

SKRIPSI

**BIOKONSENTRASI LOGAM TEMBAGA (Cu) PADA SEDIMEN
DAN AKAR MANGROVE JENIS *Rhizophora mucronata* DI
MUARA SUNGAI TALLO KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh:

BESSE DARMAWATI

L011 19 1090



**DEPARTEMEN ILMU KELAUTAN
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR**

2023

**BIOKONSENTRASI LOGAM TEMBAGA (Cu) PADA SEDIMEN
DAN AKAR MANGROVE JENIS *Rhizophora mucronata* DI
MUARA SUNGAI TALLO KOTA MAKASSAR**

BESSE DARMAWATI

L011191090

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

Biokonsentrasi Logam Tembaga (Cu) Pada Sedimen dan Akar Mangrove
Jenis *Rhizopora mucronata* di Muara Sungai Tallo Kota Makassar

Disusun dan diajukan oleh

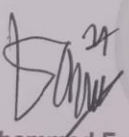
BESSE DARMAWATI
L011191090

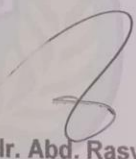
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Ilmu Kelautan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal Agustus 2023 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Pembimbing Pendamping,


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


Dr. Ir. Abd. Rasyid J. M. Si
NIP: 19650303 199103 1 004

Mengetahui

Ketua Program Studi,

Dr. Khairul Amri, ST., M.Sc.Stud.

NIP: 19690706 199512 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Besse Darmawati
NIM : L011191090
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulis yang berjudul:

**“Biokonsentrasi Logam Tembaga (Cu) Pada Sedimen dan Akar Mangrove Jenis
Rhizopora mucronata di Muara Sungai Tallo Kota Makassar”**

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

Makassar, 26 Juli 2023

Yang Menyatakan,



Besse Darmawati

PERNYATAAN AUTHORSHIP

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Besse Darmawati

NIM : L011191090

Program Studi : Ilmu Kelautan

Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan bahwa publikasi sebagian atau keseluruhan isi Skripsi/Tesis/Disertasi 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 mempublikasannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 26 Juli 2023

Mengetahui,

Ketua Program Studi



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

Penulis



Besse Darmawati
NIM: L011191090

ABSTRAK

Besse Darmawati L011191090 “Bikonsentrasi Logam Tembaga (Cu) Pada Sedimen dan Akar Mangrove Jenis *Rhizophora mucronata* di Muara Sungai Tallo Kota Makassar”, dibimbing **Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si** selaku sebagai Pembimbing Utama dan **Dr. Ir. Abd Rasyid J, M.Si** sebagai Pembimbing Anggota.

Logam Tembaga (Cu) merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh organisme dalam proses metabolismenya akan tetapi peningkatan logam Cu di lingkungan dapat berbahaya bagi organisme. Salah satu sumber logam berat Cu yang berasal dari kegiatan rumah tangga adalah limbah dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO dan logam Cu masuk ke perairan berasal dari penggunaan cat *antifaouling* pada kapal dan penggunaan pestisida dan fungisida. Terdapat berbagai macam aktivitas di sungai Tallo seperti aktivitas permukiman, PLTU (Perusahaan Listrik Tenaga Uap), industri, pabrik gula, pabrik kayu, pabrik PVC, pertambakan, pertanian, aktivitas pelabuhan dan pengecatan kapal yang dapat menyumbang logam tembaga (Cu) di perairan. Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran logam berat di Muara sungai, yaitu mereduksi zat pencemar yang dapat dilakukan dengan adanya vegetasi mangrove. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam Cu pada sedimen dan akar mangrove di Muara Sungai Tallo dan menganalisis biokonsentrasi logam Cu oleh akar mangrove pada lokasi yang berbeda di Muara Sungai Tallo. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2023. Pengambilan data dilakukan pada 3 stasiun yang berbeda. Analisis logam menggunakan metode ICP (*Inductively Coupled Plasma*). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan logam Cu pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* dan sedimen masih berada dibawah ambang batas dengan kisaran konsentrasi pada akar mangrove *Rhizophora mucronata* adalah 1,12-1,54 mg/kg, pada sedimen berkisar 7,599-16,461 mg/kg.

Kata Kunci : Logam tembaga (Cu), akar mangrove *Rhizophora mucronata*, konsentrasi logam sungai Tallo

ABSTRACT

Besse Darmawati L011191090 "Biconcentration of Copper Metal (Cu) in Sediment and Mangrove Roots of *Rhizophora mucronata* Type in Tallo River Estuary, Makassar City", supervised by **Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si** as the Main Supervisor and **Dr. Ir. Abd Rasyid J, M.Si** as Member Supervisor.

Copper (Cu) metal is an essential metal needed by organisms in the metabolic process but the increase of Cu metal in the environment can be harmful to organisms. One of the sources of heavy metal Cu that comes from household activities is waste from floor cleaning fluids containing CuO and Cu metal enters the waters from the use of antifouling paint on ships and the use of pesticides and fungicides. There are various activities in Tallo River such as residential activities, PLTU (Steam Electricity Company), industry, sugar factory, wood factory, PVC factory, aquaculture, agriculture, port activities and ship painting that can contribute copper metal (Cu) in the waters. One of the efforts to reduce the level of heavy metal pollution in river estuaries, namely reducing pollutants that can be done with the presence of mangrove vegetation. This study aims to determine the concentration of Cu metal in sediments and mangrove roots in the Tallo River Estuary and analyze the bioconcentration of Cu metal by mangrove roots at different locations in the Tallo River Estuary. This research was conducted in February 2023. Data were collected at 3 different stations. Metal analysis used ICP (Inductively Coupled Plasma) method. The results showed that the Cu metal content in the roots of *Rhizophora mucronata* mangrove and sediment is still below the threshold with a concentration range in the roots of *Rhizophora mucronata* mangrove is 1.12-1.54 mg/kg, in sediments ranging from 7.599-16.461 mg/kg.

Keywords: Copper metal (Cu), *Rhizophora mucronata* mangrove roots, Tallo sungai metal concentration

KATA PENGANTAR

Assalamualaikum Warahmatullahi Wabarakatuh

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis bisa menyelesaikan penulisan hasil penelitian ini yang berjudul "**Biokonsentrasi Logam Tembaga (Cu) pada Sedimen dan Akar Mangrove Jenis *Rhizopora mucronata* di Muara Sungai Tallo Kota Makassar**". Skripsi ini disusun berdasarkan kajian pustaka yang telah dibaca dan hasil konsultasi dengan pembimbing. Skripsi ini juga menjadi syarat untuk lulus pada program studi ilmu kelautan, Fakultas Ilmu kelautan dan perikanan, Universitas Hasanuddin.

Dalam proses penyusunan skripsi ini, penulis menyadari banyaknya tantangan yang dihadapi dan tidak lepas dari sumbangsih berbagai pihak baik berupa saran maupun kritikan yang membangun. Pada kesempatan ini penulis banyak mengucapkan banyak terima kasih kepada :

1. Kepada kedua orang tua **Baso Sudarman** dan **Besse Asmawati** terimakasih telah berjuang untuk pendidikan saya, terimakasih telah memberikan didikan, kasih sayang, nasehat serta semangat tiada henti kepada penulis.
2. Kepada Saudara **Baso Asdar Pratama** terimakasih selalu memberikan semangat dan dukungan material yang tak bernilai harganya.
3. Kepada yang terhormat Bapak **Dr.Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si** selaku pembimbing utama yang telah membimbing serta memberikan ilmu, kritik maupun saran dalam menyelesaikan skripsi ini.
4. Kepada yang terhormat Bapak **Dr. Ir. Abd. Rasyid J, M.Si** selaku Dosen Penasehat Akademik dan pembimbing kedua yang selalu memberikan ilmu, semangat, arahan serta saran-saran dalam penyusunan skripsi ini.
5. Kepada yang terhormat Bapak **Dr. Mahatma Lanuru, S.T., M.Sc** selaku penguji utama yang memberikan ilmu, saran serta kritik membangun terhadap penyelesaian skripsi ini.
6. Kepada yang terhormat Bapak **Hendra Hasim, S.Kel., M.Si.** selaku penguji kedua yang memberikan semangat, ilmu, saran serta kritik dalam penyelesaian skripsi ini.
7. Dekan fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Bapak **Safruddin, S.Pi MP., Ph.D,** Ketua Program Studi Ilmu Kelautan Bapak **Dr. Khairul Amri, ST, M.Sc.Stud** beserta seluruh dosen staff pegawai yang telah memberikan ilmu dan membantu dalam pengurusan penyelesaian skripsi ini.
8. Kepada Tim lapangan (Besse-Dea) Ade Ayu Wandira, Andi Nurul Afta, Asman, Indra syukri , Muh. Akbar, Muh. Azhar Hidayat R, Imanuel Prayoga Karoma Lebang

dan Rafa Muhammad Syafiq Tantular yang telah membantu dalam pengambilan data lapangan.

9. Kepada Saudari Jasmianti Nur Tahir yang bersedia membantu penulis, meluangkan waktunya disela-sela kesibukan beliau, memberikan semangat, canda tawa dan dukungan terbaiknya kepada penulis dari awal hingga akhir perkuliahan.
10. Kepada keluarga Fams' (Andi Nurul Afta, Ade Ayu Wandira, Vica Nurfatika, Andi Mahdakirana, dan Liana nayna) yang selalu memberikan support system, serta perhatian kepada penulis.
11. Kepada saudari Dea Andriani Oriza, Sri Yuliana, Zuleha dan Andi fadhila Budi yang banyak membantu saya selama perkuliahan dan memberikan hiburan kepada penulis.
12. Kepada saudara Muh. Azhar Hidayat R yang telah meluangkan waktunya, dan memberikan semangat kepada penulis.
13. Kepada teman- teman se-angkatan MARIANAS kecil yang selalu kebersamai dan senantiasa memberikan motivasi kepada penulis.
14. Kepada KEMAJIK FIKP-UH yang telah memberikan wadah dan berbagai pengalaman dalam berorganisasi sedari awal perkuliahan hingga akhir masa studi 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, 26 Juli 2023



Besse Darmawati
L011191090

BIODATA PENULIS



Besse Darmawati, dilahirkan pada tanggal 07 Juli 2001 di Wajo. Penulis merupakan anak kedua dari lima orang bersaudara dari pasangan suami istri **Baso Sudarman** dan **Besse Darmawati**. Penulis menyelesaikan Pendidikan Taman Kanak-kanak Harapan Kalimantan Timur pada Tahun 2005, SDN 004 Tanah Grogot, Kalimantan Timur 2006, SMPN T3 Tanah Grogot, Kalimantan Timur 2013, dan SMAN 8 Wajo, Sulawesi Selatan 2016.

Pada Tahun 2019 penulis diterima sebagai Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan, Prodi 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 kemahasiswaan, diantaranya adalah telah mengikuti Latihan Kepemimpinan Manajemen Mahasiswa (LK1) pada tahun 2019, penulis menjabat sebagai Anggota Departemen Seni dan Olahraga KEMA JIK FIKP Universitas Hasanuddin periode 2021-2022, penulis juga termaksud anggota MSDC UH dan pengurus HMI Komisariat ITK 2022/2023. Penulis melaksanakan rangkaian tugas akhir yaitu Kuliah Kerja Nyata (KKN) angkatan 109 sebagai Bendahara Posko di Desa Pengkendekan Sabbang, Kecamatan Sabbang, Kabupaten Masamba pada tahun 2022 dengan tema “Kebencanaan”.

Adapun untuk memperoleh gelar sarjana ilmu kelautan, penulis melakukan penelitian yang berjudul “Biokonsentrasi Logam Tembaga (Cu) Pada Sedimen dan Akar Mangrove Jenis *Rhizophora mucronata* di Muara Sungai Tallo Kota Makassar” pada tahun 2022-2023 yang dibimbing oleh Dr. Ir. Muhammad Farid Samawi, M.Si. selaku pembimbing utama dan Dr. Ir. Abd. Rasyid J, M.Si. selaku pembimbing pendamping.

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 GAMBAR.....	xiii
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang.....	1
B. Tujuan dan Kegunaan.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
A. Logam Berat Esensial.....	4
B. Logam Tembaga (Cu).....	5
C. Logam Cu pada Sedimen	6
D. Peran dan Fungsi Mangrove	6
E. Deskripsi <i>Rhizopora mucronata</i>	6
F. Akumulasi Logam Berat (Cu) pada Akar Mangrove.....	7
G. Parameter Fisika-Kimia Lingkungan yang Mempengaruhi Daya Larut Logam Berat.....	8
1. Suhu (°C).....	8
2. Salinitas (ppt)	8
3. Bahan Organik total	9
4. Potensial Redoks (mV)	9
5. pH (Derajat Keasaman)	9
6. Analisis Ukuran Butir Sedimen (mm).....	10
III. METODE PENELITIAN.....	11
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	11
B. Alat dan Bahan.....	12
C. Prosedur Penelitian.....	13
1. Tahap persiapan	13
2. Penentuan stasiun	13
3. Pengambilan sampel sedimen dan akar	13

4.	Pengambilan Parameter Fisika- Kimia	13
5.	Analisis Data	16
IV.	HASIL	18
A.	Gambaran Umum Lokasi	18
B.	Kandungan Logam Cu pada Sedimen Mangrove dan Akar Mangrove	18
1.	Sedimen	18
2.	Akar	19
C.	Jenis Sedimen.....	20
D.	Nilai Biokonsentrasi Faktor (BCF) Logam Cu pada akar dan sedimen	21
E.	Parameter Oseanografi Fisika dan Kimia.....	21
F.	Hubungan Konsentrasi Logam Cu (Tembaga) terhadap Parameter Fisika-Kimia 22	
V.	PEMBAHASAN.....	23
A.	Konsentrasi Logam Cu (Tembaga)	23
1.	Konsentrasi logam Cu di sedimen	23
2.	Konsentrasi logam Cu di Akar	25
B.	Jenis Sedimen.....	26
C.	BCF (Bioconcentration Factor)	26
D.	Parameter Oseanografi.....	27
1.	Suhu	27
2.	Salinitas	27
3.	BOT Sedimen.....	28
4.	Potensi Redoks (mV)	29
5.	Derajat Keasaman (pH)	29
E.	Hubungan Kandungan Logam Cu (Tembaga) di Akar dan Sedimen pada Parameter Fisika dan Kimia.....	30
VI.	KESIMPULAN DAN SARAN	31
A.	Kesimpulan.....	31
B.	Saran.....	31
	DAFTAR PUSTAKA.....	32
	LAMPIRAN.....	39

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Lokasi penelitian.....	11
Gambar 2. Rata-rata Konsentrasi Logam Cu pada Sedimen.....	19
Gambar 3. Rata-rata Konsentrasi Logam Cu pada akar Mangrove.....	19
Gambar 4. Persentase jenis sedimen (%).....	20
Gambar 5. Pengambilan akar mangrove dan sedimen.....	52
Gambar 6. Tim Lapangan.....	53
Gambar 7. Pengukuran data salinitas.....	53
Gambar 8. Proses Analisis Ukuran Butir Sedimen.....	54
Gambar 9. Proses Analisis Bahan Organik Total (BOT).....	54
Gambar 10. Analisis Logam Cu pada Sedimen dan akar mangrove di Laboratorium Kimia Kesehatan BBLK (Balai Besar Laboratorium Kesehatan) Makassar.....	56

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Skala Wentworth untuk mengklasifikasi partikel-partikel sedimen	10
Tabel 2. Alat yang digunakan dalam penelitian	12
Tabel 3. Bahan yang digunakan dalam penelitian.....	12
Tabel 4. Baku mutu logam Cu pada sedimen (ANZECC AND ARMCANZ,2000)	17
Tabel 5. Interpretasi Koefisien	17
Tabel 6. Kandungan logam di setiap stasiun berdasarkan jenis sedimen	21
Tabel 7. Nilai parameter fisika dan kimia	22

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Analisis Kandungan Logam Cu pada Sedimen.....	40
Lampiran 2. Hasil Analisis Kandungan Logam Cu pada Akar Mangrove	40
Lampiran 3. Hasil Uji Statistik Oneway Logam Cu pada Sedimen.....	40
Lampiran 4. Hasil Uji Statistik Oneway Logam Cu pada Akar	41
Lampiran 5. Hasil Uji Statistik Korelasi Logam Cu dengan parameter fisika-kimia	41
Lampiran 6. Data Hasil Analisis Kandungan BOT pada Sedimen	43
Lampiran 7. Data Hasil Analisis Ukuran Butir Sedimen	43
Lampiran 8. Hasil pengolahan data GRADISTA.....	45
Lampiran 9. Hasil Pengolahan Data Gradistat	45
Lampiran 10. Dokumentasi Pengambilan Data di Lapangan	52
Lampiran 11. Analisis Sampel Laboratorium	53

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Perkembangan industri di Sulawesi Selatan berkembang sedemikian pesat, hal tersebut selain memberikan dampak yang positif dan juga memberikan dampak yang negatif. Dampak positif dalam perkembangan industri berupa perluasan lapangan pekerjaan, sedangkan dampak negatifnya adalah penurunan kualitas perairan akibat buangan air limbah yang melampaui batas. Perkembangan yang diakibatkan oleh dampak industri harus dapat dikendalikan karena dapat menimbulkan permasalahannya yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun biota di sekitarnya (Setiawan, H. 2015).

Daerah yang rentan terhadap pencemaran baik pencemaran organik maupun anorganik yaitu pesisir. Pencemaran anorganik berasal dari berbagai aktivitas seperti industri, kapal dan pelabuhan, tumbuhan minyak pengelolaan limbah maupun kegiatan pertambangan (Peters *et al.*, 1997; Hamzah, F., & Pancawati, Y. 2013). Aktivitas pertanian yang menggunakan inseksida dan pupuk secara berlebihan juga akan meningkatkan konsentrasi logam berat yang berhilir di daerah pesisir (Hamzah, F., & Pancawati, Y.2013)

Salah satu limbah bahan pencemar yang banyak menarik perhatian adalah logam berat. Pencemaran logam berat merupakan salah satu penyebab timbulnya isu perubahan lingkungan terutama dalam hal pencemaran lingkungan oleh logam berat yang beracun. Logam berat menjadi polutan yang berbahaya karena tidak dapat terdegradasi dan karenanya terakumulasi di lingkungan, berpotensi untuk mencari rantai makanan (Paz-Ferreiro *et al.*, 2014; Mustafa, A *et al.*, 2019).

Logam Berat adalah salah satu yang menyebabkan kerusakan pada ekosistem perairan yang besar yang disebabkan oleh industrialisasi. Logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya karena dapat menimbulkan efek yang beracun bagi manusia. Logam berat akan masuk ke lingkungan perairan sungai akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan dapat bertambah sejalan dengan iringan waktu sesuai kondisi lingkungan sekitar (Wulan *et al.*, 2013). Logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan dari organisme satu ke organisme lainnya melalui rantai makanan (Yalcin *et al.*, 2008; Setiawan, H. 2015). Logam berat yang ada diperairan akan turun membentuk sedimen dan akan mempengaruhi kelangsungan hidup organisme di dalamnya dimana biota laut yang mencari makan di dasar perairan akan memiliki peluang yang besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut (Utami, R., *et al.* 2018).

Logam berat esensial adalah logam berat yang dalam jumlah tertentu dibutuhkan oleh tubuh dan dapat bersifat racun jika dikonsumsi secara berlebihan (Irhamni *et al.*, 2017; Syaifullah, M. *et al.*, 2018). Menurut Yanthy *et al.* (2013). Salah satu sumber logam berat Cu yang berasal dari kegiatan rumah tangga adalah limbah dari cairan pembersih lantai yang mengandung CuO.

Logam Tembaga (Cu) merupakan logam esensial yang dibutuhkan oleh organisme dalam proses metabolismenya akan tetapi peningkatan logam Cu di lingkungan dapat berbahaya bagi organisme (Richards *et al.*, 2011). Sumber utama logam Cu masuk ke perairan berasal dari penggunaan cat *antifouling* pada kapal dan penggunaan pestisida dan fungisida (*Canadian Environmental Quality Guidelines*, 1999). Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: 51 Tahun 2004 tentang baku mutu air laut, kandungan logam berat Cu alamiah di perairan air laut yaitu 0,005 mg/l. Konsentrasi ini yang telah melebihi baku mutu yang telah ditetapkan pemerintah (Hidup, K. L. 2004).

Mangrove memiliki peranan yang sangat penting dalam menopang kehidupan masyarakat pesisir. Mangrove memiliki tiga fungsi mangrove yaitu fungsi ekologis, fungsi fisik dan fungsi ekonomis. Secara ekologis, ekosistem mangrove mampu berperan sebagai iklim makro yang baik, memperbaiki kualitas air, sebagai tempat mencari makanan, tempat memijah dan tempat berkembang baik berbagai jenis ikan, udang, kerang dan biota laut lainnya. Secara fisik mangrove memiliki fungsi menjaga garis pantai dan tebing sungai dari erosi dan abrasi dan mempercepat perluasan lahan melalui proses sedimentasi. Secara ekonomis mangrove berfungsi sebagai penghasil kayu seperti madu, obat-obatan, minuman dan makanan, tanin (Penyamak kulit), dan komersial lainnya. Keberadaan ekosistem mangrove di kawasan perairan pesisir menjadi sangat penting karena vegetasi mangrove mempunyai kemampuan mengakumulasi logam berat dan membantu mengurangi tingkat konsentrasi bahan pencemar di air (Setiawan, H. 2015).

Kota Makassar merupakan salah satu kota besar di Indonesia yang berada di pulau Sulawesi dan juga merupakan ibu kota Provinsi Sulawesi Selatan. Air sebagai materi yang sangat esensial bagi kehidupan di muka bumi digunakan untuk berbagai aktivitas kehidupan, disekitar daerah Makassar terdapat beberapa sungai atau anak sungai yang semuanya mengalir ke Selat Makassar, salah satu sungai yang terdapat di Makassar yaitu Sungai Tallo, Sungai Tallo mengalir disekitar daerah Nipah, Kantisan, Bontosungi, Kera-kera, Lakkang, dan disekitar jalan tol. Disekitar Sungai Tallo tersebut terdapat beberapa permukiman, industri PLTU (Pembangkit Listrik Tenaga Uap), industri pabrik tripleks, pertambakan dan pertanian, sekaligus sebagai tempat mata pencaharian bagi nelayan sekitar bantaran sungai yang menyebabkan sungai Tallo tercemar oleh limbah-limbah industri dan limbah logam berat. Sungai Tallo dimanfaatkan secara

maksimal sebagai sarana transportasi air, pariwisata, sumber air baku, dan budi daya perikanan. Tentunya akan menjadi perhatian khusus dalam penempatan zona budi daya perikanan laut dan zona tangkap di sekitar Muara Sungai Tallo. Pencemaran Sungai Tallo Makassar pada umumnya berasal dari berbagai sumber, utamanya berasal dari permukiman disekitarnya serta perusahaan yang membuang limbahnya ke Sungai Tallo. Terdapatnya aktivitas seperti kegiatan rumah tangga yang terdapat di permukiman di sekitar Sungai Tallo menimbulkan dugaan adanya pencemaran yang salah satunya adalah keberadaan logam Cu. Sebagian besar jenis mangrove dominan yang terdapat di Sungai Tallo, yang mempunyai substrat berlumpur dan sangat baik untuk tegakan salah satunya yaitu mangrove *Rhizophora mucronata* (Fahmi, M. A. F. 2014). Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kemampuan perakaran mangrove dalam menyerap logam Cu dari sedimen di Muara Sungai Tallo, Kota Makassar.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini untuk:

1. Mengetahui konsentrasi logam Cu pada sedimen dan akar mangrove di Muara Sungai Tallo
2. Menganalisis biokonsentrasi logam Cu oleh akar mangrove pada lokasi yang berbeda di Muara Sungai Tallo

Kegunaan dari penelitian ini yaitu sebagai informasi kemampuan mangrove dalam menyerap logam Cu di sedimen oleh akar mangrove di Muara Sungai Tallo

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Logam Berat Esensial

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 sungai umumnya disebabkan oleh masuknya limbah industri, pertambangan, pertanian dan domestik yang banyak mengandung logam berat. 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, 2000).

Logam berat esensial merupakan logam yang dibutuhkan oleh tubuh dalam jumlah tertentu dan dapat bersifat racun jika dikonsumsi secara berlebihan (Irrhamni *et al.*, 2017; Syaifullah, M. *et al* 2018). 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).

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).

B. Logam Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia Cupprum dilambangkan dengan Cu merupakan unsur logam yang berbentuk kristal dengan warna kemerahan. Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk persenyawaan atau sebagai senyawa padat dalam bentuk mineral. Pada umumnya sumber masuknya unsur logam Cu dalam tatanan lingkungan adalah secara alamiah dan non alamiah. Secara alamiah, Cu dapat masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari berbagai peristiwa alam, seperti pengikisan (erosi) dari batuan mineral dan dari debu atau partikulat Cu yang terdalem dalam lapisan udara dan dibawa turun oleh hujan (Yudo, S. 2006).

Secara non alamiah, Cu masuk ke dalam suatu tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia, seperti buangan industri (contohnya industri galangan kapal) yang memakai Cu dalam proses produksinya. Sebagai logam berat, Cu digolongkan kedalam logam berat esensial, artinya meskipun Cu logam berat yang beracun, unsur ini sangat diperlukan oleh tubuh meski dalam jumlah yang sedikit. Toksisitas yang dimiliki oleh Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke tubuh organisme dalam jumlah besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Yudo, S. 2006).

Logam Cu memiliki karakteristik dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, Cu mempunyai nomor atom (NA) 29 dan bobot atom (BA) 63,5 g/mol dengan jenis 8,96 g/cm³. Logam Cu merupakan logam yang termaksud jenis logam esensial, yang dimana logam Cu merupakan elemen mikro yang dibutuhkan oleh organisme dalam jumlah yang sedikit (Cahyani, 2012; Handayanto et al., 2017).

Toksisitas dalam CU akan bekerja dan memperlihatkan reaksinya bila logam ini telah masuk kedalam tubuh organisme dalam jumlah yang besar atau melebihi nilai toleransi organisme. Dampak yang ditimbulkan oleh logam Cu bagi manusia yaitu pusing, mual, keram perut dan dampak kronis, terjadinya kerusakan organ jaringan seperti gangguan ginjal dan liver. Logam Cu juga memiliki daya racun yang dapat membunuh biota di perairan (Palar, 2012; Sekarwati, 2015).

Jika logam Cu dalam perairan laut terjadi peningkatan kelarutan Cu yang nilai ambang yang seharusnya, maka dapat terjadi peristiwa biomagnifikasi yang dapat ditunjukkan melalui akumulasi Cu dalam tubuh biota perairan tersebut. Hal ini dapat terjadi jika mengkonsusi Cu dalam jumlah yang berlebihan, sehingga tidak dapat dimetabolisme oleh tubuh (Palar, 2012).

C. Logam Cu pada Sedimen

Sifat logam berat di kolom air yang mengendap dalam jangka waktu tertentu, dan kemudian terakumulasi di dasar perairan sedimen karena kandungan Cu dalam sedimen cenderung tinggi. Menurut Hutagalung (1991), pengendapan akan terjadi karena berat jenis logam lebih tinggi dibandingkan berat jenis air. Sehingga kandungan logam berat di sedimen menjadi lebih tinggi dari pada air. Hal ini dikarenakan adanya proses fisika, kimia, dan biologi yang terjadi secara alamiah di perairan.

D. Peran dan Fungsi Mangrove

Mangrove merupakan suatu komunitas jenis tumbuhan individu yang membentuk komunitas di daerah pasang surut. Mangrove memiliki fungsi ekologi yang dapat menciptakan iklim mikro yang baik, sebagai tempat mencari makan, memperbaiki kualitas air, tempat pemijahan dan tempat berkembang biak berbagai jenis ikan, udang, karang dan biota laut lainnya (Setiawan, 2013).

Mangrove juga memiliki fungsi sebagai salah satu perangkap alami polutan, dapat juga menjadi perangkap Cu yang terdapat di perairan. Menurut Kariada dan Irsandi (2014) Hutan mangrove atau bakau sebagian wilayah ekosistem pantai yang mempunyai karakter unik dan khas. Salah satunya karakter unik dan khas yang dimiliki mangrove yaitu mangrove memiliki fungsi sebagai biofilter, agen pengikat dan perangkat polutan. Mangrove juga dapat mengurangi konsentrasi bahan pencemar yang terdapat di suatu perairan. Selain bagian daun mangrove akar mangrove juga mampu mengakumulasi logam berat (Hastuti, 2014; Dewi, P *et al.*, 2018).

Salah satu upaya untuk mengurangi tingkat pencemaran logam berat di Muara sungai, yaitu mereduksi zat pencemar yang dapat dilakukan dengan adanya vegetasi mangrove. Vegetasi mangrove merupakan satu-satunya tipe vegetasi yang dapat tumbuh dan berkembang dengan baik di kawasan pesisir serta merupakan daerah peralihan antara ekosistem darat dan laut. Vegetasi mangrove mempunyai kemampuan khusus untuk beradaptasi dengan kondisi lingkungan yang ekstrim, seperti kondisi tanah yang tergenang, kadar garam yang tinggi, kondisi tanah yang kurang stabil dan kondisi lingkungan yang kurang tercemar (Setiawan, 2015; Amaliah *et al.*, 2018).

E. Deskripsi *Rhizophora mucronata*

Rhizophora mucronata mempunyai ketinggian mencapai 30 m dengan diameter batang dapat mencapai 70 cm. Memiliki akar tunjang (*Stilt root*) merupakan sistem perakaran udara (*aerial root*). Kulit kayu berwarna gelap dan terdapat celah horizontal strukturnya keras dan kuat terkelupas dan seringkali terlihat bercak-bercak putih pada batang. Daun tunggal, bersilangan, helai daun berbentuk elips melebar sampai bulat memanjang, ujung meruncing, panjang 15-20 cm, umumnya untuk daun *Rhizophora*

mucronata ini lebih besar dari pada jenis *Rhizophora apiculata*. Permukaan bawah daun hijau kekuningan, terdapat bercak hitam kecil yang menyebar pada permukaan bawah daun. Bunga biseksual, rangkaian 4-8 kelompok bunga yang tersusun dua-dua, terletak di ketiak daun. Mahkota berjumlah 4, berwarna putih dan berbulu, kelopak 4 helai berwarna hijau kekuningan, benang sari berjumlah 8. Benang sari dan putik berukuran pendek. Buah lonjong berukuran 5-7 cm, berwarna hijau kecoklatan, berbiji tunggal. Hipokotil silindris, kasar, dan berbintil berukuran panjang 36-70cm, diameter 2-3 cm. Leher kotiledon berwarna kuning ketika matang, dan tipe biji vivipari, ukuran buah pada *Rhizophora mucronata* paling panjang diantara *Rhizophora* lainnya (Fahmi, M. A. F. (2014).

Ekologi: di areal yang sama dengan *Rhizophora apiculata* tetapi lebih toleran terhadap substrat yang lebih keras dan pasir. Pada umumnya tumbuh dalam kelompok atau pada pematang sungai pasang surut dan di muara sungai, jarang sekali tumbuh pada daerah yang jauh dari air pasang surut. Pertumbuhan optimal terjadi pada areal yang tergenang dalam, serta pada tanah yang kaya akan humus. *Rhizophora apiculata* merupakan salah satu jenis tumbuhan mangrove yang paling penting dan paling tersebar luas. Perbungaan terjadi sepanjang tahun. Hal tersebut mungkin dikarenakan adanya akumulasi tanin dalam jaringan yang kemudian melindungi mereka. Fenologi: berbunga sepanjang tahun, berbuah pada bulan Oktober - Desember. Ciri khusus: daun lebih besar dari jenis *Rhizophora* lain, pada bagian tengah daun memiliki panjang maksimum. Kegunaan: Kayu digunakan untuk pembuatan arang, kayu bakar, dan bahan bangunan (Fahmi, M. A. F. 2014).

F. Akumulasi Logam Berat (Cu) pada Akar Mangrove

Akar merupakan organ tanaman yang berfungsi sebagai penyerap unsur hara sekaligus dan 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 menurut pendapat Prihandrijanti *et.al* (2009) 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 fraksi 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 ke dalam kategori tercemar atau tidak. Kemampuan akumulasi logam berat pada tanaman dapat diprediksi dengan menghitung *Biological Concentration Factor* (BCF). Semakin tinggi nilai BCF maka semakin besar kemampuan mangrove untuk mengkonsentrasikan logam dalam jaringannya. 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* (akumulasi rendah) apabila $BCF < 1$. 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

G. Parameter Fisika-Kimia Lingkungan yang Mempengaruhi Daya Larut Logam Berat

Parameter fisik-kimia yang turut mempengaruhi kandungan logam berat dalam perairan adalah suhu, salinitas, oksigen terlarut, potensial redox dan PH

1. Suhu (°C)

Konsentrasi logam dapat dipengaruhi oleh suhu di kolom air dan sedimen, kenaikan suhu air yang dingin dapat memudahkan logam mengendap pada sedimen. 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 (Agustina, 2015; Budiastuti et al., 2016)

2. Salinitas (ppt)

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). Jika salinitas yang tinggi akan menyebabkan kandungan logam berat di perairan juga akan tinggi, begitupun sebaliknya salinitas yang rendah akan menyebabkan logam berat di perairan rendah dan rendahnya di salinitas

perairan menyebabkan daya toksisitas dan akumulasi logam meningkat (Mance, 1987; Supriyantini, E *et al.*, 2017)

3. Bahan Organik total

Menurut Boehm (1987), Pada sedimen terdapat hubungan antara ukuran partikel sedimen dengan kandungan bahan organik. Pada sedimen yang halus, presentase bahan organik lebih tinggi dari pada sedimen yang kasar. Hal ini dipengaruhi oleh kondisi lingkungan yang tenang, sehingga memungkinkan pengendapan sedimen lumpur yang diikuti oleh akumulasi bahan organik ke dasar perairan. Sedangkan pada sedimen yang kasar, kandungan bahan organik akan rendah diakibatkan partikel yang lebih halus akan mengendap (Supriyantini, E., & Endrawati, H. 2015). Keberadaan bahan organik memiliki keterkaitan terhadap konsentrasi logam berat. Menurut Maslukah (2013), pada umumnya kandungan bahan organik akan cenderung lebih tinggi pada sedimen dengan ukuran butir halus. Ukuran butir yang halus akan diikuti oleh konsentrasi logam berat yang cenderung tinggi.

4. Potensial Redoks (mV)

Potensial redoks (Eh) merupakan indeks yang menyatakan kuantitas elektron dalam suatu sistem (Syekhfani, 2014). Oksidasi reduksi merupakan reaksi pemindahan elektron dari donor elektron kepada aseptor elektron. Donot elektron akan teroksidasi karna pelepasan elektron, sedangkan aseptor elektron akan tereduksi karna penambahan elektron. Proses ini langsung secara simultan, sehingga disebut sebagai reaksi redoks (Kyuma, 2004). Potensial redoks juga dipengaruhi oleh aktivitas mikro organisme, dimana menurut Yoshida (1987), aktivitas mikro organisme tidak hanya mempengaruhi proses trasformasi senyawa-senyawa organik dan anorganik, tetapi juga mempengaruhi kemasam dan potensial redoks tanah. Menurut Tan (1982) keseimbangan redoks biasanya dinyatakan dengan konsep potensial redoks (Eh).

5. pH (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 mempengaruhi kandungan logam yang ada di perairan. Toksisitas dari logam juga mempengaruhi 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)

6. Analisis Ukuran Butir Sedimen (mm)

Stecko dan Bandell-young (2000) mengemukakan bahwa ketersediaan logam berat dalam sedimen berkaitan erat dengan sifat dan ukuran sedimen. Sedimen yang mengandung jumlah mineral lempung dan karbon organik tinggi cenderung mengakumulasi organ berat lebih tinggi. Karena senyawa-senyawa tersebut memiliki sifat mengikat logam. Konsentrasi logam berat dalam sedimen umumnya lebih tinggi pada sedimen yang berteskstur liat, Impur, pasir berlumpur, dan campuran ketiganya dibanding sedimen berupa pasir murni. Hal ini disebabkan adanya gaya tarik elector kimia partikel sedimen yang lebih kuat pada sedimen yang lebih halus (Sanusi, 2006).

Partikel sedimen yang halus memiliki permukaan yang besar dengan kerapatan ion yang lebih stabil untuk mengikat logam dari pada partikel sedimen yang lebih besar. Sehingga semakin kecil ukuran partikel sedimen maka akan semakin memiliki luas permukaan yang besar dimana proses pengikatan logam berat oleh sedimen akan semakin meningkat (Sahara, 2009).

Berikut table klasifikasi ukuran butir sedimen menurut skala Wenworth

Tabel 1. Skala Wentworth untuk mengklasifikasi partikel-partikel sedimen

Diameter (mm)	Kelas Ukuran Butir
>256	Boulders (Kerikil Besar)
2-256	Gravel (Kerikil Kecil)
1-2	Very Coarse Sand (Pasir Sangar Kasar)
0.5-1	Coarse Sand (Pasir kasar)
0.25- 0.5	Medium Sand (Pasir Sedang)
0.125-0.25	Fine Sand (Pasir Halus)
0.625- 0.125	Very Fine Sand (Pasir Sangat Halus)
0,002-0,0625	Silt (Debu)
0,0005-0,002	Clay (Lempung)
<0,0005	Dissolved material (material telarut)

Sumber : Hutabarat dan Evans (2000)