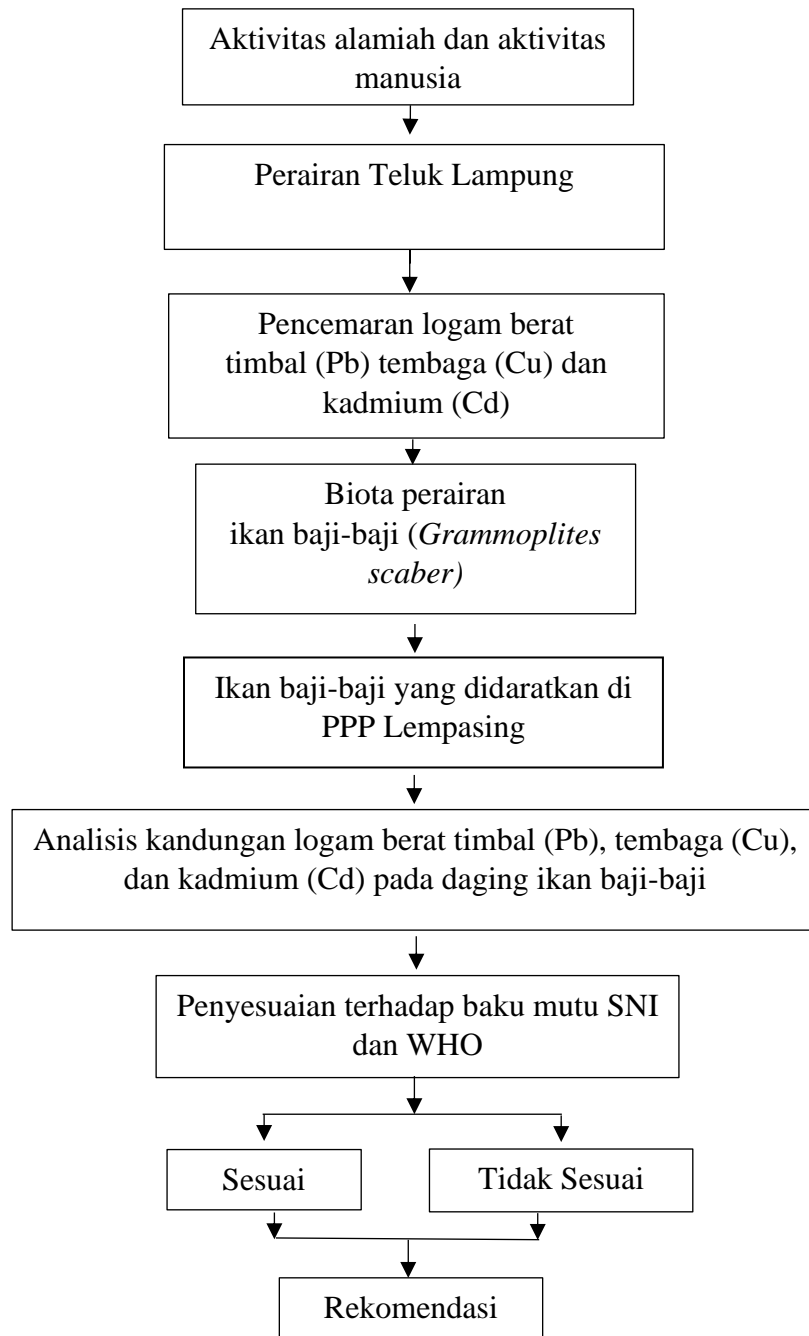
Manfaat yang diperoleh dari penelitian adalah

1. Memberikan informasi mengenai kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) pada daging ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Lempasing.
2. Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi pemerintah dan masyarakat, terkait kelayakan pemanfaatan ikan baji-baji sebagai bahan baku pangan berbasis ikan.
3. Dapat dijadikan acuan untuk penelitian selanjutnya yang memiliki relevansi dengan penelitian ini.

1.5 Kerangka Pikir

Masuknya logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) ke dalam perairan di kapal nelayan dan limbah industri bisa berasal dari dua sumber yaitu, aktivitas kapal nelayan dan limbah industri sehingga dapat mengontaminasi ikan, termasuk ikan baji-baji yang merupakan ikan dasar dan menetap. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kandungan logam berat Pb, Cu, dan Cd dalam daging ikan baji-baji *Grammoplites scaber* yang didaratkan di PPP Lempasing.

Masyarakat banyak memanfaatkan ikan baji-baji sebagai ikan konsumsi dan menjadi salah satu komoditi yang memiliki nilai ekonomis di daerah tersebut. Oleh karena itu, maka perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui sejauh mana kontaminasi logam berat Pb, Cu, dan Cd dalam daging ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) mengingat ikan tersebut menjadi ikan konsumsi bagi masyarakat.



Gambar 1. Kerangka pemikiran penelitian

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Umum Ikan Baji-baji *Grammoplites scaber* (Linneaus, 1875)

Menurut Froese dan Pauly (2022), taksonomi ikan baji-baji diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom : Animalia
Filum : Chordata
Kelas : Actinopterygii
Ordo : Scorpaeniformes
Famili : Platycephalidae
Genus : *Grammoplites*
Spesies : *Grammoplites scaber*

Adapun gambar ikan baji-baji disajikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) (Froese dan Pauly, 2022)

Nama umum Ikan baji-baji adalah rough flathead fish, sedangkan nama lokal ikan baji-baji menurut Weber dan Beaufort (1962), adalah mutu kekau (Indonesia), tekeh (Jawa),

mutu kerbau (Jawa Barat), baji-baji (Jakarta, Sulawesi Selatan), petok (Jawa Tengah), pahat (Jawa Timur), mangada, paha-paha (Madura), badukan (Sumatera bagian Timur). Spesies dari *family* platycephalidae (*flatheads*) ini tersebar luas di daerah tropis dan perairan laut subtropis (Melody *et al.*, 2013) dan merupakan ikan yang mendiami perairan dasar. Ikan baji-baji mempunyai bentuk kepala dan bentuk tubuh picak, memanjang serta bagian tubuh yang datar. Seluruh sisik ikan mempunyai duri yang tajam yang terdapat di bagian *linea lateralis*. Pada bagian supraorbital juga ditemukan duri tajam yang terletak di depan mata kurang lebih berjumlah >1 (Andriano *et al.*, 2017).

Seperti pada umumnya ikan baji-baji mempunyai bentuk tubuh kombinasi, tubuh dan ekor pada bagian atas tertutup sisik ktenoid yang kecil dan sisik sikloid pada bagian bawah yang datar. Semua sisik pada *linea lateralis* merupakan duri yang tajam. Ciri-ciri siripnya adalah sirip keras dorsal 9, sirip lunak anal 12, sirip keras pektoral 1 dengan sirip lunak 10 dan sirip keras ventral 1 dengan sirip lunak 5. Ikan baji-baji mempunyai satu atau lebih duri tajam pada supraorbital di depan mata. Ikan baji-baji mempunyai duri pendek pada dasar preoperculum dan dua duri yang lebih pendek bawahnya. Warna bagian atas tubuh coklat gelap dan berwarna lebih muda di bagian bawah tubuhnya (Shinkafi dan Ipinjolu, 2012).

Ikan baji-baji (*Grammoplites scaber*) adalah salah satu komoditas ikan yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan protein yang relatif murah. Namun demikian, ikan baji-baji belum banyak digunakan oleh masyarakat sebagai bahan utama *fish cake*. Masyarakat lebih banyak menggunakan ikan tenggiri dan daging ikan putih lainnya. Padahal ikan baji-baji memiliki kandungan gizi yang tinggi dan protein yang lengkap dan penting untuk tubuh. Dengan demikian penggunaan ikan baji-baji sebagai sumber produk makanan perlu dilakukan. Ikan baji-baji dapat digunakan oleh masyarakat dengan mengubahnya menjadi produk makanan setengah mentah atau bentuk olahan (White *et al.*, 2013).

2.2 Habitat dan Penyebaran Ikan Baji-Baji

Ikan baji-baji memiliki penyebaran yang cukup luas, dari bagian timur Samudera Hindia mulai Teluk Bengal dan Teluk Thailand, serta bagian selatan sampai utara Australia. Ikan baji-baji ditemukan di Vietnam secara meluas di daerah estuari. Ikan jenis *platycephalidae* ini penyebarannya meliputi daerah Indo Pasifik Barat yaitu Laut Arabian Selatan dan Pantai Bengal sampai Malaysia, Indonesia, dan Teluk Thailand. Di Indonesia penyebaran ikan ini meliputi daerah Sumatera (Padang, Pariaman, Sibolga, muara Sungai Rokan); Kalimantan (Serawak, muara Sungai Kapuas); Madura; Sulawesi (Makassar); Laut Arafura dan Kepulauan Sulu (Wagiyo *et al.*, 2019). Ikan berkepala datar ini mudah ditemui di kawasan perairan dangkal dan berlumpur (Khoncara *at al.*, 2018).

Selain mendiami perairan pantai, ikan baji-baji banyak ditemukan di perairan hutan mangrove, muara sungai, estuaria, teluk, dan laut. Distribusi ikan baji-baji famili *platycephalidae* di Indonesia meliputi Desa Pabean Ilir (Indramayu) (Descasari, 2016), Pantai Mayangan (Probolinggo) (Yuniarti *et al.*, 2005), Tanjung Merah (Lampung) (Manik, 2007), Tanjung Tiram (Ambon) (Latuconsina *et al.*, 2012), dan Teluk Bintuni (Papua Barat) (Simanjuntak *et al.*, 2011).

2.3 Logam Berat

Logam berat adalah unsur alami dari kerak bumi. Logam yang stabil dan tidak bisa rusak atau hancur, oleh karena itu cenderung menumpuk dalam tanah dan sedimen. Banyak istilah logam berat telah diajukan, berdasarkan kepadatan, nomor atom, berat atom, sifat kimia atau racun (Wandi *et al.*, 2021).

Logam berat adalah istilah umum untuk unsur logam yang memiliki atom lebih tinggi dari 40,04 (massa atom Ca). Logam berat masuk ke lingkungan dengan cara alami dan antropogenik. Sumber tersebut meliputi: alami pelapukan kerak bumi, pertambangan, erosi tanah, pembuangan industri, limpasan perkotaan, limbah cair, agen pengendali hama atau penyakit yang diterapkan pada tanaman, dampak polusi udara, dan lain-lain (Harmesa *et al.*, 2020).

Logam berat merupakan salah satu jenis polutan yang paling umum dijumpai di lingkungan perairan (Kamarati *et al.*, 2018). Logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan dari organisme satu ke organisme lain melalui rantai makanan (Wulansari *et al.*, 2018). Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh biota laut melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernafasan (insang), saluran pencernaan (usus, hati, ginjal) maupun penetrasi melalui kulit. Jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat tersebut dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu, dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni tubuh makhluk hidup (Nursagita *et al.*, 2021).

Beberapa dari logam berat bersifat racun terhadap organisme akuatik bahkan pada konsentrasi yang sangat rendah sekalipun, sedangkan yang lain penting secara biologis, namun menjadi racun pada konsentrasi yang relatif tinggi. Logam berat akan terakumulasi dalam jaringan ikan dan ketika dikonsumsi manusia maka dapat memengaruhi kesehatan manusia, karena itu penting untuk mengetahui kadar logam berat pada daging ikan serta Standar Nasional Indonesia (SNI) yang aman untuk dikonsumsi sehingga tidak berbahaya bagi kesehatan manusia (Edward, 2019). Ikan memiliki kemampuan mengakumulasi logam berat di jaringan mereka dengan penyerapan di sepanjang permukaan insang dan ginjal, hati dan dinding saluran usus ke tingkat yang lebih tinggi daripada konsentrasi lingkungan (Annabi *et al.*, 2015).

Tingginya kandungan logam berat di suatu perairan dapat menyebabkan kontaminasi, akumulasi, bahkan pencemaran terhadap lingkungan seperti biota, sedimen, air dan sebagainya. Berdasarkan kegunaannya, logam berat dapat dibedakan atas dua golongan, yaitu (Azzahra *et al.*, 2020):

1. Golongan yang dalam konsentrasi tertentu berfungsi sebagai mikronutrien yang bermanfaat bagi kehidupan organisme perairan, seperti seng (Zn), besi (Fe), tembaga (Cu), kobalt (Co).
2. Golongan yang sama sekali belum diketahui manfaatnya bagi organisme perairan, seperti raksa (Hg), kadmium (Cd), dan timbal (Pb).

Selanjutnya Koniyo (2020), menyatakan bahwa senyawa logam berat banyak digunakan untuk kegiatan industri sebagai bahan baku, katalisator, biosida, maupun sebagai aditif. Limbah yang mengandung logam berat ini akan terbawa oleh sungai dan karenanya limbah industri merupakan sumber pencemar logam berat yang potensial bagi pencemaran laut. Dalam perairan, logam-logam ditemukan dalam bentuk (Karim *et al.*, 2017):

1. Terlarut, yaitu ion logam bebas air dan logam yang membentuk kompleks dengan senyawa organik dan anorganik.
2. Tidak terlarut, terdiri dari partikel yang berbentuk koloid dan senyawa kompleks metal yang terabsorpsi pada zat tersuspensi.

Limbah industri merupakan sumber pencemaran yang potensial bagi perairan laut. Sebagai contoh adalah pencemaran Hg (raksa) di Jepang yang terkenal dengan tragedi minamata. Industri kimia yang beroperasi di sekitar Teluk Minamata ini membuang limbah yang mengandung merkuri ke perairan teluk. Ibu-ibu yang mengonsumsi makanan laut (*sea food*) yang diperoleh dari Teluk Minamata yang tercemar oleh merkuri melahirkan anak-anak cacat bawaan. Selain itu, kasus keracunan kadmium juga terjadi di Jepang yang terkenal dengan penyakit itai-itai dengan gejala sakit pada tulang dan keroposnya tulang (Effendi, 2000).

Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd), merupakan zat pencemar yang berbahaya karena memiliki sifat tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan, dan tubuh organisme (Endang, 2015). Afinitasnya yang tinggi menyebabkan logam ini menyerang ikatan dalam enzim, sehingga enzim yang bersangkutan menjadi tidak aktif

2.4 Cemarkan Logam pada Daging Ikan

Ikan adalah salah satu jenis organisme akuatik yang dapat bergerak dengan cepat di dalam air dan menetap di dasar perairan. Ikan yang bisa berenang dengan cepat memiliki kemampuan untuk menghindari efek polusi. Namun ikan yang hidup di dasar

perairan dan habitatnya terbatas seperti di sungai, danau, dan teluk sulit lepas dari pengaruh pencemaran (Mardani *et al.*, 2018). Menurut Haryanti *et al.* (2020), kadar logam berat pada ikan berkaitan erat dengan pembuangan limbah industri di sekitar habitat ikan, seperti sungai, danau, dan laut. Pencemaran logam dapat menginfeksi manusia dan menyebabkan penyakit, karena kelebihan unsur dalam tubuh akan menyebabkan detoksifikasi, sehingga berbahaya bagi manusia (Izza H, 2017).

Logam berat yang terlarut dalam air pada konsentrasi tertentu akan berubah fungsi menjadi racun yang akan memberi pengaruh bagi biota yang menelannya. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya bisa menjadikan kehancuran pada tatanan ekosistem. Beberapa faktor yang memengaruhi daya racun logam yang terlarut dalam perairan (Jaishankar *et al.*, 2014) adalah:

1. bentuk logam dalam air,
2. keberadaan logam lain
3. fisiologis dari biota

Keberadaan logam berat dalam perairan dapat berpengaruh negatif terhadap kehidupan biota. Logam berat yang terikat dalam tubuh organisme dapat memengaruhi aktivitas organisme tersebut. Menurut Hamdan (2022), logam berat dapat terakumulasi dalam tubuh ikan melalui beberapa jalan antara lain pernafasan (respirasi), saluran makanan (biomagnifikasi), dan melalui kulit (difusi). Dalam tubuh hewan, logam diabsorpsi oleh darah, lalu berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh (Berniyanti, 2020).

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat dapat dibagi dua jenis. Pertama, logam berat esensial, yaitu logam yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah seng (Zn), nikel (Ni), tembaga (Cu), besi (Fe), kobalt (Co), mangan (Mn), dan lain sebagainya. Jenis kedua, yaitu

logam berat tidak esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui manfaatnya atau bahkan dapat bersifat racun, seperti raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), kromium (Cr), dan lain-lain (Irhamni *et al.*, 2017).

Hayati *et al.* (2014), mengatakan bahwa terdapat beberapa pengaruh toksisitas logam pada ikan. Pertama, pengaruh toksisitas logam pada insang. Insang selain sebagai alat pernapasan ikan, juga digunakan sebagai alat pengatur tekanan antara air dan dalam tubuh ikan (osmoregulasi). Oleh sebab itu, insang merupakan organ yang penting pada ikan dan sangat peka terhadap pengaruh toksisitas logam. Kedua, pengaruh toksisitas logam pada alat pencernaan. Toksisitas logam dalam saluran pencernaan terjadi melalui pakan yang terkontaminasi logam. Toksisitas logam pada saluran pencernaan juga dapat terjadi melalui air yang mengandung dosis toksik logam. Ketiga, pengaruh logam pada ginjal ikan. Ginjal ikan berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresikan bahan yang biasanya tidak dibutuhkan tubuh, termasuk bahan racun seperti logam berat. Hal ini menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan akibat daya toksik logam.

Fadillah *et al.* (2017), menyebutkan bahwa akumulasi logam pada ikan dapat berlangsung akibat adanya kontak antara media yang terkontaminasi logam dengan ikan. Kontak terjadi dengan adanya pemindahan zat kimia dari lingkungan air ke dalam atau permukaan tubuh ikan. Sifat ikan berupa depurasi yaitu proses ekskresi logam berat pada ikan juga dipengaruhi oleh kondisi wilayah dimana jumlah konsentrasi logam berat dalam tubuh ikan dapat dipengaruhi oleh media air (Aslin, 2012).

2.5 Tinjauan Umum Logam Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd)

2.5.1 Logam Timbal (Pb)

Timbal (Pb) adalah logam yang sangat populer dan banyak digunakan serta diketahui oleh masyarakat umum. Hal ini disebabkan banyaknya Pb yang digunakan dalam industri nonmakanan dan menyebabkan keracunan paling banyak pada makhluk hidup. Pb merupakan jenis logam lunak dan berwarna coklat kehitaman dan mudah dimurnikan dari penambangan (Syahidin, 2016). Pb memiliki manfaat yang besar bagi ke-

sejahteraan hidup manusia jika dikelola dengan bijak. Pb memiliki manfaat dalam kehidupan, yaitu dapat digunakan pada baterai dimana baterai ini banyak digunakan motor, yang digunakan sebagai pewarna dalam keramik terutama untuk warna kuning dan merah, industri plastik PVC untuk penutupan kabel listrik, dan banyak kegunaan lainnya

Pb merupakan logam yang bersifat neurotoksin. Logam ini dapat masuk dan terakumulasi dalam tubuh manusia atau hewan. Pb merupakan zat yang tidak penting bahkan beracun sekalipun dalam konsentrasi rendah (Soegianto, 2023). Penyerapan timbal dalam tubuh sangat lambat, sehingga terjadi akumulasi dan membentuk dasar keracunan progresif (Agustina, 2014). Pb termasuk polutan yang biasanya memiliki tingkat yang signifikan dalam perairan yang dapat menimbulkan toksisitas tinggi pada organisme akuatik (Nor *et al.*, 2011).

Kadar Pb di perairan dapat ditemukan dalam tubuh ikan. Bila ikan tersebut dimakan manusia, maka timbal akan terakumulasi dalam jaringan tubuh manusia sehingga berbahaya bagi kesehatan (Eneji *et al.*, 2015). Sumber timbal dalam perairan alami terdapat dalam jumlah yang sangat kecil. Pb dalam jumlah kecil umumnya dibutuhkan oleh organisme hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan, tetapi dalam jumlah berlebihan dapat bersifat racun terhadap manusia, hewan, dan tumbuhan (Muchyiddin, 2007). Batasan kadar logam berat Pb pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea, serta air laut, disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Batasan kadar logam berat Pb pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, berdasarkan SNI No 7387 Tahun 2009.

No.	Logam Berat	Kategori	Batas Maksimum
1.	Timbal (Pb)	Ikan dan olahannya	0,3 mg/kg
2.	Timbal (Pb)	Udang dan krustasea lainnya	0,5 mg/kg
3.	Timbal (Pb)	Air laut	0,008 mg/l

Untuk menjaga keamanan dari keracunan logam ini, batas maksimum timbal dalam makanan laut yang ditetapkan oleh Departemen Kesehatan Republik Indonesia dan Food and Agriculture Organization (FAO) adalah sebesar 2,0 ppm (Nugraha, 2009).

2.5.2 Logam kadmium (Cd)

Kadmium (Cd) secara alami ditemukan dalam aktivitas gunung berapi, namun lebih banyak dihasilkan dari limbah buangan pertambangan dan sisa industri. Beberapa industri yang turut menyumbang logam Cd ke badan air yaitu industri pelapisan logam, industri cat, metalurgi, pembuangan minyak, pembakaran bahan bakar fosil, penambangan, pencucian biji besi, pestisida, materi pewarna, dan baterai. Adanya konsentrasi Cd yang terlampau tinggi akan menggeser kesetimbangan geokimia dan biokimia yang menjadi mekanisme dekomposisi logam secara alami (Almeida *et al.*, 2009).

Konsentrasi Cd yang melebihi ambang batas dapat mengganggu homeostasis pada organisme akuatik sehingga dapat menimbulkan kerusakan organ, meliputi gangguan pada hati, tekanan darah, paru-paru, kerapuhan tulang, sistem ginjal, kelanjar pencernaan, dan kematian (Munandar *et al.*, 2016). Timbulnya patologi pada organisme air akibat terjadi kontak dengan zat polutan menjadi dasar penetapan biota air sebagai bioindikator status pencemaran air. Cd yang terdapat dalam lingkungan air akan turut masuk ke tubuh biota air dan terakumulasi terus menerus akibat paparan yang terjadi dalam waktu yang lama (Prastyo *et al.*, 2017). Ada atau tidaknya kandungan Cd dalam tubuh biota tersebut menjadi indikator cemaran Cd dalam badan air. Selain invertebrata air, ikan yang merupakan anggota vertebrata juga dapat dimanfaatkan sebagai bioindikator (Suyanto *et al.*, 2010).

Kadmium adalah logam beracun nonesensial dan dapat terakumulasi pada manusia dari rantai makanan dengan biomagnifikasi. Logam ini sangat berbahaya karena oksida yang dihasilkan dari logam berat kadmium adalah logam yang toksisitasnya tinggi (Haeriah, 2018). Batasan kadar logam berat Cd pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Batasan kadar logam berat Cd pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, berdasarkan SNI No 7387 Tahun 2009.

No.	Logam Berat	Kategori	Batas Maksimum
1.	Kadmium (Cd)	Ikan dan olahannya	0,1 mg/kg
2.	Kadmium (Cd)	Udang dan krustasea lainnya	0,1 mg/kg
3.	Kadmium (Cd)	Air laut	0,008 mg/l

Kadmium merupakan logam berat yang sangat membahayakan kesehatan manusia. Salah satu dampak keracunan Cd adalah penyakit tulang yang menimbulkan rasa nyeri. Keracunan logam Cd dalam waktu lama dapat membahayakan kesehatan paru-paru, tulang, hati, ginjal, kelenjar reproduksi, berefek pada otak dan menyebabkan tekanan darah tinggi. Logam Cd juga bersifat neurotoksin yang menimbulkan dampak kerusakan pada indera penciuman (Kawung *et al.*, 2018).

2.5.3 Logam Tembaga (Cu)

Logam berat tembaga (Cu) merupakan salah satu logam berat yang dapat mencemari lingkungan perairan (Ina *et al.*, 2014). Tembaga dapat menyebabkan pengaruh negatif atau bersifat toksik terhadap organisme perairan dan manusia pada batas konsentrasi tertentu. Untuk dapat masuk ke dalam suatu lingkungan, Cu dapat masuk melalui bermacam-macam jalur serta dari bermacam-macam sumber. Secara alamiah, Cu dapat masuk ke dalam suatu lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam. Unsur ini dapat bersumber dari peristiwa pengikisan (erosi) dari batuan mineral. Sumber lain adalah debu dan atau partikular-partikular Cu yang ada di lapisan udara, yang dibawa turun oleh air hujan. Melalui aktivitas manusia Cu masuk dari proses buangan industri, galangan kapal, industri pengolahan kayu, buangan rumah tangga, dan lain sebagainya (Kennedy *et al.*, 2014).

Adanya aktivitas manusia, seperti pertanian dan industri, memberi kontribusi terhadap meningkatnya logam berat, termasuk Cu, pada teluk terutama awal musim penghujan (Riani *et al.*, 2017). Cu merupakan salah satu logam berat yang sangat beracun bagi ikan. Efek kronis Cu pada ikan meliputi inhibisi aktivitas enzim asetilkolineste-

rase, perubahan sel ginjal, pengurangan pertumbuhan, dan pengurangan respon imun. Cu dalam tubuh organisme akan terakumulasi di hati (Pratiwi *et al.*, 2019). Batasan kadar logam berat Cu pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Batasan kadar logam berat Cu pada ikan dan hasil olahannya, udang dan crustacea serta air laut, berdasarkan WHO 2004.

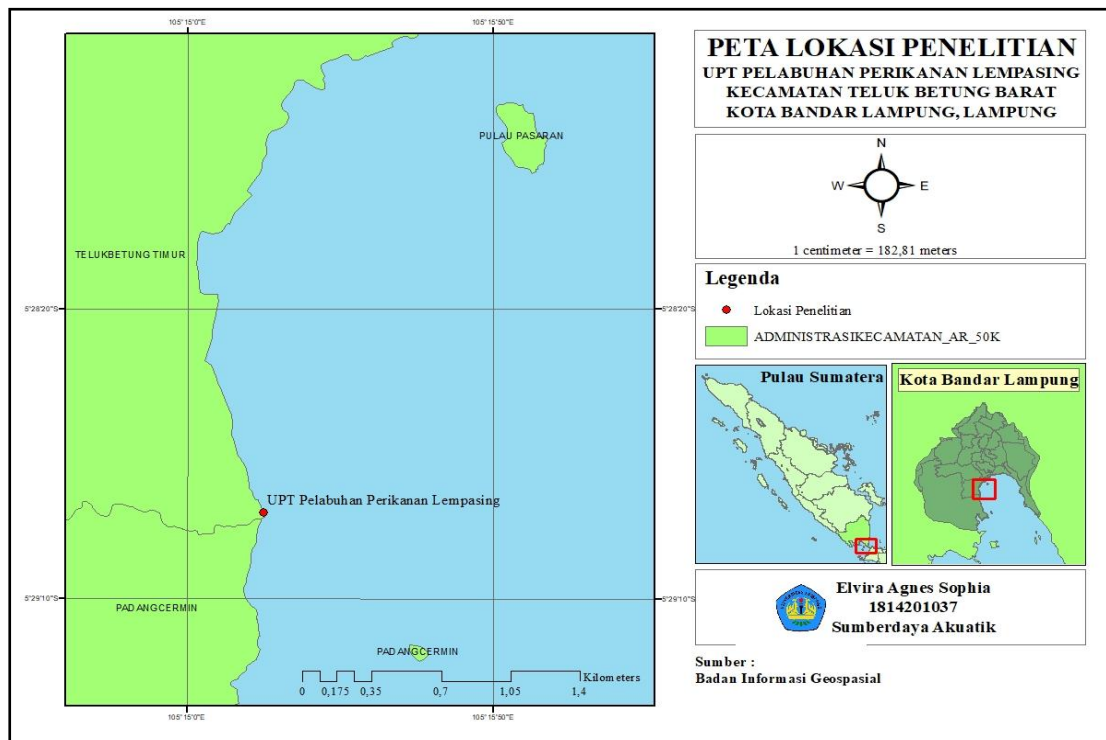
No.	Logam Berat	Kategori	Batas Maksimum
1.	Tembaga (Cu)	Ikan dan olahannya	1 mg/Kg
2.	Tembaga (Cu)	Udang dan krustasea lainnya	1 mg/Kg
3.	Tembaga (Cu)	Air laut	0,008 mg/l

Masuknya logam berat ini perlu diwaspadai karena logam berat yang masuk ke dalam perairan akan menyebar dan terakumulasi pada sedimen, selanjutnya akan terakumulasi dalam tubuh organisme perairan. Selain hal tersebut, logam berat merupakan logam yang bersifat persisten, sehingga apabila mengontaminasi makhluk hidup akan membahayakan tubuhnya. Logam berat sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksik) pada manusia, termasuk Cu, jika kandungan dalam bahan makanan berlebihan (Muslim *et al.*, 2022).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada November 2022. Pengambilan sampel ikan dilakukan di PPP Lempasing, Bandar Lampung, sedangkan analisis logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) dilaksanakan di Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi (LTSIT) Universitas Lampung. Peta lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Peta lokasi penelitian

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah sebagai alat pengolah data dan penyusunan laporan akhir penelitian. Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian tertera pada Tabel 4.

Tabel. 4 Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian ini

No.	Alat dan bahan	Keterangan
	Alat	
1.	Timbangan analitik	Untuk menimbang bobot ikan.
2.	<i>Microwave plasma atomic emission spectrometer</i> (MP-AES)	Untuk mengukur kandungan logam.
3.	Label	Untuk menandai daging ikan.
4.	Tabung <i>Digestions</i>	Tempat daging ikan.
5.	<i>Digestions</i> blok	Memanaskan sampel.
6.	Stirrer	Mengaduk sampel.
7.	Kamera	Alat dokumentasi.
8.	Plastik <i>zip</i>	Untuk menyimpan daging.
9.	Sterofoam <i>box</i>	Untuk membawa ikan.
10.	Oven	Untuk mengeringkan ikan.
	Bahan	
1.	Ikan baji-baji (<i>Grammoplites scaber</i>)	Sampel.
2.	Akuades	Pengencer daging ikan.
3.	Asam nitrat (HNO ₃)	Larutan campuran daging ikan.
4.	asam perklorat (HCl)	Larutan campuran daging ikan.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode yang bersifat acak dan berulang. Ikan yang diambil merupakan ikan yang bersifat menetap, serta ikan yang dikonsumsi oleh masyarakat sekitar. Ikan yang telah diambil pada titik yang sudah ditentukan, kemudian dibawa ke Laboratorium Terpadu dan Sentra Inovasi Teknologi Universitas Lampung (LTSIT) dan dianalisis menggunakan alat *microwave plasma-atomic emission spectrometer* (MP-AES). Data yang dihasilkan merupakan hasil analisis Pb, Cd, dan Cu.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan sampel

Sampel ikan baji-baji yang diambil adalah ikan yang masih segar yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Lempasing. Pengambilan sampel dilakukan sebanyak dua kali. Pengambilan yang pertama dilakukan pada awal November 2022 dan pengambilan sampel kedua dilakukan pada akhir November 2022, dengan rentang waktu 3 minggu. Ikan yang diambil berjumlah 3 ekor pada setiap pengambilan sampel. Ikan baji-baji yang digunakan berasal dari 3 pedagang yang berbeda. Ikan yang sudah diambil kemudian dipisahkan dagingnya lalu dibawa ke laboratorium untuk dilakukannya analisis.

3.4.2 Persiapan Bahan Uji

Daging ikan baji-baji yang telah didapatkan kemudian dipisahkan dagingnya atau di-*fillet*. Daging ikan yang telah didapatkan lalu dicuci menggunakan aquades agar tidak tercampur oleh darah ikan. Daging ikan yang telah dipisahkan kemudian dihandurkan menggunakan blender. Daging ikan yang telah lumat dibawa ke laboratorium untuk dilakukannya analisis. Sebelumnya daging ikan telah diberi nomor untuk membedakan daging setiap ikan.

3.4.3 Analisis Logam Berat Pb, Cd, dan Cu

Daging ikan yang telah lumat kemudian dikeringkan menggunakan oven. Setelah daging ikan kering, sebanyak 1 g daging ikan baji-baji dimasukkan ke dalam tabung *digestions*, lalu ditambahkan 5 ml HNO₃ dan 5 ml HCl, kemudian dibiarkan satu malam. Setelah dibiarkan satu malam selanjutnya sampel dipanaskan dalam *digestions* blok dengan suhu 95°C selama 30 menit. Kemudian tabung *digestions* diangkat dan dibiarkan hingga dingin. Lalu ekstrak daging diencerkan menggunakan aquapure hingga total volume sampel menjadi 50 ml. Setelah itu diaduk menggunakan stirrer selama 5 menit hingga homogen. Larutan sampel disaring menggunakan kertas saring whatman no. 41. Sampel diukur dengan alat *microwave plasma-atomic emission*

spectrometer (MP-AES) untuk mengetahui nilai logam berat Pb, Cd, dan Cu (EPA, 2001).

3.5 Analisis Data

Data kandungan logam berat timbal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) pada ikan baji-baji yang telah diperoleh dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis kandungan logam berat Pb, Cu, dan Cd yang didapatkan pada daging baji-baji akan dibandingkan dengan standar batas maksimum logam berat timbal (Pb), dan kadmium (Cd) yang dikeluarkan oleh Standar Nasional Indonesia (SNI) Nomor 7387 Tahun 2009, sedangkan untuk standar batas maksimum logam berat tembaga (Cu) dikeluarkan oleh World Health Organization (WHO) 2004.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa kandungan logam berat timbal (Pb) pada daging ikan baji-baji (*Grammoplites sca-ber*) yang didaratkan di Pelabuhan Perikanan Pantai (PPP) Lempasing, melebihi nilai batas maksimum sesuai dengan peraturan Standar Nasional Indonesia (SNI) tahun 2009, sedangkan kandungan logam berat kadmium (Cd) berada di bawah batas maksimum sesuai dengan SNI 2009, dan kandungan logam tembaga (Cu) berada dalam batas aman yang sesuai dengan World Health Organization (WHO) 2004. Menimbang kandungan timbal (Pb) yang mencapai tiga kali lipat batas maksimum maka ikan baji-baji perlu dipertimbangkan untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian ini disarankan pencemaran logam berat merupakan hal yang tidak dapat dikesampingkan, mengkonsumsi makanan yang mengandung logam berat dalam jangka waktu yang panjang dapat mengakibatkan dampak buruk bagi masyarakat. Maka diharapkan masyarakat dapat melakukan peninjauan kembali terhadap penggunaan daging ikan baji-baji untuk pembuatan *fish cake*.

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, T. 2014. Kontaminasi logam berat pada makanan dan dampaknya pada kesehatan. *Jurnal Teknubuga*, 1 (1): 53-68.
doi: <https://doi.org/10.15294/teknobuga.v1i1.6405>
- Almeida, J. A., Barreto, R. E., Novelli, L. B., Castro, F. J., dan Moron, S. E., 2009. Oxidative stress biomarkers and aggressive behavior in fish exposed to aquatic kadmium contamination. *Neotropical Ichthyology*, 7(1): 103-108.
- Andri, P., Ernani, L., dan Purwangka, F. 2018. Pengaruh transportasi terhadap mutu dan harga ikan dari PPP Lempasing ke daerah konsumen. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 2 (2): 209-219.
doi: <https://doi.org/10.29244/core.2.2.209-219>
- Andriano., Rahardjo, M. F., dan Affandi, R. 2017. Hubungan panjang-bobot, faktor kondisi, dan nisbah kelamin ikan baji-baji, (*Grammoplites scaber*) (Linnaeus 1758) di perairan Teluk Pabean, Indramayu. *Jurnal Biologi Perikanan*, (2): 14-21.
- Annabi., Fazureen., H. Juahir., dan Yunus, K. 2015. Heavy metal in fish: analysis and human health review. *Jurnal Teknologi (Science & Engineering)*, 77 (1): 1-9.
- Anwar, C., Wonggo, D., dan Mongi, E. 2022. Logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada beberapa jenis ikan demersal di Perairan Teluk Manado, Sulawesi Utara. *Media Teknologi Hasil Perikanan*, 10 (3): 198-202.
doi: <https://doi.org/10.35800/mthp.10.3.2022.43909>
- Arkianti, N., Dewi, N. K., dan Martuti, N. K. T. 2019. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan di Sungai Lamat Kabupaten Magelang. *Life Science*, 8(1): 54-63. doi: <https://doi.org/10.15294/lifesci.v8i1.29998>

- Aslin, L. O. 2012. *Depurasi logam berat timbal (Pb) pada Ikan Nila (Oreochromis niloticus) dengan Menggunakan Salinitas Berbeda*. (Tesis). Bogor. 79hlm.
- Ayling, G. M., Wilson, K. C., dan Ratkowsky D. A. 1975. Sand flathead (*Platycephalus bassensis*), an indicator species for mercury pollution in Tasmanian waters. *Marine Pollution Bulletin* 6 (9): 142-144.
doi: [https://doi.org/10.1016/0025-326X\(75\)90172-1](https://doi.org/10.1016/0025-326X(75)90172-1)
- Azhar, H., Widowati, I., dan Suprijanto, J. 2013. Studi kandungan logam berat Pb, Cu, Cd, Cr pada kerang simping (*Amusium pleuronectes*), air dan sedimen di Perairan Wedung, Demak serta analisis maximum tolerable intake pada manusia. *Journal of Marine Research*, 1(2): 35-44.
doi: <https://doi.org/10.14710/jmr.v1i2.2017>
- Azzahra, R. F., dan Taufik, M. 2020. Bio-adsorben berbahan dasar limbah ampas teh (*Camellia sinensis*) sebagai agent penyerap logam berat Fe dan Pb pada air sungai. *KINETIKA*, 11(1): 65-70.
- Batu, D. T. L., dan Sulistiono, S. 2016. Heavy metal contain Pb, Hg, Cd and Cu in whiting fish (*Sillago sihama*) muscle in Estuary of Donan River, Cilacap, Central Java. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 19(3): 267-276. doi: <https://doi.org/10.17844/jphpi.v19i3.15090>
- Berniyanti, T. 2020. *Biomarker Toksisitas: Paparan Logam Tingkat Molekuler*. Airlangga University Press. Surabaya. 136hlm.
- Descasari R. 2016. Keterkaitan ekosistem mangrove dengan keaneekaragaman ikan di Pabean Ilir dan Pagirikan, Pasekan Indramayu, Jawa Barat. *Bonorowo Wetlands*, 6 (1): 43-58. doi: 10.13057/bonorowo/w060104
- Diana, A., dan Lubis, A.F. 2020. Increasing the potential of baji-baji fish (*Grammoplites scaber*) as asources of food products for chemical composition and amino acid content. *Journal of Technology and Agricultural*, 2(1): 14-22.
- Douglas, W.A. 1981. Colour change and visual cues in the sand flathead *Platycephalus arenarius* (Ramsay and Ogilby). *Journal of Fish Biology*, (18): 619-628. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.1981.tb03804.x>
- Edward, Edward. 2019. Akumulasi logam berat Pb, Cd, Ni dan Zn pada daging ikan di Teluk Kao, Halmahera. *Jurnal Kelautan dan Perikanan Terapan*, 2(2): 59-71. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/jkpt.v2i2.7970>
- Effendi, H. 2000. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan*. Kanisius. Yogyakarta. 256hlm.

- Endang, S., dan Nirwani S. 2015. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada akar dan buah mangrove *avicennia marina* di Perairan Tanjung Semarang. *Jurnal Kelautan Tropis*, 18(2): 98–106.
doi: <https://doi.org/10.14710/jkt.v18i2.520>
- Eneji, I. S., Sha'ato, R., dan Annune, P. A. 2015. Bioaccumulation of heavy metals in fish (*Tilapia zilli* and *Clarias gariepinus*) organs from River Benue, North Central Nigeria. *Pakistan of Journal Analysis Environmental Chemistry*, 12(2): 19-25.
- EPA, U. 2001. Method 200.7: *Trace Elements in Water, Solids, and Biosolids by Inductively Coupled Plasmaatomic Emission Spectrometry*. EPA-821-R01-010. Washington D.C. 68pp.
- Fadhlan, A. 2016. Analisis kandungan logam berat timbal (Pb) pada ikan bandeng (*Chanos-chanos*) di beberapa pasar tradisional Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Sains*, (1): 68-77.
- Fadillah., Sucia., Rinidar T., dan Armansyah T.R. 2017. Cemaran logam berat timbal (Pb) pada daging ikan cendro (*Tylosurus crocodilus*) di Pesisir Krueng Raya Kabupaten Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Veteranian*, 3 (1): 391- 397.
doi: <https://doi.org/10.21157/jim%20vet..v1i3.3374>
- Filipus, R. A., Purwiyanto, A. I. S., dan Agustriani, F. 2018. Bioakumulasi logam berat tembaga (Cu) pada kerang darah (*Anadara granosa*) di Perairan Muara Sungai Lumpur Kabupaten Ogan Komering Ilir Sumatera Selatan. *Journal: Marine Science Research*, 10(2): 131-140.
- Froese R, dan Pauly D. 2022. FishBase: World Wide Web electronic publication. (www.fishbase.org) [accessed on 10 November 2022]
- Hadi, A. N. K. R., dan Purnomo, T. 2022. Potensi *Cordyline fruticosa* dan *Sansevieria trifasciata* sebagai agen penyerapan logam berat Cd pada tanah. *Lentera Bio: Berkala Ilmiah Biologi*, 11(3): 359-368.
doi: <https://doi.org/10.26740/lenterabio.v11n3.p359-368>
- Haeriah. 2018. Analisis kandungan logam berat kadmium (Cd) pada ikan bandeng (*Channos channos*) di pertambakan Kecamatan Pangkajene. *Jurnal Teknosains*, 12(2): 176–188.
doi: <https://doi.org/10.24252/teknosains.v12i2.7597>
- Hamdan, M., dan Purwanto, E. 2022. Kandungan logam berat Cd dan Cr pada organ ikan baung dari Danau Lubuk Siam, Riau. *Jurnal Sumberdaya dan Lingkungan Akuatik*, 3(2): 1-6.

- Haryanti, E. T., dan Martuti, N. K. T. 2020. Analisis cemaran logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dalam daging ikan kakap merah (*Lutjanus sp.*) di TPI Kluwut Brebes. *Life Science*, 9(2): 149-160.
doi: <https://doi.org/10.15294/lifesci.v9i2.47158>
- Harmesa, H., Lestari, L., dan Budiyanto, F. 2020. Distribusi logam berat dalam air laut dan sedimen di perairan Cimanuk, Jawa Barat, Indonesia. *OLDI (Oseanologi dan Limnologi di Indonesia)*, 5(1): 19-32.
doi: [10.14203/oldi.2020.v5i1.310](https://doi.org/10.14203/oldi.2020.v5i1.310)
- Hayati, A., Ummah, R. I., dan Winarni, D. 2014. Pengaruh kadmium terhadap struktur histologis insang ikan lele (*Clarias batrachus*). *Jurnal Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 17(2): 42-80.
- Ina, A. T., Yulianti, M. I., dan Pranata, S. F. 2014. Pemanfaatan pektin kulit buah jeruk siam (*Citrus nobilis var. microcarpa*) sebagai adsorben logam tembaga (Cu). *Jurnal Biologi*, (8): 1-10.
- Irhamni, I., Pandia, S., Purba, E., dan Hasan, W. 2017. Kajian akumulator beberapa tumbuhan air dalam menyerap logam berat secara fitoremediasi. *Jurnal Serambi Engineering*, 1(2): 75-84.
doi: <https://doi.org/10.32672/jse.v1i2.498>
- Istarani, F. F., dan Pandebesie, E. S. 2014. Studi dampak arsen (As) dan kadmium (Cd) terhadap penurunan kualitas lingkungan. *Jurnal Teknik ITS*, 3(1): 53-58. doi: [10.12962/j23373539.v3i1.5684](https://doi.org/10.12962/j23373539.v3i1.5684)
- Izza, H. 2017. Studi pencemaran kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) di Pantai Utara Jawa. *Biotropic The Journal of Tropical Biology*, 1(2): 41-50.
doi: [10.29080/biotropic.2017.1.2.41-50](https://doi.org/10.29080/biotropic.2017.1.2.41-50)
- Jaishankar, M., Tseten, T., Anbalagan, N., Mathew, B., dan Beeregowda, K. N. 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. *Interdisciplinary Toxicology*, 7(2): 60-72. doi: [10.2478/intox-2014-0009](https://doi.org/10.2478/intox-2014-0009)
- Kamarati, K., Aipassa, M., dan Sumaryono, M. 2018. Kandungan logam berat besi (Fe), timbal (Pb) dan mangan (Mn) pada air Sungai Santan. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 4(1): 49-56.
doi: <https://doi.org/10.20886/jped.2018.4.1.49-56>.
- Karim, M.A., Heni, J., M., dan Ambarsari, F.P. 2017. Adsorpsi ion logam dalam limbah tekstil sintesis dengan menggunakan metode batch. *Distilasi*, 2 (2): 68-81. doi: <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1205>
- Kawung, N., Rompas, R., Paulus, J., Lasut, M., Mantiri, D., dan Rumampuk, N. 2018. Analisis akumulasi kandungan logam kadmium pada akar dan daun mangrove di Perairan Basaan-Belang Kabupaten Minahasa Tenggara dan

Likupang Kabupaten Minahasa Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*, 6(1): 98-106. doi: <https://doi.org/10.35800/jplt.6.1.2018.20569>

Kennedy, L., Amin, B., dan Anita, S. 2014. Evaluasi tingkat pencemaran logam berat di perairan sekitar area industri galangan kapal Batam Provinsi Riau. *Jurnal Kajian Lingkungan*, 2(2): 139-149.

Khoncara, A. C., Simanjuntak, C. P. H., Rahardjo, M. F., dan Zahid, A. 2018. Komposisi makanan dan strategi makan ikan famili Gobiidae di Teluk Pa-bean, Indramayu. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 23(2): 137-147. doi: <https://doi.org/10.18343/jipi.23.2.137>

Koniyo, Y. 2020. Analisis kualitas air pada lokasi budidaya ikan air tawar di Kecamatan Suwawa Tengah. *Jurnal Technopreneur (JTech)*, 8(1): 52-58. doi: <https://doi.org/10.30869/jtech.v8i1.527>

Larasati, E., E.L Widiastuti., dan Warsono. 2021. Metal contentin water and sediments of Ratai Bay, Lampung, Indonesia. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, (2): 60-67.

Latuconsina, H., Nessa, M.N., dan Rappe, R.A. 2012. Komposisi spesies dan komunitas ikan padang lamun di perairan Tanjung Tiram- Teluk Ambon dalam. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 4 (1): 35-46.

Manik, N. 2007. Struktur komunitas ikan di padang lamun Tanjung Merah, Bitung. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 33 (1): 81-85.

Mardani, N. P. S., Restu, I. W., dan Sari, A. H. W. 2018. Kandungan logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada badan air dan ikan di Perairan Teluk Benoa, Bali. *Current Trends in Aquatic Science*, 1(1): 106-113.

Maulana, F. W., dan Rakhman, A. N. 2018. *Geotoksikologi: Usaha Menjagan Keracunan Akibat Bencana Geologi*. UGM PRESS. Yogyakarta. 384hlm.

Melody, P., Nikos A., dan Sharon A. 2013. Cryptic diversity in flathead fishes (*Scorpaeniformes: Platycephalidae*) across the Indo-West Pacific uncovered by DNA barcoding. *Molecular Ecology Resources*, (13): 32-42. doi: <https://doi.org/10.1111/1755-0998.12022>

Muchyiddin., dan Tarzan, P. 2007. Analisis kandungan timbal (Pb) pada ikan bandeng (*Chanos chanos Forsk.*) di tambak Kecamatan Gresik. *Jurnal Ilmu Perikanan*, (1): 68-77.

Mulyani. S., Martuti. N. K. T., dan Irsadi, A. 2016. Pola akumulasi logam Cu ikan bandeng selama periode pertumbuhan di tambak. *Sainteknologi: Jurnal Sains dan Teknologi*, 14(2): 151-158. <https://doi.org/10.15294/sainteknologi.v14i2.8997>

- Munandar, K., dan Eurika, N. 2016. Keanekaragaman ikan yang bernilai ekonomi dan kandungan logam berat Pb dan Cd pada ikan sapu-sapu di Sungai Bedadung Jember. *Journal Biology*, 13(1): 717–722.
- Muskita, W. H., Kurnia, A., Patadjai, R. S., Nadia, L. M. H., Asriyana, A., Hamzah, M., dan Abdullah, A. 2022. Renovasi alat sero untuk mengatasi kelangkaan pakan pada budidaya lobster laut di Desa Tapulaga Kabupaten Kona-we. *Jurnal Abdi Insani*, 9(4): 1517-1526.
doi: <https://doi.org/10.29303/abdiinsani.v9i4.814>
- Muslim, B., Khairuddin, K., Yamin, M., dan Kusmiyati, K. 2022. Analysis of heavy metal content of kadmium (Cd) in milkfish (*Chanos chanos Forsk*) from milkfish farms in Bima Bay. *Jurnal Pijar Mipa*, 17(1): 83–88.
doi: <https://doi.org/10.29303/jpm.v17i1.3122>
- Nugraha, W.A. 2009. Kandungan logam berat pada air dan sedimen di perairan Socah dan kwanyar Kabupaten Bangkalan. *Jurnal Kelautan*, 2 (2) :158-164.
doi: <https://doi.org/10.21107/jk.v2i2.863>
- Nurhamiddin, F., dan Ibrahim, M. H. 2018. Studi pencemaran logam berat timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sedimen laut di Pelabuhan Bastiong Kota Ternate Propinsi Maluku Utara. *Journal Teknik*, 11(1): 41-55.
- Nurjhanha, J., M. Ikhtiar., Gafur A., Hasriwiani, H., Abbas., dan Hidayat. 2020. Bioakumulasi logam berat kadmium (Cd) dan kromium (Cr) yang terdapat dalam air dan ikan di Sungai Tallo Makassar. *Window of Public Health Journal*, 1 (3): 261-273.
- Nursagita, Y. S., dan Titah, H. S. 2021. Kajian fitoremediasi untuk menurunkan konsentrasi logam berat di wilayah pesisir menggunakan tumbuhan mangrove (Studi Kasus: Pencemaran Merkuri di Teluk Jakarta). *Jurnal Teknik ITS*, 10(1): 22-28. doi: 10.12962/j23373539.v10i1.59848
- Nor Hasyimah, A.K., James Noik, V., Teh, Y.Y., Lee, C.Y., dan Pearline N. 2011. Assessment of kadmium (Cd) and lead (Pb) levels in commercial marine fish organs between wet markets and supermarkets in Klang Valley, Malaysia. *International Food Research Journal*, (18): 795-802.
doi: <https://doi.org/10.33096/woph.v1i3.65>
- Permata, M. A. D., Anna, I. S. P., dan G. Diansyah. 2018. Concentration of heavy metal Cu (Copper) and Pb (lead) in the water and sediments of industrial Area, Lampung Bay, Lampung Province. *Journal of Tropical Marine Science*, 1(1): 7-14. doi: <https://doi.org/10.33019/jour.trop.mar.sci.v1i1.667>
- Polapa, F. S., Annisa, R. N., Yanuarita, D., dan Ali, S. M. 2022. Quality indeks dan konsentrasi logam berat dalam perairan dan sedimen di Perairan Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 20(2): 271-278.

- Prastyo, Y., Batu., dan Sulistiono. 2017. Kandungan logam berat Cu dan Cd pada ikan belanak di Estuari Sungai Donan, Cilacap, Jawa tengah. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20 (1): 18-27.
doi: <https://doi.org/10.17844/jphpi.v20i1.16393>
- Pratiwi, D. Y., Nugroho, A. P., dan Yustiati, A. 2019. Bioakumulasi ion tembaga pada ikan nila (*Oreochromis niloticus* L.) di instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), Bantul. *Akuatika Indonesia*, 4(2): 57-64.
doi: <https://doi.org/10.24198/jaki.v4i2.25260>
- Priatna, D.E., Purnomo, T., dan Kuswanti N. 2016. Kadar logam berat timbal (Pb) pada air dan ikan bader (*Barbpnymus gonionotus*) di sungai Brantas wilayah Mojokerto. *Lentera Bio*, 5(1): 48-53.
- Rahmah S., Maharani, S.H., dan Efendi E. 2019. Concentration of heavy metals (Pb) and (Cu) in sediment and blood cockle (*Anadara granosa* Linn, 1758) in Pasaran Island Waters, Bandar Lampung. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 6 (1): 22-27.
- Ramli, R., dan Djalla, A. 2018. Uji kandungan logam berat timbal (Pb) di perairan wilayah Pesisir Parepare. *Jurnal Ilmiah Manusia dan Kesehatan*, 1(3): 255-264. <https://doi.org/10.31850/makes.v1i3.111>
- Restiani, D. D., Sutningsih, D., dan Hestningsih, R. 2020. Studi keberadaan cemaran formalin dan timbal (Pb) pada tahu yang dijual pedagang gorengan tahu petis di sekitar Kampus Universitas Diponegoro. *Jurnal Epidemiologi Kesehatan Komunitas*, 5(1): 47-56.
<https://doi.org/10.14710/jekk.v5i1.5922>
- Riani, E., Johari, H. S., dan Cordova, M. R. 2017. Kontaminasi Pb dan Cd pada ikan *Chanos chanos* yang dibudidayakan di Kepulauan Seribu, Jakarta. *Ilmu Jurnal dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1): 235-246.
doi: <https://doi.org/10.29244/jitkt.v9i1.17938>
- Rosli, M.N.R., S.B. Samat., M.S. Yasir., dan M.F.M Yusof. 2018. Analysis of heavy metal accumulation in fish at terengganu coastal area, Malaysia. *Sains Malaysia*, 6 (47):1277-1283.
doi: <https://dx.doi.org/10.17576/jsm-2018-4706-24>
- Siregar, Y. I., dan Edward, J. 2010. Faktor konsentrasi Pb, Cd, Cu, Ni, Zn dalam sedimen perairan Pesisir Kota Dumai. *Maspari Journal: Marine Science Research*, 1(1), 1-10. <https://doi.org/10.56064/maspari.v1i1.1007>
- Shinkafi, BA., dan Ipinjolu, JK. 2012. Gonadosomatic index, fecundity and egg size Of *Auchenoglanis occidentalis* (Cuvier and Valenciennes) in River Rima, North-Western Nigeria. *Nigerian Journal of Basic and Applied Science*, 20 (3): 217-224.

- Simanjuntak, C.P.H., Sulistiono, dan Rahardjo, M.F., Zahid A. 2011. Iktiodiversitas di perairan Teluk Bintuni, Papua barat. *Jurnal Ikhtiologi Indonesia*, 11 (2): 107-126. doi: <https://doi.org/10.32491/jii.v11i2.135>
- SNI 7387. 2009. *Cara Uji Kimia – Bagian 5: Penentuan Kadar Logam Berat Tim-bal (Pb), tembaga (Cu), dan kadmium (Cd) pada Produk Perikanan*. Badan Standarnisasi Nasional. Jakarta. 10 hlm.
- Soegianto, A. 2023. *Dampak Logam Berat terhadap Biologi Ikan*. Nasya Expanding Management. Bogor. 172hlm
- Sri, M.I. 2017. Pencemaran logam berat Pb dan Cd dan keluhan kesehatan pada masyarakat di Kawasan Pesisir Belawan. *Jurnal Jumantik*, 2 (2): 54-60. doi: <http://dx.doi.org/10.30829/jumantik.v2i2.1165>
- Sudirman, N., Husrin, S., dan Ruswahyuni, R. 2013. Water quality standards for port area and water pollution index in Fisheries Port Kejawanan, Cirebon. *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 9(1): 14-22.
- Sugeng, H., dan Noor M.S. 2020. Pb and Cd heavy metal content in fish in Teluk Ambon Dalam and calculation of maximum tolerable intake. *Jurnal Ilmiah Perikanan*, 16 (1): 6-12.
- Suprihatin, I. E., Limbong, P. B. dan Ariati, N. K. 2022. Kandungan logam Fe dan Pb total dalam air dan sedimen di kawasan Pelabuhan Padang Bai serta bioavailabilitasnya. *Journal of Chemistry*, 16 (1): 1–9. doi: <https://doi.org/10.24843/JCHEM.2022.v16.i01.p01>
- Suyanto, A., Sri. K., dan Retnaningsih. 2010. Residu logam berat ikan dari perairan tercemar di Pantai Utara Jawa Tengah. *Jurnal Pangan dan Gizi*, 1(2): 10-17. doi: <https://doi.org/10.26714/jpg.1.2.2010.%25p>
- Syahiddin, D. S. 2016. Pengaruh aktivasi adsorben biomassa terhadap gugus hidroksil pada proses adsorpsi ion logam timbal (Pb). *Jurnal Teknik Kimia*, 5(3): 7-11. doi: <https://doi.org/10.32734/jtk.v5i3.1538>
- Syahrial, A., Setyawati, T. R., dan Khotimah, S. 2013. Tingkat kerusakan jaringan darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipaparkan pada media Zn-sulfat (ZnSO₄). *Jurnal Protobiont*, 2(3): 6-12. doi: <http://dx.doi.org/10.26418/protobiont.v2i3.3892>
- Triantoro, D. D., Suprpto, D., Rudiyaniti, S. 2018. Kadar logam berat besi (Fe), seng (Zn) pada sedimen dan jaringan lunak kerang hijau (*Perna viridis*) di perairan Tambak Lorok Semarang. *Management of Aquatic Resources Journal*, 6(3): 173-180. doi: <https://doi.org/10.14710/marj.v6i3.20573>

- Wagiyo, K., Priatna, A., dan Herlisman, H. 2019. Kelimpahan, Komposisi dan Sebaran Larva Ikan di Laut Seram, Laut Maluku dan Teluk Tomini (WPP 715). *Widya Riset Perikanan Tangkap*, 11(1): 1-17.
doi: <http://dx.doi.org/10.15578/bawal.11.1.2019.1-17>
- Wandi, A., Wayan, K., dan Awaluddin. 2021. Bioakumulasi logam berat timbal (Pb) pada ikan bungo (*Glossogobius giurus*) yang ditangkap di Danau Tempe. *Journal of Fisheries and Marine Science*, 3(1): 14-25.
doi: <https://doi.org/10.31605/siganus.v3i1.1206>
- Wardani, D. A. K., Dewi, N. K., dan Utami, N. R. 2014. Akumulasi logam berat timbal (Pb) pada daging kerang hijau (*Perna viridis*) di muara Sungai Banjir Kanal Barat Semarang. *Life Science*, 3(1): 1-8.
- Weber, M., Beaufort, L. F. 1962. *The fishes of the Indo-Australian Archipelago Scleroparei, Hypostomidae, Pediculati, Plectonaghi, Phistomi, Discocephli, Xenopterygii*. Reprints Agency. India. 481 pp.
- White W.T., Last P.R., Dharmadi, Faizah, R., Chodrijah, U., Prisantoso, B.I., Pogonoski, J.J., Puckridge, M., dan Blaber, S.J.M. 2013. *Market Fishes of Indonesia (Jenis-Jenis Ikan di Indonesia)*. Australian Centre for International Agricultural Research. Canberra. 438 pp.
- WHO. 2004. *Manganese and Its Compounds: Environmental Aspects*. Geneva. 64pp
- Wulansari, D. F., dan Kuntjoro, S. 2018. Keanekaragaman gastropoda dan peranannya sebagai bioindikator logam berat timbal (Pb) di Pantai Kenjeran, Kecamatan Bulak, Kota Surabaya. *Lentera Bio*, 7(3): 241-247.
- Yanestria, S. M., Damayanti, J. T., Widhowati, D., dan Aristi, H. 2020. Bioakumulasi timbal (Pb) dan nilai organoleptik ikan bandeng (*Chanos chanos*) dari tambak Kawasan Industri Sidoarjo. *Jurnal Harpodon Borneo*, 13(2): 70-79. doi: <https://doi.org/10.35334/harpodon.v13i2.1597>
- Yuniarti, I., Rahardjo, M. F., dan Ernawati, Y. 2005. Hermaphroditisme and fecundity of rough flathead (*Grammoplites Scaber* (Linnaeus, 1758)) (Family Platycephalidae) in Mayangan Coastal Waters, West Java. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(1): 11-14. doi: <https://doi.org/10.32491/jii.v5i1.295>
- Yusuf, M., Nurtjahja, K., Lubis, R. 2016 Analisis kandungan logam Pb, Cu, Cd dan Zn pada sayuran sawi, kangkung dan bayam di Area Pertanian dan Industri Desa Paya Rumput Titipapan Medan. *Jurnal Biologi Lingkungan Industri Kesehatan*, 3(1): 56-64.
doi: <https://doi.org/10.31289/biolink.v3i1.812>