

*Skripsi*

**KUANTITASI LOGAM BERAT Mn DAN Fe DALAM AIR DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DI SEKITAR PERAIRAN PANTAI POKKO KABUPATEN TAKALAR MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**RIFDAH MAWADDAH RUSTAM**

**(H031191012)**



**DEPARTEMEN KIMIA  
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2023**

**KUANTITASI LOGAM BERAT Mn DAN Fe DALAM AIR DAN RUMPUT  
LAUT (*Eucheuma cottonii*) DI SEKITAR PERAIRAN PANTAI POKKO  
KABUPATEN TAKALAR MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI  
SERAPAN ATOM**

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

Oleh :

**RIFDAH MAWADDAH RUSTAM**

**H031 19 1012**



**MAKASSAR**

**2023**



**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI**

**KUANTITASI LOGAM BERAT Mn DAN Fe DALAM AIR DAN RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DI SEKITAR PERAIRAN PANTAI POKKO KABUPATEN TAKALAR MENGGUNAKAN SPEKTROFOTOMETRI SERAPAN ATOM**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**RIFDAH MAWADDAH RUSTAM**

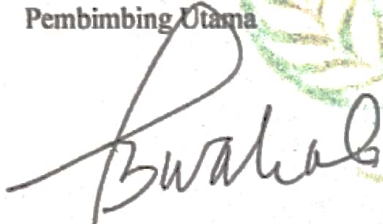
**H031191012**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian Sidang Sarjana  
Program Studi Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 17 Juli 2023

dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

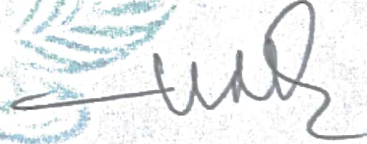
Menyetujui,

Pembimbing Utama



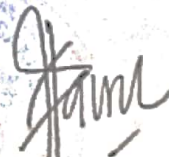

Prof. Dr. Abd Wahib Wahab, M.Sc  
NIP. 19490827 197602 1 001

Pembimbing Pertama



Dr. Syarifuddin Liong, M.Si  
NIP. 19520505 197403 1 002

Ketua Program Studi

Dr. St. Fauziah, M.Si  
NIP. 197202021999032002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Rifdah Mawaddah Rustam  
NIM : 11031191012  
Program Studi : Kimia  
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa Skripsi dengan judul "Kuantitatif Logam Berat Mn dan Fe dalam Air Dan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Sekitar Perairan Pantai Pokko Kabupaten Takalar Menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom" adalah karya saya sendiri dan tidak melanggar hak cipta pihak lain. Apabila dikemudian hari terbukti bahwa sebagian atau keseluruhan skripsi ini adalah hasil karya orang lain yang saya pergunakan dengan cara melanggar hak cipta pihak lain, maka saya bersedia menerima sanksi.

Makassar, 17 Juli 2023



Yang Menyatakan,

*Rifdah*

Rifdah Mawaddah Rustam

## **LEMBAR PERSEMBAHAN**

**Skripsi ini saya persembahkan kepada diri saya sendiri, orang tua, keluarga besar, dan untuk orang-orang yang telah mendukung dan memberikan motivasi kepada saya.**

*Karena sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan, sesungguhnya sesudah kesulitan itu ada kemudahan  
(Al-Insyirah: 5-6)*

## PRAKATA

Alhamdulillah rabbilalamin, puji dan syukur hanyalah patut disanjungkan ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan karunia, rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi ini yang berjudul "Kuantitatisi Logam Berat Mn dan Fe dalam Air Dan Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) di Sekitar Perairan Pantai Pokko Kabupaten Takalar dengan Spektrofotometri Serapan Atom", disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada Desember 2022 – Maret 2023 dan merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana pada Program Studi Kimia, Departemen Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Hasanuddin Makassar.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih banyak dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada :

1. Orang tua saya, **Ir. Rustam Ngewa dan Musdalifah, S.ST, M. Kes** yang telah mendukung dan membiayai Pendidikan saya, serta kedua adik saya **Reva Minervaliya Rustam** dan **Mirza Rennova Rustam** dan seluruh keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberi dukungan serta nasehat kepada penulis.
2. Bapak **Dr. Eng. Amiruddin**, selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
3. Ibu **Dr. St.Fauziah, M.Si**, selaku Ketua Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
4. Bapak **Prof. Dr. Abd. Wahib Wahab, M.Sc** dan **Dr. Syarifuddin Liong, M.Si**, selaku pembimbing, yang telah meluangkan waktu untuk memberikan bimbingan, arahan, motivasi dan solusi mulai dari awal penelitian hingga selesainya penulisan ini.

5. Ibu **Dr. Indah Raya, M.Si** dan **Dr. Herlina Rasyid, S.Si** selaku tim penguji, atas segala diskusi dan saran yang telah diberikan demi perbaikan skripsi ini.
6. Seluruh dosen, staf dan karyawan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
7. Seluruh dosen, staf dan karyawan Jurusan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
8. Kepala Laboratorium Kimia Analitik, Kimia Anorganik, Biokimia, Kimia Fisika, Kimia Organik, Kimia Dasar, Biologi Dasar, dan Fisika Dasar.
9. Seluruh Analis di Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin atas segala fasilitas dan bantuan yang telah diberikan terkhusus Kak Fibyanti.
10. Teman-teman yang telah membantu saya dalam menyusun skripsi Rusmiah, Nisa, Wildan, dan Alif. Teman-teman pantai Pokko, Sri, Bila, Agnes, Kiswan, Takbir, dan Chaeril.
11. Teman-teman Angkatan 2019 yang telah banyak membantu dan kerja sama selama masa studi terkhusus KONFIGURASI.

Penulis menyadari bahwa tulisan ini tidak luput dari kekurangan. Oleh karena itu penulis mengharapkan kepada para pembaca, kiranya dapat memberikan sumbangan pemikiran demi kesempurnaan dan pembaharuan tugas.

Makassar, 15 Juni 2023

Penulis



## ABSTRAK

Penelitian ini mengenai analisis logam berat mangan (Mn) dan besi (Fe) pada air dan rumput laut *Eucheuma cottonii* perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar dengan menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Tujuan dilakukannya penelitian yaitu untuk menganalisis dan membandingkan kadar logam berat mangan (Mn) dan besi (Fe) pada air laut dan rumput laut *Eucheuma cottonii*. Pengambilan sampel air dan rumput laut *Eucheuma cottonii* dilakukan pada empat stasiun dengan dua kali pengambilan sampel (duplo) pada bulan januari dan maret. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam mangan pada air dan rumput laut rata rata sebesar 0,48 mg/L dan 83,95 mg/kg dan logam besi pada air dan rumput laut rata-rata sebesar 8,53 mg/L dan 1.287,65 mg/kg. Kedua logam yang dianalisis melebihi nilai ambang batas yang telah ditentukan atau dapat dikatakan telah tercemar. Faktor yang mempengaruhi tingginya konsentrasi logam dalam sampel air laut dan rumput laut *Eucheuma cottonii* yaitu arus air, pasang surut, salinitas, pH, suhu dan kegiatan yang berada di sekitar pantai.

**Kata Kunci:** Mn, Fe, SSA, Logam Berat, Air Laut, *Eucheuma cottonii*.

## ABSTRACT

This research concerning heavy metal analysis of manganese (Mn) and iron (Fe) in sea water and seaweed *Eucheuma cottonii* on Pokko coast Takalar Regency using Atomic Absorption Spectrophotometry. The purpose of the research was to analyze and compare the levels of heavy metals of manganese (Mn) and iron (Fe) in sea water and *Eucheuma cottonii* seaweed. Sea water and *Eucheuma cottonii* seaweed sampling was conducted on four stations with sampling twice (duplo) on January and March. The Result showed that manganese concentrations on sea water and seaweed at the four stations average is 0,48 mg/L and 83,95 mg/kg and iron concentrations on sea water and seaweed average is 8,53 mg/L and 1.287,65 mg/kg. Of the two metals in the analysis are still exceeds the spesified threshold value or can be said already polluted. The factors that influence the concentration of metals in sea water and seaweed *Eucheuma cottonii* is water flow, tides, salinity, pH, temperature, and activities around the coast.

**Keywords:** Mn, Fe, AAS, Heavy Metal, Sea Water, Eucheuma cottonii

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
HALAMAN JUDUL .....	i
LEMBAR PENGESAHAN .....	ii
LEMBAR PERSEMBAHAN.....	iii
PRAKATA .....	iv
ABSTRAK .....	vi
ABSTRACT.....	vii
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiv
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN.....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Rumusan Masalah .....	4
1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian.....	4
1.3.1 Maksud Penelitian .....	4
1.3.2 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Manfaat Penelitian.....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	6
2.1 Logam Berat .....	6

2.1.1 Logam Mangan (Mn) .....	7
2.1.2 Logam Besi (Fe) .....	8
2.2 Rumput Laut ( <i>Eucheuma cottonii</i> ) .....	9
2.3 Air Laut .....	15
2.4 Bioakumulasi Logam Berat dalam Biota Perairan .....	19
2.5 Spektrometri Serapan Atom (SSA).....	20
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>25</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	25
3.2 Alat Penelitian .....	25
3.3 Waktu Dan Tempat Penelitian .....	25
3.4 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel .....	25
3.5 Prosedur Penelitian .....	26
3.5.1 Pengambilan Sampel .....	26
3.5.1.1 Pengambilan Sampel Air .....	26
3.5.1.2 Pengambilan Sampel Rumput Laut .....	27
3.5.2 Preparasi Sampel .....	27
3.5.2.1 Preparasi Sampel Air .....	27
3.5.2.2 Preparasi Sampel Rumput Laut .....	27
3.5.3 Pembuatan Larutan Standar Mangan .....	28
3.5.3.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Mn 100 ppm .....	28
3.5.3.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet 50 ppm .....	28
3.5.3.3 Pembuatan Larutan Deret Standar Mn .....	28
3.5.4 Pembuatan Larutan Standar Besi .....	29
3.5.4.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Fe 100 ppm .....	29

3.5.4.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Fe 50 ppm .....	29
3.5.4.3 Pembuatan Larutan Deret Standar Fe .....	29
3.5.5 Analisis Mn & Fe Dengan Spektrofotometri Serapan Atom ..	29
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>	<b>31</b>
4.1 Kondisi Fisik Dan Kimia Perairan Pantai Pokko .....	31
4.2 Konsentrasi Logam Berat Mangan (Mn) Dalam Air Dan Rumput Laut .....	33
4.3 Konsentrasi Logam Berat Besi (Fe) Dalam Air Dan Rumput Laut .....	36
4.4 Perbandingan Konsentrasi Logam Berat Mangan (Mn) Dan Besi (Fe) Dalam Air Dan Rumput Laut .....	39
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>43</b>
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>44</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>50</b>

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Rumput laut .....	10
2. Rumput laut <i>Eucheuma cottonii</i> .....	10
3. Morfologi rumput laut .....	11
4. Skema rangkaian alat spektrofotometri serapam atom (SSA) .....	21
5. Peta lokasi pengambilan sampel .....	26
6. Grafik konsentrasi logam mangan di air.....	33
7. Grafik konsentrasi logam mangan di rumput laut.....	35
8. Grafik konsentrasi logam besi di air.....	37
9. Grafik konsentrasi logam besi di rumput laut.....	38
10. Grafik perbandingan konsentrasi logam mangan dan besi di air dan rumput laut.....	40
11. Grafik penentuan kurva kalibrasi .....	63
12. Grafik penentuan kurva kalibrasi .....	68
13. Grafik penentuan kurva kalibrasi .....	74
14. Grafik penentuan kurva kalibrasi .....	79

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Parameter fisika dan kimia.....	31
2. Perbandingan konsentrasi logam Mn dan Fe dalam air dan rumput laut .....	40
3. Hasil perhitungan deret standar Mn .....	59
4. Hasil perhitungan deret standar Fe.. .....	60
5. Deret standar Mn.....	61
6. Hasil analisis Mn dalam air.....	61
7. Hasil analisis Mn dalam rumput laut.....	62
8. Data penimbangan rumput laut sampling 1 .....	62
9. Kadar Mn dalam air.....	64
10. Kadar Mn dalam rumput laut.....	66
11. Deret standar Mn.....	66
12. Hasil analisis Mn dalam air.....	67
13. Hasil analisis Mn dalam rumput laut.....	67
14. Data penimbangan rumput laut bulan sampling 2 .....	68
15. Kadar Mn dalam air.....	70
16. Kadar Mn dalam rumput laut.....	71
17. Deret standar Fe.....	72
18. Hasil analisis Fe dalam air.....	72
19. Hasil analisis Fe dalam rumput laut.....,,.....	73
20. Data penimbangan rumput laut sampling 1.....	73
21. Kadar Fe dalam air.....	75

22. Kadar Fe dalam rumput laut.....	77
23. Deret standar Fe.....	77
24. Hasil analisis Fe dalam air.....	78
25. Hasil analisis Fe dalam rumput laut.....	78
26. Data penimbangan rumput laut sampling 2 .....	79
27. Kadar Fe dalam air.....	81
28. Kadar Fe dalam rumput laut.....	82



## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Skema kerja penelitian .....	50
2. Bagan kerja .....	51
3. Perhitungan .....	58
4. Dokumentasi.....	82

## DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

<b>Simbol/Singkatan</b>	<b>Arti</b>
°C	Celsius
µg	Mikrogram
BOD	<i>Biological Oxygen Demand</i>
cm	Centimeter
g	Gram
GPS	<i>Global Positioning System</i>
km	Kilometer
L	Liter
m	Meter
mg	Miligram
PE	Polietilen
pH	<i>Potencial of Hydrogen</i>
ppm	<i>Part Per Million</i>
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>
TDS	<i>Total Dissolved Solid</i>

# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Kabupaten Takalar adalah salah satu kabupaten yang terletak di Sulawesi Selatan dengan luas wilayah 566,51 km<sup>2</sup>. Kabupaten Takalar memiliki letak geografis yaitu pada koordinat 5°031' sampai 5°0381' lintang selatan dan antara 199°0221' sampai 199°0391' bujur timur. Kabupaten Takalar merupakan salah satu daerah yang memproduksi banyak hasil perikanan terutama rumput laut. Rumput laut *Eucheuma cottonii* merupakan rumput laut yang banyak dibudidayakan di Kabupaten Takalar (BPS Takalar, 2022).

Kabupaten Takalar sudah dikenal dengan hasil produksi rumput laut yang tinggi. Data dari dinas perikanan pada tahun 2020, jumlah produksi rumput laut yaitu sebesar 409.117,3 ton per tahunnya. Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* memiliki jumlah produksi yang cukup besar yaitu 222.052,80 ton per tahun (BPS Takalar, 2022).

Rumput laut *Eucheuma cottoni* merupakan salah satu rumput laut jenis alga merah (*Rhodophyta*). Rumput laut jenis ini mempunyai talus yang berwarna hijau, hijau kekuningan, abu-abu, dan merah serta berbentuk silindris dan licin. Umumnya rumput laut *Eucheuma cottoni* dapat tumbuh di daerah pantai yang memiliki terumbu dengan aliran air laut yang terlindungi dari terpaan angin dan gelombang yang besar (Wiratmaja, 2011).

Rumput laut *Eucheuma cottoni* memiliki banyak kegunaan. Salah satu contohnya yaitu diolah menjadi bahan pangan karena harganya yang terjangkau, memiliki nilai gizi dan memiliki rasa yang lezat. Faktanya rumput laut ini dapat

menyerap logam berat yang terdapat di perairan dan memiliki sifat toksik apabila sudah melebihi nilai ambang batas yang telah ditetapkan (Khatimah, 2016).

Logam berat adalah suatu zat yang sifatnya polutan yang dapat dijumpai di dalam perairan. Organisme yang terdeteksi mengandung logam berat menandakan adanya sumber logam berat yang dapat berasal dari aktivitas manusia dan alam. Pencemaran yang diakibatkan dari aktivitas manusia sangat mempengaruhi kondisi perairan dibandingkan dengan pencemaran yang diakibatkan oleh aktivitas alam (Adhani dkk., 2017).

Salah satu logam berat yang dapat mencemari perairan laut adalah mangan dan besi. Mangan merupakan logam yang dibutuhkan oleh manusia tetapi bersifat toksik apabila mempunyai konsentrasi yang tinggi di dalam tubuh (Indra dkk., 2020). Besi adalah suatu zat yang berfungsi sebagai mikroelemen esensial di dalam tubuh, contohnya pada proses pembentukan darah dalam sintesa hemoglobin. Besi diperlukan dalam tubuh manusia, apabila konsentrasinya besi tinggi maka bersifat toksik di dalam tubuh manusia (Soemirat, 1966). Kedua logam ini terdapat secara alami di lautan dalam jumlah yang cukup banyak, namun logam ini dapat menjadi sumber pencemaran apabila didukung oleh beberapa faktor yaitu adanya aktivitas manusia seperti industri, pemukiman, pariwisata, transportasi laut, dan kerja mikroba terhadap mineral pada pH yang rendah (Sari dkk., 2016).

Pencemaran logam berat pada perairan menyebabkan efek toksik terhadap kehidupan sekitar perairan, salah satunya biota laut. Efek toksik yang ditimbulkan pada biota laut tidak sama antara satu jenis logam dengan logam lainnya, namun efek yang ditimbulkan dapat menghancurkan satu kelompok yang menyebabkan putusnya rantai kehidupan yang dapat merusak tatanan ekosistem perairan. Efek akumulasi logam berat menimbulkan banyak kerugian pada manusia dan makhluk

hidup lainnya, misalnya pada kesehatan dapat menimbulkan keracunan hingga kematian (Palar, 1994).

Penelitian terkait mengenai analisis logam berat pada rumput laut dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom telah dilakukan oleh Hamdani (2014), dalam rumput laut *Eucheuma cottoni* pada perairan Amal di kota Tarakan memiliki konsentrasi logam mangan (Mn) yaitu pada bibit sebesar 1,78 mg/kg, pada umur 2 minggu sebesar 2,34 mg/kg, pada umur 1 bulan sebesar 4,05 mg/kg, dan pada waktu panen sebesar 2,52 mg/kg, sedangkan keberadaan logam berat kadmium (Cd) pada rumput laut *Eucheuma cottoni* tidak terdeteksi. Penelitian Yusli (2014), menyatakan konsentrasi logam berat besi (Fe) pada rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* pada perairan Amal di kota Tarakan yaitu pada bibit sebesar 33,06 mg/kg, umur 2 minggu sebesar 52,53 mg/kg, umur 1 bulan sebesar 13,93 mg/kg, dan waktu panen sebesar 43,50 mg/kg, sedangkan untuk konsentrasi logam berat tembaga (Cu) yaitu pada bibit 1,24 mg/kg, umur 2 minggu 2,95 mg/kg, umur 1 bulan tidak terdeteksi dan panen 0,24 mg/kg. Penelitian Munadi dan Hamid (2022) menyatakan kadar logam Pb pada sampel rumput laut *Eucheuma cottonii* di daerah perairan kabupaten Kolaka Utara pada sampel 1 dan 3 memiliki kadar yang sama yaitu 0,59 mg/kg dan sampel 2 yaitu 0,89 mg/kg, sedangkan untuk kadar logam kadmium (Cd) pada sampel 1, 2, dan 3 berturut-turut yaitu 0,22 mg/kg; 0,25 mg/kg dan 0,29 mg/kg. Kadar tersebut melampaui nilai ambang batas yang ditetapkan oleh SNI pada tahun 2009 yaitu untuk logam Pb 0,5 mg/kg dan Cd 0,2 mg/kg sehingga rumput laut *Eucheuma cottonii* di daerah melebihi nilai ambang batas perairan Kabupaten Kolaka Utara.

Analisis unsur logam di laboratorium dapat menggunakan metode spektrofotometer serapan atom (SSA). Analisis dengan menggunakan metode SSA mempunyai kelebihan seperti memiliki sensitivitas yang tinggi dan waktu

analisisnya cepat. Prinsip dasar metode SSA berdasarkan absorban cahaya oleh atom. Atom-atom akan menyerap cahaya pada panjang gelombang tertentu sesuai sifat unsurnya (Hasni dkk, 2016).

Berdasarkan uraian tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai kuantitasi logam berat Mn dan Fe dalam air dan rumput laut (*Eucheuma cottonii*) di sekitar perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar dengan menggunakan spektrofotometri serapan atom. Penelitian ini bertujuan agar masyarakat sekitar dapat mengetahui tingkat pencemaran dan distribusi logam berat mangan (Mn) dan besi (Fe) di daerah perairan pantai pokko dengan menggunakan SSA.

## **1.2 Rumusan masalah**

Rumusan masalah dalam penelitian ini, yaitu sebagai berikut:

1. berapa konsentrasi logam mangan (Mn) dan besi (Fe) pada rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan air pada sekitar perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar?
2. bagaimana perbandingan konsentrasi logam berat mangan (Mn) dan besi (Fe) pada rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan air pada sekitar perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Maksud dilakukan penelitian ini yaitu untuk menentukan kadar logam mangan (Mn) dan besi (Fe) pada rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan air pada sekitar perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar dengan menggunakan instrumen spektrofotometri serapan atom (SSA).

### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Tujuan dari penelitian ini, yaitu sebagai berikut;

1. menganalisis konsentrasi logam berat mangan (Mn) dan besi (Fe) yang terkandung pada rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan air pada sekitar perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar menggunakan spektrofotometri serapan atom,
2. membandingkan konsentrasi logam berat mangan (Mn) dan besi (Fe) pada rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan air pada sekitar perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat dari penelitian ini yaitu penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat mengenai tingkat pencemaran logam berat mangan (Mn) dan besi (Fe) pada rumput laut (*Euncheuma cottonii*) dan air laut yang berada di sekitar perairan pantai Pokko Kabupaten Takalar.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Logam Berat**

Logam merupakan barang tambang yang pada umumnya bersifat padat dan berat. Selain itu, logam memiliki sifat yang spesifik seperti mengkilap, dapat dileburkan dengan menggunakan panas dan listrik, tidak tembus pandang, dapat ditempa, dan dapat menjadi penghantar panas. Logam berat merupakan logam yang memiliki kepadatan spesifik lebih dari  $5 \text{ g/cm}^3$  dan dapat menimbulkan bahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan apabila konsentrasinya melebihi ambang batas. Contoh logam berat yaitu kadmium, kromium, kobalt, nikel, timbal, mangan, besi dan lainnya (Sembel, 2015).

Logam berat dibagi menjadi dua jenis yaitu logam berat esensial dan logam berat non esensial. Logam berat esensial merupakan logam yang dibutuhkan suatu makhluk hidup dalam jumlah tertentu. Logam berat esensial apabila dikonsumsi dengan jumlah berlebihan akan menimbulkan efek yang membahayakan bagi makhluk hidup tersebut, contohnya yaitu seng (Zn), besi (Fe), mangan (Mn) dan lainnya (Irhamni dkk., 2017). Logam berat non esensial merupakan logam yang keberadaan dan manfaatnya belum diketahui untuk makhluk hidup dan bersifat beracun, contohnya raksa (Hg), kadmium (Cd), timbal (Pb), krom (Cr), dan lainnya (Rumhayati, 2019).

Logam berat yang memiliki konsentrasi yang tinggi dapat berbahaya dan bersifat toksik (racun). Logam berat berbeda dengan senyawa-senyawa beracun lainnya. Logam berat tidak dapat dimusnahkan maupun dihancurkan di dalam tubuh manusia. Logam berat bisa masuk ke dalam tubuh melalui air, makanan, udara,



maupun melalui proses penguraian senyawa yang mengandung logam berat (Sembel, 2015). Logam berat dapat mencemari lingkungan seperti udara, tanah, dan air. Pencemaran ini berasal dari proses kegiatan industri yang dapat berupa kegiatan manusia, pertambangan, pembakaran bahan bakar, serta kegiatan domestik lainnya dan proses alami dapat berupa dari aktivitas gunung berapi (Irhamni dkk., 2017). Pencemaran yang berasal dari kegiatan manusia memiliki kontribusi besar dibandingkan dengan pencemaran yang berasal dari kegiatan alam (Syahril dan Achyani, 2015). Efek yang ditimbulkan logam berat bagi makhluk hidup dan lingkungannya ada banyak tergantung jenisnya. Logam berat sebagian ada yang dibutuhkan di dalam tubuh manusia yang berfungsi pada proses perkembangan dan pertumbuhan walaupun hanya dibutuhkan dalam jumlah yang sangat sedikit (Sembel, 2015).

Logam berat dibutuhkan oleh manusia walau dalam kadar yang kecil. Logam berat ini berfungsi sebagai mikronutrien esensial, contohnya Mn, Fe, Cu, dan Zn. Logam berat yang tidak diperbolehkan masuk ke dalam tubuh manusia walaupun kadarnya kecil, contohnya Cd, Pb, Hg, dan Ni. Logam-logam ini bersifat beracun apabila masuk ke dalam tubuh manusia. Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui rantai makanan, pernapasan, dan penetrasi melalui kulit yang akan terakumulasi dan meracuni manusia dan organisme hidup lainnya (Santosa dkk., 2014).

### **2.1.1 Logam Mangan (Mn)**

Mangan adalah logam berat yang memiliki berat atom 54,93 g/mol dengan titik lebur 1.247°C, titik didih 2.032°C (Widowati dkk., 2008). Mangan memiliki karakteristik warna putih keabu-abuan yang bersifat keras tetapi rapuh. Mangan

sangat reaktif dan dapat terurai dengan air secara perlahan. Umumnya mangan banyak digunakan dalam baja. Mangan berfungsi untuk meningkatkan kualitas tempaan pada baja baik dari segi kekerasan, kekuatan, dan kemampuan pengerasan (Hamdani, 2014). Mangan juga digunakan pada bahan depolisator baterai kering dalam bentuk mangan dioksida, digunakan dalam bahan celup kain katun sebagai bentuk mangan sulfat, dan sebagai oksidator dan desinfektan dalam bentuk natrium dan kalium permanganat (Sunardi, 2006).

Mangan dibutuhkan oleh manusia untuk tumbuh dan perkembangannya dalam konsentrasi yang rendah, tetapi kadar mangan di dalam tubuh memiliki konsentrasi yang tinggi dapat menimbulkan keracunan, bicara lambat, refleks yang berlebihan, melemahnya otot pada kaki dan muka. Kadar mangan yang rendah di dalam tubuh dapat menimbulkan penurunan berat badan, mual, muntah, iritasi pada kulit, serta pertumbuhan dan perubahan warna rambut (Negara dkk., 2016). Mangan juga dapat mengakibatkan penyakit pada manusia, ditandai dengan gangguan gejala permanen sistem saraf, gangguan kejiwaan dan sirosis hati (Hamdani, 2014).

Mangan bermanfaat apabila ditemukan dalam kadar yang kecil. Mangan bermanfaat pada pertumbuhan rambut dan kuku, menjaga kesehatan tulang dan otak, dan dapat membantu menghasilkan enzim yang diperlukan oleh tubuh (Rusdiana, 2016). Pencemaran logam mangan dapat berasal dari bahan zat aktif yang dapat ditemui di dalam batu baterai yang telah habis digunakan dan dibuang ke pesisir atau sungai (Sari dkk., 2016).

### **2.1.2 Logam Besi (Fe)**

Besi memiliki berat atom 56 g/mol dengan titik leleh 1.538°C, dan titik didih 2.861°C (Widowati dkk., 2008). Besi paling banyak dijumpai di kerak bumi.

Besi dalam air memiliki konsentrasi yang berkisar 0,5-50 mg/L. Kadar besi di dalam air tinggi maka dapat menimbulkan warna, rasa, kekeruhan, pertumbuhan bakteri dan pengendapan pada dinding pipa yang dilewatkan air (Azmiyani, 2018).

Besi adalah logam kedua terbanyak setelah aluminium dan unsur keempat yang jumlahnya melimpah di dalam kulit bumi. Besi memiliki bijih utama yaitu  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$ ,  $\text{FeO}(\text{OH})$ , dan  $\text{FeCO}_3$ . Besi murni stabil di dalam udara kering. Besi sangat mudah teroksidasi pada udara lembap dengan membentuk  $\text{FeO}(\text{OH})$  yang dapat menyebabkan karatan pada benda (Cotton dkk., 1989).

Besi diperlukan pada pertumbuhan dan perkembangan manusia, terutama dalam pembentukan hemoglobin (Hb). Hemoglobin mengandung sekitar 60% hingga 70% zat besi dan sekitar 20% hingga 70% tersimpan dalam bentuk ferritin yang akan tersimpan di dalam hati. Zat besi yang masuk berlebihan akan tersimpan dalam bentuk hemosiderin. Besi merupakan zat yang diperlukan oleh tubuh, namun jika kadar besi tinggi akan menimbulkan efek yang merugikan. Efek yang ditimbulkan yaitu dapat menyumbat pembuluh jantung, diabetes, kerusakan pada dinding usus, hingga kematian (Febrina dkk., 2015).

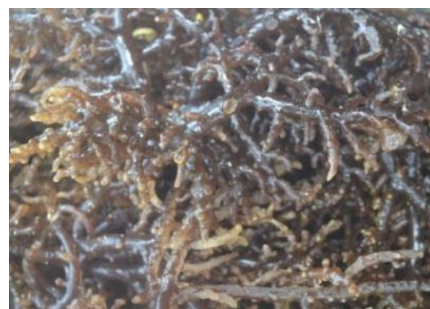
## **2.2 Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*)**

Indonesia merupakan salah satu negara dengan potensi kelautan yang sangat besar salah satunya kelimpahan pada sumber daya hayati yang berada di pesisir dan laut (Nosa dkk., 2020). Rumput laut merupakan salah satu organisme tingkat rendah yang keberadaannya sangat melimpah di perairan Indonesia. Jenis rumput laut yang tumbuh dan berada di perairan Indonesia berkisar 600 jenis dari sekitar 8000 jenis rumput laut yang hidup di dasar laut yang ada di bumi (Firdaus, 2019).



**Gambar 1.** Rumput laut (Latif, 2021)

Rumput laut secara ilmiah dikenal dengan sebutan alga atau ganggang yang memiliki klorofil yang menyebabkan rumput laut dikategorikan sebagai tanaman. Rumput laut jika ditinjau dari segi ukurannya, dibagi menjadi dua jenis ukuran, yaitu mikroskopik dan makroskopik. Rumput laut merupakan tanaman yang memiliki talus dan batang (Nikmah, 2019). Rumput laut ditinjau berdasarkan kandungan pigmennya, dibagi menjadi empat kelas, yaitu *Chlorophyceae* (ganggang hijau), *Cyanophyceae* (ganggang biru-hijau), *Phaeophyceae* (ganggang coklat), dan *Rhodophyceae* (ganggang merah). *Eucheuma cottoni* termasuk kedalam rumput laut *Rhodophyceae* (ganggang merah) (Anggadiredja dkk., 2006).



**Gambar 2.** Rumput laut *Eucheuma cottonii* (Mesela, 2022)

*Eucheuma cottoni* merupakan salah satu jenis rumput laut merah (*Rhodophyceae*) yang mengandung keraginan dan agar. *Eucheuma cottoni* memiliki ciri khas yaitu mempunyai talus silindris, permukaan licin, dan kadang

terjadi perubahan warna yang diakibatkan faktor lingkungan (Wibowo dkk., 2014). *Eucheuma cottonii* dapat tumbuh baik pada daerah pantai terumbu yang mempunyai aliran air laut tetap, serta suhu yang stabil (Mesela, 2022). Anggadiredja dkk. (2006), menyatakan taksonomi *Eucheuma cottonii* yaitu sebagai berikut :

Kingdom : *Plantae*

Divisi : *Rhodophyta*

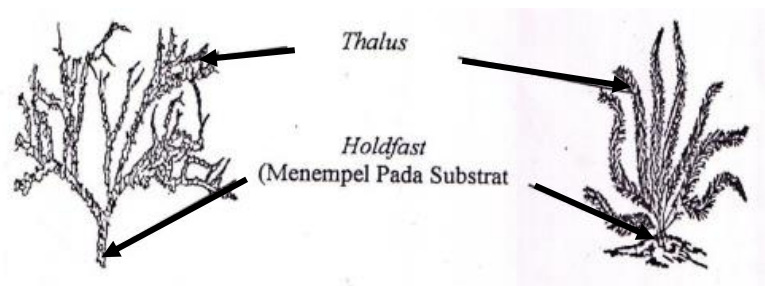
Kelas : *Rhodophyceae*

Ordo : *Gigartinales* 7

Famili : *Solieracea*

Genus : *Eucheuma*

Species : *Eucheuma cottonii*.



**Gambar 3.** Morfologi rumput laut (Surni, 2014)

Surni (2014) menyatakan istilah rumput laut tidak tepat karena secara botani, rumput laut tidak termasuk ke dalam golongan *Graminae* karena seluruh bagian dari tanaman ini menyerupai akar, batang, daun, atau buah. Rumput laut memiliki bagian yang biasa disebut dengan talus. Susunan talus terdiri atas satu sel (*uniselluler*) dan banyak sel (*multiselluler*). Sifat substansi talus juga bervariasi, ada yang *gelatinous* (lunak seperti gelatin), *calcareous* (keras diliputi atau mengandung zat kapur), *cartilaginous* (seperti tulang rawan), dan *spongius* (berongga).

Menurut Masela (2022), faktor – faktor yang mempengaruhi pertumbuhan rumput laut yaitu :

#### 1. Suhu

Suhu mempengaruhi laju fotosintesis di dalam perairan. Suhu yang optimal, laju fotosintesis berbeda pada setiap jenis. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan denaturasi pada protein dan merusak enzim dan membran sel. Suhu yang rendah dapat merusak protein, membran, dan lemak akibat terbentuknya kristal di dalam sel. Suhu mempengaruhi kehidupan laut baik pada fotosintesis, reproduksi, maupun respirasi. *Eucheuma cottonii* tumbuh dengan baik pada perairan dengan suhu kisaran 26-30°C.

#### 2. Arus

Arus adalah massa air yang bergerak mengalir yang disebabkan oleh tiupan angin, pasang surut gelombang, dan perbedaan densitas air laut yang bergelombang panjang dari laut. Arus air laut sangat berpengaruh pada persediaan nutrisi di lautan. Unsur hara dapat dipindahkan melalui arus laut sehingga dapat menyuplai zat-zat hara di perairan sekitarnya. Rumput laut memerlukan arus air laut yang stabil untuk membawa nutrisi yang dibutuhkannya. Idealnya kecepatan arus air laut ini berkisar antara 15-50%.

#### 3. Salinitas

Rumput laut *Eucheuma cottonii* tumbuh dengan baik pada perairan yang mempunyai salinitas yang tinggi. Air tawar dari sungai yang masuk dan menyebabkan penurunan salinitas dapat mengakibatkan pertumbuhan rumput laut *Eucheuma cottonii* terganggu.

#### 4. Keasaman (pH)

Salah satu faktor yang penting dalam pertumbuhan rumput laut yaitu keasaman (pH). Kisaran pH untuk kehidupan organisme laut yaitu berkisar antara

6,5-8,5. Keasaman pada rumput laut menunjukkan bahwa hampir seluruh rumput laut dapat tumbuh pada pH berkisar 6,8-9,6.

#### 5. Kecerahan

Kecerahan dapat menentukan intensitas sinar matahari yang masuk. Kemampuan daya tembus sinar matahari ke perairan dipengaruhi oleh warna perairan, kandungan bahan-bahan organik, organisme tersuspensi, kepadatan plankton, renek, dan detritus. Penyebab kekeruhan yaitu terdapatnya zat-zat organik yang terurai, lumpur, tanah, dan lainnya. Kecerahan perairan yang ideal yaitu lebih dari 1 m.

#### 6. Kedalaman perairan

Budidaya *Eucheuma cottonii* idealnya mempunyai kedalaman 0,3-0,6 m pada waktu surut terendah, metode lepas dasar, dan lokasi yang mempunyai arus kencang. Metode apung memiliki sistem jalur dan metode rawan, idealnya mempunyai kedalaman berkisar 2-15 m. Metode ini dilakukan untuk menghindari kekeringan pada rumput laut serta mengoptimalkan perolehan sinar matahari.

#### 7. Dasar perairan

Kondisi dasar perairan dapat dijadikan indikator untuk pergerakan arus air laut. Dasar perairan biasanya mempunyai pasir kasar dan pecahan karang yang bagus untuk budidaya *Eucheuma cottonii*, Kondisi dasar perairan ini menunjukkan adanya pergerakan air yang baik.

#### 8. Unsur hara

Unsur hara merupakan bahan baku untuk rumput laut berfotosintesis. Pertumbuhan rumput laut sangat membutuhkan ketersediaan unsur hara dalam perairan. Umumnya, rumput laut memerlukan unsur N dan P pada pertumbuhan,

reproduksi, dan pembentukan cadangan makanan seperti protein, karbohidrat, dan lemak.

Rumput laut tersusun dari serat pangan total 78,94%; karbohidrat 63,84%; abu 29,97%; protein 5,91; lemak 0,28%; dan iodium 282,93 µg/g. Rumput laut juga mengandung banyak vitamin seperti vitamin A, D, E, K, B1, B2, B6, dan B12. Rumput laut juga mengandung betakaroten serta mineral (Astawan dkk., 2004).

Rumput laut memiliki banyak manfaat bagi manusia. Salah satu pemanfaatannya yaitu digunakan sebagai penghasil hidrokoloid salah satunya keraginan (Nosa dkk., 2020). Rumput laut juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan, digunakan sebagai obat tradisional dan dalam industri makanan seperti bahan *suspense* pada *yoghurt* (Anggadiredja dkk., 2006). Rumput laut juga dapat diolah menjadi bahan makanan yang tidak dapat menyebabkan obesitas, sebagai obat-obatan, digunakan untuk kesehatan kulit, dan dapat meningkatkan kekebalan pada tubuh (Astawan dkk., 2004). Rumput laut dapat digunakan untuk pengobatan berbagai penyakit yang disebabkan oleh radikal bebas dan penyakit metabolik dengan karakteristik hiperglikemia yang terjadi karena sekresi insulin akibat ketidakmampuan pankreas untuk memproduksi insulin yang cukup dan efektif (Karnila dkk., 2011).

Pemanfaatan rumput laut lainnya yaitu dalam pembuatan agar-agar. Nilai gizi dalam rumput laut sangat banyak dan sifatnya yang dapat menurunkan kolesterol dan gula darah. Rumput laut bermanfaat untuk mencegah penyakit jantung, hipertensi, serta diabetes melitus. Rumput laut juga dapat mengakumulasi logam berat yang ada di sekitar tempat hidupnya terutama jenis *Chlorophyta* (alga hijau) dan *Phaeophyta* (alga coklat) baik dalam keadaan hidup maupun dalam bentuk sel mati (Teheni dkk., 2013).



Rumput laut dapat menyerap logam berat baik dalam skala kecil maupun skala besar. Rumput laut memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat karena rumput laut tumbuh dengan melekat pada pasir, substrat lumpur, batu, kayu, maupun karang yang berada di dasar perairan yang kemudian diserap masuk kedalam bagian jaringan rumput laut dan terakumulasi (Manalu, 2017). Logam berat yang sudah terserap masuk ke dalam tubuh tidak akan dapat dihancurkan dan akan tetap tinggal di dalam hingga dikeluarkan melalui proses ekskresi. Lingkungan yang telah terkontaminasi dengan logam berat akan sulit untuk dibersihkan. Kontaminasi logam berat ini dapat berasal dari seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, peleburan, proses industri, kegiatan pertanian, peternakan dan kehutanan serta limbah buangan seperti sampah rumah tangga (Teheni dkk., 2013). Rumput laut jenis *Eucheuma cottonii* adalah indikator yang baik untuk mengetahui pencemaran logam berat. Umumnya, pada perairan *Eucheuma cottonii* mampu menyerap 33% konsentrasi logam berat yang ada di perairan (Mayori dkk., 2020).

### **2.3 Air Laut**

Air adalah senyawa yang diperlukan oleh semua makhluk hidup. Hampir semua aktivitas manusia membutuhkan air. Seiring pertumbuhan penduduk yang terus meningkat dari waktu ke waktu, kebutuhan air juga meningkat (Nelwan dkk., 2013). Air merupakan senyawa kimia yang terdapat di alam yang jumlahnya melimpah. Jumlah air yang ada di bumi terdiri dari 97% air laut yang tidak dapat dikonsumsi dan 3% air yang dapat digunakan oleh manusia. Air yang dapat memenuhi kebutuhan manusia hanya 0,62% yaitu meliputi air yang berasal dari danau, sungai dan air tanah (Situmorang, 2017). Air memiliki rumus kimia

H<sub>2</sub>O yang terdiri dari satu atom oksigen dan dua atom hidrogen yang terikat secara kovalen. Air bersifat tidak berasa, tidak berwarna, dan tidak berbau (Prastuti, 2017).

Air laut terdiri dari 96,5% air murni dan 3,5% material lainnya seperti garam-garam, bahan-bahan organik, partikel-partikel tak larut, dan gas-gas terlarut. Kandungan garam di dalam air laut memberikan rasa asin. Kandungan garam di setiap lautan berbeda beda kadarnya. Air laut memiliki kadar garam yang bersumber dari garam mineral yang terdapat di dalam batu-batuan dan tanah, contohnya natrium, kalium, kalsium, dan lainnya (Prastuti, 2017).

Pencemaran air laut terjadi secara langsung maupun tidak langsung. Faktor yang menjadi penyebab terjadinya pencemaran pada air laut ada banyak, contohnya sampah, limbah-limbah cair, dan bahan pencemar lainnya seperti pupuk, pestisida, dan penggunaan detergen (Khairuddin dkk., 2018). Pencemaran yang paling besar dampaknya berasal dari limbah industri dan dapat menimbulkan permasalahan yang serius bagi kehidupan makhluk hidup yang ada disekitarnya (Herman, 2006). Limbah banyak mengandung logam berat dan umumnya bersifat racun walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah yang kecil (Begum dkk., 2009).

Logam berat yang menjadi bahan pencemar di air laut yaitu Pb, Cd, Cu, Hg, Mn, dan lainnya. Logam berat yang ada dalam perairan sulit mengalami degradasi tetapi mudah untuk terabsorpsi ke dalam tubuh organisme yang berada disekitarnya, misalnya biota laut (Siaka dkk., 2016). Logam berat masuk ke dalam tubuh biota laut melalui beberapa jalur, yaitu saluran pernafasan (insang), saluran pencernaan (usus, hati, ginjal), dan difusi melalui kulit. Biota laut yang terkontaminasi oleh logam berat dan dikonsumsi oleh manusia dalam jangka waktu tertentu dapat

mempengaruhi kesehatan manusia bahkan menyebabkan kematian (Setiawan., 2013).

Logam berat merupakan bahan pencemar yang paling banyak ditemukan di perairan (Achyani dkk., 2013). Logam berat yang terdapat di perairan biasanya berasal dari sumber alami yaitu berasal dari aktivitas vulkanik dan pelapukan bebatuan, sedangkan sumber antropogenik yang terkait dengan aktivitas manusia seperti pelayaran, pertambangan, pertanian, industrialisasi, urbanisasi, limpasan air hujan, dan limbah perkotaan (Hermesa dkk., 2020). Logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia (Ika dkk., 2012). Logam berat dalam perairan dipengaruhi oleh beberapa faktor, yaitu suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, *total suspended solid*, *total dissolved solid*, dan *biological oxygen demand* (Syakti dkk., 2021).

#### 1. Suhu

Suhu perairan dapat memberikan efek bagi perairan karena suhu dapat mempengaruhi reaksi kimia. Setiap kenaikan suhu 10°C, maka kecepatan reaksinya akan meningkat dua kali lipat. Suhu yang tinggi dapat mempengaruhi proses fotosintesis sehingga pertukaran antara makhluk hidup dan jumlah oksigen yang terlarut dalam perairan. Kenaikan suhu dapat menyebabkan terjadinya peningkatan akumulasi logam berat di organisme maupun lingkungan sekitar perairan.

#### 2. Keasaman (pH)

Nilai keasaman (pH) dapat mempengaruhi kelarutan logam berat di perairan. Kondisi pH yang rendah dapat menyebabkan kelarutan logam berat relatif tinggi karena proses transfer logam dari fase solid menjadi fase liquid yang

meningkat seiring tingginya konsentrasi ion logam bebas dalam air. Penurunan nilai keasaman (pH) di perairan akan menyebabkan pengendapan pada dasar perairan. Kondisi pH yang mendekati normal menyebabkan kelarutan cenderung stabil. Nilai pH banyak dipengaruhi oleh aktivitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi, suhu, dan keberadaan ion-ion atau kandungan mineral perairan.

### 3. Salinitas

Penurunan salinitas dapat menyebabkan penurunan agen pengompleks di perairan. Logam berat akan lebih banyak ditemukan dalam ion bebas apabila terjadinya penurunan salinitas sehingga logam berat lebih mudah masuk ke dalam tubuh biota laut.

### 4. Oksigen terlarut

Penurunan kelarutan oksigen di perairan dapat menyebabkan stress fisiologik pada biota laut sehingga mempercepat proses biokonsentrasi dan meningkatkan toksisitas logam berat dalam tubuh biota laut dan dapat meningkatkan kandungan logam berat dalam perairan. Konsentrasi oksigen terlarut rendah, maka dapat dipastikan perairan tersebut tercemar.

### 5. *Total Suspended Solid* (TSS)

Padatan tersuspensi atau *total suspended solid* adalah tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen dan berfungsi sebagai bahan pembentuk dari endapan sedimen awal. Padatan tersuspensi dapat menyebabkan terhalangnya sinar matahari masuk ke dalam air dan menimbulkan kekeruhan pada air.

### 6. *Total Dissolved Solid* (TDS)

Padatan terlarut total di perairan biasa disebabkan oleh bahan anorganik yang berupa ion-ion, contohnya natrium (Na), klorida (Cl), karbonat (CO<sub>3</sub>), dan nitrat (NO<sub>3</sub>). Logam berat mempunyai sifat yang mudah terikat dengan ion-ion

terlarut dengan mengikat kation logam untuk membentuk ikatan kompleks, sehingga menyebabkan logam berat tersebut mengendap di dasar perairan.

#### 7. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

Bahan organik yang berada di perairan dapat di dekomposisi secara biologis oleh mikroorganisme melalui pengurangan oksigen yang terlarut yang menyebabkan kondisi perairan yang mempunyai kandungan bahan organik yang biodegradable tinggi, dan oksigen terlarut rendah, sehingga mempengaruhi kondisi fisiologis organisme yang hidup di perairan.

### **2.4 Bioakumulasi Logam Berat dalam Biota Perairan**

Organisme yang hidup di dalam air sangat dipengaruhi oleh logam berat terutama logam yang kadarnya sudah melebihi batas normal. Organisme yang hidup di dalam air dapat menyerap dan mengakumulasi logam berat dengan beberapa cara yaitu dengan menggunakan pernapasan (insang), pencernaan, dan difusi pada permukaan kulitnya. Organisme ini dapat mengambil logam berat di dalam air maupun sedimen kemudian memekatkannya masuk ke dalam tubuh hingga 100-1000 kali lebih besar dari lingkungan sekitar (Darmono, 2001).

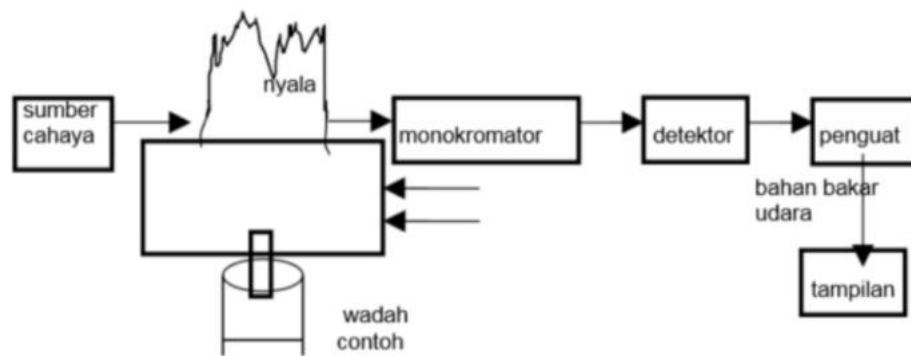
Bioakumulasi merupakan proses masuknya bahan kimia ke dalam organisme melalui beberapa cara seperti kontak langsung, konsumsi, dan respirasi. Bioakumulasi menunjukkan akumulasi dan pengayaan kontaminan pada organisme yang sifatnya relatif terhadap lingkungan. Semua hasil dari proses pernafasan, difusi, metabolisme yang dilakukan organisme termasuk ke dalam hasil bioakumulasi (Husama dkk., 2019). Bioakumulasi menjadi salah satu penyebab terjadinya pencemaran pada perairan. Peningkatan kadar logam pada perairan selalu diiringi dengan peningkatan logam pada organisme yang hidup di sekitar

perairan tersebut (Marganof, 2003). Perairan yang mengalami kontaminasi logam berat akan terakumulasi dalam sedimen dan organisme yang hidup di lingkungan perairan, contohnya rumput laut dan kerang-kerangan (Alimah dkk., 2014). Peningkatan kadar logam berat pada air laut akibat kontaminasi logam berat akan mengakibatkan logam berat yang semula dibutuhkan untuk berbagai proses metabolisme dapat berubah menjadi racun bagi organisme laut (Sagala dkk., 2014).

Kontaminasi logam berat terjadi pada semua organisme yang ada di perairan baik hewan, tumbuhan, dan organisme lainnya. Logam berat terakumulasi melalui jaringan tertentu yang ada di dalam tubuh organisme, misalnya pada hati, ginjal, limpa dan lainnya, tergantung spesies organisme tersebut. Logam berat esensial bagi kehidupan organisme apabila sudah terakumulasi akan membahayakan organisme tersebut (Santosa dkk., 2014).

## **2.5 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)**

Ilmu yang mempelajari tentang penggunaan alat spektrofotometer disebut spektrofotometri. Spektrofotometer merupakan alat yang dapat menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan dalam penggunaannya dilakukan pengukuran energi secara relatif apabila energi tersebut di refleksikan, di transmisikan atau di emisikan dalam bentuk panjang gelombang. Spektrofotometri berfungsi untuk mengukur konsentrasi dalam suatu sampel dengan cara molekul yang ada dalam sampel disinari dengan cahaya yang panjang gelombang sudah diatur (Neldawati dkk., 2013). Instrumen spektrofotometri serapan atom terdiri dari sumber radiasi resonansi, tabung gas, *atomizer*, monokromator, detektor, dan rekorder (Nasir, 2019).



**Gambar 4.** Skema rangkaian alat spektrofotometri serapan atom (SSA) (Fadlilah, 2021).

### 1. Sumber radiasi resonansi

Lampu katoda berongga digunakan sebagai sumber radiasi resonansi pada spektrofotometri serapan atom. Lampu katoda berongga biasanya terdiri dari elektroda yang berasal dari *wolfram* yang dilapisi dengan unsur murni atau campuran dari unsur murni yang diinginkan. Tabung lampu dan jendela pada sumber radiasi resonansi terbuat dari bahan silika dengan gas pengisi yang berfungsi menghasilkan proses ionisasi. Contoh gas pengisi yaitu Ne, He, atau Ar.

### 2. Tabung gas

Spektrofotometri serapan atom menggunakan tabung gas yang berfungsi sebagai tempat menampung gas pembakaran misalnya udara, asetilen, dan nitrogen oksida. Tabung gas memiliki regulator yang berfungsi untuk mengatur kecepatan aliran gas pembawa yang akan dikeluarkan.

### 3. Atomizer

Atomizer pada spektrofotometri serapan atom terdiri dari *nebulizer* (sistem pengabut), *spray chamber*, dan *burner* (sistem pembakar). *Nebulizer* berfungsi sebagai pengubah larutan yang telah diinjeksi menjadi aerosol. *Spray chamber* berfungsi sebagai tempat pembuatan campuran antara gas oksida, bahan bakar, dan aerosol sebelum memasuki burner. *Burner* memiliki fungsi

sebagai tempat terjadinya atomisasi yaitu mengubah uap yang berasal dari *spray chamber* menjadi atom atom normal dalam nyala.

#### 4. Monokromator

Monokromator adalah tempat pemilihan atau pemisalah radiasi yang telah dihasilkan. Fungsi monokromator yaitu untuk meneruskan garis resonansi dari semua garis yang tak diserap yang dipancarkan oleh sumber radiasi.

#### 5. Detektor

Fungsi detektor yaitu untuk mengukur radiasi yang di transmisikan oleh sampel dan mengukur intensitas radiasi dalam bentuk sinyal-sinyal listrik. Hasil yang keluar dari detektor akan diteruskan ke suatu sistem yang dapat menggambarkan sinyal – sinyal radiasi.

#### 6. Recorder

*Recorder* berfungsi sebagai tempat untuk mengubah sinyal yang diterima dari detektor menjadi bentuk digital yaitu dalam bentuk nilai bacaan serapan atom (Nasir, 2019).

Prinsip kerja pada spektrofotometri serapan atom didasari dengan hukum Lambert-Beer. Hukum Lambert berbunyi “apabila suatu sinar monokromatik melewati medium transparan, maka intensitas sinar yang diteruskan berkurang dengan bertambahnya ketebalan medium yang dilalui sinarnya”, sedangkan hukum Beer berbunyi “intensitas sinar yang diteruskan akan berkurang dengan bertambahnya konsentrasi unsur yang menyerap sinar tersebut (Salam dkk., 2013). Berdasarkan Hukum Lambert-Beer, maka diperoleh persamaan (Day dkk, 1989).

$$I_t = I_o.e^{-(\epsilon bc)}, \text{ atau} \quad (1)$$

$$A = - \text{Log } I_t/I_o = \epsilon bc \quad (2)$$



Keterangan :

$I_0$  = Intensitas sumber sinar

$I_t$  = Intensitas sinar yang diteruskan

$\epsilon$  = absorptivitas molar

$b$  = panjang medium

$c$  = konsentrasi atom-atom yang menyerap sinar

$A$  = absorban.

Prinsip kerja spektrofotometri serapan atom berdasarkan penyerapan sinar dengan panjang gelombang tertentu oleh atom-atom yang dibebaskan oleh nyala. Awal prosesnya dimulai dari sampel yang ingin dianalisis dalam bentuk cairan akan dihisap kedalam ruang pengkabutan atau *nebulizer*. Sampel yang berada di dalam ruang pengkabutan terdapat udara yang bertekanan dan akan diubah menjadi partikel-partikel kecil (*aerosol*). Partikel-partikel kecil yang berasal dari *nebulizer* akan berubah menjadi partikel yang lebih kecil dan halus dengan menggunakan baling-baling (*flow spoiler*). Partikel yang mempunyai ukuran yang lebih besar akan dikeluarkan melalui pembuangan. Partikel yang berhasil melewati *flow spoiler* akan dicampur dengan gas pengoksidasi dan bahan bakar, contohnya gas etilen. Partikel yang telah tercampur dengan bahan bakar, kemudian masuk kedalam nyala melalui kapiler dan akan dibakar pada tungku pembakaran dengan tujuan untuk memecah partikel menjadi atom-atom yang berbentuk gas. Atom-atom yang telah dipecah akan disinari dengan panjang gelombang tertentu sesuai dengan unsur yang berasal dari lampu katoda. Sinar telah melewati atom, sinar akan terbagi menjadi dua yaitu akan diteruskan dan akan diserap oleh atom (Salam dkk., 2013).

Atom-atom yang telah melewati sinar akan diteruskan dan sebagiannya diserap oleh elektron. Elektron pada atom yang menyerap sinar akan tereksitasi

beberapa saat, lalu akan kembali lagi ke tingkat energi dasar atau *ground state* dan melepaskan energi. Sinar yang diteruskan akan menuju monokromator untuk dipisahkan berdasarkan panjang gelombang unsur yang ada pada sampel dan akan ditangkap oleh detektor, yang akan berubah menjadi sinyal listrik yang akan di deteksi oleh komputer dalam bentuk nilai absorbansi (Salam dkk., 2013).