

Skripsi

**DISTRIBUSI KUANTITATIF ION LOGAM BERAT Zn DAN Cu DALAM AIR,
SEDIMEN DAN MANGROVE (*Rhizophora* sp.) DI SEKITAR
PERAIRAN MIRRORING POLEWALI MANDAR**

AMALIAH MUTMAINNAH

H311 16 302



**DEPARTEMEN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

**DISTRIBUSI KUANTITATIF ION LOGAM BERAT Zn DAN Cu DALAM AIR,
SEDIMEN DAN MANGROVE (*Rhizophora* sp.) DI SEKITAR PERAIRAN
MIRING POLEWALI MANDAR**

*Skripsi ini diajukan sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar sarjana sains*

Oleh:

AMALIAH MUTMAINNAH

H311 16 302



MAKASSAR

2021

LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)

**DISTRIBUSI KUANTITATIF ION LOGAM BERAT Zn DAN Cu DALAM
AIR, SEDIMEN DAN MANGROVE (*Rhizophora* sp.) DI SEKITAR
PERAIRAN MIRRORING POLEWALI MANDAR**

Disusun dan diajukan oleh:

AMALIAH MUTMAINNAH

H31116302

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin pada tanggal 11 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pertama


Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc
NIP. 19580523 198710 2 001


Dr. Svarifuddin Liang, M.Si
NIP. 19520505 197403 1 002

Ketua Departemen Kimia

Dr. Abd. Karim, M.Si
NIP. 19620710 198803 1 002

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Amaliah Mutmainnah

Nomor Induk Mahasiswa : H311 16 302

Jenjang Pendidikan : S1

Program Studi : Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul **“Distribusi Kuantitati Ion Logam Zn dan Cu dalam Air, Sedimen dan Mangrove (*Rhizophora* sp.) di Sekitar Perairan Mirring Polewali Mandar”** adalah BENAR merupakan hasil karya saya sendiri, bukan merupakan pengambilan tulisan atau pemikiran orang lain.

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

Makassar, 17 Februari 2021



(Amaliah Mutmainnah)

LEMBAR PERSEMBAHAN

For all things you do that make you proud. For The little things and the big things.
Thank yourself for any moment that made you grateful to be Alive and made you love
yourself a little bit more ♥♥♥

PRAKATA

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT karena atas segala rahmat dan hidayah-Nya sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Shalawat dan salam semoga senantiasa tercurah kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan jalan terang bagi ummatnya.

Tugas Akhir yang berjudul “**Distribusi Kuantitatif Ion Logam Berat Zn dan Cu Dalam Air, Sedimen dan Mangrove (*Rhizophora* sp.) di Sekitar Perairan Mirring Polewali Mandar**” sebagai salah satu syarat yang diajukan untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Departemen Kimia Universitas Hasanuddin. Tugas akhir ini disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan di Laboratorium Kimia Analitik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.

Penulis berterima kasih sedalam-dalamnya kepada Kedua Orang Tua, Bapak **Badaruddin** dan Mama **Murni Arawi, S.Pd**, yang selalu memanjatkan doa, juga memberikan dukungan dan pengorbanan kepada penulis demi menggapai impian dan cita-cita. Terima kasih juga kepada adik penulis **Muh. Hikmal Qadri**, serta kepada semua keluarga yang namanya tak sempat disebut satu per satu. Terima kasih sudah terlibat, memberikan dukungan dan kasih sayang sehingga penulis bisa menyelesaikan studinya.

Penulis banyak menemui kendala dalam pelaksanaan maupun dalam penulisan. Skripsi ini tidak akan terselesaikan tanpa adanya bantuan serta kemurahan hati dari berbagai pihak, oleh karena itu penulis berterima kasih kepada ibu **Dr. Nursiah La Nafie, M.Sc** sebagai pembimbing utama dan bapak **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si** sebagai pembimbing pertama yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan solusi

mulai dari awal penyusunan hingga selesainya penulisan ini. Dengan segala kerendahan hati, penulis juga ingin menyampaikan terima kasih serta penghargaan yang setulus-tulusnya kepada:.

1. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
2. Bapak **Dr. Abdul Karim, M.Si** dan ibu **Dr. St. Fauziah, M.Si**, selaku Ketua dan Sekretaris Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Dr. Paulina Taba, M.Phill**, dan ibu **Dr. Nur Umriani Permatasari, M.Si**, selaku tim penguji yang telah memberi banyak saran dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Seluruh dosen Departemen Kimia Universitas Hasanuddin, yang telah banyak memberikan ilmu, pengalaman, serta masukan selama masa studi.
5. Seluruh staf pegawai Fakultas MIPA Unhas maupun Departemen Kimia FMIPA Unhas, yang memberikan bantuan dan kerjasamanya.
6. Seluruh Kepala Laboratorium di departemen Kimia FMIPA Unhas, serta Kepala Laboratorium Kimia Dasar, Biologi Dasar, dan Fisika dasar.
7. Seluruh Analis di Departemen Kimia FMIPA Unhas, terkhusus Analis Laboratorium Kimia Analitik Departemen Kimia FMIPA Unhas, ibu **Fibiyanti, S.Si**, yang telah banyak memberi saran, fasilitas dan kemudahan semasa penelitian.
8. Teman-teman **MIPA 2016**, salam *Seperti Seharusnya*.
9. Teman-teman **KROMOFOR 2016**, salam *Totalitas Hingga Akhir*.
10. Rekan Penelitian **Andi Muh. Fadhil Faiz** dan **Sriwahyuni Ismail**, atas kerja sama, dukungan dan semangat sehingga penelitian ini terselesaikan.

Serta tak lupa pula teman pengambilan sampel **Miftahuddin** dan **Reky Asrudin**.

11. Teman-teman SMA dan SMP yang telah banyak membantu dan memberi motivasi selama studi
12. Serta ucapan terima kasih kepada pihak-pihak lain yang telah memberikan bantuan secara langsung ataupun tidak langsung, yang tidak sempat kami sebutkan satu per satu disini Atas segala kebaikan yang telah diberikan oleh berbagai pihak, penulis mengucapkan banyak terima kasih. Semoga Tuhan membalasnya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu kritik dan saran yang membangun sangat diperlukan untuk kedepannya. Akhirnya, penulis berharap skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi pihak-pihak yang berkepentingan.

Makassar, November 2020

Penulis

ABSTRAK

Penelitian mengenai distribusi kuantitatif logam berat Zn dan Cu dalam air, sedimen dan mangrove (*Rhizophora* sp.) pada sekitar perairan Mirring, Polewali Mandar, telah dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Sampel air, sedimen dan mangrove (*Rhizophora* sp.) diambil pada tiga stasiun sekitar perairan yaitu pada Pelabuhan Silopo, pemukiman warga dan objek wisata bahari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar logam Zn dalam air berada pada kisaran 0,11-0,50 mg/L dan logam Cu berada pada kisaran 0,39-0,53, dalam sedimen Zn berkisar antara 55,19-70,31 mg/kg dan Cu berada pada kisaran 7,07-9,66 mg/kg, dan dalam mangrove (*Rhizophora* sp.) logam Zn berkisar antara 80,29-193,93 mg/kg dan logam Cu berkisar antara 9,6-21,77 mg/kg. Logam berat Zn dan Cu telah terdistribusi dalam perairan tersebut. Distribusi logam berat Zn dan Cu di sekitar perairan Mirring Polewali Mandar paling banyak terdapat dalam sedimen kemudian mangrove (*Rhizophora* sp.) dan paling sedikit dalam air laut.

Kata kunci : Zink (Zn), Tembaga (Cu), Mangrove (*Rhizophora* sp.), sedimen, air laut, Spektrofotometer Serapan Atom (SSA).

ABSTRACT

This research discusses the quantitative distribution of heavy metals Zn and Cu in water, sediments and mangroves (*Rhizophora* sp.) around the Mirring Polewali Mandar waters which have been processed using Atomic Absorption Spechtrophotometer (AAS). Water, sediments and mangroves (*Rhizophora* sp.) samples were taken from three points stations around the water, namely at Silopo Port, residential areas and objects marine tourism. The results showed that Zn levels in water ranged between 0.11-0.50 mg/L and Cu 0.39-0.53 mg/L, in sediments Zn ranged between 55.19-70.31 mg/kg and Cu 7.07-9.66 mg/kg while the mangrove (*Rhizophora* sp.) Zn ranged between 80.29-193.93 mg/kg and Cu ranged between 9.6-21.77 mg/kg. Heavy metals of Zn and Cu distributed in the waters. Distrubution of heavy metals Zn and Cu around the Mirring Polewali Mandar waters mostly be found in sediments than mangrove (*Rhizophora* sp.) and a little bit in the sea water.

Key words : Zinc (Zn), Cuprum (Cu), Mangrove (*Rhizophora* sp.), sediment, sea water, Atomic Absorption Spechtrophotometer (AAS).

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	ii
HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
LEMBAR PERSEMBAHAN	iii
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK	ix
ABSTRACT.....	x
DAFTAR ISI.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xiv
DAFTAR GAMBAR	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	5
1.3.1 Maksud Penelitian.....	5
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	7
2.1 Logam Berat	7
2.1.1 Seng (Zn)	8

2.1.2 Tembaga (Cu)	10
2.2 Sumber - Sumber Logam Berat di Perairan	12
2.3 Mangrove (<i>Rhizophora</i> sp)	13
2.4 Biokonsentrasi dan Bioakumulasi Logam Berat	16
BAB III METODE PENELITIAN	20
3.1 Bahan Penelitian	20
3.2 Alat Penelitian	20
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.4 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel	21
3.5 Prosedur Penelitian	21
3.5.1 Pengambilan Sampel	21
3.5.1.1 Pengambilan Sampel Air	21
3.5.1.2 Pengambilan Sampel Sedimen	22
3.5.1.3 Pengambilan Sampel Mangrove	22
3.5.2 Preparasi Sampel	22
3.5.2.1 Preparasi Sampel Air	22
3.5.2.2 Preparasi Sampel Sedimen	22
3.5.2.3 Preparasi Sampel Mangrove	23
3.5.3 Pembuatan Larutan Baku Zn	24
3.5.3.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Zn 1000 ppm	24
3.5.3.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediate Zn 50 ppm	24
3.5.3.3 Pembuatan Deret Larutan Baku Kerja	24
3.5.4 Pembuatan Larutan Baku Cu	24
3.5.4.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Cu 1000 ppm	24
3.5.4.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Cu 50 ppm	25

3.5.4.3 Pembuatan Deret Larutan Baku Kerja	25
3.5.5 Analisis Zn dan Cu dengan SSA	25
3.5.6 Penentuan Konsentrasi Ion Logam	26
BAB IV HASIL DAN PEMBAHAN	27
4.1 Kondisi Lingkungan Perairan Mirring Polewali Mandar	27
4.2 Konsentrasi Logam Berat dalam Air Laut	28
4.2.1 Konsentrasi Zn dalam Air Laut	28
4.2.1 Konsentrasi Cu dalam Air Laut	29
4.3 Konsentrasi Logam Berat dalam Sedimen	30
4.3.1 Konsentrasi Zn dalam Sedimen	30
4.3.2 Konsentrasi Cu dalam Sedimen	31
4.4 Konsentrasi Logam Berat dalam Mangrove	32
4.4.1 Konsentrasi Zn dalam Mangrove	32
4.4.2 Konsentrasi Cu dalam Mangrove	34
4.5 Distribusi Logam Berat Zn dan Cu	35
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Kesimpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	46

DAFTAR TABEL

TABEL	Halaman
1. Hasil Pengukuran <i>In Situ</i>	27
2. Konsentrasi Zn dalam Air Laut	28
3. Konsentrasi Cu dalam Air Laut	29
4. Konsentrasi Zn dalam Sedimen	30
5. Konsentrasi Cu dalam Sedimen	31
6. Konsentrasi Zn dalam Mangrove	32
7. Konsentrasi Cu dalam Mangrove	33

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Peta Kota Polewali Mandar.....	1
2. Logam Seng	8
3. Logam Tembaga	10
4. Mangrove (<i>Rhizophora</i> sp.)	13
5. Peta Lokasi Pengambilan Sampel	21
6. Reaksi Antara Asam Sitrat dengan Zn	33
7. Reaksi Fitokelatin dengan Cu	35
8. Distribusi Logam Berat Zn pada Air, Sedimen dan Mangrove	36
9. Distribusi Logam Berat Zn pada Air, Sedimen dan Mangrove	37

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Skema Kerja Penelitian	46
2. Bagan Kerja.....	47
3. Perhitungan	54
4. Dokumentasi	75

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Provinsi Sulawesi Barat merupakan provinsi yang baru terbentuk pada tahun 2004 dan merupakan pemekaran dari provinsi Sulawesi Selatan (Direktorat Jenderal Perbendaharaan, 2017). Luas wilayah provinsi Sulawesi Barat 16.916,72 km² yang terdiri atas 6 kabupaten yaitu Polewali Mandar, Mamasa, Majene, Mamuju, Mamuju Tengah dan Mamuju Utara (Badan Pusat Statistik Sulawesi Barat, 2018).

Kabupaten Polewali Mandar terletak antara 2° 40'00" -3°32'00" Lintang Utara dan 118° 40'27" -119°32'27" Bujur Timur. Luas wilayah Polewali Mandar sebesar 2.022,30 km² (Badan Pusat Statistik Kabupaten Polewali Mandar, 2018).



Gambar 1. Peta Kabupaten Polewali Mandar (sumber : Badan Pusat Statistik Kabupaten Polewali Mandar)

Kabupaten Polewali Mandar adalah salah satu wilayah pesisir yang memiliki potensi sumber daya alam yang menarik untuk dikembangkan dalam kegiatan ekowisata pesisir dan laut. Secara administrasi Kabupaten Polewali Mandar mempunyai panjang garis pantai 89,07 km dan luas perairan 869,21 km². Sebagian besar masyarakat Polewali Mandar beraktivitas di sekitar wilayah pantai, salah satu aktivitas yang mengganggu ekosistem laut yaitu membuang sampah di laut (Bidang Cipta Karya Polewali Mandar, 2018).

Aktivitas pembuangan sampah di laut dapat menyebabkan timbulnya pencemaran di laut, limbah dari kegiatan manusia akan mencemari perairan, baik itu limbah organik maupun anorganik. Pencemaran air oleh komponen anorganik, diantaranya adalah berbagai macam pencemaran logam berat yang berbahaya bagi sistem perairan, termasuk biota-biota yang terdapat di dalamnya. Beberapa logam berat banyak digunakan pada kegiatan industri. Logam berat yang digunakan secara langsung maupun tidak langsung telah mencemari lingkungan (Connel dan Miller, 2006).

Logam berat umumnya bersifat racun, walaupun beberapa dibutuhkan dalam jumlah kecil (Begum dkk., 2009). Logam berat dapat terdistribusi ke makhluk hidup dan sebagian akan terakumulasi melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi. Jika keadaan ini berlangsung secara terus menerus dalam jangka waktu lama dapat membahayakan makhluk hidup (Ruslan, 2008).

Logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam organisme laut. Logam berat yang masuk ke perairan

dengan kadar yang melebihi ambang batas akan mencemari perairan laut kemudian mengendap pada sedimen dan akan terkonsentrasi dalam tubuh makhluk hidup melalui proses bioakumulasi (Darmono, 2001).

Semakin banyak aktivitas masyarakat di perairan maka tidak menutup kemungkinan akan bertambah kadar logam berat di perairan tersebut (Hamzah dan Saputro, 2013). Kegiatan manusia yang membahayakan perairan, salah satunya membuang sampah atau limbah ke dalam perairan tersebut, sehingga dapat diperkirakan bahwa keadaan laut atau perairan telah mengalami perubahan dari kondisi alamiahnya. Pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang harus ditangani, karena dapat merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum (Bangun, 2005).

Berdasarkan jenisnya logam berat terbagi atas dua jenis yakni logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup, namun beberapa diantaranya dalam kadar tertentu dapat bersifat racun. Unsur ini di alam biasanya terdapat dalam bentuk terlarut atau tersuspensi serta terdapat sebagai bentuk ionik. Secara alami, kadar logam berat dalam air laut sangat rendah yaitu berkisar 10^{-5} - 10^{-2} ppm (Nugraha, 2009). Contoh dari logam berat esensial adalah Zn dan Cu. Keberadaan logam Zn dan Cu dalam air laut berasal dari penggunaan pupuk kimia yang mengandung logam Zn dan Cu, buangan limbah rumah tangga yang mengandung logam Zn seperti pipa-pipa air yang terkorosi dan produk-produk konsumen seperti detergen yang sarana pembuangannya tidak diperhatikan, sedangkan untuk logam Cu dapat bersumber dari kabel-kabel bekas yang dibuang ke perairan (Tarigan dkk., 2003).

Logam berat yang masuk ke dalam laut dapat menyebabkan masalah yang serius sehingga dibutuhkan solusi untuk mengakumulasi logam berat tersebut. Salah satu jenis tumbuhan yang memiliki kemampuan adsorpsi dan ditemukan

banyak tumbuh dan berkembang di wilayah pesisir adalah tumbuhan mangrove bakau (Khairuddin dkk., 2003). Vegetasi mangrove juga mempunyai kemampuan dalam mengakumulasi logam berat dan membantu mengurangi tingkat konsentrasi bahan pencemar dalam air (Prasad dan Ramanathan, 2008).

Parvaresh dkk., (2010) menyebutkan bahwa selain dapat terakumulasi dalam sedimen, logam berat juga dapat terakumulasi pada mangrove. Mangrove berfungsi sebagai agen bioremediasi alami karena dapat menyerap logam berat di alam seperti Fe, Mn, Cr, Cu, Co, Ni, Pb, Zn dan Cd. Fungsi ini disebut dengan biosorpsi (Hastuti dkk., 2013).

Ekosistem mangrove juga memegang peranan penting sebagai (perangkap zat-zat tercemar) untuk berbagai unsur logam dan nutrien, baik yang berasal dari darat maupun laut. Mangrove sebagai salah satu organisme hidup dapat dijadikan sebagai bioindikator tingkat pencemaran logam berat dalam lingkungan perairan. Monitoring pada organisme hidup atau dikenal dengan bioindikator, yaitu penggunaan jenis organisme tertentu yang dapat mengakumulasi bahan-bahan pencemar yang ada sehingga mewakili keadaan di dalam lingkungan hidupnya (Rashed, 2007).

Penelitian Hamzah dan Setiawan (2010), menyatakan bahwa Secara umum konsentrasi logam berat di Muara Angke pada akar mangrove lebih tinggi dibandingkan pada daun, sedimen dan air dengan konsentrasi: akar (12,17-99,88 ppm), daun (2,07-85,48 ppm), sedimen (18,64- 69,3 ppm), air (<0,006-0,0062 ppm). Konsentrasi Zn paling tinggi dibandingkan Pb dan Cu.

Berdasarkan uraian sebelumnya maka penelitian tentang kandungan logam berat Zn dan Cu di daerah sekitar perairan Mirring Polewali Mandar perlu dilakukan dengan sampel air, sedimen dan tumbuhan mangrove (*Rhizophora* sp).

Mangrove jenis *Rhizophora* sp. merupakan salah satu jenis mangrove yang baik sebagai biosorben logam berat.

1.2 Rumusan Masalah

Masalah yang dikaji dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. berapa kadar logam berat Zn dan Cu yang terkandung dalam sampel air, sedimen dan tumbuhan mangrove (*Rhizophora* sp.) di sekitar perairan Mirring Polewali Mandar?
2. bagaimana distribusi logam berat Zn dan Cu dalam sampel air, sedimen dan tumbuhan mangrove di sekitar perairan Mirring Polewali Mandar?

1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian

1.3.1 Maksud Penelitian

Maksud penelitian ini adalah menentukan kadar Zn dan Cu dalam air, sedimen dan tumbuhan mangrove disekitar perairan Mirring Polewali Mandar menggunakan instrumen spektrofotometri serapan atom.

1.3.2 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menganalisis kadar logam berat Zn dan Cu yang terkandung pada air, sedimen dan tumbuhan mangrove di sekitar perairan Mirring Polewali Mandar menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom
2. menentukan distribusi logam berat Zn dan Cu dalam sampel air, sedimen dan tumbuhan mangrove di sekitar perairan Mirring Polewali Mandar

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat dilakukannya penelitian ini adalah untuk memberikan informasi tentang tingkat pencemaran logam berat yang di lingkungan perairan Mirring Polewali Mandar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Logam merupakan kelompok unsur kimia yang berwujud padatan mengkilap, merupakan penghantar panas dan listrik yang baik, dan siap membentuk ion kation (Daintith, 1994). Logam-logam tersebar secara alami di dalam lingkungan melalui banyak proses seperti dalam bentuk debu letusan gunung berapi, proses pelapukan batuan yang mengandung senyawa atau unsur-unsur logam, dan pembakaran minyak-minyak fosil (Sembel, 2015).

Berdasarkan jenisnya logam dibagi menjadi dua yaitu logam berat dan logam ringan. Logam berat memiliki densitas 5 g/cm^3 , contoh logam berat yaitu Pb, Cd, Cu, Zn, Ni, Hg, Fe, Co, dll. logam ringan merupakan logam yang memiliki densitas kurang dari 5 g/cm^3 , yang termasuk logam ringan yaitu Mg, Al, Ti, Ca, Ba, dll (Sembel, 2015).

2.1 Logam Berat

Logam berat adalah suatu logam dengan bobot jenis besar yaitu 5 g/cm^3 . Logam ini memiliki karakter seperti berkilau, lunak, atau dapat ditempa (*malleability*), bersifat dapat mengalir (*ductility*), mempunyai daya hantar panas dan listrik yang tinggi dan bersifat kimiawi, yaitu sebagai dasar pembentukan reaksi dengan asam. Logam berat mempunyai nomor atom lebih besar dari 21 dan berada di bagian tengah tabel periodik unsur. Beberapa logam berat sangat beracun terhadap tumbuh-tumbuhan, hewan dan manusia. Logam-logam tersebut bersifat tahan lama dan keracunannya bisa bertahan dalam waktu yang sangat lama. Logam berat dalam jumlah yang berlebihan akan bersifat racun. Toksisitas

logam berat bergantung pada jenis, kadar, efek sinergis-antagonis, dan bentuk fisika-kimianya (Connel dan Miller, 2006).

Logam berat dibagi menjadi dua berdasarkan toksikologinya, yaitu logam berat esensial dan non esensial. Logam berat esensial merupakan logam yang dibutuhkan oleh tubuh manusia namun dalam dosis atau jumlah tertentu, contoh dari logam berat esensial yakni Zn, Cu, Fe, Co, Mn dan Se. Sedangkan logam berat non esensial dapat diartikan sebagai logam yang beracun (toxic metal). Dikarenakan sifatnya yang beracun maka logam yang termasuk dalam golongan ini memberikan efek yang negatif bagi kesehatan manusia, contoh dari logam ini yakni Hg, Pb, Cd, Sn, Cr(VI) dan As (Direktorat Pengawasan Produk dan Bahan Berbahaya BPOM RI, 2010).

Sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok, yaitu bersifat toksik tinggi, sedang, dan rendah. Logam berat yang bersifat toksik tinggi terdiri atas unsur-unsur Hg, Cd, Pb, Cu, dan Zn. Logam yang bersifat toksik sedang terdiri atas unsur-unsur Cr, Ni, dan Co, sedangkan bersifat toksik rendah terdiri atas unsur Mn dan Fe. Keberadaan logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia (Rangkuti, 2009). Logam berat berbahaya bagi manusia karena dapat mengakibatkan efek biotoksik pada manusia yang kemudian menimbulkan penyakit akut maupun kronis. Organisasi Kesehatan Dunia (World Health Organization) menemukan bahaya kesehatan yang dapat ditimbulkan dari keberadaan logam berat di rantai makanan (Srivastava & Goyal, 2010).

2.1.1 Seng (Zn)



Gambar 2. Logam Seng

Seng merupakan logam berwarna putih kebiru-biruan dengan nomor atom 30, massa molekul relatif 65,37 dan berat jenis 7,14 kg/dm³ dalam sistem periodik terletak dalam golongan II b dengan bilangan oksidasi + 2. Logam ini larut dalam asam dan alkali, mudah larut dalam asam klorida encer dan asam sulfat encer. Logam seng dapat menghantarkan arus listrik. Seng memiliki konfigurasi elektron [Ar]3d¹⁰4s². Seng cukup reaktif dan merupakan reduktor kuat. Permukaan logam seng murni akan dengan cepat mengoksidasi, membentuk lapisan seng karbonat Zn₅(OH)₆CO₃ seketika berkontak dengan karbon dioksida. Seng memiliki konfigurasi elektron [Ar]3d¹⁰4s². Seng cukup reaktif dan merupakan reduktor kuat. Permukaan logam seng murni akan dengan cepat mengoksidasi, membentuk lapisan seng karbonat Zn₅(OH)₆CO₃ seketika berkontak dengan karbon dioksida (Tolcin, 2008).

Logam seng (Zn) merupakan logam yang dipakai pada industri *alloy*, keramik, kosmetik, pigmen dan karet (Hardjojo dan Djokosetiyanto, 2005). Seng memiliki banyak keunggulan, antara lain memiliki energi tinggi, aman dan tidak menyisakan emisi (*zero emission*) sehingga dapat digunakan sebagai baterai habis pakai. Zn juga digunakan dalam berbagai industri, seperti cat, produk karet, kosmetik, pelapis rantai, printing, tinta, dan solder (Widowati dkk., 2008).

Mulyaningsih (2009) menyatakan bahwa pada manusia, seng merupakan logam esensial yang dibutuhkan manusia dalam jumlah kecil yaitu kurang dari 100mg/hari, yang sangat berperan bagi metabolisme tubuh. Seng dapat menstimulasi aktivitas 100 macam enzim dan sebagai kofaktor pada 200 jenis enzim lainnya yang terlibat dalam sejumlah besar enzim yang mengkatalisis reaksi metabolik yang vital. Kekurangan asupan Zn menyebabkan rendahnya sistem imunitas dalam tubuh (Nasution, 2004).

Konsumsi Zn berlebih dapat mengakibatkan defisiensi mineral lain. Asupan logam Zn 150-450 mg/hari mengakibatkan penurunan kadar Cu, perubahan fungsi Fe, pengurangan imunitas tubuh, serta pengurangan kadar *high density lipoprotein* (HDL) kolesterol. Satu kasus yang dilaporkan karena seseorang mengonsumsi 4gram Zn-Glukonat (570mg unsur Zn) yang setelah 30 menit berakibat mual dan muntah (Widowati dkk., 2008).

Seng dalam keadaan tertentu mempunyai toksisitas yang rendah pada manusia tetapi mempunyai toksisitas yang tinggi pada ikan sehingga standar suplay air untuk keperluan domestik kandungan sengnya maksimum 5 mg/L. Toksisitas seng sangat dipengaruhi oleh beberapa faktor lingkungan, diantaranya temperatur dan tingkat kelarutan O₂. Seng mempunyai banyak fungsi karena merupakan unsur esensial. Seng adalah unsur yang diperlukan oleh tubuh manusia untuk aktivitas insulin dan bekerjanya enzim tertentu pada tubuh. Secara normal otot, hati, ginjal dan pankreas mengandung seng dalam jumlah besar. Keracunan seng dapat mengakibatkan kerusakan saluran cerna dan diare serta menyebabkan kerusakan pankreas. Adapun gejala keracunan ini adalah demam, muntah, lambung kejang dan diare (Tolcin, 2008).

2.1.2 Tembaga (Cu)



Gambar 3. Logam Tembaga

Tembaga merupakan salah satu unsur logam transisi yang berwarna coklat kemerahan dan merupakan konduktor panas dan listrik yang sangat baik (Sunardi, 2006). Logam berat Cu merupakan salah satu logam berat yang termasuk bahan beracun dan berbahaya. Logam Cu merupakan logam yang banyak dimanfaatkan dalam industri, terutama dalam industri elektroplating, tekstil dan industri logam (alloy). Ion Cu(II) dapat pula terakumulasi di otak, jaringan kulit, hati, pankreas, dan miokardium (Fitriyah dkk., 2013).

Secara fisik berwarna kuning dan apabila dilihat menggunakan mikroskop berwarna pink kecoklatan sampai keabuan. Cu termasuk golongan logam, berwarna merah serta mudah berubah bentuk (Tarigan dkk., 2003). Tembaga mempunyai nomor atom 29, massa atom 63,546gr/mol, densitas 8,92, entalpi penguapan 300,5 KJ/mol, titik lebur 1083 °C, titik didih 2595 °C, dan massa jenis 62,526. Unsur tembaga di alam, dapat ditemukan dalam bentuk logam bebas, akan tetapi lebih banyak ditemukan dalam bentuk pesenyawaan atau senyawa padat dalam bentuk mineral (Svehla, 1985).

Tembaga termasuk logam berat esensial karena keberadaannya dalam tubuh sangat sedikit namun diperlukan dalam proses fisiologis organisme. Walaupun dibutuhkan tubuh, bila kelebihan dapat mengganggu kesehatan atau mengakibatkan keracunan (Clark, 2003). Menurut Darmono (2001), perairan yang sudah tercemar oleh logam berat akan mengakibatkan banyak masalah dan dampak negatif pada organisme yang hidup didalamnya. Biota air sangat peka terhadap kelebihan logam berat Cu di perairan. Toksisitas logam berat Cu baru akan bekerja bila telah masuk ke dalam tubuh dalam jumlah yang besar atau melebihi nilai toleransi organisme terkait (Palar, 2004).

Tembaga bisa masuk ke lingkungan melalui jalur alamiah dan non alamiah. Pada jalur alamiah, logam mengalami siklus perputaran dari kerak bumi ke lapisan tanah, ke dalam makhluk hidup, ke dalam kolom air, mengendap, dan akhirnya kembali lagi ke dalam kerak bumi. Unsur Cu bersumber dari peristiwa pengikisan (erosi) batuan mineral, debu-debu, dan partikulat Cu dalam lapisan udara yang dibawa turun air hujan. Jalur nonalamiah dalam unsur Cu masuk ke dalam tatanan lingkungan akibat aktivitas manusia, antara lain berasal dari buangan industri yang menggunakan bahan baku Cu, industri galangan kapal, industri pengolahan kayu, serta limbah rumah tangga (Widowati, 2008).

Logam Cu dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh, maka apabila konsentrasinya cukup besar logam berat akan meracuni manusia tersebut. Pengaruh racun yang ditimbulkan dapat berupa muntah-muntah, rasa terbakar di daerah esofagus dan lambung, kolik, diare, yang kemudian disusul dengan hipotensi, nekrosis hati dan koma (Supriharyono, 2000).

2.2 Sumber - Sumber Logam Berat di Perairan

Wardhana (2004) mengatakan bahwa indikator atau tanda bahwa air lingkungan telah tercemar adalah adanya perubahan atau tanda yang dapat diamati melalui perubahan suhu air, perubahan pH atau konsentrasi ion hidrogen, perubahan bau, rasa dan warna, timbulnya endapan, koloid, bahan terlarut, adanya mikroorganisme dan meningkatnya radioaktif lingkungan. Air normal yang dapat digunakan untuk kehidupan pada umumnya tidak berwarna, tidak berbau dan tidak berasa.

Pada umumnya, pencemaran laut yang terjadi baik secara fisika, kimiawi maupun biologis, akan berdampak buruk atau beracun bagi biota laut dan manusia (Marsoali, 2004). Pembangunan yang pesat di bidang ekonomi di satu sisi akan meningkatkan kualitas hidup manusia dan di sisi lain akan berakibat pada penurunan kualitas lingkungan akibat adanya pencemaran (Mu'nisa, 2010). Pencemaran dapat disebabkan oleh dua hal yaitu, pembuangan senyawa kimia tertentu yang makin meningkat terutama akibat kegiatan industri dan penggunaan berbagai produk bioksida dan bahan-bahan berbahaya karena aktivitas manusia (Achmad, 2004).

Laut merupakan tempat bermuaranya sungai, baik sungai besar maupun sungai kecil yang mengakibatkan laut menjadi tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai. Limbah logam berat merupakan limbah yang paling berbahaya yang ada di laut karena menimbulkan efek racun bagi manusia (Setiawan, 2013). Pencemaran logam berat yang masuk ke lingkungan perairan sungai akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam

sedimen dan dapat bertambah sejalan dengan berjalannya waktu, tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut (Fitriyah dkk., 2013).

2.3 Mangrove Bakau (*Rhizophora sp.*)

Istilah ‘*mangrove*’ tidak diketahui secara pasti asal usulnya. Istilah tersebut diduga merupakan kombinasi dari bahasa Portugis dan Inggris. Bangsa Portugis menyebut salah satu jenis pohon mangrove sebagai ‘*mangue*’ dan istilah Inggris ‘*grove*’, bila disatukan akan menjadi ‘*mangrove*’ atau ‘*mangrave*’. Mangrove adalah tanaman pepohonan atau komunitas tanaman yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut (Cooper dkk., 1995). Fungsi mangrove sangat besar terhadap kehidupan di daratan, di antaranya menahan gelombang pasang, abrasi dan intursi air laut (Hogarth, 1999).

Klasifikasi mangrove menurut Noor (2006) sebagai berikut:



Gambar 4. Mangrove (*Rhizophora sp.*)

Divisi : Spermatophyta
Sub divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Sub kelas : Dialypetalae
Ordo : Myrtales
Famili : Rhizophoraceae

Genus : *Rhizophora*

Spesies : *Rhizophora* sp.

Mangrove adalah komunitas tanaman pepohonan yang hidup di antara laut dan daratan yang dipengaruhi oleh pasang surut. Habitat mangrove seringkali ditemukan di tempat pertemuan antara muara sungai dan air laut yang kemudian menjadi pelindung daratan dan gelombang laut yang besar. Sungai mengalirkan air tawar untuk mangrove dan pada saat pasang, pohon mangrove dikelilingi oleh air garam atau payau (Murdiyanto, 2003).

Sedangkan menurut Dekme dkk (2015) mangrove merupakan komunitas tumbuhan pantai tropis dan sub tropis yang didominasi oleh berbagai jenis pohon bakau yang mampu tumbuh dan berkembang pada daerah pasang surut air laut, di atas rawa-rawa berair payau yang terletak pada garis pantai dan dipengaruhi oleh pasang surut air laut. Mangrove dapat tumbuh dan berkembang khususnya pada tempat-tempat dimana terjadi pelumpuran dan akumulasi bahan organik, baik di teluk-teluk yang terlindung dari gempuran ombak, maupun di sekitar muara sungai di mana air melambat dan mengendapkan lumpur yang dibawa dari hulu.

Sejauh ini di Indonesia tercatat setidaknya 202 jenis tumbuhan mangrove. Meliputi 89 jenis pohon, 5 jenis palma, 19 jenis pemanjat, 44 jenis herba tanah, 44 jenis epifit dan 1 jenis paku (Noor, 2006). Dari sekian banyak jenis mangrove di Indonesia, jenis mangrove yang banyak ditemukan antara lain jenis api-api (*Avicenna* sp.), bakau (*Rhizophora* sp.), tancang (*Bruguiera* sp.), dan bogem atau pedada (*Sonneratia* sp.) merupakan tumbuhan mangrove utama yang banyak dijumpai. Jenis-jenis mangrove tersebut adalah kelompok mangrove yang

menangkap, menahan endapan dan menstabilkan tanah habitatnya (Irwanto, 2006).

Manfaat ekosistem mangrove yang berhubungan dengan fungsi fisik adalah sebagai mitigasi bencana seperti peredam gelombang dan angin badai bagi daerah yang ada di belakangnya, pelindung pantai dari abrasi, gelombang air pasang, tsunami, penahan lumpur dan perangkap sedimen yang diangkut oleh aliran air permukaan, pencegah intrusi air laut ke daratan, serta dapat menjadi penetralisir pencemaran perairan pada batas tertentu (Lasibani dan Enim, 2009). Manfaat lain dari ekosistem mangrove ini adalah sebagai obyek daya tarik wisata alam dan atraksi ekowisata (Sudiarta, 2006; Wiharyanto dan Laga, 2010) dan sebagai sumber tanaman obat (Supriyanto dkk, 2014).

Ekosistem mangrove berfungsi sebagai habitat berbagai jenis satwa. Ekosistem mangrove berperan penting dalam pengembangan perikanan pantai (Heriyanto dan Subiandono, 2012); karena merupakan tempat berkembang biak, memijah, dan membesarkan anak bagi beberapa jenis ikan, kerang, kepiting, dan udang (Kariada dan Andin, 2014; Djohan, 2007). Jenis plankton di perairan mangrove lebih banyak dibandingkan di perairan terbuka (Qiptiyah dkk, 2008). Hutan mangrove menyediakan perlindungan dan makanan berupa bahan organik ke dalam rantai makan (Hogarth, 1999). Bagian kanopi mangrove pun merupakan habitat untuk berbagai jenis hewan darat, seperti monyet, serangga, burung, dan kelelawar (Supriharyono, 2009). Kayu pohon mangrove dapat digunakan sebagai kayu bakar, bahan pembuatan arang kayu, bahan bangunan, dan bahan baku bubur kertas (Saprudin dan Halidah, 2012).

2.4 Biokonsentrasi dan Bioakumulasi Logam Berat

Kemampuan organisme untuk mengakumulasi logam berat (bioakumulasi) dapat ditentukan dari faktor biokonsentrasi (BCF). BCF_{o-w} didefinisikan sebagai perbandingan antara konsentrasi logam dalam biota terhadap yang terdapat di perairan (Ziyaadini dkk., 2016). Nilai BCF_{o-s} merupakan perbandingan antara konsentrasi logam dalam biota terhadap yang terdapat dalam sedimen. Nilai BCF kurang dari 100 menunjukkan akumulasi rendah, nilai BCF 100-1000 merupakan akumulasi sedang, dan BCF lebih dari 1000 dikategorikan dalam akumulasi tinggi (Amriarni dkk., 2011).

Logam berat yang terakumulasi pada biota dapat menyebabkan gangguan sistem metabolisme. Gangguan ini akan menunjukkan respon yang diyakini sebagai bentuk pertahanan dan perlindungan tubuh organisme dari berbagai paparan (Donatus, 2001). Gangguan ini dapat dilihat dari profil protein biota yang terpapar misal adanya *heat shock protein* (Hsp) (Pruski dan Dixon, 2007). Penelitian bioakumulasi biasanya dilakukan pada biota yang mempunyai kriteria yaitu melimpah, sifat hidup menetap dan memiliki toleran sempit terhadap perubahan lingkungan (Umbara dan Suseno, 2007).

Bioakumulasi sering menjadi ukuran pencemaran bagi suatu organisme dalam ekosistem tercemar karena logam tidak dapat dipecah dalam bentuk yang sederhana. Mengukur bioakumulasi logam sangat kompleks karena pengaruh interaksi logam dan spesies atau biota yang spesifik, serta pengaruh lingkungan dengan paparan (Louma dan Rainbow, 2008).

Biokonsentrasi adalah bagian dari proses bioakumulasi. Biokonsentrasi didefinisikan sebagai pengambilan dan penyerapan polutan pada organisme hanya dari air laut. Pengambilan dan penyerapan polutan dari sumber lain tidak diperhitungkan dalam proses ini. Polutan masuk ke dalam perairan, akan mengalami interaksi dengan sedimen dan partikel-partikel yang tersuspensi dalam air. Dalam keadaan terlarut, polutan dapat diambil dan diserap oleh organisme dan akan mengalami proses biokonsentrasi. Faktor biokonsentrasi dipengaruhi oleh banyak hal, misalnya faktor konsentrasi logam berat dipengaruhi oleh jenis logam berat, jenis organisme, lama pemaparan, serta kondisi lingkungan perairan seperti pH, suhu, dan salinitas (Mukhtasor, 2007).

Metode yang digunakan untuk menganalisis konsentrasi logam berat di perairan yaitu Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Supriyanti dkk., (2016), menyimpulkan bahwa status pencemaran logam Zn dalam air, sedimen dan lamun (*E. acoroides* dan *T. hemprichii*) di Perairan Pantai Kartini Jepara masih berada dibawah ambang batas baku mutu. Akumulasi Zn tertinggi pada akar lamun *E. acoroides* dan daun *T. hemprichii* yaitu masing-masing 2,06 dan 1,21.

Khairuddin dkk., (2018), dalam penelitiannya menyimpulkan bahwa kandungan logam berat timbal pada jaringan daun dan akar tumbuhan mangrove di Teluk Bima masing-masing 3,74 ppm. Selanjutnya kadar logam timbal pada jaringan daun sebesar 3,21 ppm dan pada akarnya sebesar 1,85 ppm. Sedangkan kadar Cd pada daun adalah 0,24 ppm, pada akar 0,19 ppm .

Supriyantini dkk., (2017), dalam penelitiannya yang terkait daya serap mangrove jenis *Rhizophora* sp dalam menyerap logam timbal menyimpulkan bahwa di kawasan perairan Mangrove Park Kota Pekalongan secara keseluruhan

untuk air dan belum tercemar logam Timbal (Pb) karena masih di bawah baku mutu yang ditentukan. Kemampuan *Rhizophora* sp. dalam mengakumulasi logam Pb pada setiap stasiun pengamatan dikategorikan rendah dengan nilai BCF akar (0,02) & daun (0,01).

Mulyadi dkk., (2009), melakukan penelitian terkait fungsi mangrove sebagai pengendali pencemar logam berat Cu menyatakan bahwa, rata-rata kandungan tembaga (Cu) dalam sedimen di Muara Kali Wonorejo adalah 3,186 mg/lt. Hal ini menunjukkan bahwa muara tersebut menerima suplai limbah yang mengandung logam berat tembaga (Cu) dalam konsentrasi yang cukup besar. Dan kandungan tembaga (Cu) dalam akar pohon mangrove di Muara Kali Wonorejo adalah 5,602 mg/lt, maka dapat disimpulkan bahwa pohon mangrove dapat mengakumulasi logam berat tembaga (Cu).

Jundana dkk., (2016) telah melakukan penelitian terkait daya akumulasi logam berat tembaga (Cu) pada akar dan daun mangrove jenis *Avicenna marina* menyimpulkan bahwa logam Cu dalam lingkungan tumbuh *Avicennia marina* memiliki kisaran kandungan dalam sedimen 2.989-7.026 (> 7-70 mg/kg) dan dalam perairan 0.186- 1.676 (>0.008 mg/l). Interaksi fase pohon dengan organ akar mengakumulasi Cu paling tinggi (0.126), sedangkan interaksi fase semai dengan organ daun mengakumulasi Cu paling rendah (0.020). Kisaran nilai BCF yang paling tinggi adalah pada interaksi fase pohon dengan organ akar (46.2-92.9), sedangkan yang paling rendah adalah pada interaksi fase Semai dengan organ daun (14.7-17.2).