

**PERANAN HUTAN MANGROVE SEBAGAI BIOFILTER DALAM
PENGENDALIAN POLUTAN TIMBAL (Pb) DI PERAIRAN
PESISIR KAWASAN PLTD SUPPA, KABUPATEN PINRANG**

SKRIPSI

**ANDI FADHILAH BUDI
L011 19 1065**



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

**PERANAN HUTAN MANGROVE SEBAGAI BIOFILTER DALAM
PENGENDALIAN POLUTAN TIMBAL (Pb) DI PERAIRAN
PESISIR KAWASAN PLTD SUPPA, KABUPATEN PINRANG**

**ANDI FADHILAH BUDI
L011 19 1065**

SKRIPSI

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada
Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan



**PROGRAM STUDI ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

**PERANAN HUTAN MANGROVE SEBAGAI BIOFILTER DALAM
PENGENDALIAN POLUTAN TIMBAL (Pb) DI PERAIRAN PESISIR
KAWASAN PLTD SUPPA, KABUPATEN PINRANG**

Disusun dan diajukan oleh

ANDI FADHILAH BUDI

L011 19 1065

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program S1 Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 17 November 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota

Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si.
NIP. 19650810 199103 1 006

Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si.
NIP. 19670924 199503 1 001

Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Kelautan



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.
NIP. 19690706 199512 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Fadhilah Budi
NIM : L011191065
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa Skripsi dengan Judul:

"Peranan Hutan Mangrove sebagai Biofilter dalam Pengendalian Polutan Timbal (Pb) di Perairan Pesisir Kawasan PLTD Suppa, Kabupaten Pinrang"

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila di kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 17 November 2023

Yang Menyatakan,



Andi Fadhilah Budi
L011 19 1065

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Andi Fadhilah Budi
NIM : L011191065
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi pada jurnal atau forum ilmiah lain harus seizin dan menyertakan tim pembimbing sebagai *author* dan Universitas Hasanuddin sebagai institusinya. Apabila dalam waktu sekurang-kurangnya dua semester (satu tahun sejak pengesahan Skripsi) saya tidak melakukan publikasi dari sebagian atau keseluruhan Skripsi ini, maka pembimbing sebagai salah seorang dari penulis berhak mempublikasinya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikuti.

Makassar, 17 November 2023

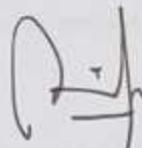
Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Kelautan



Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.
NIP. 19690706 199512 1 002

Penulis,



Andi Fadhilah Budi
L011 19 1065

ABSTRAK

ANDI FADHILAH BUDI L011 19 1065. “Peranan Hutan Mangrove sebagai Biofilter dalam Pengendalian Polutan Timbal (Pb) di Perairan Pesisir Kawasan PLTD Suppa, Kabupaten Pinrang” dibimbing oleh **MUHAMMAD FARID SAMAWI** sebagai Pembimbing Utama dan **AMRAN SARU** sebagai Pembimbing Anggota.

Perairan kawasan PLTD Suppa Kab. Pinrang berada di area teluk Parepare yang memiliki aktivitas perairan yang tinggi diantaranya aktivitas industri, pusat pelayanan pelabuhan, perikanan tangkap dan budidaya berpotensi timbulnya pencemaran di sekitar perairan tersebut. Penelitian ini bertujuan untuk (1) mengetahui konsentrasi logam Pb pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* dan sedimen di perairan kawasan PLTD Suppa, Kab. Pinrang; (2) mengetahui faktor biokonsentrasi logam Pb pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* di perairan kawasan PLTD Suppa, Kab. Pinrang; (3) mengetahui hubungan antara konsentrasi logam Pb pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* dan sedimen dengan parameter lingkungan. Penelitian dilakukan dari bulan Mei – Oktober 2023. Analisis logam Pb menggunakan ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry*) di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Hasil penelitian menunjukkan konsentrasi logam Pb pada sedimen berkisar 0.45 – 8.85 mg/kg. Konsentrasi logam Pb pada sedimen masih dibawah baku mutu yang ditentukan oleh ANZECC dan ARMCANZ (2000) yaitu 50 mg/kg. Sedangkan konsentrasi logam Pb pada akar mangrove berkisar 0.14 – 0.37 mg/kg. Berdasarkan faktor biokonsentrasi (BCF), kemampuan *Rhizophora mucronata* dalam mengakumulasi logam Pb termasuk excluder (akumulatif rendah).

Kata Kunci: *Rhizophora mucronata*; Logam Timbal (Pb); Sedimen; Akar; BCF.

ABSTRACT

ANDI FADHILAH BUDI L01191065. *“The role mangrove forests as biofilters in controlling lead (Pb) pollutants in coastal waters in the Suppa PLTD area, Pinrang Regency” supervised by MUHAMMAD FARID SAMAWI as Main Advisor and AMRAN SARU as Member Advisor.*

*The waters of the PLTD Suppa area of Pinrang Regency are in the Parepare bay area which has high aquatic activity including industrial activities, port service centers, capture fisheries and aquaculture with the potential for pollution around these waters. This study aims to (1) determine the concentration of Pb metal in the mangrove roots of *Rhizophora mucronata* and sediments in the waters of the PLTD Suppa area, Pinrang Regency; (2) determine the bioconcentration factor of Pb metal in the roots of *Rhizophora mucronata* mangroves in the waters of the Suppa PLTD area, Pinrang Regency; (3) determine the relationship between Pb metal concentration in *Rhizophora mucronata* mangrove roots and sediments with environmental parameters. The research was conducted from May – October 2023. Pb metal analysis using ICP-OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry) at the Makassar Health Laboratory Center. The result showed that the concentration of Pb metal in sediments ranged from 0.45 – 8.85 mg/kg. The concentration of Pb metal in the sediments is still below the quality standard set by ANZECC and ARMCANZ (2000) which is 50 mg/kg. While the concentration of Pb metal in mangrove roots ranged from 0.14 – 0.37 mg/kg. Based on bioconcentration factor (BCF). The ability of *Rhizophora mucronata* in accumulating Pb metal including excluder (low accumulative).*

Keywords: *Rhizophora mucronata; Lead Metal (Pb); Sediment; Roots; BCF*

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT, karena rahmat, hidayat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Peranan Hutan Mangrove sebagai Biofilter dalam Pengendalian Polutan Timbal (Pb) di Perairan Pesisir Kawasan PLTD Suppa, Kabupaten Pinrang”. Keberhasilan penyusunan skripsi ini tentunya tidak terlepas dari keterlibatan berupa doa, dukungan, bantuan, dan bimbingan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini, penulis ingin mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Orang tua tercinta, Ayahanda **Andi Budi** dan Ibunda **Andi Fahirah** yang selama ini memberikan doa, kasih sayang, perhatian, semangat, nasehat, dan selalu memberikan yang terbaik kepada penulis. Terima kasih juga penulis ucapkan kepada Adik saya **Andi Faizal Budi** dan **Andi Firhan Budi**, yang selalu menghibur dan memberikan semangat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
2. Bapak **Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si.** selaku Dosen Pembimbing Akademik sekaligus dosen pembimbing utama yang selalu memberikan semangat dan saran serta berkontribusi besar untuk membantu penulis dalam proses penyelesaian skripsi ini.
3. Bapak **Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si.** selaku dosen pembimbing pendamping yang selalu memberikan nasehat dan dukungan kepada penulis.
4. Bapak **Dr. Supriadi, ST., M.Si.** dan **Prof. Dr. Ir. Rahmadi Tambaru, M.Si.** selaku dosen penguji yang memberikan kritik dan saran terhadap penyusunan skripsi ini.
5. Bapak **Prof. Safruddin, S.Pi., MP., Ph.D.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan. Bapak **Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.** selaku Ketua Departemen Ilmu Kelautan. Seluruh **Dosen** dan **Staff** Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, terima kasih atas segala pengetahuan yang telah diberikan kepada penulis selama masa studi serta telah memberikan bantuan demi kelancaran dan kemudahan penulis dalam pengurusan penyelesaian skripsi ini.
6. Pihak **PT. PJBS PLTD Suppa** yang telah memberikan izin kepada penulis untuk melakukan penelitian dan pengambilan data di kawasan PLTD.
7. **Tim Lapangan** Besse, Leha, Suci, Lala, Uga, Ridha, Indrawansah, dan Rafly yang telah ikhlas meluangkan waktunya untuk membantu penulis dalam pengambilan data di lapangan.

8. Saudari **Besse Darmawati, S.Kel, Dea Andriani Oriza, S.Kel,** dan **Sarah Estafani, S.Kel** yang membantu penulis dalam pengolahan data penelitian demi kemudahan dalam penyelesaian skripsi ini.
9. Saudari **Suciana, Lala Saskia, Besse Darmawati,** dan **Zulaeha** yang senantiasa menghibur dan memberikan semangat, bantuan dan dukungan kepada penulis serta selalu kebersamai dikala suka dan duka hingga selesainya skripsi ini.
10. Teman-teman **KKNT PUPR-STUNTING Parepare Gel.108 Universitas Hasanuddin** (Ana, Amira, Tata, Dilla, Ima, Ifa, Aidin, Mu'min, Arya, Joe dan Ucil) yang senantiasa menghibur dan memberikan semangat kepada penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
11. Sahabat-sahabat tercinta **Puteri Sharvina R, Sitti Faridah Dahlan, Dian Fahira B,** dan **Zulfikar S** yang selalu menghibur dan memberikan semangat, doa, dukungan, serta mendengarkan keluh kesah penulis dari awal perkuliahan hingga selesainya skripsi ini.
12. Teman-teman **MARIANAS'19** yang selalu kebersamai dan membantu penulis dalam penyelesaian skripsi ini.
13. Seluruh **Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH).**
14. Semua pihak yang telah membantu penulis dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Penulis sadar bahwa dalam penyusunan skripsi ini masih banyak kekurangan karena masih terbatasnya pengalaman dan ilmu yang dimiliki. Tetapi penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi orang banyak dan semoga Allah SWT selalu memberikan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua, Aamiin.

Makassar, 17 November 2023

Penulis,



Andi Fadhilah Budi

BIODATA PENULIS



Andi Fadhilah Budi, dilahirkan di Belawa pada tanggal 02 Januari 2001 merupakan anak sulung dari pasangan **Andi Budi** dan **Andi Fahirah**. Penulis memulai pendidikan jenjang kanak-kanak di TK Aisyiyah Bustanul Athfal Belawa pada tahun 2005. Lalu melanjutkan pendidikan sekolah dasar di SDN 57 Belawa pada tahun 2007. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Muhammadiyah Belawa pada tahun 2013. Selanjutnya melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di UPT SMAN 5 Wajo pada tahun 2016. Pada tahun 2019, penulis diterima sebagai mahasiswa di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Selama menjalani perkuliahan penulis aktif dalam berbagai kegiatan dan organisasi baik di dalam maupun luar kampus. Penulis termasuk anggota KEMAJIK (Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan) FIKP-UH dan anggota Hiper-mawa (Himpunan Pelajar Mahasiswa Wajo) Kec. Belawa. Selain itu, penulis telah menyelesaikan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Tematik Gelombang 108 sebagai Sekretaris Posko di Kelurahan Bukit Harapan, Kecamatan Soreang, Kota Parepare pada tahun 2022 dengan tema "Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat (PUPR)"

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, penulis melakukan penelitian yang berjudul "**Peranan Hutan Mangrove sebagai Biofilter dalam Pengendalian Polutan Timbal (Pb) di Perairan Pesisir Kawasan PLTD Suppa, Kabupaten Pinrang**" pada tahun 2023 dibawah bimbingan Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si. sebagai Pembimbing Utama dan Prof. Dr. Amran Saru, ST., M.Si. sebagai Pembimbing Anggota

DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
PERNYATAAN AUTHORSHIP	v
ABSTRAK	vi
ABSTRACT	vii
KATA PENGANTAR	viii
BIODATA PENULIS	x
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan Penelitian	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
A. Mangrove	4
B. Pencemaran Laut.....	5
C. Parameter Kualitas Air	5
D. Logam Berat	6
E. Logam Timbal (Pb)	7
F. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove.....	8
G. Parameter Fisika-Kimia Lingkungan yang Memengaruhi Daya Larut Logam.....	9
1. Suhu	9
2. Salinitas	9
3. Bahan Organik Total (BOT) Sedimen.....	9
4. Potensial Redoks (Eh) dan Derajat Keasaman (pH).....	9
5. Ukuran Butir Sedimen	10
III. METODE PENELITIAN	11
A. Waktu dan Tempat	11
B. Alat dan Bahan	12
C. Prosedur Penelitian	12
1. Tahap persiapan	12
2. Tahap Penentuan stasiun	13
3. Pengambilan dan Preparasi Sampel	13

4. Pengukuran Parameter Fisika - Kimia	14
D. Analisis Data	17
IV. HASIL	19
A. Gambaran Umum Lokasi.....	19
B. Konsentrasi Logam Pb pada Sedimen.....	19
C. Konsentrasi Logam Pb pada Akar Mangrove.....	20
D. Biokonsentrasi Logam Pb pada Akar Mangrove.....	21
E. Parameter Oseanografi Fisika dan Kimia	21
F. Hubungan Konsentrasi Logam Pb dengan Parameter Lingkungan	23
V. PEMBAHASAN	24
A. Konsentrasi Logam Pb pada Sedimen.....	24
B. Konsentrasi Logam Pb pada Akar Mangrove	25
C. Biokonsentrasi Logam Pb pada Akar Mangrove.....	26
D. Parameter Oseanografi Fisika dan Kimia	27
E. Hubungan Konsentrasi Logam Pb dengan Parameter Lingkungan	29
VI. KESIMPULAN DAN SARAN	30
A. Kesimpulan	30
B. Saran.....	30
DAFTAR PUSTAKA.....	31
LAMPIRAN	36

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Peralatan yang digunakan dalam penelitian	12
Tabel 2. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	12
Tabel 3. Skala Wentworth untuk Mengklasifikasi Partikel	16
Tabel 4. Baku Mutu Logam Berat Pb pada Sedimen	17
Tabel 5. Interpretasi Koefisien	17
Tabel 6. Nilai BCF	21
Tabel 7. Nilai Parameter Fisika dan Kimia Perairan.....	21
Tabel 8. Ukuran Butir Sedimen	22
Tabel 9. Hubungan Konsentrasi Logam Pb dengan Parameter Lingkungan	23

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian	11
Gambar 2. Rata-Rata Konsentrasi Logam Pb pada Sedimen	20
Gambar 3. Rata-Rata Konsentrasi Logam Pb pada Akar Mangrove.....	20
Gambar 4. Persentase Jenis Sedimen	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Nilai Konsentrasi Logam Pb pada Sedimen	37
Lampiran 2. Hasil Uji One Way ANOVA pada Logam Pb di Sedimen	37
Lampiran 3. Nilai Konsentrasi Logam Pb pada Akar Mangrove.....	39
Lampiran 4. Hasil Uji One Way ANOVA pada Logam Pb di Akar Mangrove.....	40
Lampiran 5. Nilai BCF (<i>Biological Concentration Factor</i>) Logam Pb	41
Lampiran 6. Nilai Parameter Fisika dan Kimia.....	41
Lampiran 7. Data Hasil Analisis Kandungan BOT pada Sedimen	42
Lampiran 8. Hasil Uji <i>Korelasi Pearson</i>	42
Lampiran 9. Data Hasil Analisis Ukuran Butir Sedimen GRADISTAT	44
Lampiran 10. Dokumentasi Pengambilan Data di Lapangan	48
Lampiran 11. Dokumentasi Analisis Sampel di Laboratorium.....	49

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Semakin berkembangnya dunia industri yang semakin pesat memberikan dampak yang positif dan juga dampak negatif. Dampak positif dalam perkembangan industri yaitu terciptanya banyak lapangan pekerjaan, sedangkan dampak negatifnya adalah penurunan kualitas perairan akibat buangan air limbah yang melampaui batas. Perkembangan dunia industri harus dapat dikendalikan karena dapat menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun biota di sekitarnya (Setiawan, 2015). Kontaminasi bahan pencemar yang berasal dari aktivitas industri, pertanian, peternakan, maupun kegiatan rumah tangga telah menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air yang signifikan (Priadie, 2012). Upaya pengendalian dan pelestarian kualitas air agar tetap pada kondisi alamiahnya dan sesuai dengan tingkatan standar yang telah ditetapkan sehingga pemanfaatan secara berkelanjutan dilakukan dengan menggunakan tanaman mangrove sebagai upaya pengendalian pencemaran air. (Dewa, 2016).

Mangrove sebagai vegetasi endemik yang hidup di antara transisi daerah laut dan daratan di kawasan pesisir memiliki kemampuan menyerap bahan-bahan organik dan non organik dari lingkungannya ke dalam tubuh melalui membran sel. Keberadaan mangrove dipengaruhi oleh pergerakan ombak yang relatif kecil, berlumpur, dan adanya pasang surut air laut. Sebagai bagian dari ekosistem darat dan laut, hutan mangrove mampu berfungsi ganda, yaitu sebagai pelindung dan juga sebagai pendukung kedua ekosistem tersebut (Arief, 2003). Keberadaan mangrove pada suatu ekosistem yang terjaga dengan baik akan berfungsi sebagai biofilter dan juga sebagai agen pengikat polusi serta menjaga keseimbangan ekologi lingkungan perairan pantai. Selain itu, mangrove juga memiliki toleransi yang tinggi terhadap sumber-sumber pencemar misalnya logam berat (Gunarto, 2004).

Logam timbal (Pb) merupakan logam berat yang tidak dapat terurai oleh proses alam. Timbal (Pb) masuk ke dalam perairan melalui pengikisan dari batu mineral, partikel logam di udara dan aktivitas dari manusia berupa buangan sisa-sisa industri ataupun dari buangan rumah tangga (Palar, 2012). Tingkat toksisitas yang dimiliki oleh logam berat dapat menumpuk di dalam tubuh makhluk hidup dan akan menimbulkan efek yang berbahaya karena logam berat tersebut akan selalu berada di lingkungan dan tidak bisa dihancurkan (Kariada dan Andin, 2014). Kawasan mangrove terus menjadi kawasan penimbunan sampah, apalagi jika bahan pencemar yang masuk ke lingkungan muara melebihi kapasitas filtrasi air alami. Mangrove alami memainkan

peran yang efektif dalam memberikan perlindungan bagi pantai dari berbagai tekanan alam dan ancaman erosi (Mulyadi *et al*, 2009).

Perairan kawasan PLTD Suppa Kab. Pinrang berada di area teluk Parepare yang memiliki berbagai aktivitas perairan diantaranya pusat pelayanan pelabuhan, perikanan tangkap dan budidaya, dan pariwisata. Tingginya aktivitas di perairan tersebut berpotensi timbulnya pencemaran. Tingginya konsentrasi logam timbal (Pb) di perairan ini berkorelasi dengan tingginya aktivitas pelabuhan (bongkar muat barang dan pengisian bahan bakar), serta limbah bahan bakar (solar) perahu/kapal dengan konsentrasi tinggi di sekitar perairan Teluk Parepare (Wisha *et al.*, 2018). Penelitian yang dilakukan oleh Usman *et al.*, 2013, yaitu mengukur kandungan timbal yang berada dalam badan perairan dan sedimen di sekitar wilayah pesisir Pelabuhan Nusantara di Kota Parepare dengan nilai konsentrasinya berkisar antara 0,0380-0,8240 ppm di badan perairan laut, sedangkan di dalam sedimen berkisar antara 38,9663-60,8982 mg/kg. Hasil tersebut menunjukkan telah melebihi nilai standar baku mutu air laut, dimana 0,05 ppm peruntukkan pelabuhan dan 0,008 ppm peruntukkan bagi biota laut dapat hidup. Buangan limbah yang dihasilkan oleh PLTD (Pembangkit Listrik Tenaga Diesel) Suppa akan mencemari perairan teluk Parepare (Handiani, 2020).

Penelitian ini akan dilaksanakan di perairan kawasan PLTD Suppa yang terletak di Kec. Suppa, Kab. Pinrang dengan melihat adanya aktivitas-aktivitas dari industri pembangkit listrik yang menimbulkan dugaan adanya keberadaan logam timbal (Pb) di yang dapat terakumulasi di perairan maupun terendapkan dalam sedimen dan akar mangrove.

B. Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah:

1. Mengetahui konsentrasi logam Pb pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* dan sedimen di perairan kawasan PLTD Suppa Kec. Suppa, Kab. Pinrang.
2. Mengetahui faktor biokonsentrasi logam Pb pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* di perairan kawasan PLTD Suppa Kec. Suppa, Kab. Pinrang.
3. Mengetahui hubungan antara konsentrasi logam Pb pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* dan sedimen dengan parameter lingkungan di perairan kawasan PLTD Suppa Kec. Suppa, Kab. Pinrang.

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi mengenai kemampuan akar mangrove dalam penyerapan logam Pb pada sedimen dan sebagai bahan pertimbangan stakeholder dalam pembuatan kebijakan oleh manajemen

perusahaan dalam meningkatkan kepeduliannya pada lingkungan sosial khususnya di Perairan Kawasan PLTD Suppa Kec. Suppa, Kabupaten Pinrang.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Mangrove

Hutan mangrove merupakan suatu kumpulan tumbuhan atau spesies tanaman yang membentuk bioma pada zona intertidal serta memiliki ciri khas dan keanekaragaman hayati yang melimpah. Hutan mangrove termasuk dalam bagian ekosistem darat dan laut yang mempunyai fungsi sebagai pelindung serta sebagai pendukung kedua ekosistem tersebut. Keberadaan ekosistem mangrove dipengaruhi oleh pasang surut air laut dan pergerakan ombak yang relatif kecil yang tumbuh di area peralihan antara darat dan laut. (Arief, 2003). Ekosistem mangrove dapat dikatakan saling berhubungan dan terus mengalami perubahan dikarenakan di dalam ekosistem tersebut terdapat berbagai jenis mangrove serta menyediakan habitat bagi para satwa dan fauna. Kadar bahan organik, nitrogen, dan amonium yang berada dekat darat itu termasuk dalam kelompok tinggi sedangkan dekat laut itu masuk kelompok sedang (Kusmana, 2010).

Ekosistem mangrove sangat produktif dalam menyediakan makanan yang berlimpah bagi berbagai jenis hewan laut, dan pada saat yang sama juga mampu menyediakan tempat berkembang biak, pemijahan dan pemeliharaan bagi beberapa jenis ikan, udang, kerang dan kepiting. Ekosistem mangrove termasuk ekosistem yang mampu menopang kehidupan pada kawasan pesisir dan laut. Adapun salah satu kegunaan ekosistem mangrove yaitu dalam hal pengolahan bahan-bahan limbah karena hutan mangrove memiliki kemampuan dalam mengumpulkan logam-logam berat yang masuk ke dalam ekosistem perairan dan memiliki kemampuan dalam menyaring pencemaran logam berat yang berasal dari daratan sebelum masuk ke lautan (Fachrul, 2012).

Terletak di zona transisi antara ekosistem darat dan laut, ekosistem mangrove dapat terpapar berbagai jenis polutan dengan konsentrasi tinggi yang berasal dari daratan dan akan terbawa arus mengalir ke lautan. Ekosistem perairan dalam hal ini ekosistem mangrove akan merasakan efek dari pencemaran logam di lingkungan karena muara sungai yang banyak ditumbuhi mangrove akan menjadi tempat menumpuknya sisa-sisa produksi dari daratan mengikuti aliran sungai. Kemampuan mangrove dalam menyerap bahan-bahan organik dan anorganik yang berasal dari lingkungan sekitar (Darpi, 2017).

Rhizophora sp merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove paling penting dan tersebar luas. Tumbuh optimal pada areal yang tergenang dan tanah yang kaya humus. Umumnya tumbuh dalam kelompok pada pematang sungai pasang surut dan

di muara sungai, jarang sekali tumbuh pada daerah yang jauh dari air pasang surut (Fahmi *et al.*, 2021).

Rhizophora mucronata termasuk jenis mangrove kategori pohon dengan ketinggian mencapai 27-30 m. Batang mangrove memiliki diameter 50-70 cm dengan kulit kayu berwarna gelap hingga hitam dan berubah-ubah (Sari, 2022). Memiliki akar tunjang atau akar udara, daun berwarna hijau dengan bentuk elips melebar hingga bulat panjang dengan ujung meruncing. Bunga biseksual seperti cagak pada ketiak daun, mahkota dan kelopak berjumlah 4 berwarna putih dan kuning muda. Buah berbentuk lonjong panjang hingga bulat telur seperti tongkat dengan biji tunggal (Pan *et al.*, 2022).

Mangrove jenis *Rhizophora mucronata* banyak hidup di wilayah muara sungai dan pesisir pantai. Mangrove *Rhizophora mucronata* dapat berperan sebagai agen bioremediasi logam berat karena dapat menyerap dan mengakumulasi logam. *Rhizophora mucronata* memiliki akar penyangga, selain fungsinya untuk membantu tegaknya pohon, akar jenis ini juga dapat menahan dan memantapkan sedimen tanah, sehingga mencegah tersebarnya bahan pencemar ke area yang lebih luas. Oleh karena itu akar mangrove jenis ini dapat lebih optimal dalam menyerap logam berat (Ismail *et al.*, 2020).

B. Pencemaran Laut

Pencemaran lingkungan yaitu masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup atau zat energi, serta atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh aktivitas manusia hingga melewati standar ketetapan lingkungan hidup (UU No 32 Tahun 2009). Pencemaran laut yaitu masuk atau dimasukkannya organisme, zat energi, serta atau komponen lain ke dalam perairan yang diakibatkan oleh aktivitas manusia menyebabkan menurunnya kualitas perairan menjadi tidak lagi sesuai dengan ketetapan (PP RI No 19 Tahun 1999).

Saat ini, masyarakat sepertinya belum mengetahui dan memahami tentang adanya pencemaran lingkungan laut, hal ini dikarenakan air laut memiliki volume yang besar dan memiliki kemampuan untuk mengencerkan jenis zat-zat asing sehingga hampir sama sekali tak menimbulkan dampak. (Islameini, 2021). Semakin banyak sampah yang dibuang terus-menerus ke laut dengan konsentrasi yang tinggi sehingga akan menimbulkan pencemaran dalam skala lokal hingga skala global (Islameini, 2021).

C. Parameter Kualitas Air

Menurut Peraturan Menteri Lingkungan Hidup RI Nomor 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah, baku mutu air limbah adalah ukuran batas, tingkat pencemaran,

dan jumlah bahan pencemar yang dapat ditoleransi dalam air limbah suatu usaha, produksi, atau kegiatan usaha. Baku mutu air laut adalah ukuran batas atau tingkat organisme, zat, energi, atau komponen yang ada atau yang dibutuhkan, dan kontaminan yang keberadaannya dapat ditoleransi dalam air laut. Baku mutu air laut dapat dinilai sebagai pembandingan terhadap perairan yang telah tercemar karena air limbah (Islameini, 2021).

Banyaknya beban pencemar yang ada dalam air, dapat diperhitungkan berdasarkan besaran pencemar yang berasal dari berbagai sumber kegiatan air limbah dari proses-proses industri dan buangan domestik dari manusia (Islameini, 2021). Dalam proses pengambilan data kualitas air perlu diperhatikan kondisi pasang surut perairan. Pasang surut menjadi penentu waktu lokasi pengambilan sampel. Perbedaan kondisi pengambilan sampel yang berbeda akan menghasilkan data yang tidak akurat. Berdasarkan penelitian Sembiring *et al.*, 2012 dalam Islameini, 2021, terdapat perbedaan nilai kandungan bahan organik pada saat pasang dan saat surut. Pada saat pasang nilai bahan organik menjadi lebih rendah dibandingkan pada saat surut.

D. Logam Berat

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai densitas $>5 \text{ g/cm}^3$ dalam air laut, logam berat terdapat dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Dalam kondisi alami ini, logam berat dibutuhkan oleh organisme untuk pertumbuhan dan perkembangan hidupnya. Peningkatan kadar logam berat dalam air akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme akan berubah menjadi racun bagi organisme akuatik (Effendi, 2000; Yudo, S. 2006).

Selain bersifat racun, logam berat juga terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses biokonsentrasi, bioakumulasi dan biomagnifikasi oleh biota laut. Logam-logam berat yang masuk ke dalam tubuh hewan umumnya tidak dikeluarkan lagi dari tubuh mereka. Karena itu logam-logam cenderung untuk menumpuk dalam tubuh mereka. Sebagai akibatnya, logam-logam ini akan terus ada di sepanjang rantai makanan. Hal ini disebabkan karena predator pada satu trofik level makan mangsa mereka dari trofik level yang lebih rendah yang telah tercemar (Hutabarat dan Evans, 1986; Yudo, S. 2006).

Pencemaran logam berat seperti Besi (Fe), Mangan (Mn), Seng (Zn), Kadmium (Cd), Cromium (Cr), Tembaga (Cu), Timbal (Pb), Nikel (Ni) dan Raksa (Hg), Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat ini dapat dibagi dalam dua jenis. Jenis pertama adalah logam berat esensial, di mana keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah yang

berlebihan dapat menimbulkan efek racun. Contoh logam berat ini adalah Zn, Cu, Fe, Co, Mn, Ni dan sebagainya (Yudo, S. 2006). Adapun logam berat non esensial merupakan logam berat yang belum diketahui manfaatnya bahkan juga bersifat racun seperti Pb, Cd, Hg (Irhamni *et al.*, 2017).

Logam berat ini dapat menimbulkan efek kesehatan bagi manusia tergantung pada bagian mana logam berat tersebut terikat dalam tubuh. Apabila kepekatan logam-logam ini tinggi dari biasa, logam-logam ini akan menjadi suatu ancaman bagi kesehatan manusia jika memasuki rantai makanan. Oleh karena itu pemantauan kadar logam berat dalam air sungai sangat perlu dilakukan (Yudo, S. 2006).

E. Logam Timbal (Pb)

Logam berat didefinisikan sebagai unsur-unsur kimia yang memiliki kepadatan kurang lebih lima kali lebih berat daripada berat air. Timbal (Pb) atau timah hitam merupakan salah satu jenis jenis logam berat yang terdiri dari komponen oksida, halogenida, karbonat, kromat, sulfat, dll. (Kvesitadze *et al.*, 2006). Pb masuk ke dalam logam golongan IV-A dan mempunya nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2 pada tabel periodik unsur kimia. Sumber Timbal (Pb) kebanyakan berasal dari aktivitas manusia (antropogenik) yang limbahnya diekstraksi selama proses suhu tinggi dalam metalurgi, teknik, kimia, farmasi, petrokimia dan industri lainnya, dimana timbal ini nanti akan dikeluarkan sebagai partikel padat dari mesin pembakaran internal bersama dengan gas pembuangan. Hal ini yang menyebabkan produksi timbal di dunia menghasilkan beberapa juta ton setiap tahunnya (Adamia *et al.*, 2003). Timbal (Pb) banyak digunakan dalam produksi akumulator (aki), kaca, gelas (keramik kaca), pernis, dan pewarna. Timbal (Pb) juga biasanya dimanfaatkan sebagai pelapis keramik (glaze), pelapis kabel, pelapis pipa, baterai, kaleng, solder, bensin, dan pestisida (Suwarsito, 2009).

Sebagian besar unsur-unsur logam sangat diperlukan bagi banyak organisme namun dalam jumlah yang sedikit. Jika dosis mereka ditingkatkan akan menyebabkan keracunan akut atau kronis. Toksin logam berat merupakan racun yang dapat mengurangi pertumbuhan dan pengembangan mikroorganisme dan tumbuhan, serta secara serius dapat membahayakan kesehatan binatang maupun manusia. Logam berat dapat mengganggu fungsi normal sistem saraf pusat dan beberapa organ-organ lainnya. Tindakan jangka panjang dari logam berat dapat menyebabkan pertumbuhan kanker, alergi, distrofi, proses degeneratif fisik dan neurologis, penyakit Alzheimer, Parkinson, dll. (Kvesitadze *et al.*, 2006).

Logam Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat berbahaya yang dapat mencemari suatu lingkungan dengan tingkat toksisitas yang tinggi (García *et al.*, 2012).

Logam timbal (Pb) dapat berada di dalam badan perairan secara alamiah sebagai dampak aktivitas manusia. Badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb akan menyebabkan kematian bagi biota perairan tersebut. Konsentrasi Pb yang mencapai 188 mg/L dapat membunuh ikan-ikan di perairan (Suharto, 2005).

F. Akumulasi Logam Berat Timbal (Pb) pada Akar Mangrove

Akar merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai penyerap unsur hara sekaligus menjadi salah satu organ yang berkontak langsung dengan media tanam, maka tingginya konsentrasi pada logam di tanah akan mempengaruhi tingginya logam pada akar yang ada di dalamnya (Rismawati, 2012). Menurut pendapat Shanker *et.al* (2005), Logam berat lebih banyak terakumulasi pada bagian akar dari pada bagian daun, selain itu, akar tumbuhan memiliki kemampuan mentraslokasikan logam berat lebih banyak dibandingkan tunas atau pucuknya.

Organ akar memiliki kontak langsung pada sedimen hal tersebut dapat menyebabkan organ akar memiliki akumulasi logam yang lebih tinggi. Besarnya kandungan logam berat yang terdapat pada akar karena jaringan akar berinteraksi langsung dengan sedimen dan air yang telah terkontaminasi oleh logam berat yang mengendap. Menurut Heriyanto dan Subiandono (2011) akar memiliki konsentrasi ion yang lebih tinggi, hal ini merupakan bukti kuat untuk lokalisasi ekstraseluler yang diakibatkan pengikatan fraksu pektin pada dinding sel. Informasi mengenai akumulasi logam berat pada tanaman mangrove menjadi sangat penting, karena dengan adanya data mengenai akumulasi logam berat pada mangrove kita dapat mengetahui lingkungan tersebut sudah masuk kedalam kategori tercemar atau tidak. Kemampuan akumulasi logam berat pada tanaman dapat diprediksi dengan menghitung *Biological Concentration Factor* (BCF). Perhitungan nilai BCF dapat memberikan gambaran tentang kemampuan mangrove dalam mengakumulasi logam berat. Sehingga kita dapat mengetahui jenis mangrove yang lebih baik dalam mengakumulasi logam berat.

Kemampuan akumulasi logam berat pada mangrove dapat diprediksi dengan menghitung perbandingan antara konsentrasi logam di akar dengan konsentrasi di sedimen yang dikenal dengan *Biological Concentration Factor* (BCF). BCF pada akar dihitung untuk mengetahui seberapa besar konsentrasi logam pada akar yang berasal dari lingkungan (MacFarlane *et al.*, 2007). Nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) didapatkan dari hasil perbandingan antara konsentrasi organisme (mangrove) dengan sedimen. Menurut Baker (1981) kategori BCF dibagi menjadi 3 kategori yaitu kategori akumulator (akumulatif tinggi) apabila $BCF > 1$, kemudian kategori indikator (akumulatif sedang) apabila $BCF = 1$, dan kategori excluder (akumulatif rendah) apabila $BCF < 1$.

G. Parameter Fisika-Kimia Lingkungan yang Memengaruhi Daya Larut Logam

Parameter fisik-kimia yang turut memengaruhi kandungan logam berat dalam perairan adalah suhu, salinitas, bahan organik total (BOT), derajat keasaman (pH), dan potensial redoks (Eh).

1. Suhu

Suhu mempengaruhi proses kelarutan logam berat yang masuk ke perairan, semakin tinggi suhu perairan maka kelarutan logam berat akan semakin tinggi sehingga toksisitas logam berat tinggi (Supriyantini *et al.*, 2017). Jika suhu perairan tersebut tinggi maka senyawa logam akan larut di air. Suhu meningkat dapat menyebabkan jumlah oksigen yang terlarut dalam air menurun dan reaksi kimia meningkat, sehingga kehidupan makhluk hidup akan terganggu dan proses pemasukan dalam tubuh akan meningkat serta reaksi pembentukan ikatan antara logam dalam protein dalam tubuh semakin cepat (Budiastuti *et al.*, 2016).

2. Salinitas

Salinitas adalah jumlah garam-garam anorganik yang terlarut dalam satuan garam yang terkandung dalam 1 kg air laut, dimana semua karbonat telah diubah menjadi oksida dan ion-ion bromin serta iodin digantikan oleh klorin dan semua senyawa dioksidasi secara sempurna (Miller, 1992). Salinitas dapat mempengaruhi keberadaan logam berat di perairan, bila terjadi penurunan salinitas karena adanya proses desalinasi maka dapat menyebabkan peningkatan daya toksik logam berat dan tingkat bioakumulasi logam semakin besar (Erlangga, 2007).

3. Bahan Organik Total (BOT) Sedimen

Menurut Thomas dan Bendell Young (1998) dalam Maslukah (2013) bahan organik merupakan komponen geokimia yang paling penting dalam mengontrol pengikatan logam-logam berat dari sedimen estuari. Kandungan bahan organik berhubungan dengan ukuran partikel sedimen. Pada sedimen yang halus persentase bahan organik lebih tinggi daripada dalam sedimen yang kasar. Hal ini berhubungan dengan kondisi lingkungan yang tenang sehingga memungkinkan pengendapan sedimen halus berupa lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organiknya lebih tinggi.

4. Potensial Redoks (Eh) dan Derajat Keasaman (pH)

Potensial redoks (Eh) sedimen merupakan salah satu parameter kimia sedimen untuk mengetahui adanya perpindahan elektron (e-) atau proses reduksi dan oksidasi (redoks) terhadap 10 logam berat. Peranan nilai potensial redoks dapat menentukan mekanisme reaksi oksidasi reduksi dalam pengikatan dan pelepasan logam berat.

Semakin kecil nilai potensial redoks maka konsentrasi logam berat dalam sedimen semakin besar (Najamuddin *et al.*, 2020; Effendy, 2017).

Menurut Patrick dan Delaune (1997), Eh merupakan pengukuran kuantitatif yang menunjukkan apakah suatu tanah teroksidasi atau tereduksi. Nilai potensial redoks yang positif merupakan oksidasi dengan kisaran +400 hingga +700 mV dan nilai yang negatif merupakan reduksi dengan kisaran -250 hingga -300 mV.

Derajat Keasaman (pH) menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan melalui aktivitas ion hidrogen. pH air laut merupakan parameter yang dapat menentukan tingkat kualitas air laut di perairan. Hal ini ditetapkan dalam keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 59 Tahun 2004, dimana baku mutu air laut bagi kehidupan biota perairan adalah 6,5-8,5 (Agustina, 2015; Souisa, 2017).

pH dapat mempengaruhi kandungan ataupun senyawa kimia yang terdapat di perairan, diantaranya memengaruhi kandungan logam yang ada di perairan. Toksisitas dari logam juga memengaruhi perubahan pH, bila terjadi penurunan pH maka toksisitas dari logam akan mengalami peningkatan. Kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam (Fachrul *et al.*, 2011; Sukoasih *et al.*, 2016)

5. Ukuran Butir Sedimen

Keberadaan logam dalam sedimen juga dapat dipengaruhi oleh ukuran butir sedimen. Semakin halus ukuran butir sedimen maka kandungan logam berat dalam sedimen meningkat, karena semakin kecil ukuran partikel sedimen tersebut memiliki luas permukaan yang besar dan memiliki kemampuan dalam mengikat logam berat pada sedimen akan semakin meningkat (Huang dan Lin, 2003; Felix *et al.*, 2019).