

**ANALISIS *BIOCONCENTRATION FACTOR* (BCF) LOGAM BERAT
PLUMBUM (Pb) PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI PULAU
PASARAN, KOTA BANDAR LAMPUNG**

Skripsi

Oleh

ROCHMAH AGUSTINA

2217021136



**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**ANALISIS *BIOCONCENTRATION FACTOR* (BCF) LOGAM BERAT
PLUMBUM (Pb) PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI PULAU
PASARAN, KOTA BANDAR LAMPUNG**

ROCHMAH AGUSTINA

Skripsi

**Sebagai Salah Satu Sarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA SAINS**

Pada

**Jurusan Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Lampung**



**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS LAMPUNG
BANDAR LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

ANALISIS *BIOCONCENTRATION FACTOR* (BCF) LOGAM BERAT PLUMBUM (Pb) PADA KERANG DARAH (*Anadara granosa*) DI PULAU PASARAN, KOTA BANDAR LAMPUNG

Oleh

ROCHMAH AGUSTINA

Logam berat Plumbum (Pb) di perairan pesisir merupakan pencemar yang bersifat toksik serta berpotensi terakumulasi dalam organisme akuatik. Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung, merupakan kawasan pesisir yang dipengaruhi oleh aktivitas perikanan dan permukiman sehingga berpotensi mengalami pencemaran logam berat. Kerang darah (*Anadara granosa*) sebagai organisme bentik bertipe *filter feeder* mampu mengakumulasi logam berat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis konsentrasi Pb pada air laut dan kerang darah serta menentukan nilai *bioconcentration factor* (BCF) di perairan Pulau Pasaran. Pengambilan sampel air laut dan kerang darah dilakukan menggunakan teknik *purposive sampling* pada tiga lokasi, yaitu kawasan muara sungai belau, kawasan mangrove, dan kawasan permukiman, pada bulan November - Desember 2025. Analisis konsentrasi Pb dilakukan menggunakan instrumen *Inductively Coupled Plasma - Optical Emission Spectrometry* (ICP-OES) mengacu pada standar SNI 6989 - 82:2018. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi Pb pada air laut berada pada kisaran 0,018 - 0,043 mg/L dan telah melampaui baku mutu Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VIII, sedangkan konsentrasi Pb pada kerang darah berkisar antara 0,291 - 0,525 mg/kg dan masih berada di bawah ambang batas SNI 7387:2009. Nilai BCF Pb tergolong rendah, yaitu 10,34 - 16,16 (BCF <100), dengan nilai tertinggi ditemukan di Kawasan Muara Sungai Belau. Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun perairan Pulau Pasaran telah melampaui baku mutu logam berat Pb, tingkat bioakumulasi Pb pada kerang darah masih tergolong rendah, sehingga kerang darah berpotensi digunakan sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan.

Kata Kunci: *Bioconcentration factor* (BCF), logam berat Plumbum (Pb), kerang darah, *Anadara granosa*, ICP-OES, Pulau Pasaran, bioindikator.

ABSTARCT

**ANALYSIS OF BIOCONCENTRATION FACTOR (BCF) OF HEAVY
METAL LEAD (Pb) IN BLOOD COCKLES (*Anadara granosa*) AT
PASARAN ISLAND, BANDAR LAMPUNG CITY**

By

ROCHMAH AGUSTINA

Plumbum (Pb) in coastal waters is a toxic pollutant with the potential to accumulate in aquatic organisms. Pulau Pasaran, Bandar Lampung City, is a coastal area influenced by fisheries activities and human settlements, which may increase the risk of heavy metal contamination. Blood cockle (*Anadara granosa*), a benthic organism with a filter-feeding behavior, has the ability to accumulate heavy metals from its surrounding environment. This study aimed to analyze Pb concentrations in seawater and blood cockle tissues and to determine the Bioconcentration Factor (BCF) in the waters of Pulau Pasaran. Seawater and blood cockle samples were collected using a purposive sampling method at three locations, namely the belau river estuary, mangrove area, and residential area, during November–December 2025. Pb concentration analysis was conducted using Inductively Coupled Plasma–Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) following the SNI 6989-82:2018 standard. The results showed that Pb concentrations in seawater ranged from 0.018 to 0.043 mg/L and exceeded the quality standard stipulated in Government Regulation No. 22 of 2021 Appendix VIII, whereas Pb concentrations in blood cockle ranged from 0.291 to 0.525 mg/kg and remained below the maximum limit set by SNI 7387:2009. The BCF values of Pb were classified as low, ranging from 10.34 to 16.16 (BCF <100), with the highest value observed in the Belau River Estuary area. The results of the study indicate that although the waters of Pasaran Island have exceeded the quality standard of heavy metal Pb, the level of Pb bioaccumulation in blood cockles remains relatively low, so that blood cockles have the potential to be used as bioindicators of aquatic environmental quality.

Keywords: Bioconcentration Factor (BCF), heavy metal Lead (Pb), blood cockle, *Anadara granosa*, ICP-OES, Pasaran Island, bioindicator.

Judul Skripsi : ANALISIS *BIOCONCENTRATION FACTOR* (BCF)
LOGAM BERAT PLUMBUM (PB) PADA KERANG
DARAH (*Anadara garnosa*) DI PULAU PASARAN,
KOTA BANDAR LAMPUNG

Nama Mahasiswa : **Rochmah Agustina**

NPM : 2217021136

Jurusan : Biologi/SI Biologi

Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



1. Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.
NIP. 196411191990031001

Dr. Agus Subagyo, S.Si., M.Si.
NIP. 197308072000031001

2. Ketua Jurusan Biologi
FMIPA Unila

Dr. Jani Master, M.Si.
NIP. 198301312008121001

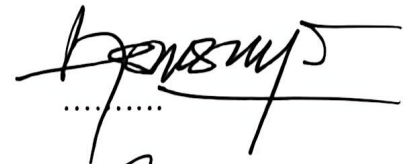
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

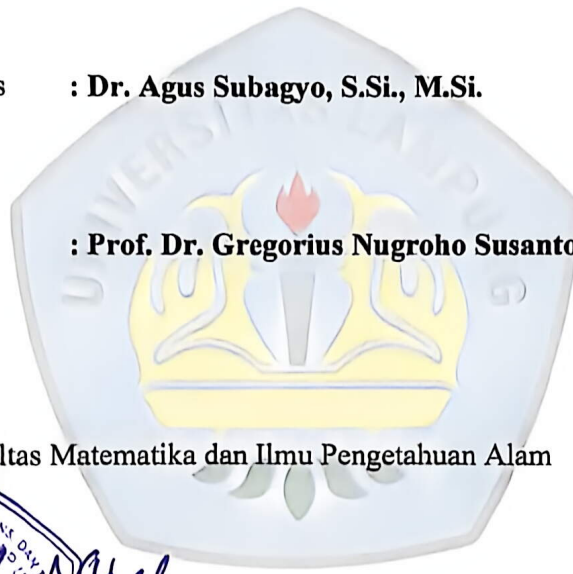
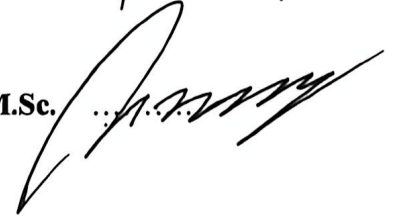
Ketua : **Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D.**



Sekretaris : **Dr. Agus Subagyo, S.Si., M.Si.**



Penguji : **Prof. Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc.**



2. Dekan-Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam



Dr. Eng. Heri Satria, S.Si., M.Si.
NIP. 197110012005011002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi: **12 Maret 2026**

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rochmah Agustina
NPM : 2217021136
Jurusan : Biologi
Fakultas : Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Perguruan Tinggi : Universitas Lampung

Menyatakan dengan sebenar-benarnya dan sesungguhnya, bahwa skripsi saya yang berjudul "**Analisis *Bioconcentration Factor (BCF)* Logam Berat Plumbum (Pb) Pada Kerang Darah (*Anadara granosa*) Di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung**" adalah benar karya saya sendiri yang saya susun dengan mengikuti norma dan etika akademik yang berlaku. Kemudian, saya juga tidak keberatan apabila sebagian atau seluruh data dalam skripsi tersebut digunakan oleh dosen atau program studi untuk kepentingan publikasi, sepanjang nama saya disebutkan.

Demikian pernyataan ini saya buat. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandarlampung, 30 Maret 2026
Yang menyatakan,



Rochmah Agustina
NPM. 2217021136

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Rochmah Agustina lahir di Tanjung Karang, pada tanggal 17 Agustus 2004 dari pasangan Bapak Usman, S.Th. dan Ibu Fatonah. Penulis merupakan anak keenam dari lima bersaudara yang bertempat tinggal di Jalan Dr. Samratulangi, RT 005, Gang Bungsu Penengahan Raya, Kec, Kedaton, Kota Bandarlampung. Pendidikan formal diawali pada tahun 2009-2010 di TK Samratulangi. Pada tahun 2010 penulis melanjutkan pendidikan ke sekolah dasar di SD Negeri 1 Pasir Gintung. Kemudian, pada tahun 2016 penulis melanjutkan pendidikan di SMP Wiyatama dan pada tahun 2019 penulis melanjutkan pendidikan di SMA Negeri 3 Kota Bandar Lampung.

Pada tahun 2022, penulis diterima dan terdaftar sebagai mahasiswa Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN). Selama menjadi mahasiswa biologi, penulis pernah menjadi asisten praktikum mata kuliah Ekologi, Botani Tumbuhan Rendah, Botani Tumbuhan Tinggi, dan Genetika pada Tahun 2024 dan 2025. Penulis juga pernah aktif di organisasi Himpunan Mahasiswa Biologi (HIMBIO) FMIPA Unila sebagai Sekretaris Pelaksana acara ESTER 2023 yang diselenggarakan oleh Bidang Sains dan Teknologi serta Anggota Webinar Konservasi dalam acara Pekan Konservasi Sumber Daya Alam (PKSDA) XXVII pada tahun 2023.

Pada bulan Desember 2024 – Januari 2025, penulis melaksanakan kegiatan Praktik Kerja Lapangan (PKL) di Balai Standardisasi dan Pelayanan Jasa Industri (BSPJI) Bandarlampung diruang Laboratorium Lingkungan dan menghasilkan laporan dengan judul “**Analisis Logam Berat Seng (Zn) Terlarut Pada Sampel Air Sungai Menggunakan Metode *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS)**”. Selanjutnya, pada bulan Juni - Agustus 2025 penulis melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) di Kelurahan Rajabasa Raya, Kec. Rajabasa, Kota Bandarlampung. Sebagai penutup akhir perkuliahan, penulis membuat skripsi dengan judul “**Analisis *Bioconcentration Factor* (BCF) Logam Berat Plumbum (Pb) Pada Kerang Darah (*Anadara garnosa*) Di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung**”.

PERSEMBAHAN

Bismillahirrahmaanirrahiim

Dengan menyebut nama Allah Yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT. karena berkat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Shlawat serta salam semoga senantiasa tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

Kupersembahkan karya kecil ini kepada:

Bapakku Usman, S.Th. dan Emakku Fatonah yang telah membesarkan, menyayangi dan selalu mendoakanku di setiap langkah hidup yang ku ambil.

Keluarga besar penulis yang telah mendukungku, mendoakan keberhasilan sejauh ini untuk terus tumbuh dan berkembang menjadi lebih baik.

Bapak dan Ibu Dosen yang telah memberikan ilmu, bimbingan, dan arahnya selama masa perkuliahan hingga tersusunnya skripsi ini.

Saudara dan Sahabat yang selalu menjadi bagian dari proses yang penuh cerita, suka, duka, tawa dan semangat. Terima kasih atas kebersamaan dan dukungan yang begitu berarti.

MOTO

“Allah tidak mengatakan hidup ini mudah. Tetapi Allah berjanji, bahwa sesungguhnya bersama kesulitan ada kemudahan”.

(Q.S Al-Insyirah 5-6)

“God have a perfect timing, never early, never late. It takes a little patience and it takes a lot of faith, but it’s a worth the wait”

(Rochmah Agustina)

“Pendidikan merupakan senjata paling ampuh yang bisa kamu gunakan untuk merubah dunia”

(Nelson Mandela)

“Life can be heavy, especially if you try to carry it all at once. Part of growing up and moving into new chapters of your life is about catch and release”.

(Taylor Swift)

“Perang telah usai, aku bisa pulang, kubaringkan panah dan berteriak

MENANG!”

(Nadin Amizah)

“Aku menyukai hidupku, termasuk rasa sakit dan suka cita, adalah pengalaman yang membentuk diriku hingga saat ini. Aku merasa bangga dengan diriku, karena aku berpikir aku menjalani masa lalu dengan baik. Karena aku telah mencobanya dan jika itu tidak baik biarlah tidak baik dan aku yakin ini cara yang terbaik”

(Doh Kyungsoo)

SANWACANA

Bismillahirrahmanirrahim.

Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis haturkan kepada Allah SWT, rasa syukur Penulis ucapkan kepada Allah yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurahkan kepada nabi Muhammad SAW., suri tauladan yang akan memberikan syafa'at kelak di hari akhir. Penulis telah menyelesaikan skripsi dengan judul “**Analisis *Bioconcentration Factor (BCF)* Logam Berat Plumbum (Pb) Pada Kerang Darah (*Anadara garnosa*) Di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung**”.

Dalam penyusunan skripsi ini, penulis telah didukung dan dibantu oleh berbagai pihak baik berupa dorongan moril, materil, saran dan kritik. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih banyak kepada:

1. Kedua orang tuaku tercinta, Bapak Usman, S.Th. dan Emak Fatonah yang selalu memberikan kasih sayang, cinta, semangat, doa, dan dukungan baik secara moril maupun secara material yang tiada hentinya kepada penulis. Semoga Allah SWT permudah setiap langkah kaki ini dalam mewujudkan keinginan bapak dan emak, sehingga penulis dapat membalas semua jerih payah bapak dan emak selama ini. Dan semoga bapak dan emak selalu diberikan kesehatan dan umur yang panjang oleh Allah SWT. Aamiin.
2. Bapak Prof. Drs. Tugiyono, M.Si., Ph.D., selaku Pembimbing I yang telah dengan sabar membimbing, memberi masukan, ilmu, perhatian, pengalaman serta membantu penulis dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi dengan

baik. Terima kasih telah menjadi pembimbing penulis dan semoga bapak beserta keluarga selalu diberikan kesehatan dan umur yang panjang oleh Allah SWT. Aamiin.

3. Bapak Dr. Agus Subagyo, S.Si., M.Si., selaku pembimbing II yang telah dengan sabar membimbing, memberikan arahan, memberikan ilmu yang sangat bermanfaat dan saran selama proses penelitian dan penulisan skripsi sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik. Penulis ucapkan terima kasih karena telah menjadi pembimbing yang sangat baik, semoga bapak beserta keluarga selalu diberikan kesehatan dan umur yang panjang oleh Allah SWT. *Aamiin*.
4. Bapak Prof. Dr. Gregorius Nugroho Susanto, M.Sc., selaku Pembahas yang telah dengan sabar memberikan arahan, pembelajaran dan masukan dalam menyelesaikan skripsi. Semoga bapak beserta keluarga selalu diberikan kesehatan oleh Tuhan.
5. Ibu Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A, IPM., selaku Rektor Universitas Lampung.
6. Bapak Dr. Eng. Heri Satria, M.Si. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
7. Bapak Dr. Jani Master, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
8. Ibu Dr. Kusuma Handayani, M.Si. selaku Kepala Program Studi S1 Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.
9. Ibu Dra. Yulianty, M.Si. selaku pembimbing akademik yang selalu memberikan semangat dan membantu penulis selama perkuliahan, serta memberikan banyak ilmu yang bermanfaat bagi penulis.
10. Seluruh dosen Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung yang telah memberikan ilmu, bimbingan dan pengalaman selama masa perkuliahan hingga penulis memperoleh bekal pengetahuan yang bermanfaat.
11. Seluruh staff, laboran dan karyawan Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung.

12. Ibu Dhiny Suntya Putri, S.P., M.Si. PLP laboran botani FMIPA Unila yang selalu memberikan arahan, semangat dan kesempatan kepada penulis untuk belajar dan bertumbuh menjadi lebih baik.
13. Kakakku tersayang, Mulyati Erning Praja, S.E., Irawati, Achmadi, Singgih Rio Pramesti, Sophia, Randika, Alin Subialin, Coy Alfarizi Simanjuntak, dan Sobri. Terima kasih telah memberikan doa, dukungan, menjadi sumber menyayangi penulis dengan tulus, dan menjadi alasan penulis untuk bertahan selama proses perkuliahaan. Semoga kita bisa selalu menjadi keluarga yang saling merangkul, dan berbagi kebahagiaan selalu, aamiin.
14. Keponakan tersayang, Chayra Fayyola Nadhifa, Cantika Falisha Nabila, Rashya Al-Kahfi Simanjuntak, Muhammad El-fatih, Zaid Rayyan Al-Medi, Muhammad Ilyas, dan Ahmad Sopian yang selalu memberikan kebahagiaan, dan menjadi salah satu motivasi penulis dalam menyelesaikan perkuliahaan hingga akhir.
15. Bapak Dayono selaku nelayan Pulau Pasaran dan Ibu Farlina, S.P. selaku analis laboratorium UPA terpadu Unila. Terima kasih telah membantu penulis dalam melakukan penelitian. Tanpa bantuan dari bapak dan ibu, penelitian ini tidak dapat terselesaikan dengan baik.
16. Sahabat seperjuanganku Tesa Yemima Silalah, yang telah merangkul penulis melewati suka, dan duka. Terima kasih sudah menjadi teman yang bersama-sama memperjuangkan dari awal perkuliahan hingga akhirnya kita mampu melewatinya dan dapat terselesaikan dengan baik. Terima kasih penulis ucapkan dengan tulus sudah menjadi teman penulis, semoga kita dapat mendapatkan cita-cita dan membanggakan orangtua dan keluarga kita,
17. Sahabatku Angela Putri Kurnianta, Fakhri Razi Kanadeel, Muhammad Rizki, Refly Ohorella, dan Doni Tata Pramudita yang selalu memberikan semangat, dukungan, dan doa. Terima kasih telah menjadi teman dan salah satu alasan penulis semangat dalam menyelesaikan perkuliahan dengan baik. Semoga kita bisa bersama-sam mewujudkan mimpi kita,
18. Sahabat penulis sejak SMP Pingky Lestari dan Natasya Eka Maharani. Terima kasih sudah mendukung, memberikan kebahagiaan, dan perhatian

selama penulis menjalankan masa perkuliahan. Semoga kita tidak lelah berjuang mengejar mimpi kita.

19. Sahabat penulis sejak SMA, Titiannisa Maharani, Dhiyaa'azah Nur Azizah, Gresia Rosi Chofifah, dan Adellia yang selalu memberikan kebahagiaan, memberikan dukungan dan doa kepada penulis
20. Sahabat grup bakar-bakar, Salsabila Istikomah, Early Rahmawati, Calesta Adinda, Devi Aulia Putri, Niki Cahpindo Nurhidayah, Meliana Geovini Sinurat, Israhul, Nabila Aulia Rahmadningtyas, Annisa Lidya Maharani, Lidya Suci Haryati Cahyani, dan Ratna Ayu Wulansari yang menjadi *support system*, selalu ada, memberikan kebahagiaan selama melewati masa perkuliahan dan mendukung penulis sampai akhir.
21. Teman-temanku Elisa Rindiyani Vatesia, Kaifa Aristi Azmi, Ananda Nasywa, Febiyona Karinsa, Elly Kurnia, Afifah Khairunnisa, Muhammad Nabil, Patrick Andra Kurnia, Firly Pradianita, Annisa Sabila Biologi Kelas D, dan Biologi Angkatan 2022 yang telah membersamai penulis dan menjadi bagian dari perjalanan kuliah.
22. Teman-teman KKN Rajabasa Raya yaitu Annisa Eldila Putri, Laura Qolby, Citra Nisaushaadah, Avnizia Fazzahra Zakka, Meydina Eka Cahyani, Fedrik Tb Situmorang, Muhammad Darmawan, dan M. Dafi Alpasha terima kasih atas pengalaman singkat dan pembelajaran hidup yang bermakna.
23. Praktikan Biologi A 23 & 24, Biologi B 23 & 24, dan Biologi C 24, terima kasih atas kebahagiaan, pelajaran, dan keceriaan selama penulis melewati masa perkuliahan.
24. Member EXO yang secara tidak langsung telah menjadi sumber semangat dan inspirasi bagi penulis untuk tidak menyerah, melalui karya-karya serta motivasi yang selalu ia sampaikan dengan tulus.
25. Serta almamater Universitas Lampung tercinta.
26. Idol tersayang Doh Kyungsoo, terima kasih telah menjadi idol yang memberikan semangat serta motivasi melalui karya-karyanya sehingga penulis dapat melewati masa-masa sulit selama perkuliahan.
27. *Last but not least*, kepada diri sendiri Rochmah Agustina. Apresiasi sebesar-besarnya yang telah berjuang untuk menyelesaikan apa yang telah dimulai.

Sulit bisa bertahan sampai detik ini, terima kasih untuk tetap bertahan dan merayakan dirimu sendiri. Tetaplah menjadi manusia yang mau berusaha dan tidak lelah untuk mencoba. *God thank you for being me independent women, i know there are more great ones but i'm proud of this achievement.*

Semoga Allah SWT membalas kebaikan kepada semua pihak yang telah membantu penulis selama menjalankan perkuliahan dan menyusun skripsi. Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, oleh sebab itu kritik dan saran yang membangun sangat dibutuhkan untuk melengkapi skripsi ini. Penulis juga berharap semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat dan pengetahuan baru kepada setiap orang yang membacanya.

Wassalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Bandarlampung, 30 Maret 2026

Penulis,

Rochmah Agustina

DAFTAR ISI

	Halaman
ABSTRAK	ii
ABSTARCT	iii
MENGESAHKAN	iv
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
RIWAYAT HIDUP	iii
PERSEMBAHAN.....	iii
SANWACANA	iii
DAFTAR ISI.....	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	viii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.3 Manfaat Penelitian	4
1.4 Kerangka Pikir	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Perairan Pulau Pasaran Kota Bandar Lampung	7

2.2 Pencemaran Air.....	9
2.3 Pencemaran Logam Berat	10
2.4 Logam Berat Pb	11
2.4.1 Sumber Alami dan Antropogenik Pb	11
2.5 Kerang Darah	13
2.6 <i>Bioconcentration Factor</i> (BCF).....	15
2.7 Analisis Logam Berat Pb dengan ICP-OES.....	16
2.8 Validasi Metode Analisis ICP-OES	18
III. METODE PENELITIAN	19
3.1 Waktu dan Tempat	19
3.2 Gambaran Lokasi Pengambilan Sampel	19
3.3 Titik Lokasi Pengambilan Sampel	21
3.4 Alat dan dan Bahan	23
3.4.1 Alat.....	23
3.4.2 Bahan	23
3.5 Metode Penelitian	23
3.6 Teknik Pengambilan Sampel	24
3.7 Prosedur Kerja	25
3.7.1 Pengambilan Sampel Air Laut dan Kerang Darah.....	25
3.7.2 Preparasi Sampel.....	26
3.8 Pengujian Logam Berat.....	28
3.9 Analisis Data	28
3.10 Validasi Metode	29
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	32
4.1 Hasil	32
4.1.1 Konsentrasi Logam Pb dalam Air Laut.....	32
4.1.2 Konsentrasi Logam Pb dalam Kerang Darah	33
4.1.3 <i>Bioconcentration Factor</i> (BCF)	35
4.1.4 Validasi Metode ICP-OES	36
4.2 Pembahasan.....	38
4.2.1 Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Air Laut	38

4.2.2 Konsentrasi Logam Berat Pb dalam Kerang Darah	40
4.2.3 <i>Bioconcentration Factor</i> (BCF).....	43
4.2.4 Validasi Metode	45
V. SIMPULAN	48
5.1 Simpulan	48
5.2 Saran	49
DAFTAR PUSTAKA	51
LAMPIRAN.....	60

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 2. 1 Standar baku mutu logam berat Pb pada air laut berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VIII.....	12
Tabel 2. 2 Standar baku mutu logam berat Pb pada kerang darah berdasarkan SNI 7387 Tahun 2009	13
Tabel 3. 1 Titik koordinat pengambilan sampel.....	21
Tabel 4. 1 Konsentrasi logam berat Pb dalam air sampel laut	32
Tabel 4. 2 Konsentrasi logam berat Pb dalam sampel kerang darah	34
Tabel 4. 3 Nilai BCF pada kerang darah.....	35
Tabel 4. 4 Validasi metode ICP-OES logam berat Pb	37

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. 1 Diagram alir kerangka pikir	6
Gambar 2. 1 Aktivitas pengolahan ikan teri oleh masyarakat Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung.....	8
Gambar 2. 2 Morfologi kerang darah.....	14
Gambar 2. 3 Skema ICP-OES	17
Gambar 3. 1 Kondisi di muara sungai belau	20
Gambar 3. 2 Kondisi di kawasan magrove	20
Gambar 3. 3 Kondisi kawasan permukiman	21
Gambar 3. 4 Peta lokasi titik penelitian	22
Gambar 3. 5 Peta Lokasi Penelitian di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung....	22
Gambar 3. 6 Diagram alir prosedur kerja.....	31
Gambar 4.1 Konsentrasi logam berat Pb dalam air laut.....	33
Gambar 4.2 Konsentrasi logam berat Pb dalam kerang darah.....	34
Gambar 4.3 Nilai BCF pada kerang darah	36
Gambar 4.4 Kurva kalibrasi	38

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia dikenal sebagai negara maritim karena sebagian besar wilayahnya berupa lingkungan perairan yang lebih besar dari lingkungan daratan (Asrori *et al.*, 2022). Lingkungan perairan merupakan lingkungan yang penting karena berperan sebagai penghubung kehidupan manusia dengan alam. Selain itu, lingkungan perairan seperti wilayah pesisir laut berperan sebagai penyerap kontaminasi yang dihasilkan oleh aktivitas manusia (Robledo *et al.*, 2024). Wilayah pesisir saat ini dijadikan sebagai tempat manusia melakukan banyak aktivitas seperti tempat bersandar kapal, jalur transportasi, dan tempat tinggal masyarakat seperti di Pulau Pasaran yang ada di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung (Olivia *et al.*, 2025).

Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung merupakan salah satu pulau kecil yang produktif dan dikenal sebagai sentra pengolahan ikan teri sejak tahun 1960. Sebagai salah satu wilayah yang sebagian masyarakatnya berprofesi sebagai nelayan, Pulau Pasaran juga dijadikan sebagai tempat pemukiman penduduk bagi masyarakat (Sari *et al.*, 2024). Pulau Pasaran dikelilingi oleh air laut sehingga mudah terkena pencemaran air dan perubahan kualitas lingkungan perairan (Budi *et al.*, 2020). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hamid *et al.* (2023) adanya aktifitas antropogenik di sekitar Pulau Pasaran seperti perbaikan kapal, pengecatan kapal, dan tempat berlabuh kapal nelayan

dapat menyebabkan adanya kontaminasi, salah satunya logam berat. Kontaminasi logam berat di lingkungan perairan merupakan masalah yang dapat memberikan dampak negatif bagi ekosistem perairan dan mengganggu kesehatan manusia apabila terkontaminasi logam berat seperti logam berat Pb (Hamid *et al.*, 2023).

Logam berat Plumbum (Pb) merupakan logam berat yang bersifat toksik dan berbahaya bagi ekosistem perairan. Kandungan Pb dalam perairan berasal dari aktifitas transportasi di sekitar lingkungan perairan yang menyebabkan Pb larut dan terakumulasi di lingkungan perairan. Aktivitas pelabuhan di sekitar perairan yang memiliki kandungan Pb salah satunya bersumber dari emisi kendaraan untuk kapal-kapal nelayan. Pb yang masuk ke dalam ekosistem perairan dapat mempengaruhi kualitas ekosistem perairan dan terakumulasi di dalam tubuh organisme akuatik (Nugraha *et al.*, 2022).

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan organisme akuatik yang mendapatkan makanannya dengan cara menyaring partikel-partikel organik yang terkandung dalam air (*filter feeder*). Sebagai organisme bivalvia, kerang darah dapat menyaring partikel tersuspensi sehingga partikel-partikel logam berat (misalnya Pb) dapat terakumulasi dalam daging (Azuga *et al.*, 2025). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Kharisma *et al.* (2023), kerang darah memiliki kemampuan dalam mengakumulasi logam berat tanpa menyebabkan kematian pada kerang darah. Sehingga kerang darah dapat dijadikan bioindikator terakumulasinya logam berat yang ada di lingkungan perairan.

Penelitian yang dilakukan oleh Hamid *et al.* (2023) menyatakan bahwa hasil penelitian yang dilakukan di kawasan perairan laut di sekitar Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung untuk analisis logam berat Pb pada sedimen termasuk ke dalam kategori tercemar berat hingga sangat berat. Penelitian serupa juga

dilakukan oleh Rahmah *et al.* (2019) dalam penelitiannya menggunakan metode MP-AES menyatakan bahwa konsentrasi Pb pada kerang darah melebihi baku mutu > 1,5 mg/kg dan melebihi baku mutu untuk konsentrasi Pb pada sedimen > 47,82 mg/kg di Kawasan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung.

Berdasarkan kedua penelitian sebelumnya menunjukkan tingginya konsentrasi Pb yang ada di Pulau Pasaran. Namun, pada kedua penelitian tersebut tidak dilakukan perhitungan nilai *bioconcentration factor* (BCF) Menurut Ilhami & Nurdini, (2024) faktor biokonsentrasi merupakan nilai untuk mengetahui kemampuan organisme akuatik dalam mengakumulasi logam berat. Penelitian tentang analisis BCF logam Pb pada kerang darah diperlukan untuk mengetahui tingkat kemampuan kerang darah dalam mengakumulasi logam Pb. Metode ICP-OES dipilih karena memiliki sensitivitas tinggi dalam menganalisis konsentrasi logam berat pada sampel biologis kerang darah lebih unggul dibandingkan menggunakan metode MP-AES (Azuga *et al.*, 2025). Oleh sebab itu, hasil penelitian diharapkan dapat dijadikan sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan yang ada di Pulau Pasaran dan dapat dijadikan sebagai sumber informasi ilmiah untuk mengetahui seberapa tinggi tingkat bioakumulasi logam Pb pada kerang darah di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana konsentrasi logam berat Pb pada air laut dan kerang darah di perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung berdasarkan hasil analisis menggunakan metode ICP-OES?

2. Apakah konsentrasi logam berat Pb pada air laut dan kerang darah di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung masih dibawah standar baku mutu yang berlaku?
3. Berapakah nilai BCF logam Pb pada kerang darah di perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menentukan konsentrasi logam berat Pb pada kerang darah dan pada air laut di perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung,
2. Membandingkan hasil analisis konsentrasi Pb pada air laut dan kerang darah dengan standar baku mutu, dan
3. Menghitung nilai BCF logam berat Pb pada kerang darah dan air laut di perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Hasil penelitian menjadi bioindikator kualitas lingkungan perairan di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung, dan
2. Hasil penelitian menjadi sumber informasi ilmiah tentang tingkat bioakumulasi logam berat Pb di perairan laut Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung.

1.4 Kerangka Pikir

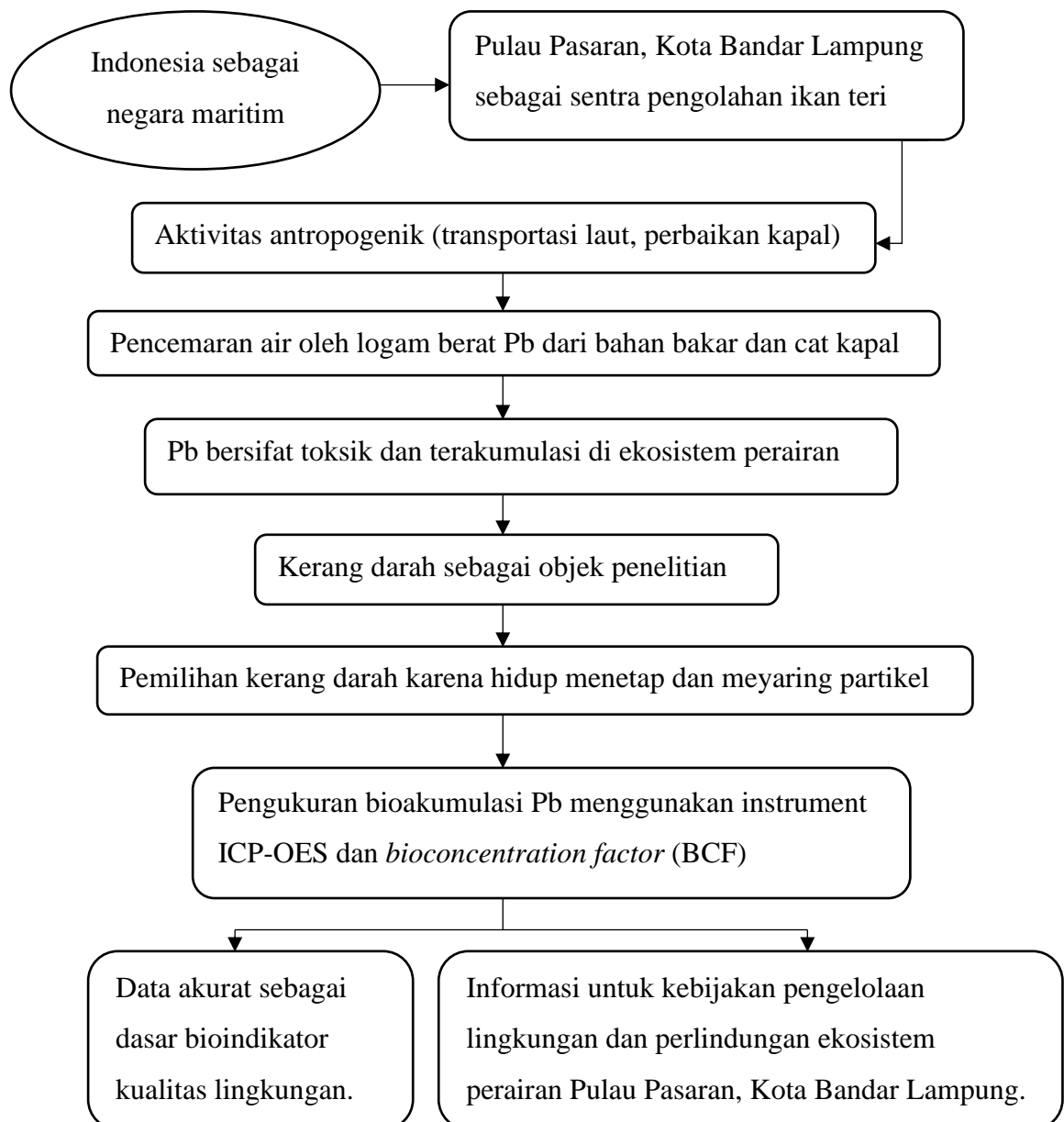
Indonesia sebagai negara maritim yang sebagian besar wilayahnya berupa wilayah perairan dan memiliki banyak pulau-pulau kecil yang produktif, seperti Pulau Pasaran yang ada di Kota Bandar Lampung. Pulau Pasaran merupakan sentra pengolahan ikan teri sejak tahun 1960 dan menjadi pulau tempat pemukiman warga. Aktivitas antropogenik yang ada di Pulau Pasaran seperti aktivitas transportasi laut, perbaikan kapal, dan pengecatan kapal berpotensi menyebabkan kontaminasi pencemaran air, seperti pencemaran logam berat Pb yang bersumber dari bahan bakar kapal nelayan dan cat yang digunakan untuk kapal-kapal.

Logam berat Pb memiliki sifat toksik dan dapat terakumulasi ke dalam ekosistem perairan, yang menyebabkan adanya potensi pencemaran laut dan merusak ekosistem perairan. Kerang darah dipilih sebagai objek penelitian dikarenakan memiliki karakteristik hidup menetap di dasar perairan dan memiliki kemampuan menyaring partikel tersuspensi sehingga berpotensi mengakumulasi logam berat Pb. Untuk mengukur tingkat bioakumulasi logam berat Pb pada kerang darah, digunakan metode ICP-OES untuk analisis konsentrasi Pb dan parameter BCF untuk mengetahui tingkat bioakumulasi pada kerang darah.

Beberapa penelitian sebelumnya tentang pencemaran logam berat di Pulau Pasaran masih menggunakan metode dengan hasil analisis yang memiliki tingkat akurasi dan sensitivitas yang rendah. Penggunaan metode ICP-OES dalam penelitian ini akan memberikan data yang lebih akurat sehingga dapat digunakan untuk perhitungan nilai BCF. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah tentang tingkat biokonsentrasi logam berat Pb pada kerang darah dan pada air laut sebagai bioindikator kualitas lingkungan perairan, sehingga dapat menjadi dasar untuk pengambilan kebijakan

pengelolaan lingkungan dan perlindungan ekosistem perairan di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung.

Kerangka berpikir penelitian secara ringkas disajikan pada diagram kerangka berpikir penelitian pada Gambar 1.1. Berikut adalah diagram alir peta konsep kerangka pikir sebagai berikut.



Gambar 1. 1 Diagram alir kerangka pikir

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Perairan Pulau Pasaran Kota Bandar Lampung

Pulau Pasaran merupakan salah satu pulau yang ada di Kelurahan Kota Karang, Kecamatan Teluk Betung Barat, Kota Bandar Lampung. Pulau Pasaran memiliki karakteristik yang unik di wilayah pesisirnya. Daerah tepi laut pulau ini bukan pantai berpasir, melainkan tumpukan batu yang dibangun oleh masyarakat untuk memperluas wilayah. Luas Pulau Pasaran kurang lebih 12-13 hektar dengan jumlah penduduknya 1.500 jiwa, mayoritas penduduknya beprofesi sebagai nelayan dan pengolah. Sebagian wilayah di Pulau Pasaran dimanfaatkan masyarakat untuk berbagai aktivitas ekonomi, seperti aktivitas pelabuhan dan penjemuran ikan asin (Avelia *et al.*, 2023).

Sejak tahun 1960'an Pulau Pasaran dikenal sebagai sentra pengolahan ikan teri seperti pengolahan ikan teri nasi atau teri medan, teri jengki, teri jumbo, teri buntaw, dan cumi-cumi. Aktivitas penduduk pada saat mengolah ikan teri di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung disajikan pada Gambar 2.1 (Sari *et al.*, 2024).



Gambar 2. 1 Aktivitas pengolahan ikan teri oleh masyarakat Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung (Sari *et al.*, 2024)

Berdasarkan penelitian Sari *et al.* (2024), perairan Pulau Pasaran yang berjarak sekitar 300 meter dari selatan muara sungai belau merupakan kawasan mangrove. Pulau Pasaran tidak memiliki pengelolaan sampah, sehingga sampah merupakan sumber permasalahan yang dapat menimbulkan sumber kontaminasi dan mengganggu aktifitas penduduk Pulau Pasaran. Penelitian yang dilakukan oleh Hamid *et al.* (2023) melaporkan bahwa terdapat kontaminasi logam berat yang melebihi batas baku mutu di perairan Pulau Pasaran, salah satunya logam berat Cd dan Pb. Hal ini disebabkan oleh adanya sumber pencemaran logam berat yang bersumber dari aktivitas perbaikan kapal, pengecatan kapal, dan tempat-tempat nelayan yang berlabuh di Sungai Belau. Kondisi perairan Pulau Pasaran yang dekat dengan Muara Sungai Belau menjadi salah satu faktor penyebab sumber pencemaran logam berat, khususnya yang berkaitan dengan adanya aktivitas perkapalan (Hamid *et al.*, 2023).

Sumber pencemaran yang ada di Pulau Pasaran juga dari sumber permasalahan sampah. Jumlah sampah yang ada di Pulau Pasaran mencapai 504, 8 kg per hari. Kondisi ini menyebabkan kawasan di sekitar Pulau Pasaran banyak dikelilingi oleh sampah sehingga menyebabkan persoalan

salah satunya pencemaran air laut. Dampak utama yang ditimbulkan dari adanya pencemaran air laut adalah menurunnya kualitas air dan kondisi laut yang jauh menurun (Islami, 2022).

2.2 Pencemaran Air

Pencemaran air merupakan kondisi ketika kualitas air mengalami penurunan akibat masuknya komponen-komponen tertentu sehingga air tidak dapat berfungsi sebagaimana mestinya (Farhan *et al.*, 2023). Pencemaran tersebut umumnya disebabkan oleh aktivitas manusia di sekitar lingkungan perairan. Dampak yang ditimbulkan meliputi kerusakan ekosistem perairan, seperti sungai, danau, dan laut, serta ancaman terhadap keanekaragaman hayati, kesehatan manusia, dan ketersediaan sumber daya air bersih (Farhan *et al.*, 2023). Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021, pencemaran air terjadi ketika makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain masuk atau dimasukkan ke dalam air akibat kegiatan manusia sehingga kualitas air menurun dan tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya.

Bahan pencemar dapat dikategorikan menjadi dua kelompok, yaitu polutan tidak toksik dan polutan toksik, sebagai berikut.

1. Polutan tidak toksik merupakan polutan yang pada umumnya bersumber dari ekosistem dan telah ada secara alamiah. Polutan tidak toksik berupa bahan-bahan tersuspensi, nutrien, dan lain-lain. Sifat destruktif polutan ini dapat muncul apabila terdapat dalam jumlah yang berlebihan sehingga menyebabkan terganggunya ekosistem melalui perubahan proses fisika dan kimia di lingkungan perairan (Muhtadi *et al.*, 2023).
2. Polutan toksik merupakan jenis polutan yang dapat mengakibatkan kematian maupun gangguan berupa perubahan tingkah laku, gangguan pertumbuhan, dan perubahan karakteristik morfologi berbagai organisme akuatik di lingkungan perairan. Polutan toksik seperti logam berat dapat bersumber dari limbah industri, limbah domestik, limbah pertanian, dan

pelayaran. Selain itu, jenis polutan ini juga mencakup bahan-bahan yang tidak bersifat alami seperti pestisida, deterjen, dan lain-lain (Muhtadi *et al.*, 2023).

2.3 Pencemaran Logam Berat

Logam berat memiliki kepadatan yang tinggi dan bersifat toksik bahkan beracun meskipun dalam jumlah yang sedikit (Male *et al.*, 2025). Di lingkungan, logam berat dapat terakumulasi di tanah dan perairan serta tidak dapat terurai secara alami, sehingga menjadikannya salah satu zat pencemar yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup dan organisme yang terpapar (Siringoringo *et al.*, 2022). Logam berat dikelompokkan menjadi dua golongan, yaitu logam berat esensial dan non-esensial. Logam berat esensial merupakan logam berat yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah tertentu dan berperan dalam proses metabolisme, contohnya tembaga (Cu), besi (Fe), selenium (Se), dan zink (Zn). Adapun logam berat non-esensial merupakan logam berat yang tidak dibutuhkan oleh tubuh dan dapat berbahaya bahkan beracun meskipun terdapat dalam jumlah yang sedikit di dalam tubuh makhluk hidup. Contoh logam berat non-esensial meliputi merkuri (Hg), arsenik (As), timbal (Pb), dan kadmium (Cd) (Arifiyana *et al.*, 2023).

Perairan yang terkontaminasi oleh logam berat dapat memberikan dampak negatif bagi organisme akuatik dan manusia. Logam berat yang masuk ke lingkungan perairan akan terakumulasi pada organisme akuatik seperti kerang darah dan ikan. Akumulasi logam berat pada kerang darah dapat menyebabkan gangguan pertumbuhan, gangguan kesehatan, dan kematian massal, serta berpotensi menimbulkan gangguan kesehatan bagi manusia yang mengonsumsinya (Pratiwi, 2020). Dampak yang ditimbulkan apabila logam berat masuk ke dalam tubuh manusia yaitu dapat mengganggu kesehatan dengan cara menghambat kerja enzim sehingga metabolisme tubuh

terganggu dan menimbulkan risiko kesehatan seperti kanker dan mutasi genetik (Pratiwi, 2020). Selain berdampak pada organisme akuatik, pencemaran logam berat juga memberikan dampak negatif bagi tumbuhan laut seperti lamun, mangrove, dan makroalga (Vitasari *et al.*, 2023).

2.4 Logam Berat Pb

Timbal merupakan logam berat yang dalam dunia ilmiah dikenal dengan nama Plumbum dan disimbolkan dengan Pb (Abdollah & Sohilauw, 2022). Pb memiliki karakteristik berupa warna kelabu kebiruan dengan permukaan yang berkilau, serta tidak berbau dan tidak berasa (Irianti *et al.*, 2017). Logam berat Pb termasuk salah satu jenis logam berat dengan tingkat toksisitas tinggi dan mudah terakumulasi di dalam tubuh organisme. Logam berat Pb dapat bersumber dari aktivitas pelabuhan di lingkungan perairan maupun aktivitas penduduk permukiman di sekitar perairan (Fahrudin *et al.*, 2020).

2.4.1 Sumber Alami dan Antropogenik Pb

Logam berat Pb secara alami dapat terbentuk di alam yang secara alami berasal dari pelupukan batuan, aktivitas vulkanik, dan kebakaran hutan, namun sebagian besar Pb yang terdapat di lingkungan berasal dari aktivitas manusia, seperti penggunaan bahan bakar. Penggunaan bahan bakar menyebabkan terbentuknya siklus Pb buatan. Sebagai contoh, ketika bahan bakar dibakar pada mesin kendaraan, Pb akan membentuk garam-garam seperti klorida, bromida, dan oksida yang kemudian terlepas ke lingkungan melalui gas buang kendaraan. Partikel berukuran lebih besar akan jatuh dan mencemari tanah atau permukaan air, sedangkan partikel berukuran lebih kecil akan terbawa jauh dan terakumulasi di atmosfer. Pb yang terakumulasi di atmosfer selanjutnya akan jatuh kembali ke tanah atau perairan melalui air hujan. Siklus tersebut menyebabkan Pb terus bersirkulasi di lingkungan

dan menimbulkan masalah pencemaran logam berat secara berkelanjutan (Irianti *et al.*, 2017).

Aktivitas manusia seperti pembuangan limbah ke perairan menyebabkan Pb yang berasal dari aliran sungai mengalir menuju muara sungai dan selanjutnya masuk ke perairan laut serta tersebar melalui arus (Putra, 2023). Keberadaan Pb yang terlarut di dalam air laut akibat aktivitas manusia tersebut dapat menyebabkan pencemaran dan menurunkan kualitas air laut (Sulistyo *et al.*, 2024). Dengan adanya potensi penurunan kualitas air tersebut, kadar logam Pb pada air laut untuk kategori biota laut harus memenuhi standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh pemerintah melalui Peraturan Pemerintah Nomor 22 Tahun 2021 Lampiran VIII tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Peraturan Presiden, Republik Indonesia, 2021). Baku mutu logam Pb pada air laut disajikan pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Standar baku mutu logam berat Pb pada air laut berdasarkan PP No. 22 Tahun 2021 Lampiran VIII

No.	Parameter	Satuan	Biota Laut
1.	Plumbum (Pb)	mg/L	0,008

Pb yang terlarut di air laut selanjutnya akan terakumulasi oleh organisme laut. Kharisma *et al.* (2023) menyatakan bahwa logam Pb yang terakumulasi di biota perairan seperti kerang darah dapat memberikan dampak negatif secara morfologis dan fisiologis, bahkan menyebabkan kematian.

Kandungan logam Pb yang melebihi baku mutu kekerangan dapat membahayakan kerang darah dan menimbulkan risiko keamanan pangan. Oleh sebab itu, nilai Pb pada kerang darah tidak boleh melebihi baku mutu yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI 7387:2009) dengan

konsentrasi maksimum Pb sebesar 1,5 mg/kg, sebagaimana disajikan pada Tabel 2.2.

Tabel 2. 2 Standar baku mutu logam berat Pb pada kerang darah berdasarkan SNI 7387 Tahun 2009

No.	Parameter	Satuan	Kerang Darah
1.	Plumbum (Pb)	mg/kg	1,5

2.5 Kerang Darah

Kerang darah (*Anadara granosa*) merupakan salah satu jenis kerang-kerangan yang banyak diminati oleh masyarakat karena kandungan proteinnya yang tinggi serta mengandung asam amino yang baik bagi kesehatan (Santoni *et al.*, 2023). Klasifikasi kerang darah sebagai berikut.

Kingdom	: Animalia
Filum	: Moluska
Kelas	: Bivalvia
Subkelas	: Pterimorphia
Ordo	: Arcoida
Famili	: Arcidae
Subfamili	: Anadarinae
Genus	: <i>Anadara</i>
Spesies	: <i>Anadara granosa</i> (Santoni <i>et al.</i> , 2023)

Kerang darah memiliki kaki berbentuk kapak pipih yang menjulur ke arah luar, dengan fungsi untuk merayap dan menggali lumpur atau pasir di dasar perairan. Tubuh kerang darah tebal dan menggebung dengan alur pada permukaan tubuhnya berjumlah 18—20 buah yang dilengkapi rusuk kokoh dan keras. Cangkang kerang darah memiliki panjang antara 4—9 cm, bersifat ekuilateral dengan umbo yang terletak di tengah antara bagian posterior dan anterior. Kerang darah memiliki mantel pelecypoda berupa jaringan tipis dan lebar yang menutupi seluruh tubuh dan terletak di bawah cangkang. Selain

itu, kerang darah bernapas menggunakan dua buah insang (Akbar, 2020). Morfologi tubuh kerang darah disajikan pada Gambar 2.2.



Gambar 2. 2 Morfologi kerang darah (Akbar, 2020)

Kerang darah merupakan salah satu organisme akuatik yang memperoleh makanan dengan cara menyaring air, kemampuan ini dikenal sebagai *filter feeder*, yaitu mekanisme pengambilan makanan melalui penyaringan partikel-partikel yang melayang di dalam air (Kabangnga *et al.*, 2024). Kerang darah hidup menetap di dasar perairan terutama pada substrat berlumpur atau lumpur berpasir halus dan banyak ditemukan di kawasan mangrove yang dipengaruhi oleh aliran air sungai. Kerang darah paling banyak ditemukan di kawasan mangrove pada zona intertidal, yaitu daerah yang berada di antara batas air pasang dan air surut dengan pengaruh air payau, seperti di daerah teluk yang memiliki tutupan mangrove yang rapat (Alburhana *et al.*, 2023).

Kerang darah merupakan salah satu biota air yang bersifat menetap dan memiliki kemampuan terbatas dalam menghindari pengaruh pencemaran, sehingga dapat dijadikan bioindikator karena mampu mengakumulasi logam berat dalam jumlah yang lebih besar dibandingkan biota lainnya. Kemampuan akumulasi tersebut menjadikan kerang darah sering digunakan sebagai hewan uji dalam pengukuran tingkat akumulasi logam berat pada organisme laut (Uho & Konawe, 2025). Hasri *et al.* (2021) menyatakan bahwa kerang darah

dijadikan bioindikator karena memiliki tingkat toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan serta kemampuan yang besar dalam mengakumulasi polutan logam berat di lingkungan perairan.

Kerang darah memiliki protein khusus yang berperan dalam mekanisme adaptasi dan pertahanan hidup di lingkungan perairan yang tercemar logam berat (Corebima *et al.*, 2020). Organisme akuatik, termasuk kerang-kerangan, ikan, moluska, dan zooplankton, mampu membentuk sistem pertahanan melalui protein tertentu yang tersebar pada berbagai jaringan dan organ, seperti hati, ginjal, insang, testis, usus, plasma, eritrosit, sel epitel, dan urine. Salah satu protein pertahanan tersebut adalah metallothionein (MT), yang berfungsi secara biologis dalam proses detoksifikasi dan pengikatan logam berat di dalam tubuh organisme. Kerang darah yang hidup di perairan tercemar logam berat akan menghasilkan MT dalam jumlah yang lebih tinggi dibandingkan dengan kerang darah yang hidup di perairan yang tidak terpapar pencemaran. Peningkatan produksi MT tersebut merupakan respons fisiologis terhadap keberadaan logam berat di lingkungan perairan, sehingga kerang darah berpotensi digunakan sebagai bioindikator untuk menilai tingkat pencemaran logam berat di perairan pesisir (Corebima *et al.*, 2020).

2.6 Bioconcentration Factor (BCF)

Bioconcentration factor (BCF) merupakan parameter yang mengukur rasio konsentrasi logam berat yang diserap oleh organisme akuatik dari lingkungan perairan maupun melalui makanan yang terkontaminasi (Emilia *et al.*, 2022). BCF berfungsi sebagai alat analisis untuk mengetahui sejauh mana logam berat cenderung diserap dan terakumulasi di dalam tubuh organisme akuatik.

Analisis BCF bertujuan untuk mengetahui tingkat bioakumulasi dan toksisitas logam berat pada organisme akuatik. Nilai BCF yang tinggi (> 1.000)

mengindikasikan terjadinya bioakumulasi logam berat dalam jumlah besar pada organisme akuatik dan menunjukkan tingginya tingkat kontaminasi di lingkungan perairan, sehingga organisme akuatik tersebut tidak layak untuk dikonsumsi karena dapat membahayakan kesehatan manusia. Sebaliknya, nilai BCF yang rendah (< 100) menunjukkan rendahnya kandungan logam berat di lingkungan perairan sehingga tidak terjadi akumulasi yang signifikan pada organisme akuatik. Kondisi ini mengindikasikan bahwa organisme akuatik tersebut relatif aman dari kontaminasi logam berat dan masih dalam batas yang dapat ditoleransi untuk dikonsumsi (Emilia *et al.*, 2022).

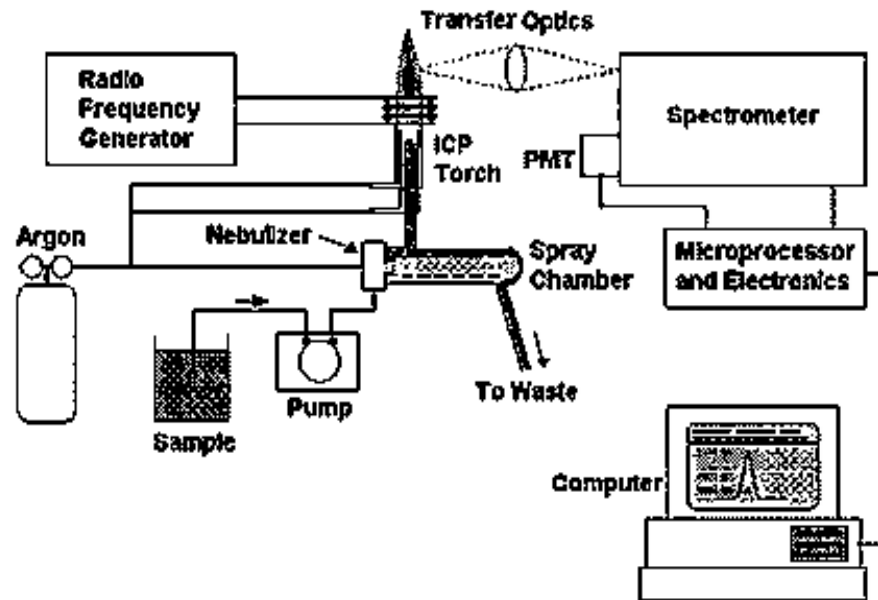
Berdasarkan nilai perhitungan BCF dapat dikategorikan kemampuan organisme akuatik seperti kerang darah dalam mengakumulasi logam berat dari air dengan tingkat akumulasi sebagai berikut.

1. Nilai BCF dikategorikan akumulasi rendah, jika nilai BCF < 100
2. Nilai BCF dikategorikan akumulasi sedang, jika nilai BCF antara 100 – 1000
3. Nilai BCF dikategorikan akumulasi tinggi, jika nilai BCF > 1000 (Astari *et al.*, 2021)

2.7 Analisis Logam Berat Pb dengan ICP-OES

Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry (ICP-OES) merupakan salah satu teknik spektrometri yang digunakan untuk mengukur kandungan logam berat dengan keunggulan tingkat sensitivitas yang tinggi (Risma & Sutopo, 2024). Analisis dengan ICP-OES dilakukan dengan cara memancarkan radiasi elektromagnetik pada panjang gelombang yang spesifik dari unsur-unsur logam di dalam sampel. Intensitas emisi yang dihasilkan sebanding dengan konsentrasi unsur di dalam sampel, sehingga teknik ini dapat digunakan untuk menentukan kandungan logam berat secara kuantitatif

(Risma & Sutopo, 2024). Skema pengukuran dan analisis sampel menggunakan ICP-OES disajikan pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Skema ICP-OES (Handayani, 2020)

Instrumen ICP-OES memiliki beberapa kelebihan, yaitu suhu atomisasi yang tinggi berkisar antara 7.000—8.000 K, derajat ionisasi yang besar untuk berbagai unsur, kemampuan analisis unsur logam secara simultan, serta tingkat kesalahan dan gangguan yang rendah. Selain itu, ICP-OES memiliki sensitivitas yang sangat tinggi sehingga akurasi dan presisi hasil pengukuran dapat dijamin melalui validasi metode analisis yang baik. Namun demikian, kekurangan instrumen ICP-OES adalah tidak digunakannya elektroda dalam sistem kerjanya, sehingga alat ini tidak dapat mendeteksi kontaminan yang berasal dari bahan elektroda (Sabrina, 2020).

2.8 Validasi Metode Analisis ICP-OES

Validasi metode merupakan proses penilaian terhadap parameter tertentu berdasarkan percobaan di laboratorium menggunakan alat instrumentasi, yang bertujuan untuk membuktikan bahwa parameter tersebut memenuhi persyaratan dalam penggunaannya. Validasi metode dalam analisis meliputi linearitas, akurasi, dan presisi sebagai berikut (Harmono, 2020).

1. Linearitas merupakan salah satu parameter validasi metode yang menggambarkan kemampuan metode analisis untuk menghasilkan respons yang proporsional terhadap konsentrasi analit di dalam sampel, baik secara langsung maupun melalui transformasi matematika. Analisis regresi linear menggunakan persamaan $y = ax + b$ (Susanto *et al.*, 2021).
2. Akurasi atau ketelitian merupakan parameter validasi metode yang dinyatakan sebagai persen perolehan kembali (% *Recovery*) dari hasil pengujian setelah ditambahkan sejumlah analit dengan konsentrasi yang diketahui ke dalam sampel (Susanto *et al.*, 2021). Pada penelitian ini, akurasi diukur menggunakan larutan *Certified Reference Material* (CRM). Adapun larutan CRM merupakan reference material bersertifikat yang telah melalui prosedur metrologi dan disertai nilai ketidakpastian serta pernyataan ketelusuran metrologi (Sugito & Setiawan, 2022). CRM digunakan untuk mengetahui kedekatan hasil pengukuran dengan nilai sebenarnya, yaitu dengan membandingkan nilai konsentrasi hasil pengujian CRM dengan nilai yang tercantum pada sertifikat CRM (Nusyura *et al.*, 2023).
3. Presisi atau ketepatan merupakan parameter validasi metode yang bertujuan untuk mengetahui kesesuaian hasil pengujian yang dilakukan secara berulang menggunakan metode yang telah divalidasi. Presisi diukur dengan menghitung *relative percent difference* atau simpangan baku relatif (RPD) (Susanto *et al.*, 2021). Pada penelitian ini, syarat keberterimaan presisi mengacu pada SNI 6989-82:2018 dengan nilai % $RPD \leq 10\%$.

III. METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian akan dilaksanakan pada bulan November sampai dengan bulan Desember Tahun 2025. Pengambilan sampel kerang darah dan air laut dilaksanakan di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung. Persiapan, preparasi, sampel dilakukan di Laboratorium Botani, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Lampung. Pengujian sampel kandungan logam berat Pb dilaksanakan di UPA Laboratorium Terpadu Universitas Lampung (LTSIT Universitas Lampung).

3.2 Gambaran Lokasi Pengambilan Sampel

Penentuan lokasi pengambilan sampel didasarkan pada survei lokasi untuk pertimbangan potensi sumber pencemaran yang berbeda, sehingga dapat mewakili variasi kondisi lingkungan perairan di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung. Kawasan muara sungai belau dipilih karena berfungsi sebagai jalur masuk limbah dari daratan. Selain itu, adanya aktivitas perkapalan disekitar muara sungai belau yang menjadi penyumbang polutan logam berat Pb (Gambar 3.1).



Gambar 3. 1 Kondisi muara sungai belau, Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung (Dokumentasi Pribadi, 2025)

Kawasan mangrove dipilih karena berperan sebagai ekosistem penyangga sekaligus daerah akumulasi sedimen yang memungkinkan terjadinya bioakumulasi logam. Selain itu, alasan pemilihan titik lokasi dikarenakan limbah sampah masyarakat yang berasal dari muara sungai yang menumpuk di kawasan mangrove (Gambar 3.2).



Gambar 3. 2 Kondisi kawasan mangrove, Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung (Dokumentasi Pribadi, 2025)

Sedangkan kawasan permukiman dipilih karena aktivitas domestik dan industri perikanan berpotensi menghasilkan pencemaran logam berat yang berasal dari limbah rumah tangga dan limbah dari aktivitas perkapalan disepanjang kawasan permukiman di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung (Gambar 3.3).



Gambar 3. 3 Kondisi kawasan permukiman, Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung (Dokumentasi pribadi, 2025)

3.3 Titik Lokasi Pengambilan Sampel

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung (Gambar 3.4), yang memiliki luas sekitar $\pm 12 - 13$ hektar, pada tiga titik lokasi yang mewakili kawasan muara sungai belau, kawasan mangrove, dan kawasan permukiman (Tabel 3.1). Jarak antar stasiun pengambilan sampel masing-masing lokasi adalah 329 meter, 50 meter, dan 150 meter, dengan total bentang pengambilan sampel sepanjang 529 meter dari keseluruhan wilayah Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung.

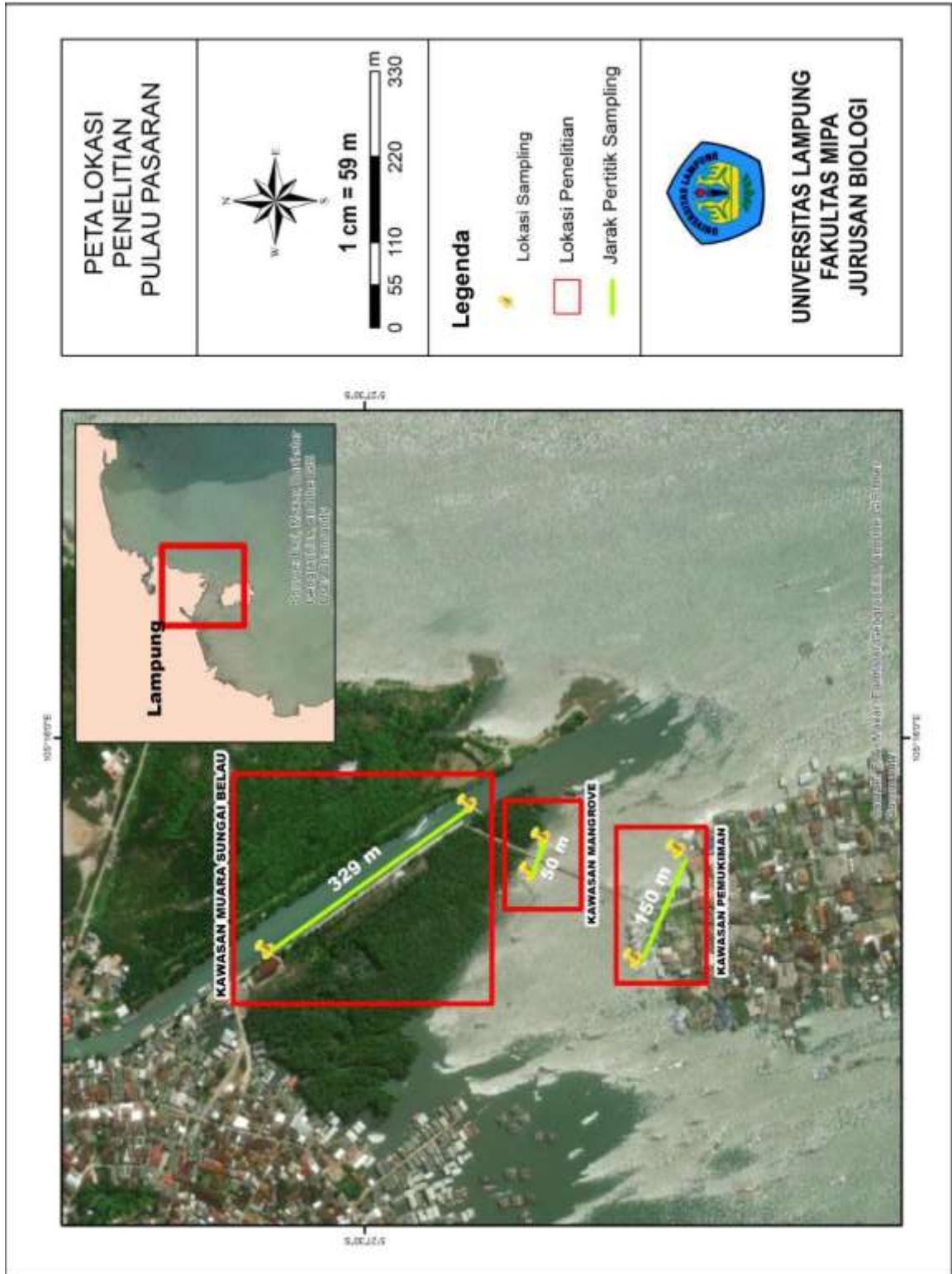
Tabel 3. 1 Titik koordinat pengambilan sampel

Kode Sampel Kerang Darah	Jumlah Individu	Kode Sampel Air Laut	Volume Sampel Air (mL)	Lokasi Pengambilan Sampel	Titik Koordinat
KD 01	5-10 individu	AL 01	500	Kawasan Muara Sungai Belau	5°27'33"S 105°15'56"E
KD 02	5-10 individu	AL 02	500	Kawasan Mangrove	5°27'36"S 105°15'54"E
KD 03	5-10 individu	AL 03	500	Kawasan Permukiman	5°27'42"S 105°15'52"E

Gambar 3. 4
Peta lokasi titik stasiun penelitian, Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung

Sumber:

Badan Informasi Geospital (BIG) (2022).
Peta Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung, Diolah dengan ArcGis 4.12.2025.



3.4 Alat dan dan Bahan

3.4.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat alat ICP-OES, *beaker glass*, gelas ukur, labu ukur, spatula, buret, klem dan statif, botol sampel, tutup botol, corong gelas, seperangkat alat saring vakum, pipet volumetri, *bulb*, pH meter, saringan memberan ukuran pori 0,45 μm , *cool box*, *hot plate*, neraca analitik, oven, mortal dan alu, pinset, kantong sampel, kertas label, kertas pH, pipet tetes 5 mL, *water sampler* kaca arloji, dan sekop.

3.4.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel air laut, sampel kerang darah, air bebas mineral, *nitric acid* 65% (HNO_3), logam induk Pb 1000 ppm, formalin 40%, HCl, H_2O_2 30%, dan larutan CRM.

3.5 Metode Penelitian

Metode penelitian ini dilakukan dengan metode survei dan pengambilan sampel kerang darah pada tiga stasiun pengamatan di perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung, yang ditentukan secara *purposive sampling* berdasarkan tingkat aktivitas manusia (Subhaktiyasa, 2024). Pada setiap stasiun diambil 5 – 10 individu kerang darah dengan ukuran cangkang relatif seragam. Sampel air laut diambil pada lokasi yang sama dengan pengambilan kerang darah. Variabel utama yang diamati adalah konsentrasi logam berat Pb dalam jaringan kerang darah, dan air laut. Data konsentrasi Pb dianalisis untuk menghitung nilai BCF. Analisis data dilakukan secara deskriptif

kuantitatif dengan menyajikan nilai konsentrasi Pb dan BCF dalam bentuk tabel dan grafik (Harahap *et al.*, 2022).

3.6 Teknik Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel air laut dan kerang darah dilakukan pada pagi hari saat kondisi air laut surut, yaitu pukul 08.00–12.00 WIB. Pengambilan sampel pada saat air surut bertujuan untuk memudahkan akses tanpa penyelaman, meminimalkan gangguan terhadap habitat, serta meningkatkan efisiensi pengambilan sampel (Toding *et al.*, 2018). Waktu pengambilan pada pagi hari dipilih karena kondisi perairan yang relatif stabil, suhu yang lebih merata, serta suhu udara yang lebih rendah, sehingga dapat meminimalkan perubahan kualitas air maupun jaringan kerang akibat proses oksidasi (Hidayah *et al.*, 2024). Pengambilan sampel dilakukan satu kali pada setiap stasiun, dengan dua ulangan analisis laboratorium untuk menjaga keandalan data. Pengambilan sampel satu kali dinilai telah representatif dalam menggambarkan kondisi pencemaran logam berat Pb serta perhitungan nilai BCF sesuai tujuan penelitian (Ramlia *et al.*, 2018). Jumlah individu kerang darah yang diambil pada setiap kelompok ukuran juga dianggap memadai untuk mewakili populasi tanpa menimbulkan eksploitasi berlebihan terhadap sumber daya perairan (Toding *et al.*, 2018).

3.7 Prosedur Kerja

3.7.1 Pengambilan Sampel Air Laut dan Kerang Darah

a. Persiapan Pengambilan Sampel

Seluruh botol sampel disiapkan dan dibersihkan sebelum proses pengambilan sampel dilakukan. Botol dicuci menggunakan sabun, kemudian dibilas dengan air hingga tidak terdapat sisa busa.

Kantong sampel juga dipersiapkan dan diberi label sesuai dengan identitas masing-masing wadah (Assyifa, 2021).

b. Pengambilan Sampel Air Laut

Sampel air laut diambil menggunakan alat *water sampler* pada kedalaman 0-1 m² dari permukaan air sebanyak 500 mL pada tiga titik lokasi pengambilan sesuai dengan standar (SNI 6964.8:2015). Selanjutnya, sampel dimasukkan ke dalam botol yang telah diberi label identitas, kemudian ditambahkan HNO₃ 65% 1 sampai 2 tetes menggunakan pipet tetes 5 mL dan diukur pH menggunakan pH meter hingga ≤ 2 untuk menjaga kestabilan sampel (Iyabu *et al.*, 2020). Setelah itu, sampel disimpan dalam *cool box* untuk meminimalisir kontaminasi sebelum dianalisis di laboratorium (Assyifa, 2021).

c. Pengambilan Sampel Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Sampel kerang darah diambil secara acak (*random sampling*) menggunakan sekop sebanyak 5–10 individu dari tiga lokasi, yaitu kawasan muara sungai belau, kawasan mangrove, dan kawasan pemukiman di Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung. Pada setiap lokasi dilakukan dua kali ulangan analisis laboratorium. Jarak pengambilan sampel mengikuti (SNI 13-4718:1998), mencakup area tepi kiri dan kanan perairan serta mempertimbangkan jarak 20–50 m dari sumber gangguan (misalnya jembatan atau aktivitas penduduk). Pemilihan lokasi difokuskan pada perairan dangkal yang masih terkena cahaya matahari untuk mewakili kondisi lingkungan. Sampel yang diperoleh dimasukkan ke dalam kantong berisi 40 mL air laut dan diawetkan dengan 10 mL formalin 40%, kemudian disimpan dalam *cool box* untuk dibawa ke laboratorium (Assyifa, 2021).

3.7.2 Preparasi Sampel

a. Preparasi Sampel Air Laut

Sampel air laut yang akan dianalisis disiapkan terlebih dahulu. Selanjutnya, sampel disaring menggunakan membran berpori 0,45 μm dengan bantuan alat vakum penyaring. Hasil penyaringan kemudian dipindahkan ke dalam *beaker glass* 50 mL yang telah diberi kode identifikasi sebanyak 20 mL. Untuk proses pengasaman, ditambahkan larutan HNO_3 pekat hingga mencapai $\text{pH} \leq 2$. Sampel uji yang telah diasamkan siap untuk dianalisis menggunakan instrumen ICP-OES sesuai dengan standar (SNI 6989 82:2018).

b. Preparasi Sampel Kerang Darah (*Anadara granosa*)

Sampel kerang darah dibersihkan dari air laut dengan cara dicuci menggunakan air bersih sebanyak tiga kali untuk menghilangkan kontaminan. Selanjutnya, sampel daging kerang darah dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 12 jam, kemudian didinginkan hingga mencapai suhu ruang. Sampel yang telah dingin dihaluskan menggunakan mortar dan alu. Sebanyak 1-5 gram sampel kering ditimbang dan dimasukkan ke dalam gelas beaker berukuran 100 mL yang telah dibersihkan dengan air bebas mineral. Untuk proses destruksi, ditambahkan secara berturut-turut HNO₃ 65% sebanyak 2 mL, H₂O₂ 30% sebanyak 2 mL, dan HCl pekat sebanyak 2 mL. Wadah ditutup dengan kaca arloji dan didiamkan selama 30 menit pada suhu ruang untuk pre-reaksi, kemudian dipanaskan menggunakan *hot plate* pada suhu 95°C ± 5°C selama 2-3 jam hingga larutan menjadi jernih dan volume berkurang hingga sekitar 2-3 mL. Penggunaan *hot plate* dipilih karena memberikan kontrol suhu yang stabil dan mengurangi risiko kontaminasi silang, dengan pencegahan kehilangan volatil melalui penutupan beaker dengan kaca arloji dan menjaga suhu tidak melebihi 100°C (Assyifa, 2021).

Setelah proses destruksi selesai dan larutan dingin, sampel dipindahkan ke labu ukur 25 mL dan ditambah air bebas mineral hingga tanda tera untuk mencapai volume akhir 25 mL. Untuk kontrol kualitas, disiapkan larutan CRM (WS 312), dan dua ulangan analisis laboratorium dengan 5-10 individu kerang darah untuk menjaga kualitas data. Sampel akhir siap dianalisis menggunakan instrumen ICP-OES dalam waktu maksimal 7 hari setelah destruksi, dengan penyimpanan pada suhu 4°C jika tidak langsung dianalisis sesuai metode Assyifa, (2021).

3.8 Pengujian Logam Berat

Pengujian konsentrasi logam berat pada sampel air laut dan daging kerang darah dilakukan menggunakan instrumen ICP-OES pada panjang gelombang 220,35 nm. Instrumen ICP-OES bekerja berdasarkan prinsip eksitasi atom dan ion dalam sampel melalui plasma yang diinduksi secara elektromagnetik, sehingga memungkinkan determinasi kuantitatif konsentrasi logam berat dalam sampel (Risma & Sutopo, 2024). Hasil analisis yang diperoleh kemudian dibandingkan dengan baku mutu kualitas lingkungan.

3.9 Analisis Data

Analisis kandungan logam berat Pb pada dibandingkan dengan PP No. 22 Tahun 2021 pada Lampiran VIII untuk biota laut tentang penyelenggaraan perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup untuk sampel air laut dan SNI 7387:2009 tentang batas cemaran logam berat dalam pangan untuk sampel kerang darah. Perhitungan nilai BCF dianalisis menggunakan rumus sebagai berikut.

$$\text{BCF} = \frac{\text{Kandungan Logam Berat pada Kerang Darah}}{\text{Kandungan Logam Berat pada Air Laut}}$$

Keterangan:

1. Nilai BCF > 1000, dikategorikan sebagai akumulatif tinggi,
2. Nilai BCF antara 100-1000, dikategorikan sebagai akumulatif sedang,
dan
3. Nilai BCF < 100, dikategorikan sebagai akumulatif rendah (Syukriah *et al.*, 2024).

3.10 Validasi Metode

Validasi metode dilakukan menggunakan bahan kimia pro analis yaitu, dua ulangan analisis laboratorium kerang darah dan air laut, dan *quality control* dengan larutan CRM WS 312. Digunakan alat gelas bebas kontaminasi dan alat ukur yang terkalibrasi. Dicuci peralatan gelas dengan air bebas mineral. Dilakukan kontrol akurasi dengan CRM WS 312 dengan kisaran standar kerja 90-110%. Dihitung nilai presisi (ketepatan) % RPD dengan nilai ambang batas < 10% (SNI 6989 82:2018).

1. Uji Akurasi

Berikut persamaan % *Trueness* untuk nilai konsentrasi CRM disajikan pada rumus sebagai berikut.

$$\% \text{Trueness} = \left(\frac{\text{konsentrasi yang terukur}}{\text{konsentrasi yang sebenarnya}} \right) \times 100\%$$

(Sumber: Zain & Malik, 2024).

2. Uji Presisi

Berdasarkan SNI 6989-82:2018 nilai presisi dapat dihitung nilai % RPD dengan nilai keberterimaan dinyatakan jika % RPD < 10 % disajikan pada rumus sebagai berikut.

$$\% \text{RPD} = \left(\frac{\text{Hasil pengukuran} - \text{duplikat pengukuran}}{(\text{Hasil pengukuran} + \text{duplikat pengukuran})/2} \right) \times 100\%$$

(Sumber: SNI 6989 82:2018)

3. Uji Linearitas

Persamaan regresi linear disajikan pada rumus sebagai berikut.

$$Y = ax + b$$

Keterangan:

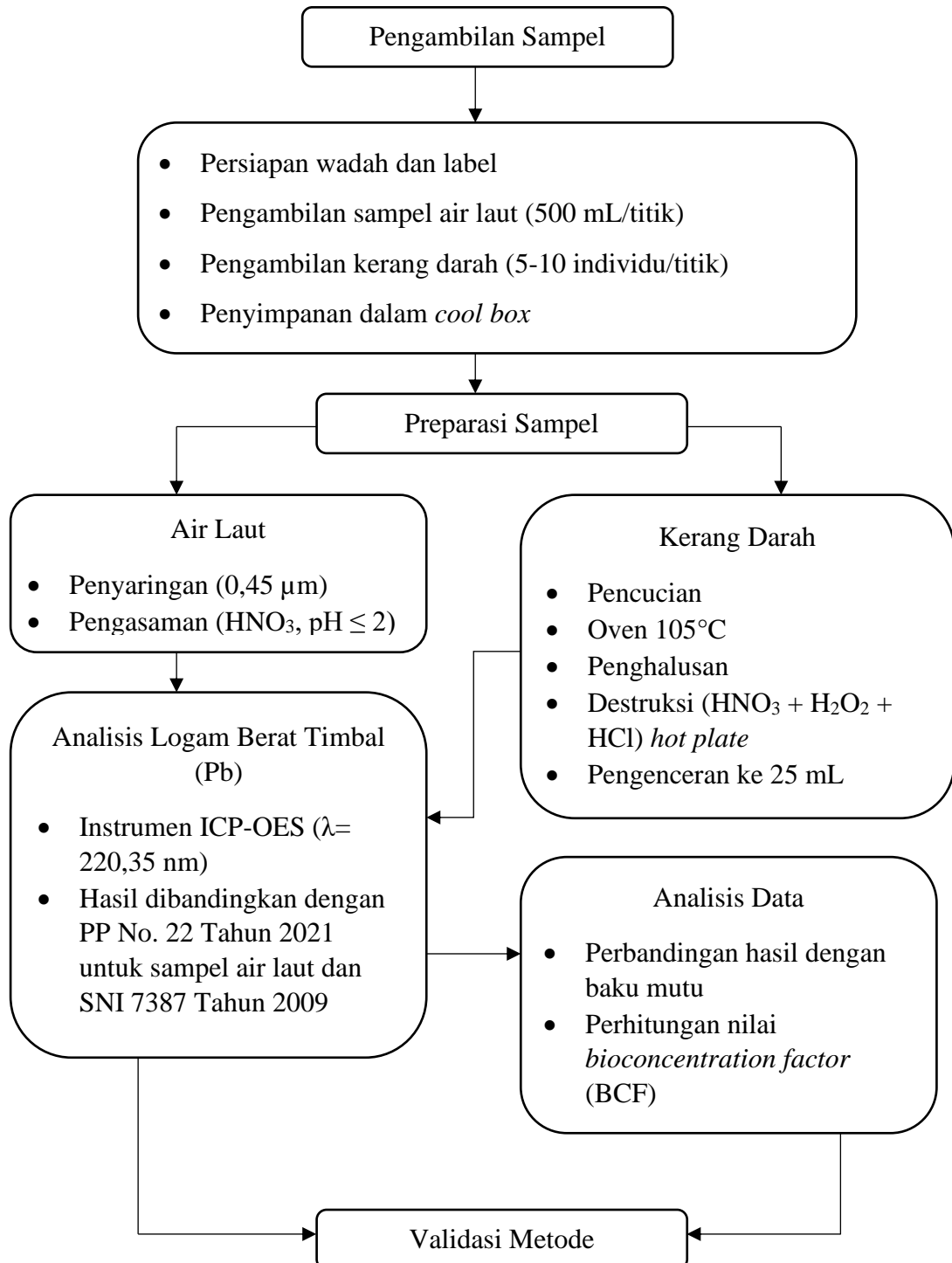
Y = Absorban larutan sampel

X = Konsentrasi larutan sampel

a = *Slopes*

b = *Intercept* (Susanto *et al.*, 2021).

Prosedur kerja penelitian secara ringkas disajikan pada diagram prosedur kerja penelitian pada Gambar 3.2. Berikut adalah diagram alir prosedur kerja sebagai berikut.



Gambar 3. 6 Diagram alir prosedur kerja

V. SIMPULAN

5.1 Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Konsentrasi logam berat Pb dalam air laut di perairan Pulau Pasaran berkisar antara 0,018–0,043 mg/L, dengan nilai tertinggi di kawasan permukiman dan terendah di kawasan muara sungai Belau. Konsentrasi Pb pada kerang darah berkisar antara 0,291–0,525 mg/kg, dengan pola sebaran tertinggi juga ditemukan di kawasan permukiman
2. Konsentrasi Pb pada seluruh air laut di ketiga stasiun penelitian melebihi baku mutu berdasarkan PP No.22 Tahun 2021 Lampiran VIII ($< 0,008$ mg/L) sebesar 0,018-0,043 mg/L. Konsentrasi Pb pada kerang darah sebesar 0,291-0,525 mg/kg masih berada di bawah batas maksimum berdasarkan SNI 7387 Tahun 2009 ($< 1,5$ mg/kg).
3. Nilai *bioconcentration factor* (BCF) logam berat Pb pada kerang darah terhadap air laut (BCF < 100) tergolong akumulatif rendah.

5.2 Saran

Saran yang dapat disampaikan peneliti adalah sebagai berikut:

1. Penelitian selanjutnya disarankan untuk mengukur kadar metallothionein pada kerang darah sehingga dapat memahami mekanisme akumulasi dan detoksifikasi logam berat Pb.
2. Perlu dilakukan monitoring secara berkala dan berkelanjutan terhadap konsentrasi logam berat Pb pada air laut dan kerang darah di perairan Pulau Pasaran untuk memantau dinamika pencemaran, terutama pada kondisi dan musim yang berbeda

DAFTAR PUSTAKA

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollah, A., & Sohilauw, Indrayani, Sima, S. (2022). Paparan Timbal (Pb) Pada (*Scylla* sp) Pasca Tambang Gunung Botak. *Jurnal Biologi Science and Education*. 11(2), 171–177.
- Akbar, A. I. D. (2020). Potensi Cangkang Kerang Darah (*Anadara Granosa*) Sebagai Sumber Kalsium (Ca) Nanopartikel Dari Pesisir Situbondo, Jawa Timur. In *Skripsi* (Issue Universitas Brawijaya, p. Malang).
- Alburhana, L. S., Setyati, W. A., & Redjeki, S. (2023). Hubungan Panjang Berat Kerang Darah (*Anadara granosa*) di Perairan Berahan Kulon, Demak. *Journal of Marine Research*, 12(4), 746–753. <https://doi.org/10.14710/jmr.v12i4.34119>
- Arifiyana, D., Devianti, V. A., & Wardani, R. K. (2023). Edukasi Bahaya Logam Berat dalam Tubuh dan Sumber Kontaminannya. *Jurnal Abdi Masyarakat Kita*, 3(1), 40–52. <https://doi.org/10.33759/asta.v3i1.306>
- Asrori, F., Kusumaning Jati, I., & Andi Fitriyono, R. (2022). Penanggulangan Tindak Pidana Perikanan Illegal Fishing Di Laut Natuna. *Jurnal Hukum Pidana Dan Kriminologi*, 3(1), 45–54. <https://doi.org/10.51370/jhpk.v3i1.49>
- Assyifa, R. A. (2021). Analisis Logam Berat Pada Kepiting Yuyu (*Parathelapsa Convexa*), Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*), Dan Ikan Cenang (*Gambusia Affinis*) Di Perairan Way Ratai, Kabupaten Pesawaran, Lampung Dengan Metode Icp-Oes. *Skripsi* (Universitas Lampung, p Lampung) 1–63.
- Astari, F. D., Lumban Batu, D. T. F., & Setyobudiandi, I. (2021). Akumulasi Besi (Fe) pada Kerang Hijau di Perairan Tanjung Mas, Semarang. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 26(1), 120–127. <https://doi.org/10.18343/jipi.26.1.120>

Avelia, F., Rhamadanti, P., R., Wahyu, P., Y., & Mutolib, A. (2023). Tingkat Kesetaraan Gender Pada Masyarakat Nelayan Di Pulau Pasaran Kota Bandar Lampung. *Jurnal Agroinfo Galuh*, 10(1), 603–615.

Azuga, N. A., Ikhwan, F., Annisa, U., K., Sefni, H., M, I., N., & Ardi, G., P. (2025). Pencemaran Mikrobiologis pada Kerang Darah (*Anadara granosa*): Studi Deteksi Bakteri Coliform. *Jurnal Riset Kelautan Tropis (Journal Of Tropical Marine Research) (J-Tropimar)*, 6(2), 61–69.
<https://doi.org/10.30649/jrkt.v6i2.107>

Badan Standarisasi Nasional. (2009). SNI 7387:2009: Batas Maksimum Cemaran Logam Berat dalam Pangan. *Batas Maksimum Cemaran Logam Berat Dalam Pangan*, 1–29. https://sertifikasibbia.com/upload/logam_berat.pdf

Badan Standarisasi Nasional. (2015). *Standar Nasional Indonesia 6964.8:2015 Kualitas Air Laut-Bagian 8: Metode Pengambilan Contoh Uji Air Laut*.

Badan Standarisasi Nasional. (2018). *Standar Nasional Indonesia Nomor 6989 Air dan Air Limbah Bagian 82*.

Budi, W., M., Nugroho, A., T., & Wahyu, S., L. (2020). Analisis Ketersediaan Airtanah dengan Metode Statis di Pulau Pasaran. *Jurnal Mkg*, 21(2), 223–233. <http://dx.doi.org/10.23887/mkg.v21i2.30259>

Clara, J., Haeruddin, & Ayuningrum, D. (2022). Analisis Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) dan Timbal (Pb) pada Air, Sedimen, dan Tiram (*Crassostrea* sp.) Di Sungai Tapak, Kecamatan Tugu, Kota Semarang. *Jfmr-journal of fisheries and marine research*, 6(1).
<https://doi.org/10.21776/ub.jfmr.2022.006.01.7>

Corebima, D. D., Kartika, R., & Hindryawati, N. (2020). Korelasi Kadar Ion Logam Pb Terhadap Konsentrasi Protein Pada Kerang Kopah (*Gafrarium tumidium*) Yang Diambil Di Pesisir Bontang, Kalimantan Timur. *Jurnal Atomik*, 5(2), 87–93.

Dian, P., Syarifuddin, Y., & Ilham, W. (2021). Analysis of Lead (Pb) Heavy Metal Content in Seawater and Sediments in The Waters Tanggul Soreang of Parepare City. *Jurnal Ilmiah Manusia Dan Kesehatan*, 4(1), 135–145.
<https://jurnal.umpar.ac.id/index.php/makes/article/view/517>

- Emilia, I., Putri, Y. P., Jumingin, J., Rizal, S., & Rangga, R. (2022). Biokonsentrasi Timbal Dan Kadmium Terhadap *Penaeus merguensis* Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Desa Sungsang I. *Sainmatika: Jurnal Ilmiah Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam*, 19(2), 215–227. <https://doi.org/10.31851/sainmatika.v19i2.9874>
- Fahrudin, F., Santosa, S., & Sareda. (2020). Heavy Metal Lead (Pb) Tolerance of Indigenous Bacteria From Seawater in Paotere Port, Makassar. *Aquatic Science & Management*, 8(1), 8–14. <http://ejournal.unsrat.ac.id/index.php/jasm/index>
- Farhan, A., Lauren, C. C., & Fuzain, N. A. (2023). Analisis Faktor Pencemaran Air dan Dampak Pola Konsumsi Masyarakat di Indonesia. *Jurnal Hukum Dan HAM Wara Sains*, 2(12), 1095–1103. <https://doi.org/10.58812/jhhws.v2i12.803>
- Hamid, A., Riani, E., & Warlina, L. (2023). Analisis Pencemaran Logam Berat Pada Sedimen Permukaan Di Dasar Perairan Laut Pulau Pasaran. *Jurnal Reksabumi*, 2(1), 65–74. <https://doi.org/10.33830/reksabumi.v2i1.4840.2023>
- Handayani, D. (2020). Verifikasi Metode Penentuan Kadar Logam Arsen (As) & Kadmium (Cd) Total Pada Sumber Ipal Titik Inlet dan Outlet. *Skripsi*. (Universitas Islam Indonesia Yogyakarta, p Yogyakarta), 1–96.
- Harahap, A., Khairunnisa, & Novalia, V. (2022). Analisis Unsur Logam Berat Kadmium Pada Kerang Darah di Pasar Tradisional Kota Lhokseumawe. *Jurnal Sains Global Indonesia*. 3(2), 79–86.
- Harmono, H. D. (2020). Validasi Metode Analisis Logam Merkuri (Hg) Terlarutn pada Air Permukaan dengan *Automatic Mercury Analyzer*. *Indonesian Journal of Laboratory*, 2(3), 11. <https://doi.org/10.22146/ijl.v2i3.57047>
- Hasan, A., Suprpto, H., Rahardja, B., & Pusrsetyo, K. (2017). analysis of heavy metal content of lead (pb) effect on gills mikroanatomi shell structure of blood (*Anadara granosa*) in the coastal waters of sedati . *Journal of Marine and Coesteal Science*. 6(3), 148–156.

- Hasri Ainun, N., Gafur, A., & Hasriwiani Habo Abbas. (2021). Bioakumulasi Logam Berat Chromium (Cr) dan Cadmium (Cd) pada Sedimen dan Kerang (*Anadara Sp.*) di Muara Sungai Tallo Kota Makassar. *Window of Public Health Journal*, 2(3), 960–973. <https://doi.org/10.33096/woph.v2i1.148>
- Hidayah, N., Kautsari, N., & Ahdiansyah, Y. (2024). Jenis, Metode Penangkapan dan Pemanfaatan Avertebrata Laut dalam Tradisi Bakalili. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 8(2), 109–120.
- Ilhami, S. Q., & Nurdini, J. A. (2024). Analisis Faktor Biokonsentrasi Dan Faktor Translokasi Dari Logam Berat Cu Pada Mangrove Rhizopora sp. *Juvenil: Jurnal Ilmiah Kelautan Dan Perikanan*, 5(4), 394–401. <https://doi.org/10.21107/juvenil.v5i4.28067>
- Irianti, T. T., Kuswadi, Nuranto, S., & Budiyatni, A. (2017). Logam Berat dan Kesehatan. *Grafika Indah ISBN: 979820492-1, January 2017*, 1–131.
- Islami, P. Y. N. (2022). Penerapan Ekonomi Sirkular pada Pengelolaan Sampah Pesisir Studi Kasus Pengelolaan Sampah Pulau Pasaran Bandar Lampung. *The 4th International Conference on University-Community Engagement (ICON-UCE)*, 512–520.
- Iyabu, H., Muhammad, A., Kilo, J. La, & Kilo, A. La. (2020). Besi dalam Air Sumur: Studi Kasus di Kelurahan Dulalowo dan Heledulaa. *Jamb.J.Chem*, 02(2), 46–52. <https://ejurnal.ung.ac.id/index.php/jjc/article/view/6990>
- Kabangnga, A., Heriansah, H., & Nursida, N. F. (2024). Analisis Laju Filtrasi dan Morfometrik Kerang Darah (*Anadara granosa*) pada Budidaya Sistem Kokultur dengan Berbagai Kombinasi Biota. *Journal of Marine Research*, 13(2), 185–194. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i2.39977>
- Kharisma, R. N., Yulianto, B., & Nuraini, R. A. T. (2023). Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air, Sedimen, dan Kerang Darah (*Anadara Granosa*) di Muara Sungai Loji dan Perairan Pantai Sekitarnya, Kota Pekalongan. *Journal of Marine Research*, 12(2), 330–335.
- Male, Y. T., Ismail, I., Koto, S., Mangesa, R., & Hadi, N. (2025). *Logam Berat Merkuri (Hg): Penggunaannya Pada Pertambangan Emas Skala Kecil (PESK) Dan Dampaknya Terhadap Ekosistem Perairan*. Deepublish.

<https://books.google.co.id/books?id=RMtCEQAAQBAJ>

- Muhtadi, A., Leidonald, R., Ipanna, S., & Susetya, E. (2023). *Pencemaran Perairan: Buku Ajar*. Merdeka Kreasi Group.
<https://books.google.co.id/books?id=GmzFEAAAQBAJ>
- Nasional, B. S. (n.d.). *Standar Nasional Indonesia 13.4718:1998 Teknik Sampling Bentos*. <https://www.scribd.com/document/407981833/SNI-13-4718-1998-Teknik-Sampling-Bentos>
- Nugraha, P., M. D., Widada, S., & Atmodjo, W. (2022). Studi Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Sedimen Dasar di Perairan Banjir Kanal Timur Semarang. *Indonesian Journal of Oceanography*, 4(3), 13–21.
<https://doi.org/10.14710/ijoce.v4i3.13398>
- Nusyura, R., Azizah, E., Ningsih, D. P., & Dewi, N. (2023). Analisis Kadar LogamKadmium, Mangan dan Seng dalam Air Limbah secara *Inductively Coupled Plasma-Optical Emission Spectrometry*. *Jurnal Serambi Engineering*, 8(1), 4529–4537.
- Olivia, S., Nia, P., Sasongko, A. S., & Rouf, A. B. (2025). Kandungan Logam Berat Pada Ikan Pelagis di Pesisir Kota Cilegon. *Journal of Marine Research*. 14(2), 347–355.
- Palupi, T. (2019). Kadar Metallothionein pada Siput Susuh Kura (*Sulcospira testudinaria*) di Aliran Sungai Brantas Wilayah Mojokerto dan Surabaya, Jawa Timur. *Skripsi*. (Universitas Brawijaya, p Malang). 1-100.
- Pangruruk, N., Yanto, S., & Patang. (2019). Pengaruh habitat mangrove terhadap penurunan tingkat cemaran rimbil di muara sungai tallo. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 5(1), 125–129.
- Peraturan Presiden, Republik Indonesia, 2021. (2021). Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup. *Sekretariat Negara Republik Indonesia*, 8(22), 483. <http://www.jdih.setjen.kemendagri.go.id/>
- Pratama, R. A., Maslukah, L., & Atmodjo, W. (2021). Pola Sebaran Horisontal Logam Berat Timbal (Pb) dan Zeng (Zn) pada Sedimen di Perairan Muara Sungai Kaligung Tegal. 14(1), 11–19.

- Pratiwi, D. Y. (2020). Dampak Pencemaran Logam Berat (Timbal, Tembaga, Merkuri, Kadmium, Krom) terhadap Organisme Perairan dan Kesehatan Manusia. *Jurnal Akuatek*, 1(1), 59–65.
- Putra, Z. A. (2023). Analisis Kandungan Logam Berat Pb, Cd, dan Mn pada Air serta Sedimen dan Plankton yang Berada di Pesisir Gunung Anak Krakatau dengan Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). *Skripsi*. (Universitas Lampung, p Lampung). 1-52.
- Putri, W., & Angraini, N. (2022). Akumulasi Cu dan Pb pada kerang darah *Anadara granosa* yang berasal dari Perairan Muara Sungai Musi. *Jurnal Penelitian Sains*. 24(4), 24–28.
- Rahmah, S., Maharani, H. W., & Efendi, E. (2019). Konsentrasi logam berat Pb dan Cu pada sedimen dan kerang darah (*Anadara granosa* Linn, 1758) di Perairan Pulau Pasaran, Kota Bandar Lampung. *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 1, 22–27. <https://doi.org/10.29103/aa.v6i1.887>
- Ramlia, R., Rahmi, & Abidin Djalla. (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>
- Retnosari, F. D., Andriyono, S., & Dewi, N. (2024). Bioakumulasi Logam Berat Timbal, Tembaga, dan Seng pada Akar Mangrove *Avicennia marina*, Air, dan Sedimen di Perairan Panceng, Gresik, Jawa Timur *Journal of Marine Coastal and Science*. 13(2) 1-15. <https://doi.org/10.20473/jmcs.v13i2.52524>
- Risma, S., & Sutopo, F. P. (2024). Verifikasi Kualitas Analisis Mangan Menggunakan Teknik Icp-Oes Dalam Sampel Air Minum. *Jurnal Kimia Saintek Dan Pendidikan*, 8(1), 21–27. <https://doi.org/10.51544/kimia.v8i1.5016>
- Robledo, A., P., A., Álvarez, A., R., Árcega, C., F., Durán, V., J. J., Morales, G., R., Lamas, C., E., Ocegüera, V., I., & DelValls, A. (2024). Assessment and Review of Heavy Metals Pollution in Sediments of the Mediterranean Sea. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(4). <https://doi.org/10.3390/app14041435>

- Sabrina, A. N. (2020). Validasi metode uji mangan (Mn) dalam tanah secara *Toxicity Characteristic Leaching Procedure* (TCLP) menggunakan icp-oes di PT Karsa Buana Lestari Jakarta. *Skripsi*. (Universitas Islam Indonesia, p Yogyakarta). 1-70.
- Samsul, S. K. (2016). Bioakumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Kijing (*Pilsbryoconcha exilis*) di Sungai Saddang Kabupaten Pinrang. *Skripsi*. (Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar, p Makassar). 1-91.
- Santoni, D., Pradita, M., Juliani, D., & Amallia, R. H. T. (2023). Identifikasi keanekaragaman jenis kerang (bivalvia) di daerah pasang surut perairan pantai pulau Soetan Kabupaten Pesisir Selatan Provinsi Sumatera Barat. *Prosiding SEMNAS BIO*, 120–128.
<https://semnas.biologi.fmipa.unp.ac.id/index.php/prosiding/article/download/578/536/2235>
- Sari, D., Nurzachra, T., & Rizki, L. (2024). Potensi Edutourism Nelayan Maju di Pulau Pasaran. *Jurnal Pengabdian Masyarakat Bangsa*. 2(6), 2088–2091.
- Sari, D. P., Hidayati, E., & B, K. W. (2024). Pengaruh karakteristik habitat mangrove terhadap akumulasi timbal (Pb) dan tembaga (Cu) pada sedimen di sekitar Pelabuhan Lembar , Lombok Barat. *Jurnal Hutan Tropis*. 8(2), 417–425.
- Sasnita, Karina, S., & Nurfadillah. (2017). Analisis logam Pb pada kerang anadara granosa dan air laut di kawasan pelabuhan nelayan Gampong Deah Glumpang kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan*, 2(1), 74–79.
- Siringoringo, V. T., Pringgenies, D., & Ambariyanto, A. (2022). Kajian Kandungan Logam Berat Merkuri (Hg), Tembaga (Cu), dan Timbal (Pb) pada *Perna viridis* di Kota Semarang. *Journal of Marine Research*, 11(3), 539–546. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.33864>
- Subhaktiyasa, P. G. (2024). Pendekatan Metodologi Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif. *Jurnal Ilmiah Profesi Pendidikan*, 9(4), 2721–2731.
- Sugito, S., & Rachmad, S., A. K. (2022). Uji Performa AAS Thermo Ice 3000 Terhadap Logam Cu Menggunakan CRM 500 dan CRM 697 Di UPT

Laboratorium Terpadu UNS. *Jurnal Pengelolaan Laboratorium Pendidikan*, 4(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jplp.4.1.1-6>

Sulistyo, A. A. H., Suprijanto, J., & Yulianto, B. (2024). Analisis Kualitas Air dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Air Laut di Perairan Pelabuhan Tanjung Emas Kota Semarang Jawa Tengah. *Journal of Marine Research*, 13(1), 108–114. <https://doi.org/10.14710/jmr.v13i1.38751>

Suryani, M. Y., Paramita, A., Susilo, H., & Maharsih, I. K. (2022). Analisis Penentuan Kadar Besi (Fe) dalam Air Limbah Tambang Batu Bara Menggunakan Spektrofotometer UV-Vis. *Indonesian Journal of Laboratory*, 5(1), 7. <https://doi.org/10.22146/ijl.v0i0.72451>

Susanto, A., Mulyani, T., & Nugraha, S. (2021). Validasi Metode Analisis Penentuan Kadar Logam Berat Pb, Cd dan Cr Terlarut dalam Limbah Cair Industri Tekstil dengan Metode Inductively Coupled Plasma Optical Emission Spectrometry Prodigy7. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(1), 191–200. <https://doi.org/10.14710/jil.19.1.191-200>

Syukriah, S., Fauziansyah, H., & Amira, S. (2024). Studi Kandungan Logam Berat Besi (Fe) pada Air dan Ikan di Tambak Medan Belawan Sumatera Utara. *Bioma : Berkala Ilmiah Biologi*, 26(1), 16–26. <https://doi.org/10.14710/bioma.2024.58929>

Tirta, M., & Kuntjoro, S. (n.d.). Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) di Perairan Pelabuhan Teluk Lamong dan Korelasinya terhadap Kadar Pb Kerang darah (Tegillarca granosa). 12, 41–49.

Toding, S., Ghitarina, & Suryana, I. (2018). Bioakumulasi Kandungan Timbal (Pb), Kadmium (Cd) dan Tembaga (Cu) di Berbagai Ukuran Kerang Tahu (*Meretrix meretrix*) di Perairan Dusun Pangempang Kecamatan Muara Badak Kabupaten Kutai Kartanegara. *Jurnal Aquartica*. 5(2), 1–10.

Uho, J. K. L., & Konawe, K. (2025). Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Kerang Kalandue (*Polymesoda erosa*) sebagai Bioindikator Pencemaran Lingkungan di Teluk Kendari. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 5(4), 81–89.

Valentino, N., Prasetyo, A. R., & Hadi, M. A. (2025). *Jurnal Biologi Tropis Accumulation of Heavy Metal Cd and Fe in Rhizophora apiculata Stand*

Around Lembar Port West Lombok Regency.

Vitasari, Suryanti, A., Lestari, F., Muzahar, & Syaefullah. (2023). Distribusi Kandungan Logam Berat Pb Pada Ekosistem Perairan Kepri. *Jurnal Ekologi, Masyarakat Dan Sains*, 4(1), 27–37. <https://doi.org/10.55448/ems.v4i1.73>

Zain, A. A., & Malik, Y. (2024). Verifikasi Metode Menggunakan *Atomic Absorbtion Spectro-photometer* (AAS) Analisis Kadar Natrium (Na) Dalam Bijih Nikel. *Jurnal Penelitian Sains*, 26(3), 284. <https://doi.org/10.56064/jps.v26i3.1052>