

SKRIPSI

**KANDUNGAN LOGAM ESENSIAL TEMBAGA (Cu) DAN ZINK
(Zn) PADA SEDIMEN DI PERAIRAN KOTA MAKASSAR**

Disusun dan diajukan oleh

GHINA NAFI'AH KADIR

L011 17 1506



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

2022

LEMBAR PENGESAHAN

KANDUNGAN LOGAM ESENSIAL TEMBAGA (Cu) DAN ZINK (Zn) PADA SEDIMEN DI PERAIRAN KOTA MAKASSAR

Disusun dan diajukan oleh

GHINA NAFI'AH KADIR

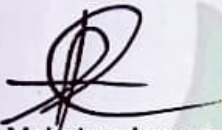
L011171506

Telah dipertahankan di hadapan panitia ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Studi S1 Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 25 Januari 2022 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

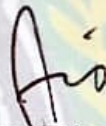
Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Anggota,



Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc
NIP. 19701029 199503 1 001



Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003

Ketua Program Studi,



Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertandatangan di bawah ini:

Nama : Ghina Nafi'ah Kadir
NIM : L011 17 1 506
Program Studi : Ilmu Kelautan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

Kandungan Logam Esensial Tembaga (Cu) dan Zink (Zn) pada Sedimen di Perairan
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, 14 Februari 2022

Yang menyatakan,



Ghina Nafi'ah Kadir
L011 17 1506

PERNYATAAN AUTORSHIP

Saya yang bertandatangan di bawah ini :

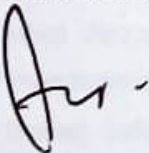
Nama : Ghina Nafi'ah Kadir
NIM : L011171506
Program Studi : Ilmu Kelautan
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

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 sekurangkurangnya 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 mempublikasikannya pada jurnal ilmiah yang ditentukan kemudian, sepanjang nama mahasiswa tetap diikutkan.

Makassar, 14 Februari 2022

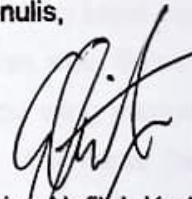
Mengetahui,

Ketua Departemen Ilmu Kelautan



Dr. Ahmad Faizal, ST., M.Si
NIP. 19750727 200112 1 003

Penulis,



Ghina Nafi'ah Kadir
NIM. L011 17 1506

ABSTRAK

Ghina Nafi'ah Kadir L011171506. "Kandungan Logam Esensial Tembaga (Cu) dan Zink (Zn) pada Sedimen di Perairan Kota Makassar", dibimbing oleh **Mahatma Lanuru** sebagai Pembimbing Utama dan **Ahmad Faizal** sebagai Pembimbing Anggota.

Kota Makassar berkembang pesat ditandai dengan adanya reklamasi laut, pemukiman yang terus bertambah, pusat industri dan pelabuhan. Dampak reklamasi laut dan pemukiman di perairan CPI serta tingginya aktivitas pelabuhan dan input limbah industri yang mengalir ke Perairan Paotere diduga dapat menimbulkan pencemaran logam, yaitu pencemaran logam Cu dan Zn. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam tembaga (Cu) dan Zink (Zn) pada sedimen di perairan Pelabuhan Paotere, Pantai Losari, dan Pulau Samalona. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari-Mei 2022. Metode yang digunakan dalam pengambilan data yaitu *purposive random sampling*. Logam Cu dan Zn dianalisis menggunakan ICP-OES (*Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat perbedaan secara signifikan di tiga stasiun. Nilai rata-rata logam Cu dan Zn tertinggi didapatkan di Perairan Paotere yaitu Cu sebesar 32,63 mg/kg dan Zn 133,09 mg/kg. Hal ini dipengaruhi oleh input limbah yang didapatkan sebagian besar merupakan sumber Cu dan Zn, yakni tingginya aktivitas pelabuhan dan keberadaan kapal-kapal kayu yang harus dilapisi dengan cat yang mengandung tembaga dan zink. Selain itu, Perairan Paotere mendapatkan input langsung dari kanal Panampu yang mengalirkan hampir seluruh limbah industri dan pemukiman kota Makassar. Parameter fisik kimia juga mempengaruhi konsentrasi logam Cu dan Zn. Nilai rata-rata logam Cu dan Zn terendah di Pulau Samalona yaitu Cu 0,12 mg/kg dan Zn 0.085 mg/kg, ini disebabkan karena letaknya yang jauh dari daratan kota Makassar. Nilai konsentrasi logam Cu dan Zn di Perairan CPI, Paotere dan Pulau Samalona belum melewati standar baku mutu ANZECC and ARMCANZ (2000).

Kata kunci: Logam, Esensial, Tembaga (Cu), Zink (Zn), Sedimen, Makassar

ABSTRACT

Ghina Nafi'ah Kadir L011171506. "Essential Metal Deposits of Copper (Cu) and Zink (Zn) in sedimen in the waters of the Makassar City", Guided by **Mahatma Lanuru** as the main adviser and **Ahmad Faizal** as a member's guide.

The town of Makassar is booming with ocean reclamation, growing settlements, industrial centers and harbors. The impact of Marine reclamation and settlement in CPI (Centre Point of Indonesia) waters and the high harbor and industrial waste input flowing into the paotere waters is thought to be indicative of the pollution of the Cu and Zn metals. The study was to identify the concentration of copper (cu) and zinc (zn) in the sediment of the Paotere, Centre Point of Indonesia (CPI), and the island of Samalona. The method used in the retrieval of data is purposive random sampling. Cu and Zn metals were analyzed using ICP-OES (Inductively Coupled Plasma – Optical Emission Spectrometry). Studies indicate there was a significant difference in three stations. The highest average values of Cu and Zn metals were found in the paotere waters of the Cu for 32.63 mg/kg and Zn 133.09 mg/kg. This was influenced by the input of waste obtained for the most part was the source of Cu and Zn, which was the height of port activity and the presence of wooden ships that had to be covered with Cu and Zn paints. In addition, the Paotere waters get a direct input from the Pannampu Canal that hosts almost all industrial waste and Makassar urban settlements. Chemical physical parameters also affected the concentration of Cu and Zn metals. The value of the Cu and Zn concentration of metals in the CPI, Paotere, and Samalona island have not passed ANZECC and ARMCANZ (2000) quality standards.

Keywords: Essential metals, Copper (Cu), Zinc (Zn), Sediment, Makassar.

KATA PENGANTAR

Alhamdulillah puji syukur kepada Allah SWT, karena kehendak ridha-NYA penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tak lupa pula penulis kirimkan shalawat serta salam kepada Nabi Muhammad SAW. Penulis banyak menerima bimbingan, bantuan serta dorongan dan doa dari berbagai pihak baik yang bersifat moral maupun material. Pada kesempatan ini penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada keluarga saya, orang tua tercinta Ayahanda Abd.Kadir, Ibunda Harjuna Halim dan adik saya Muh.Hisymat Qushayyi Kadir, yang selama ini memberikan doa, perhatian, kasih sayang, serta semangat yang tiada hentinya demi kesuksesan saya dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Kepada bapak **Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc.** selaku Dosen Penasehat Akademik yang selalu memberikan perhatian, dukungan, arahan dan semangat dari awal menjadi mahasiswa hingga saat ini.
3. Kepada bapak almarhum **Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc.** selaku pembimbing utama yang selalu meluangkan waktunya untuk penulis, selalu memberikan masukan, arahan dan nasehat dalam kondisi apapun sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik. *I did it prof, thank you so much.*
4. Kepada bapak **Dr. Mahatma Lanuru, ST., M.Sc.** selaku pembimbing pendamping yang telah sabar membimbing penulis, memberikan arahan, masukan juga motivasi dalam bimbingan kepada penulis.
5. Kepada bapak **Dr. Ir. Muh. Farid Samawi, M.Si.** selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, nasehat dan dorongan dari awal tahap pencarian judul hingga akhir penyusunan skripsi.
6. Kepada bapak **Ir. Marzuki Ukkas, DEA.** selaku dosen penguji yang telah memberikan kritik, saran, serta nasehat yang mendukung hingga akhir penyusunan skripsi.
7. Kepada bapak **Safruddin, S.Pi., M.P., PH.D.** selaku Dekan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan.
8. Kepada bapak **Dr.Ahmad Faizal, ST., M.Si.** selaku ketua Departemen Ilmu Kelautan yang telah memberikan support untuk penulis, bersedia melanjutkan bimbingan dan menjadi pembimbing pendamping penulis. Sehingga, penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
9. Kepada Manjani Fatimah Malahayati yang selalu sabar menghadapi dan menemani dari awal masa perkuliahan hingga saat ini, terimakasih telah

melangkah sbersama menghadapi hambatan yang ada untuk mencapai gelar yang sama, semoga dapat sukses bersama.

10. Kepada seluruh dosen dan staf akademik yang selalu membantu penulis dalam memberikan ilmu, pendidikan, serta fasilitas yang dapat menunjang penyelesaian skripsi ini. Terimakasih untuk Kak Iqbal, Kak Asdir, Pak yesi, Pak Odin dan Pak Razak atas segala kebaikannya, terimakasih sudah sabar dan selalu mau membantu penulis dalam pengurusan berkas.
11. Kepada keluarga besar Halim dan LDR (Lakuru dan Rahmatia) yang selalu membantu mengirimkan doa serta semangat untuk tidak menyerah dalam menghadapi hambatan yang dihadapi selama proses penyelesaian skripsi.
12. Kepada Aini, Cici, Sri, Fadillah, Rusni, Desty dan Mita yang selalu setia menemani dan mendengarkan keluh kesah penulis, memberikan hiburan, dukungan, semangat, motivasi serta doa hingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik InsyaAllah.
13. Kepada kak Nunu, Kak Alvin dan kak Awan. Terimakasih atas segala kebaikan, bantuan, nasehat, serta motivasi yang diberikan kepada penulis. Terimakasih juga karena telah banyak membantu penulis saat melakukan analisis di dalam Laboratorium Kimia Kesehatan.
14. Kepada Abeng, Firly dan Fathin, yang telah membantu penulis dalam melakukan pengambilan data di lapangan.
15. Kepada teman-teman KLASATAS. Terimakasih atas segala kebaikannya, selalu mau berbagi dan selalu memberikan support. Untuk Suci, Rani, Faje, Qalbi, Aul dan Cume. Terimakasih selalu menemani penulis dari awal masa perkuliahan hingga akhir. Terimakasih untuk segala hal yang pernah diberikan untuk penulis.
16. Kepada Keluarga Mahasiswa Jurusan Ilmu Kelautan (KEMAJIK FIKP-UH)
17. Serta pihak-pihak yang sangat berpengaruh dalam proses penyelesaian skripsi yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu. Semoga Allah SWT senantiasa membalas semua kebaikan yang telah diberikan kepada penulis.

Makassar, 14 Februari 2022,



Ghina Nafi'ah Kadir

BIODATA PENULIS



Ghina Nafi'ah Kadir, anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Abdul Kadir Lakuru dan Harjuna Halim, dilahirkan pada tanggal 28 September 1999 di Pinrang. Penulis memulai pendidikan jenjang kanak-kanak di TK Islam Al-Insyirah Makassar, pada tahun 2004-2005. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDIT Al-Insyirah Makassar, pada tahun 2011. Kemudian melanjutkan pendidikan tingkat menengah pertama di SMP Negeri 30 Makassar, pada tahun 2011-2014. Selanjutnya, penulis melanjutkan pendidikan tingkat menengah atas di SMA 18 Makassar pada tahun 2014-2017. Pada tahun 2017 penulis diterima menjadi mahasiswa di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Selama masa studi penulis pernah menjadi asisten laboratorium pada mata kuliah Oseanografi Kimia tahun 2020. Penulis aktif di luar kampus dalam organisasi GRADASI (Generasi Digital Indonesia) dan menjadi bagian dari komunitas kataNesia (Kata Digital Indonesia). Penulis juga pernah menjadi relawan di Sikola Cendekia Pesisir pada tahun 2019.

Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Departemen Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, penulis melakukan penelitian yang berjudul "Kandungan Logam Esensial Tembaga (Cu) dan Zink (Zn) pada Sedimen di Perairan Kota Makassar" pada tahun 2021 dibawah bimbingan Prof. Dr. Akbar Tahir M.Sc, dan Dr. Mahatma Lanuru, ST, M.Sc.

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN KEASLIAN	iii
PERNYATAAN AUTORSHIP	iv
ABSTRAK	v
ABSTRACT	vi
KATA PENGANTAR	vii
BIODATA PENULIS	ix
DAFTAR ISI	x
DAFTAR TABEL	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Tujuan dan Kegunaan	2
II. TINJAUAN PUSTAKA	3
A. Pencemaran Logam Esensial.....	3
B. Logam Tembaga (Cu)	3
1. Karakteristik Logam Tembaga (Cu).....	3
2. Sumber Logam Tembaga (Cu).....	4
3. Toksisitas Logam Tembaga (Cu)	4
C. Logam Zink (Zn)	4
1. Karakteristik Logam Zink (Zn)	4
2. Sumber Logam Zink (Zn).....	5

3. Toksisitas Logam Zink (Zn)	5
D. Siklus Logam Cu dan Zn di Perairan	5
E. Akumulasi Logam dalam Sedimen	6
F. Faktor Fisik-Kimia yang Mempengaruhi Konsentrasi Logam	7
1. Suhu	7
2. Salinitas	7
3. pH	7
4. Kecepatan Arus	7
5. Bahan Organik Total (BOT)	8
6. Kedalaman	8
7. Potensial Redoks (Eh)	8
III. METODE PENELITIAN	9
A. Waktu dan Tempat	9
B. Alat dan Bahan	9
1. Alat	9
2. Bahan	10
C. Prosedur Penelitian	10
1. Tahap Persiapan	10
2. Tahap Penentuan Stasiun	10
3. Pengambilan Data	11
a. Pengambilan Sampel Sedimen	11
b. Pengambilan Data Suhu	11
c. Pengambilan Data Salinitas	11

d. Pengambilan Data Kecepatan Arus	11
e. Pengambilan Data Kedalaman	12
4. Analisis Sampel	12
a. Analisis Bahan Organik Total.....	12
b. Analisis Ukuran Butir Sedimen	12
c. Analisis Kandungan Logam pada Sedimen	12
d. Analisis pH Sedimen	13
e. Analisis Potensial Redoks (Eh).....	13
D. Pengolahan dan Analisis Data	13
1. Kecepatan Arus	14
2. Analisis Kandungan Bahan Organik.....	14
3. Analisis ukuran butir sedimen.....	15
IV. HASIL	16
A. Gambaran Umum Lokasi.....	16
B. Kandungan Logam pada Sedimen	17
1. Logam Tembaga (Cu)	17
2. Logam Zink (Zn).....	17
C. Parameter Oseanografi Fisik Kimia.....	18
D. Hubungan BOT dengan Kandungan Logam Cu dan Zn	19
E. Hubungan Eh dengan Kandungan Logam Cu dan Zn	20
F. Jenis sedimen.....	20
V. PEMBAHASAN	22
A. Analisis Sedimen	22

1. Logam Tembaga (Cu)	22
2. Logam Zink (Zn).....	23
B. Parameter Fisik Kimia	24
1. Suhu.....	24
2. Salinitas.....	24
3. Kedalaman.....	25
4. Kecepatan Arus.....	25
5. Eh (Potensial Redoks).....	26
6. pH.....	27
C. Hubungan Logam Cu dan Zn dengan Bahan Organik Total	28
D. Jenis Sedimen	28
VI.KESIMPULAN DAN SARAN.....	29
A. Kesimpulan.....	29
B. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA.....	30
LAMPIRAN.....	35

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Baku mutu logam Cu dan Zn pada sedimen (ANZECC AND ARMCANZ, 2000)	14
2. Skala Wentworth (Hutabarat & Evans, 1985) :	15
3. Parameter Oseanografi Fisik Kimia	19
4. Kandungan logam di setiap stasiun berdasarkan jenis sedimen.....	21

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Peta Lokasi Penelitian.....	9
2. Rata-rata nilai konsentrasi logam Cu pada stasiun pengamatan (n=4).....	17
3. Rata-rata nilai konsentrasi logam Zn pada stasiun pengamatan (n=4).....	18
4. Persentase jenis sedimen (%).....	20
5. Model pola arus (kecepatan dan arah arus) pada saat surut di CPI dan sekitarnya (Sahriadi, 2021).....	25
6. Model pola arus (kecepatan dan arah arus) pada saat pasang di CPI dan sekitarnya (Sahriadi, 2021).....	26
7. Pengambilan Data Kecepatan Arus.....	48
8. Pengambilan Data Kedalaman.....	49
9. Pengambilan Sampel Sedimen.....	49
10. Tim Lapangan.....	49
11. Analisis Bahan Organik Total (BOT).....	50
12. Analisis Ukuran Butir Sedimen.....	50
13. Analisis Logam Cu dan Zn pada Sedimen.....	51
14. Pengukuran Data Salinitas.....	52

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Hasil Analisis Kandungan Logam Cu pada Sedimen	36
2. Hasil Analisis Kandungan Logam Zn pada Sedimen.....	36
3. Hasil Uji Statistik Oneway ANOVA Logam Cu.....	36
4. Hasil Uji Statistik Oneway ANOVA Logam Zn	37
5. Hasil Uji Statistik Korelasi Logam Cu dan Eh	37
6. Hasil Uji Statistik Korelasi Logam Zn dan Eh	38
7. Hasil Uji Statistik Korelasi Logam Cu dan BOT	38
8. Hasil Uji Statistik Korelasi Logam Zn dan BOT	38
9. Data Kecepatan Arus di Lokasi Penelitian.....	39
10. Data Hasil Analisis Kandungan BOT pada Sedimen.....	40
11. Data Hasil Analisis Ukuran Butir Sedimen.....	41
12. Hasil pengolahan data GRADISTAT	42
13. Dokumentasi Pengambilan Data di Lapangan	48
14. Analisis Sampel di Laboratorium	50
15. Pengukuran Data di Laboratorium Oseanografi Kimia	52

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Kota Makassar menjadi salah satu kota di Indonesia yang berkembang dengan pesat, diantaranya ditandai dengan reklamasi ruang laut, permukiman, pusat perniagaan, industri dan pelabuhan. Reklamasi pantai yang dilakukan oleh pemerintah kota Makassar dengan melakukan penimbunan di sekitar wilayah pantai sampai ujung Selatan pantai Kota Makassar untuk menambah lahan obyek wisata, pusat bisnis, dan pemukiman dikhawatirkan dapat menimbulkan pencemaran dalam berbagai bentuk, seperti logam yang merupakan bahan pencemar berbahaya karena bersifat toksik (Setiawan, 2014; Amiruddin, 2017; Harifuddin & Patang, 2018).

Input logam dari badan sungai dan daratan utama, berupa limbah industri dan perkotaan berasal dari dua muara sungai besar yaitu Sungai Jeneberang dan Sungai Tallo. Sepanjang perairan pantai kota Makassar, juga terdapat beberapa pelabuhan yang dapat menjadi sumber pencemaran logam (Werorilangi *et al.*, 2019). Susanti (2014) mengemukakan bahwa dari semua jenis pencemar yang masuk ke dalam perairan sebagian besar mengandung logam esensial tembaga (Cu) dan Zink (Zn).

Tembaga (Cu) dan Zink (Zn) merupakan logam esensial yang dibutuhkan dalam kadar rendah untuk proses metabolisme tubuh, namun akan bersifat toksik dalam kadar yang tinggi. Tembaga (Cu) dan zink (Zn) dapat menjadi ancaman bagi kesehatan manusia jika memasuki rantai makanan, pada tingkat yang paling berbahaya dapat menyebabkan kerusakan organ jaringan bahkan kematian (Yudo, 2006; Surbakti, 2011; Palar 2012).

Tembaga (Cu) banyak bersumber dari industri cat sebagai *antifouling*, industri insektisida, fungisida, industri galangan kapal, industri pengolahan kayu, juga banyak digunakan dalam bidang elektronika dan kelistrikan. Logam zink (Zn) merupakan salah satu unsur yang digunakan sebagai bahan zat warna dalam cat kapal, melapisi besi (*electroplating*) untuk melindungi dari korosi dan sebagai bahan penyusun jenis pupuk. Sumber zink (Zn) lainnya yaitu industri baterai, industri kertas, dan limbah rumah tangga (Wiyarsi & Erfan, 2009; Palar, 2012).

Analisis bahan cemar logam Tembaga (Cu) dan Zink (Zn) menggunakan sampel berupa sedimen. Hal ini dikarenakan logam memiliki sifat yang mudah mengikat dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dalam sedimen. Logam yang masuk ke lingkungan perairan pada akhirnya akan terakumulasi di sedimen (Arifin & Fadhlina, 2009; Supriyantini, 2015; Azizah *et al.*, 2018).

Dengan melihat perairan Kota Makassar menjadi muara dari dua sungai besar dan banyaknya sumber yang berpotensi sebagai input logam esensial tembaga (Cu) dan

zink (Zn) di perairan Kota Makassar. Maka penelitian ini dilakukan untuk mengetahui konsentrasi logam tembaga (Cu) dan Zink (Zn) yang terakumulasi pada sedimen di tiga titik perairan Kota Makassar.

B. Tujuan dan Kegunaan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui konsentrasi logam Tembaga (Cu) dan Zink (Zn) pada sedimen di perairan Pelabuhan Paotere, Perairan CPI, dan Pulau Samalona.

Kegunaan dari penelitian ini yaitu untuk memperoleh atau menambah informasi mengenai pencemaran logam esensial tembaga (Cu) dan zink (Zn) yang terakumulasi pada sedimen di perairan Pelabuhan Paotere, Perairan CPI, dan Pulau Samalona, Kota Makassar.

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Pencemaran Logam Esensial

Salah satu bentuk pencemaran yang dapat membahayakan lingkungan yaitu pencemaran logam. Logam (berat) adalah unsur logam yang memiliki kepadatan spesifik lebih dari 5 g/cm^3 . Logam merupakan kelompok unsur logam yang memberikan pengaruh bila berikatan dan masuk ke dalam tubuh organisme hidup (Jarup, 2003 ; Palar, 2012).

Logam yang terlarut dalam perairan pada konsentrasi tertentu dapat berubah fungsi menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Meskipun daya racun yang ditimbulkan oleh satu jenis logam terhadap semua biota perairan tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menjadikan terputusnya satu mata rantai kehidupan. Pada tingkat lanjutnya, keadaan tersebut dapat menghancurkan satu tatanan ekosistem perairan. Logam yang terakumulasi dalam perairan dapat meningkatkan akibat polutan antropogenik setiap waktu (Kargin *et al.*, 2001 ; Palar, 2012)

Logam memiliki efek toksik yang dapat menghalangi kerja enzim sehingga mengganggu metabolisme tubuh. Toksisitas logam dalam saluran pencernaan terjadi melalui pakan yang terkontaminasi oleh logam. Pada ikan, ginjal berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresikan bahan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh termasuk bahan racun seperti logam. Hal ini menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan oleh daya toksik logam (Suyanto *et al.*, 2010).

Logam dapat dibagi menjadi dua jenis, salah satunya adalah logam esensial. Logam esensial dalam jumlah tertentu keberadaannya sangat dibutuhkan untuk organisme hidup, jika dalam jumlah yang tinggi dapat menimbulkan efek racun. Logam esensial seperti Cu, Zn, Fe, Co, Mn, dan Se. Apabila konsentrasi logam ini tinggi dapat menjadi ancaman bagi kesehatan manusia jika memasuki rantai makanan (Yudo, 2006).

B. Logam Tembaga (Cu)

1. Karakteristik Logam Tembaga (Cu)

Tembaga dengan nama kimia Cuprum dilambangkan dengan Cu. Dalam tabel periodik unsur-unsur kimia, Cu memiliki nomor atom (NA) 29 dan bobot atom (BA) 63,5 g/mol dengan jenis $8,96 \text{ g/cm}^3$. Tembaga adalah salah satu logam yang paling banyak digunakan di dunia. Logam Cu termasuk jenis logam esensial, dimana Cu merupakan elemen mikro yang dibutuhkan oleh organisme, namun dalam jumlah yang sedikit (Cahyani, 2012 ; Handayanto *et al.*, 2017).

2. Sumber Logam Tembaga (Cu)

Tembaga (Cu) secara umum masuk ke dalam lingkungan dapat terjadi secara alamiah dan secara non alamiah. Secara alamiah tembaga (Cu) dapat bersumber dari peristiwa erosi batuan mineral, debu atau partikulat Cu yang ada dalam lapisan udara yang dibawa turun oleh air hujan. Jalur non alamiah Cu masuk ke lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia. Sebagai contoh, buangan industri yang menggunakan Cu dalam proses produksinya, industri galangan kapal karena digunakan Cu sebagai campuran bahan pengawet, industri pengolahan kayu, hingga buangan rumah tangga (Surbakti, 2011).

Tembaga (Cu) merupakan kelompok logam penghantar listrik yang baik. Karena itu, logam Cu juga banyak digunakan dalam bidang elektronika atau kelistrikan. Dalam bidang industri lainnya, senyawa Cu banyak digunakan dalam industri cat *antifouling*, industri insektisida dan fungisida (Palar, 2012).

3. Toksisitas Logam Tembaga (Cu)

Toksisitas yang dimiliki Cu baru akan bekerja dan memperlihatkan pengaruhnya bila logam ini telah masuk ke dalam tubuh organisme dalam jumlah yang besar atau melebihi nilai toleransi organisme. Dampak akut dari logam Cu bagi manusia yaitu pusing, mual dan keram perut dan dampak kronis, terjadinya kerusakan organ jaringan seperti gangguan ginjal dan liver. Daya racun yang dimiliki Cu juga dapat membunuh biota di perairan (Palar, 2012 ; Sekarwati, 2015).

Jika dalam badan perairan laut terjadi peningkatan kelarutan Cu yang melebihi nilai ambang yang seharusnya, maka akan terjadi peristiwa biomagnifikasi terhadap biota di perairan. Peristiwa biomagnifikasi ini dapat ditunjukkan melalui akumulasi Cu dalam tubuh biota perairan tersebut. Hal ini terjadi akibat konsumsi Cu dalam jumlah yang berlebihan, sehingga tidak mampu dimetabolisme oleh tubuh (Palar, 2012).

C. Logam Zink (Zn)

1. Karakteristik Logam Zink (Zn)

Seng (Zink) dilambangkan dengan Zn pada tabel periodik, memiliki nomor atom 30 dan massa atom relatifnya 65,38. Logam Zink (Zn) merupakan salah satu logam esensial yang dibutuhkan hampir semua organisme dalam jumlah sedikit. Namun jika jumlah logam Zn dalam perairan melebihi batas ambang yang ditentukan maka akan membahayakan bagi kehidupan organisme itu sendiri dan bersifat toksik (Wiyarsi & Erfan, 2009).

2. Sumber Logam Zink (Zn)

Logam zink digunakan untuk melapisi besi atau galvanis (*electroplating*) untuk melindungi dari korosi. Zink juga banyak digunakan dalam industri baterai, Zing (II) banyak digunakan sebagai bahan penyusun jenis pupuk, industri kertas, cat, dan katalis, serta Zn bacitracine digunakan sebagai perangsang pada peternakan hewan (Wiyarsi & Erfan, 2009).

Logam zink (Zn) merupakan salah satu unsur yang digunakan sebagai bahan zat warna dalam cat kapal. Sumber utama yang paling signifikan dari Zink adalah adanya limpasan dari perkotaan, termasuk dampak atmosfer, korosi, ban, cat, dan zat buangan dari kendaraan bermotor. Buangan limbah rumah tangga yang mengandung Zn seperti korosi pipa-pipa air dan produk konsumen misalnya, formula detergen yang sarana pembuangannya tidak diperhatikan (Walker & Ann, 1998; Wiyarsi & Erfan, 2009; Rahmadani *et al.*, 2015).

3. Toksisitas Logam Zink (Zn)

Kandungan logam Zn yang melebihi ambang batas dapat menimbulkan akumulasi baik pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di dalam maupun di sekitar sedimen atau dasar perairan, ini akan berbahaya bagi kehidupan biota dan pada akhirnya manusia juga akan kena dampaknya bila mengkonsumsi biota tersebut (Novita, 2014).

Logam Zink (Zn) dapat menimbulkan efek toksik bila dikonsumsi pada dosis tinggi. Bagi manusia dampak yang ditimbulkan dari Zn yang berlebihan yaitu usus tertekan, muntah, kram perut, diare dan mual yang berkepanjangan. Jika gejala tersebut tidak ditangani segera, maka dapat menyebabkan sakit kuning, kejang, demam, tekanan darah rendah, bahkan kematian (Surbakti, 2011).

D. Siklus Logam Cu dan Zn di Perairan

Logam dapat masuk di perairan dengan berbagai cara. Secara alami karena sudah berada di bumi, batuan dan tanah secara alamiah yang selanjutnya masuk ke lingkungan laut melalui hujan dan erosi. Laut sering dijadikan sebagai tempat pembuangan akhir dari berbagai aktivitas manusia. Oleh sebab itu, logam juga dapat masuk melalui buangan industri, limbah rumah tangga, pertanian dan aktivitas lainnya yang menggunakan unsur logam dalam produksinya (Puspitasari, 2007).

Logam Tembaga (Cu) dapat masuk ke perairan melalui buangan berbagai industri seperti galangan kapal, pengolahan kayu, elektronika dan kelistrikan, cat *antifouling*, industri insektisida dan fungisida (Surbakti, 2011; Palar, 2012) Logam Zink (Zn) dapat masuk ke perairan juga melalui buangan beberapa industri. Industri yang menggunakan unsur logam Zn dalam produksinya yaitu industri baterai, kertas, cat, dan

besi. Selain bidang industri juga dapat berasal dari limbah peternakan, buangan dari kendaraan bermotor, ban, dan limbah rumah tangga seperti korosi pipa air dan formula detergen (Walker & Ann, 1998; Wiyarsi & Erfan, 2009; Rahmadani, 2015).

Logam Cu dan Zn yang masuk ke lingkungan laut akan masuk ke dalam tubuh organisme secara langsung dan tidak langsung. Secara langsung melalui penyerapan logam terlarut oleh organisme yang melakukan proses penyerapan air dan nutrisi ke dalam tubuh organisme. Logam juga dapat masuk dalam tubuh organisme melalui rantai makanan. Dalam proses makan memakan, akan terjadi transfer bahan dan energi dari organisme yang dimangsa ke organisme pemangsa. Masuknya suatu zat pencemar khususnya logam akan membawa dampak yang luas mulai dari tingkat organisme sampai tingkat komunitas dan bisa meluas sampai pada ekosistem (Puspasari, 2006; Puspitasari, 2007).

E. Akumulasi Logam dalam Sedimen

Dalam konteks pencemaran, sedimen memiliki peran penting sebagai reservoir zat pencemar. Logam dari pembuangan limbah industri ke perairan dapat terakumulasi dalam sedimen. Kadar logam dalam sedimen permukaan lebih tinggi dibandingkan dalam air laut. Hal ini terjadi karena logam mengalami proses pengenceran dalam air dan terendapkan sehingga terjadi akumulasi dalam sedimen (Permanawati *et al.*, 2013; Rumhayati, 2019).

Tingginya logam dalam sedimen dibandingkan dengan di dalam kolom air dikarenakan penyerapan sedimen terhadap partikel-partikel logam lebih dominan karena logam mempunyai kecenderungan untuk berikatan dengan hidroksida dan bahan organik dalam sedimen. Akumulasi logam dalam sedimen dapat menimbulkan akumulasi pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di air maupun di sekitar sedimen atau dasar perairan, yang nantinya akan berbahaya pula bagi manusia yang mengonsumsi biota tersebut (Permanawati *et al.*, 2013; Suryono, 2016).

Proses pengikatan logam di sedimen akan semakin meningkat dan luas permukaan yang semakin besar jika ukuran partikel sedimen semakin kecil. Maka, kandungan logam yang tinggi berada pada ukuran butir sedimen yang lebih halus dan kandungan logam yang rendah berada pada ukuran butir sedimen yang lebih kasar. Semakin besar persentase tekstur sedimen yang berukuran halus dan tingginya kandungan bahan organik dalam sedimen maka semakin besar juga konsentrasi dan akumulasi logam yang terikat dalam sedimen (Rezki *et al.*, 2013; Felik *et al.*, 2019; Najamuddin *et al.*, 2020).

F. Faktor Fisik-Kimia yang Mempengaruhi Konsentrasi Logam

1. Suhu

Suhu dapat mempengaruhi konsentrasi logam di kolom air dan sedimen, kenaikan suhu air yang lebih dingin akan memudahkan logam mengendap ke sedimen. Jika suhu perairan tersebut tinggi maka senyawa logam yang ada akan larut di air. Peningkatan suhu akan menyebabkan jumlah oksigen terlarut dalam air laut menurun, kecepatan reaksi kimia meningkat, kehidupan makhluk hidup akan terganggu dan proses pemasukan logam dalam tubuh akan meningkat serta reaksi pembentukan ikatan antara logam dengan protein dalam tubuh semakin cepat (Agustina, 2015; Sukoasih *et al.*, 2016; Budiastuti *et al.*, 2016)

2. Salinitas

Salinitas merupakan ukuran kandungan NaCl dari suatu perairan. Salinitas dapat mempengaruhi kandungan logam di perairan. Kandungan logam yang lebih tinggi terdapat pada perairan yang memiliki salinitas rendah, dan kandungan logam yang rendah terdapat pada perairan dengan salinitas yang tinggi. Logam yang terdapat dalam kolom air lebih cepat terendapkan pada kondisi salinitas antara 0-18‰. Salinitas menstimulasi pH, artinya peningkatan salinitas akan meningkatkan pH perairan (Agustina, 2015 ; Souisa, 2017).

3. pH

pH menunjukkan kadar asam atau basa dalam suatu larutan melalui aktivitas ion hidrogen. pH air laut termasuk salah satu parameter yang diwajibkan dalam menentukan tingkat kualitas air laut di perairan. Hal ini ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, dimana baku mutu pH 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 logam juga dipengaruhi oleh 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 tersebut (Fachrul *et al.*, 2011 ; Sukoasih *et al.*, 2016).

4. Kecepatan Arus

Kecepatan arus suatu perairan sangat berpengaruh terhadap kemampuan badan air dalam mengangkut bahan pencemar. Kecepatan arus dapat digunakan untuk memperkirakan kapan bahan pencemar akan mencapai suatu lokasi tertentu apabila bagian hulu suatu badan air akan mengalami pencemaran. Kecepatan arus juga akan

mempengaruhi proses laju pengendapan atau sedimentasi dan mempengaruhi ukuran butir sedimen yang terendapkan (Maslukah, 2013 ; Sukoasih *et al.*, 2016).

5. Bahan Organik Total (BOT)

Kandungan bahan organik erat kaitannya dengan ukuran butir sedimen. Sedimen perairan yang mempunyai ukuran butir yang berbeda akan mempunyai kandungan bahan organik yang berbeda pula. Semakin halus sedimen, kemampuan dalam mengakumulasi bahan organik semakin besar. Kandungan logam akan semakin bertambah dengan meningkatnya konsentrasi bahan organik dalam sedimen (Maslukah, 2013).

6. Kedalaman

Pada perairan yang dangkal, proses resuspensi sedimen lebih tinggi karena terjadinya pengadukan sedimen dasar oleh arus sehingga diduga logam yang ada dalam sedimen terlepas ke kolom perairan (Maslukah, 2013).

7. Potensial Redoks (Eh)

Potensial redoks (Eh) merupakan suatu ukuran yang digunakan dalam mengukur adanya perpindahan elektron (e⁻). Oleh sebab itu, potensial redoks erat kaitannya dengan proses reduksi dan oksidasi (redoks). Potensial redoks (Eh) sedimen juga digunakan untuk memperkirakan potensi masuknya bahan organik ke dalam perairan dan mengendap di permukaan sedimen. Potensial redoks menentukan mekanisme reaksi oksidasi reduksi dalam pengikatan dan pelepasan logam (Hasanudddin, 2013; Effendy, 2017; Najamuddin *et al.*, 2020).

Nilai positif (Oksidasi) potensial redoks umumnya menggambarkan karakteristik sedimen yang teroksigenasi dengan baik, meliputi sedimen kasar atau sedimen miskin bahan organik. Nilai potensial redoks yang negatif (Reduksi) merupakan ciri khas dari sedimen yang kaya bahan organik dan yang sebagian besarnya terdiri dari sedimen halus (Paena *et al.*, 2017).