

**ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Pb DALAM AIR, SEDIMEN DAN  
RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG,  
KABUPATEN TAKALAR**

**SRI WAHYUNI NASIR**

**H311 16 014**



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

**SKRIPSI**

**ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Pb DALAM AIR, SEDIMEN DAN  
RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG,  
KABUPATEN TAKALAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**SRI WAHYUNI NASIR**

**H311 16 014**



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

**ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Pb DALAM AIR, SEDIMEN DAN  
RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG,  
KABUPATEN TAKALAR**

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

**Oleh:**

**SRI WAHYUNI NASIR**

**H311 16 014**



**MAKASSAR**

**2021**

**LEMBAR PENGESAHAN (TUGAS AKHIR)**

**ANALISIS KUANTITATIF LOGAM Pb DALAM AIR, SEDIMEN DAN  
RUMPUT LAUT (*Eucheuma spinosum*) DI PERAIRAN TELUK LAIKANG,  
KABUPATEN TAKALAR**

**Disusun dan diajukan oleh:**

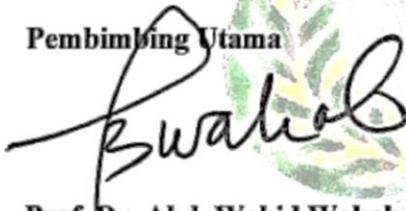
**SRI WAHYUNI NASIR**

**H311 16 014**

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 18 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

**Menyetujui,**

**Pembimbing Utama**



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

**Pembimbing Pertama**



**Drs. L. Musa Ramang, M.Si**  
NIP. 19590227 198702 1 001

**Ketua Departemen Kimia**



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

## PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sri Wahyuni Nasir

Nomor Induk Mahasiswa : H311 16 014

Jenjang Pendidikan : S1

Program Studi : Kimia

Menyatakan bahwa Skripsi yang berjudul **Analisis Kuantitatif Logam Pb dalam Air, Sedimen dan Rumput Laut (*Eucheuma Spinosum*) di Perairan Teluk Laikang, Kabupaten Takalar** 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, 18 Februari 2021



(Sri Wahyuni Nasir)

## PERSEMBAHAN

*Untuk semua orang semua orang yang kusayangi. ....*

*Terimah kasih atas bantuan, do'a dan motivasi yang telah diberikan*

***Tugas akhir ini saya persembahkan untuk  
orang tua, keluarga, sahabat, teman, dan semua pihak yang bertanya  
"kapan sidang?", "kapan wisuda?", "kapan nyusul" dan lain sebagainya .***

***Kalian adalah alasanku segera menyelesaikan tugas akhir***

## 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 "Analisis Kuantitatif Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Rumput Laut (*Euchema spinosum*) di Sekitar Perairan Takalar". disusun berdasarkan hasil penelitian yang dilaksanakan pada Maret 2020 – November 2020 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, kakak dan seluruh keluarga penulis yang selalu mendoakan dan memberi dukungannya serta nasehat kepada penulis.
2. Prof Dr. Abdul Wahid Wahab, M.Sc. selaku dosen pembimbing akademik dan pembimbing utama yang senantiasa memberikan bimbingan, saran dan nasehat kepada penulis dalam berbagai kesibukannya.
3. Drs. L. Musa Ramang, M.Si. selaku dosen pembimbing pertama atas segala bimbingan, arahan dan motivasinya.
4. Dr. Yusafir Hala, M.Sc. dan Drs. F.W Mandey, M.Sc. selaku dosen penguji, atas kritik dan saran yang diberikan.
5. Kak Fibi atas segala saran, bantuan dan motivasinya yang diberikan untuk penulis.

6. Darwini yang telah menemani penulis dalam masa studi, selalu memberikan support dan bantuan kepada penulis.
7. Watsay, Putri, Wini, Nani, magfira, fitriani yang selalu berada disamping penulis dalam keadaan suka maupun duka.
8. Muh. Sahril Yusuf, Fadhil Halim, Ruly, Wini, Ana, Watsay yang sudah membantu dalam proses pengambilan sampel.
9. Fian, Watsay, Riska, dan Reky yang telah membantu dalam proses penelitian.
10. Novianti yang telah membantu proses pengolahan data hasil penelitian.
7. Kak Rahma serta seluruh staf dosen dan Pegawai Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam atas bantuan yang diberikan selama penulis menempuh studi.
8. Teman-teman Kimia 2016 yang selalu membantu dalam berbagai hal termasuk penyelesaian skripsi.
9. Semua pihak tanpa terkecuali yang tidak bisa penulis tuliskan satu persatu, terima kasih atas segala bantuannya.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dalam penyusunan skripsi ini. Maka dari itu, penulis dengan rendah hati menerima kritik dan saran yang bermanfaat untuk perbaikan laporan berikutnya agar hasilnya jauh lebih *baik* dari pada sekarang. Semoga laporan ini bermanfaat bagi pembaca terutama bagi penulis sendiri.

Penulis

2020

## ABSTRAK

Perairan Takalar merupakan salah satu kawasan pesisir yang dekat dengan aktivitas industri, pertambangan dan pemukiman penduduk. Tingginya aktivitas di kawasan tersebut diduga mengalirkan berbagai limbah yang dapat menimbulkan pencemaran, antara lain pencemaran logam berat Pb. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kandungan logam berat Pb dalam air, sedimen dan rumput laut (*Euchema spinosum*), dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Serapan Atom (SSA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi logam berat di sekitar perairan Takalar dalam air laut berkisar antara 4,8605-6,4479 mg/L, dalam sedimen berkisar antara 68,705-80,6983 mg/kg sampel dan dalam Rumput Laut (*Euchema spinosum*) berkisar antara 8,8312-18,4725 mg/kg sampel.

**Kata Kunci :** Timbal (Pb), Air, Sedimen, Rumput Laut (*Euchema spinosum*).

## ABSTRACT

Takalar waters are one of the coastal areas close to industrial activities, tethering and residential areas. The high activity in the region is thought to drain various wastes that can cause pollution, including heavy metal pollution Pb. This study aims to determine the content of Pb heavy metals in water, sediment and seaweed (*Euchema spinosum*), carried out using an Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS). The results showed that heavy metal concentrations around Takalar waters in seaweed (*Euchema spinosum*), ranged from 4,8605-6,4479 mg/L, in sediments ranging from 68,705-80,6983 mg/kg of samples and in seaweed ranged from 8,8312-18,4725 mg/kg of samples.

**Keywords:** Lead (Pb), Water, Sediment, seaweed (*Euchema spinosum*).

## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
PRAKATA.....	vi
ABSTRAK.....	viii
ABSTRACT.....	ix
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR SINGKATAN.....	xvi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvii
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 Pencemaran Logam.....	6
2.2 Logam Berat.....	7
2.3 Timbal (Pb).....	9
2.4 Rumput Laut.....	11
2.5 Sedimen.....	13

2.6 Bioakumulasi Logam Berat Dalam Biota Perairan .....	14
2.7 Faktor yang Mempengaruhi Kelarutan Logam Berat .....	16
2.8 Metode Adisi Standar dan secara SSA .....	18
2.9 Analisis Korelasi .....	19
2.10 Spektrofotometer Serapan Atom .....	21
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>26</b>
3.1 Bahan Penelitian .....	26
3.2 Alat Penelitian .....	26
3.3 Waktu dan Tempat Penelitian .....	26
3.4 Prosedur Penelitian .....	26
3.4.1 Penentuan Lokasi Pengambilan Sampel .....	26
3.4.2 Pengambilan Sampel .....	28
3.4.2.1 Pengambilan Sampel Air.....	24
3.4.2.2 Pengambilan Sampel Sedimen.....	25
3.4.2.3 Pengambilan Sampel Rumput Laut.....	25
3.4.3 Pengukuran Parameter Fisika Kimia Perairan .....	25
3.4.4 Preparasi Sampel .....	25
3.4.4.1 Preparasi Sampel Air.....	24
3.4.4.2 Preparasi Sampel Sedimen .....	25
3.4.4.3 Preparasi Sampel Rumput Laut.....	26
3.4.5 Pembuatan Larutan Baku Pb .....	26
3.4.5.1 Pembuatan Larutan Baku Induk Pb 1000 ppm .....	26
3.4.5.2 Pembuatan Larutan Baku Intermediet Pb 100 ppm .....	27
3.4.6 Pembuatan Adisi Standar .....	27
3.4.7 Analisis Pb dengan Spektrofotometer Serapan Atom .....	27

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN .....	33
4.1 Kondisi Lingkungan Perairan Teluk Laikang .....	33
4.2 Kandungan Logam Pb dalam Air Laut .....	34
4.3 Kandungan Logam Pb dalam Sedimen .....	36
4.4 Kandungan Logam Pb dalam Rumput Laut .....	38
4.5 Distribusi Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Rumput Laut	34
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	42
5.1 Kesimpulan .....	42
5.2 Saran .....	42
DAFTAR PUSTAKA .....	43

## DAFTAR TABEL

<b>Tabel</b>	<b>Halaman</b>
1. Interpretasi Koefisien Korelasi.....	21
2. Hasil Pengukuran <i>In Situ</i> .....	28
3. Hasil Pengukuran Absorbansi Air Laut Stasiun 1a.....	54
4. Hasil Pengukuran Absorbansi Air Laut Stasiun 1b.....	54
5. Hasil Pengukuran Absorbansi Air Laut Stasiun 2a.....	55
6. Hasil Pengukuran Absorbansi Air Laut Stasiun 2b.....	56
7. Hasil Pengukuran Absorbansi Air Laut Stasiun 3a.....	56
8. Hasil Pengukuran Absorbansi Air Laut Stasiun 3b.....	57
9. Hasil Pengukuran Absorbansi Sedimen Stasiun 1a.....	58
10. Hasil Pengukuran Absorbansi Sedimen Stasiun 1b.....	58
11. Hasil Pengukuran Absorbansi Sedimen Stasiun 2a.....	59
12. Hasil Pengukuran Absorbansi Sedimen Stasiun 2b.....	60
13. Hasil Pengukuran Absorbansi Sedimen Stasiun 3a.....	61
14. Hasil Pengukuran Absorbansi Sedimen Stasiun 3b.....	61
15. Hasil Pengukuran Absorbansi Rumput Laut Stasiun 1a.....	62
16. Hasil Pengukuran Absorbansi Rumput Laut Stasiun 1b.....	63
17. Hasil Pengukuran Absorbansi Rumput Laut Stasiun 2a.....	64
18. Hasil Pengukuran Absorbansi Rumput Laut Stasiun 2b.....	64
19. Hasil Pengukuran Absorbansi Rumput Laut Stasiun 3a.....	65
20. Hasil Pengukuran Absorbansi Rumput Laut Stasiun 3b.....	66

## DAFTAR GAMBAR

<b>Gambar</b>	<b>Halaman</b>
1. Rumput laut <i>Eucheuma spinosum</i> .....	12
2. Grafik hubungan absorbansi dan konsentrasi dalam metode adisi standar	19
3. Skema Umum Komponen pada Alat SSA .....	22
4. Peta Lokasi Sampling .....	27
5. Histogram Konsentrasi Logam Pb dalam Air Laut.....	34
6. Histogram Konsentrasi Logam Pb dalam Sedimen .....	36
7. Histogram Konsentrasi Logam Pb dalam Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) .....	38
8. Korelasi Logam Berat Pb dalam Air, Sedimen dan Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) .....	39
9. Grafik Air Laut Stasiun 1a .....	54
10. Grafik Air Laut Stasiun 1b.....	54
11. Grafik Air Laut Stasiun 2a .....	55
12. Grafik Air Laut Stasiun 2b.....	56
13. Grafik Air Laut Stasiun 3a .....	56
14. Grafik Air Laut Stasiun 3b.....	57
15. Grafik Sedimen Stasiun 1a.....	58
16. Grafik Sedimen Stasiun 1b.....	58
17. Grafik Sedimen Stasiun 2a.....	59
18. Grafik Sedimen Stasiun 2b.....	60
19. Grafik Sedimen Stasiun 3a.....	61
20. Grafik Sedimen Stasiun 3b.....	61

21. Grafik Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) Stasiun 1a.....	62
22. Grafik Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) Stasiun 1b.....	63
23. Grafik Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) Stasiun 2a.....	64
24. Grafik Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) Stasiun 2b.....	64
25. Grafik Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) Stasiun 3a.....	65
26. Grafik Rumput Laut ( <i>Eucheuma spinosum</i> ) Stasiun 3b.....	66

## DAFTAR SINGKATAN

PE	= Polietilen
GPS	= Global Positioning System
SSA	= Spektroskopi Serapan Atom

## DAFTAR LAMPIRAN

<b>Lampiran</b>	<b>Halaman</b>
1. Skema Kerja Penelitian .....	49
2. Bagan Kerja.....	50
3. Hasil Pengukuran Absorbansi Logam Pb dalam Air Laut .....	54
4. Hasil Pengukuran Absorbansi Logam Pb dalam Sedimen.....	58
5. Hasil Pengukuran Absorbansi Logam Pb dalam Rumput Laut .....	62
9. Perhitungan Pembuatan Deret Standar Pb .....	67
10. Dokumentasi .....	68
11. Identifikasi Rumput Laut .....	71

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kabupaten Takalar merupakan salah satu kabupaten yang berada di Sulawesi Selatan yang terletak antara 5°031'-5°0381' Lintang Selatan dan 119°0221'-119°0391' Bujur Timur. Luas Wilayah Kabupaten Takalar tercatat 566,51 km<sup>2</sup> yang terdiri dari 9 kecamatan dan 100 desa/kelurahan, salah satu kecamatan yang ada di Takalar adalah kecamatan Mangarabombang yang memiliki luas wilayah sebesar 100,50 km<sup>2</sup>. Sektor andalan produksi yang terdapat pada Kabupaten Takalar yaitu pertanian, peternakan dan perikanan (Badan Pusat Statistik Kabupaten Takalar, 2016).

Salah satu wilayah pesisir yang cukup strategis di Kabupaten Takalar adalah wilayah Teluk Laikang. Wilayah pesisir ini merupakan salah satu lokasi dimana terdapat beberapa aktivitas seperti kawasan budidaya rumput laut, penangkapan ikan, transplantasi karang, kawasan pemukiman, pertambakan, industri dan wisata pantai dan konservasi. Beberapa aktivitas di perairan tersebut dapat menghasilkan limbah dimana hasil buangan tersebut dapat terbawa oleh arus dan kembali ke daratan serta terakumulasi di daerah pesisir (Ilham, 2018).

Perairan pesisir salah satu perairan yang rentan terhadap bahaya pencemaran, karena perairan merupakan tempat bermuaranya sungai dan tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai. Salah satu pencemar yang berpotensi menurunkan dan merusak daya dukung lingkungan

adalah logam berat. Logam berat merupakan bahan pencemar yang berbahaya karena bersifat toksik jika terdapat dalam jumlah besar dan mempengaruhi berbagai aspek dalam perairan, baik secara biologis maupun ekologis. Logam berat mempunyai sifat mudah mengikat bahan organik, mengendap di perairan dan bersatu dalam sedimen. Keberadaan logam berat di perairan laut dapat berasal dari berbagai sumber, antara lain dari kegiatan pertambangan, rumah tangga, limbah pertanian dan buangan industri (Ismarti, dkk., 2017).

Salah satu logam berat yang menjadi polutan pada lingkungan adalah timbal karena merupakan limbah yang sering digunakan pada industri kecil misalnya limbah rumah tangga hingga industri besar seperti pabrik-pabrik penghasil produk serta banyaknya transportasi laut seperti perahu yang menggunakan bahan bakar seperti bensin yang menjadi salah satu pemicu sumber utama pencemaran timbal, sehingga tidak hanya mencemari perairan akan tetapi merusak biota di Teluk Laikang. Logam berat timbal bila terdapat pada lingkungan dalam jumlah yang banyak maka akan berbahaya bagi mahluk hidup di sekitarnya (Palar, 1994).

Beberapa organisme yang telah digunakan untuk monitoring cemaran logam adalah rumput laut. Rumput laut merupakan salah satu biota air yang dapat dijadikan sebagai salah satu indikator tingkat pencemaran yang terjadi di dalam perairan. Beberapa jenis rumput laut diketahui mempunyai kemampuan yang tinggi dalam mengakumulasi logam sehingga dapat digunakan sebagai indikator logam berat di perairan. Rumput laut yang banyak terdapat di daerah perairan Takalar salah satunya adalah *Eucheuma spinosum*. Rumput laut (*Eucheuma*

*spinosum*) pada perairan Takalar telah banyak dimanfaatkan sebagai bahan baku atau bahan tambahan pangan. Akan tetapi resiko terdapatnya cemaran logam berat yang berpotensi mengakibatkan gangguan kesehatan telah menjadi perhatian utama khususnya karena sifat dari tumbuhan air yang mampu menyerap logam berat sehingga terjadi akumulasi yang mengakibatkan kadar logam-logam tersebut lebih tinggi dibandingkan lingkungannya (Sudir dkk, 2017).

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Hamzah (2017), analisis Pb pada *Caulerpa racemose* (Forsskal) J. Agardh dari perairan Lae-lae dan Laikang menunjukkan bahwa kadar Pb pada sampel adalah 0,052-0,609 ppm, maka telah melewati standar baku mutu perairan berdasarkan peraturan Kementerian Negara Lingkungan Hidup yaitu 0,008 ppm dan menurut Rahmawati (2017), analisis Pb pada sampel *Sargassum* sp dan *E.spinosum* dari perairan Takalar yakni berkisar antara 0,99 - 1,7024 mg/kg lebih tinggi dari ambang batas yang ditetapkan oleh SNI dan BPOM untuk sampel bahan pangan rumput laut yaitu 1,0 mg/kg.

Menurut Palar (1994), polutan logam berat dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu menjadi sumber racun bagi kehidupan perairan. Efek toksik yang ditimbulkan oleh satu jenis logam berat terhadap semua biota tidak sama, namun kehancuran dari satu kelompok dapat menyebabkan terputusnya mata rantai kehidupan. Pada tingkat selanjutnya, keadaan tersebut dapat menghancurkan tatanan ekosistem perairan. Logam berat Pb merupakan logam berat non esensial yang bersifat sangat toksik. Akumulasi logam berat tersebut dalam tubuh organisme termasuk manusia dapat menimbulkan keracunan, gangguan kesehatan sampai kematian.

Berbagai metode analisis dapat dilakukan untuk menentukan kadar logam berat dalam air laut, sedimen dan rumput laut namun metode yang paling sering dipakai adalah metode spektrofotometri serapam atom (SSA). Analisis hasil pengukurannya dapat dilakukan dengan metode adisi standar. Metode adisi standar sangat efektif dipakai untuk sampel yang kompleks dan konsentrasi sampel yang rendah (Wahab, 1982).

Berdasarkan uraian tersebut maka penelitian tentang analisis logam berat Pb penting dilakukan dengan sampel yang akan dianalisis adalah air, sedimen, rumput laut (*Eucheuma spinosum*) agar masyarakat sekitar dapat mengetahui tingkat pencemaran logam berat Pb di perairan Takalar.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Masalah yang akan dikaji dalam penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. berapa kadar logam Pb yang terkandung dalam sampel air, sedimen dan rumput laut di perairan Takalar?
2. bagaimana korelasi logam berat Pb dalam sampel air, sedimen dan rumput laut di perairan Takalar?

## **1.3 Maksud dan Tujuan Penelitian**

### **1.3.1 Maksud Penelitian**

Adapun maksud dilakukannya penelitian ini adalah untuk mengetahui kandungan logam berat Pb dalam air, sedimen dan rumput laut diperairan Takalar dengan metode adisi standar pada spektroskopi serapan atom.

### **1.3.2 Tujuan Penelitian**

Adapun tujuan dilakukannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. menentukan kadar logam Pb yang terdapat pada air, sedimen dan rumput laut di perairan Takalar dengan metode adisi standar.
2. Menentukan korelasi logam berat Pb dalam air, sedimen dan rumput laut di perairan Takalar.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Memberikan pengalaman praktis dan teoritis kepada penulis dalam melakukan penelitian dengan metode adisi standar.
2. Memberikan informasi tentang tingkat pencemaran logam berat Pb pada air laut, sedimen dan rumput laut di perairan Takalar

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Pencemaran Logam**

Pencemaran merupakan suatu peristiwa masuknya makhluk hidup, zat, energi, dan komponen lain ke dalam lingkungan sehingga kualitasnya menurun. Terdapat fenomena pada masyarakat yang menyatakan bahwa laut adalah jalan keluar dalam mengatasi permasalahan limbah dan menjadikan laut sebagai tempat pembuangan limbah industri (Yulianto, dkk., 2018). Meningkatnya jumlah populasi manusia juga berdampak pada bertambahnya jumlah limbah domestik dan limbah industri yang dibuang ke lingkungan. Limbah yang memasuki perairan laut dapat berasal dari berbagai kegiatan, seperti industri, pertanian dan rumah tangga. Hal ini berkaitan dengan peningkatan kebutuhan seperti pangan, bahan bakar, pemukiman dan kebutuhan dasar yang lain, sehingga akan meningkatkan limbah domestik dan limbah industri (Siaka, dkk., 2016).

Meningkatnya jumlah limbah domestik dan limbah industri yang masuk ke dalam perairan, mengakibatkan terjadinya perubahan kualitas perairan. Perairan yang sering menerima bahan pencemar dan sebagai tempat penampungan akhir cemaran adalah laut, karena sungai-sungai bermuara di laut (Hutagalung, 1991). Limbah yang memasuki perairan laut dapat berasal dari berbagai kegiatan, seperti industri, pertanian dan rumah tangga. Salah satu jenis pencemar yang memasuki perairan pesisir laut yang berpotensi merusak perairan adalah limbah logam berat (Santoso, 2013). Salah satu bahan pencemar yang cukup mengkhawatirkan adalah logam berat seperti Pb, Cd, Cu, Hg, dan lain-lain.

Keberadaan logam berat dalam perairan akan sulit mengalami degradasi bahkan logam tersebut akan terabsorpsi ke dalam tubuh organisme (Darmono, 1995).

Menurut PP RI No. 82 Tahun 2001, pencemaran air adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, atau komponen lain kedalam air oleh kegiatan manusia, sehingga kualitas air menurun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan pembentukannya. Menurut Soegiarto (1976), berdasarkan sumbernya, pencemaran dapat dibagi menjadi dua kelompok yakni: (a) Dari laut, misalnya tumpahan minyak baik dari sumbernya langsung maupun hasil pembuangan kegiatan pertambangan di laut, sampah dan ballast dari kapal tanker; (b) Dari darat, melalui udara dan terbawa oleh air sungai yang akhirnya bermuara ke laut.

## **2.2 Logam Berat di Teluk Laikang**

Logam berat sesuai fungsinya dibagi dua, yaitu logam esensial dan logam non-esensial. Logam esensial merupakan logam yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup dalam jumlah yang relatif kecil. Namun demikian dalam jumlah yang berlebih dapat menimbulkan efek racun. Jenis logam esensial antara lain Cu, Fe, Zn, Mn, Mo, Se, dan Sn. Logam non-esensial merupakan logam yang beracun (*toxic metal*) yang keberadaannya dalam organisme belum diketahui manfaatnya, contohnya Hg, Cd, Pb, Sn, Cr (Sosrosuhardjo, 2010).

Menurut Bryan (1976), secara umum sumber pencemaran logam berat di laut dapat dibagi menjadi dua yaitu:

1. Logam berat yang masuk ke perairan laut secara alami, berasal dari tiga sumber yaitu:

- a) Masukan dari daerah pantai (*coastal supply*) yang berasal dari sungai-sungai dan hasil abrasi pantai oleh aktivitas gelombang.
- b) Masukan dari laut dalam (*deep sea supply*) meliputi logam-logam yang dibebaskan oleh aktivitas gunung berapi di laut dan logam-logam yang dibebaskan dari partikel/sedimen-sedimen dari proses kimiawi.
- c) Masukan dari lingkungan dekat daerah pantai, termasuk logam-logam dari atmosfer sebagai partikel-partikel debu.

2. Sumber buatan manusia, umumnya berasal dari kegiatan manusia, seperti limbah dan buangan industri, limbah cair perkotaan, aktivitas perkapalan (pelayaran), aktivitas pertanian, cairan limbah rumah tangga, aktivitas pertambangan, dan perikanan budidaya.

Perairan Teluk Laikang merupakan salah satu perairan yang berpotensi mengalami pencemaran. Beberapa aktivitas seperti lokasi wisata, industri atau pabrik seperti pabrik tulang, darah dan bulu, tempat penangkapan ikan oleh nelayan, pertambakan dan budidaya rumput laut dapat menghasilkan limbah dimana hasil buangan tersebut dapat terbawa oleh arus dan kembali ke daratan serta terakumulasi di daerah pesisir sehingga terjadi degradasi lingkungan pesisir yang dapat menyebabkan biota di daerah pesisir terganggu (Fatma, 2014).

Beberapa logam berat di perairan Teluk Laikang, Kabupaten Takalar yang pernah diteliti sebelumnya yaitu Pakambanan (2016), hasil penelitiannya menunjukkan bahwa kadar logam berat Pb pada air laut berkisar antara 0,42-0,48 mg/L. Hasil tersebut tidak jauh berbeda dibandingkan dengan kadar logam Pb sampel air laut pada penelitian Ukkas (2016), yaitu berkisar antara 0,45-0,55 mg/L. Sedangkan penelitian yang dilakukan Taheni (2013), kadar logam Cd pada air laut berkisar antara 0,391-0,4725 ppm dan logam Cd pada

rumpun laut (*Eucheuma Cottoni*) berkisar antara 1,98-2,419 ppm. Adapun hasil penelitian Sudir, dkk (2017), kadar logam As pada rumput laut (*Eucheuma Cottoni*) berkisar antara 0,3542-0,4207 mg/kg dan logam Pb berkisar antara 1,2059-1,2145 mg/kg. Dari penelitian tersebut dapat dilihat bahwa pencemaran logam berat di perairan tergolong tercemar mengingat beberapa faktor yang menjadi pendukung dari pencemaran tersebut, seperti aktifitas manusia itu sendiri, daerah sekitar, industri, transportasi dan faktor pendukung lainnya.

Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup. Melalui perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat, logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Jika keadaan ini berlangsung terus-menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang sangat membahayakan kesehatan manusia (Sahala, 1985). Logam berat biasanya menimbulkan efek-efek khusus pada makhluk hidup, dapat dikatakan semua logam berat dapat menjadi bahan racun yang akan meracuni makhluk hidup (Palar, 2002).

### **2.3 Logam Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) adalah logam non esensial dan memiliki bentuk senyawa yang dapat masuk ke dalam lingkungan karena aktivitas manusia diantaranya adalah air buangan limbah dari industri yang berkaitan dengan Pb, air buangan dari pertambangan biji timah hitam buangan sisa industri baterai, kegiatan pelayaran atau Pelabuhan. Air buangan tersebut masuk ke perairan sungai dan dibawa menuju perairan laut (Samsiyah, dkk., 2019). Logam Pb akan mengalami proses biotransformasi dan bioakumulasi dalam organisme hidup. Pada biota perairan,

jumlah logam yang terakumulasi akan terus mengalami peningkatan dan pada rantai makanan, biota yang berada pada level tertinggi akan mengakumulasi Pb lebih banyak (Palar, 1994).

Secara alamiah timbal dapat masuk ke dalam badan perairan melalui pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan (Khasanah, 2009). Di samping itu, proses korosifikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber Pb yang akan masuk ke dalam perairan. Aktivitas manusia juga mempengaruhi masuknya Pb ke dalam perairan. Di antaranya adalah air buangan dari industri yang berkaitan dengan Pb, misalnya air buangan dari pertambangan bijih timah hitam dan buangan sisa industri baterai. Buangan-buangan tersebut akan jatuh pada jalur-jalur perairan seperti anak-anak sungai yang kemudian akan dibawa terus menuju lautan (Palar, 1994).

Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup nomor 51 tahun 2004, kriteria baku mutu air laut terhadap logam berat Pb untuk biota laut adalah 0,008 ppm. Logam berat timbal sangat beracun, mempunyai sifat bioakumulatif dalam tubuh organisme air, dan akan terus diakumulasi hingga organisme tersebut tidak mampu lagi mentolerir kandungan logam berat timbal dalam tubuhnya. Karena sifat bioakumulatif logam berat timbal, maka bisa terjadi konsentrasi logam tersebut dalam bentuk terlarut dalam air adalah rendah, dalam sedimen semakin meningkat akibat proses-proses fisika, kimia dan biologi perairan, dan dalam tubuh hewan air meningkat sampai beberapa kali lipat (Sitorus, 2004). Daya racun Pb yang akut pada perairan dapat menyebabkan kerusakan pada ginjal, sistem reproduksi, hati, otak, sistem saraf sentral, serta dapat menyebabkan

kematian (Achmad, 2004).

Timbal (Pb) juga salah satu logam berat yang mempunyai daya toksitas yang tinggi terhadap manusia karena dapat merusak perkembangan otak pada anak-anak, menyebabkan penyumbatan sel-sel darah merah, anemia dan mempengaruhi anggota tubuh lainnya. Timbal dapat diakumulasi langsung dari air dan dari sedimen oleh organisme laut (Purnomo, 2009). Menurut SNI No.7387 Tahun 2009, mengenai batas maksimum logam berat dalam pangan, menyebutkan bahwa kadar Pb yang diperbolehkan dalam tubuh biota air yaitu sebesar 1,5 mg/kg.

## **2.4 Rumput Laut**

Rumput laut merupakan tumbuhan laut yang tergolong tumbuhan tingkat rendah yang tidak memiliki akar, batang dan daun sejati. Rumput laut biasanya melekat pada substrat dan berbentuk thallus. Menurut Anggadiredja dkk (2006), secara taksonomi, rumput laut dikelompokkan ke dalam alga dari divisio Rhodophyta. Alga berdasarkan kandungan pigmennya dibagi ke dalam empat kelas, yaitu :

1. *Chlorophyceae* (ganggang hijau) yakni makroalga yang didominasi oleh zat warna hijau daun (klorofil)
2. *Cyanophyceae* (ganggang biru-hijau) yakni makro alga yang didominasi zat warna biru sampai kehijauan (fikosianin)
3. *Phaeophyceae* (ganggang coklat) yakni makro alga yang didominasi zat warna coklat atau pirang. Alga kelas ini dapat menghasilkan *alginat*
4. *Rhodophyceae* (ganggang merah) yakni makro alga yang didominasi zat warna

merah, ungu, lembayung (fikoeritrin). *Rhodophyceae* lebih banyak dibudidayakan karena dapat menghasilkan karaginan dan agar. Alga merah mengandung pigmen fotosintetik berupa karotin (penyebab warna coklat), r-fikoeritrin (penyebab warna merah) serta klorofil-a dan klorofil-d (penyebab warna hijau), yang dalam dinding selnya terdapat selulosa dan produk fotosintesis berupa karaginan, agar, *furcellaran* dan *porpiran* (Thirumaran dan Anantharaman, 2009).

Rumput laut jenis *Eucheuma spinosum* merupakan salah satu jenis alga merah yang memiliki ciri khusus *thallus* berbentuk silindris dengan permukaan licin, lunak, warna hijau kuning, terdapat duri yang tumbuh berderet melingkari *thallus* dengan interval yang bervariasi sehingga membentuk ruas-ruas *thallus* diantara lingkaran duri. Percabangan berlawanan atau berselang seling dan teratur pada deretan duri antar ruas. Ujung percabangan meruncing dan setiap percabangan mudah melekat pada substrat (Meriam dkk., 2016).

*Eucheuma spinosum* tumbuh melekat pada ratahan terumbu karang, batu karang, benda keras, dan cangkang kerrang. *Eucheuma spinosum* memerlukan sinar matahari untuk proses fotosintesis. Habitat khas dari *Eucheuma spinosum* adalah daerah yang memperoleh aliran air laut yang tetap, lebih menyukai variasi suhu harian yang kecil dan substrat batu karang mati (Alam,2011).



**Gambar 2.1.** Rumput laut *Eucheuma spinosum* (Alam, 2011).

Klasifikasi *Eucheuma spinosum* menurut Anggadiredja dkk., (2010) adalah sebagai berikut:

Kingdom : Plantae  
Divisi : Rhodophyta  
Kelas : Rhodophyceae  
Ordo : Gigartinales  
Famili : Solieriaceae  
Genus : *Eucheuma*  
Spesies : *Eucheuma spinosum*.

## **2.5 Sedimen**

Sedimen merupakan akumulasi dari pecahan-pecahan dan material material batuan yang bercampur dengan hancuran cangkang serta beberapa partikel lain yang terbentuk lewat proses kimia yang terjadi di laut (Gross, 1990). Sedangkan menurut Olubunmi (2010), sedimen adalah pasir lepas, lumpur, tanah liat serta partikel tanah lainnya yang menetap di bagian bawah air.

Sedimen laut dapat berasal dari pasukan air sungai yang membawa material anorganik maupun organik. Berbagai jenis material yang berasal dari aliran perkotaan seperti limbah rumah tangga, kegiatan transportasi, limbah industri dan sebagainya akan menuju ke laut yang akan mengendap sebagai sedimen. Dengan demikian, sedimen laut merupakan material yang memiliki komposisi yang sangat kompleks (Geyer, 1981).

Keadaan logam pada perairan dipengaruhi oleh interaksi antara air dengan sedimen yang terjadi pada dasar perairan. Pada dasar sungai apabila terjadi kontak dengan partikulat yang melayang-layang dalam perairan maka ion-ion logam dan

kompleksnya yang terlarut dengan cepat akan membentuk partikel-partikel yang lebih besar (Sudarwin, 2008). Proses kekeruhan akibat sedimentasi akan menyebabkan terganggunya penetrasi cahaya matahari kedalam perairan, sehingga kegiatan fotosintesis organisme laut menjadi terhenti, sehingga menyebabkan kadar oksigen pada perairan menurun di ikuti dengan kematian organisme laut sehingga kualitas perairan menurun. Proses pembusukan pada perairan yang telah mengalami pendangkalan dan penumpukan bahan organik akan menimbulkan racun. Seiring berjalannya waktu kontaminasi logam berat pada sedimen akan menimbulkan akumulasi pada tubuh biota yang hidup dan mencari makan di dalam maupun sekitar sedimen akan berbahaya bagi kehidupan biota, bahkan dapat berdampak pula bagi manusia yang mengonsumsi biota tersebut (Ahmad, 2009).

Menurut Hutabarat dan Evans (1984), berdasarkan asalnya sedimen diklasifikasi menjadi 3 bagian yaitu; (1) Sedimen *Lithogenous* yaitu sedimen yang partikelnya berasal dari pengikisan batu-batuan di darat; (2) Sedimen *Hydrogenous* yaitu sedimen yang partikelnya berasal dari hasil reaksi kimia dalam air laut; dan (3) Sedimen *Biogenous* yaitu sedimen yang partikelnya berasal dari sisa-sisa rangka organisme hidup. Lapisan sedimen di laut memiliki ketebalan bervariasi sehingga ukuran partikel-partikel sangat ditentukan oleh sifat fisiknya yang menyebabkan terjadinya perbedaan sifat antara sedimen satu dengan yang lainnya di berbagai tempat di dunia (Manahan, 1994).

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

Bioakumulasi dikenal sebagai suatu fenomena logam berat yang ada dalam badan perairan akan mengalami proses pengendapan dan terakumulasi

dalam sedimen, kemudian terakumulasi dalam tubuh biota laut yang ada dalam perairan dan akhirnya akan sampai pada manusia (Dahuri dkk., 1996). Logam berat menjadi berbahaya disebabkan oleh sistem bioakumulasi. Bioakumulasi berarti peningkatan konsentrasi unsur kimia tersebut dalam tubuh makhluk hidup sesuai piramida makanan (Diliyana, 2008).

Logam berat seperti timbal, kadmium dan arsen anorganik biasanya ditemukan dalam rumput laut dan pangan lain yang berasal dari laut. Tumbuhan air seperti alga ataupun Bryophyta memiliki kemampuan untuk menyerap logam berat dari air sehingga membuat kadarnya di dalam tumbuhan menjadi lebih tinggi daripada yang ada di lingkungannya (Sudir, 2017). kemampuan organisme air dalam menyerap dan mengakumulasi logam berat dapat melalui beberapa cara, yaitu melalui thallus, saluran pernapasan, saluran pencernaan dan difusi permukaan kulit (Darmono, 2001).

Adanya logam berat di perairan sangat berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan biota perairan, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulit di degradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit dihilangkan, dapat terakumulasi dalam biota perairan termasuk kerang, ikan dan sedimen, memiliki waktu paruh yang tinggi dalam tubuh biota laut serta memiliki nilai faktor konsentrasi yang besar dalam tubuh biota laut (Sarjono, 2009).

Menurut Connell dan Miller (1995), biokonsentrasi maupun bioakumulasi dapat menyebabkan peningkatan kepekaan bahan pencemar, sehingga berpengaruh masuknya di jaringan makhluk hidup. Sedangkan menurut (Pratama,

2011), Biokonsentrasi adalah perpindahan senyawa kimia xenobiotik dari berbagai sumber di dalam lingkungan ke makhluk hidup yang menghasilkan suatu kepekatan yang umumnya lebih tinggi di dalam makhluk hidup dibandingkan sumbernya. Faktor biokonsentrasi atau bioakumulasi dapat digunakan untuk mengetahui kemampuan makhluk hidup dalam menyerap dan menyimpan suatu bahan pencemar (Connell, 1995).

## **2.7 Faktor yang mempengaruhi kelarutan logam berat**

Parameter fisika dan kimia yang turut mempengaruhi kandungan logam berat dalam perairan adalah arus, suhu, salinitas, oksigen terlarut, dan derajat keasaman.

### **1. Arus**

Arus merupakan gerakan mengalir suatu massa air yang disebabkan oleh tiupan angin, atau karena perbedaan densitas air laut dan dapat pula disebabkan oleh gerakan gelombang yang panjang (Nontji, 1993). Arah dan kecepatan arus sangat penting untuk mengetahui proses perpindahan dan pengadukan dalam perairan seperti mikronutrien dan material tersuspensi. Menurut Tinsley (1979), sistem perairan akan memindahkan dan mengencerkan cemaran kimia termasuk logam berat sejauh mana air tersebut bergerak, baik zat zat tersebut dalam larutan atau terserap pada sebuah partikel.

### **2. Suhu**

Suhu mempengaruhi sebagian besar proses fisik, biologi dan karakter kimia pada permukaan. Peningkatan suhu berkorelasi positif dengan proses kimia yang terjadi pada air dapat membahayakan biota air. Pengaruh suhu secara

langsung menentukan kehadiran spesies akuatik, mempengaruhi pemijahan, penetasan, aktivitas dan pertumbuhan organisme. Sedangkan secara tidak langsung dapat menyebabkan perubahan kesetimbangan kimia (Rangkuti, 2009). Apabila perairan tercemar logam berat, maka sifat toksisitas dari logam berat terhadap biota air akan semakin meningkat seiring meningkatnya suhu (Effendi, 2003).

Menurut Supriadi (2014), Semakin tinggi suhu maka proses fotosintesis akan semakin aktif karena suhu mempengaruhi pertukaran (metabolisme) dari makhluk hidup dan jumlah oksigen yang larut di dalam air limbah, suhu akan mempengaruhi proses perombakan bahan organik, pembusukan aerobik dan pertumbuhan organisme, suhu juga dapat mempengaruhi sensitifitas organisme perairan sehingga ikut mempengaruhi proses penyerapan logam berat oleh tanaman air (Effendi, 2003).

### 3. Salinitas

Salinitas adalah tingkat keasinan atau kadar garam terlarut dalam air yang dapat mengacu pada kandungan garam dalam tanah. Salinitas di perairan laut dapat mempengaruhi konsentrasi logam berat yang mencemari lingkungan laut (Hutagalung, 1994). Penurunan salinitas pada perairan dapat menyebabkan tingkat akumulasi logam berat pada organisme menjadi semakin besar (Mukhtasor, 2007). Pada salinitas yang tinggi, kation alkali dan alkalin bersaing untuk mendapatkan tempat pada partikel padat dengan cara mengganti ion-ion logam berat yang telah diserap oleh partikel tersebut sehingga ion-ion logam berat akan lepas ke perairan artinya bahwa pada salinitas yang tinggi toksisitas logam berat akan rendah (Mance, 1990).

#### 4. Oksigen terlarut (DO)

Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) merupakan salah satu parameter penting dalam analisis kualitas air. Nilai DO yang biasanya diukur dalam bentuk konsentrasi ini menunjukkan jumlah oksigen ( $O_2$ ) yang tersedia dalam suatu badan air. Semakin besar nilai DO pada air, mengindikasikan air tersebut memiliki kualitas yang bagus. Sebaliknya jika nilai DO rendah, dapat diketahui bahwa air tersebut telah tercemar. (Darmono, 1995).

#### 5. Derajat Keasaman (pH)

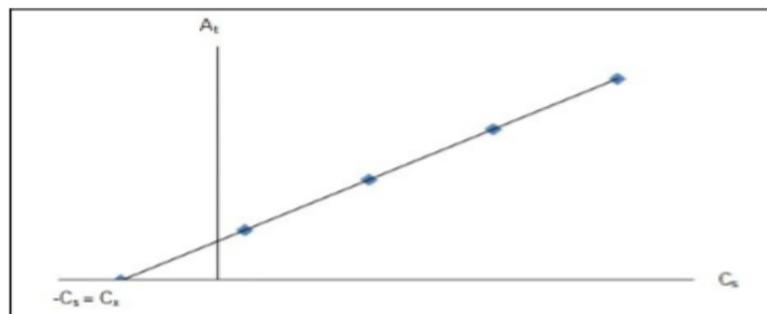
Derajat keasaman (pH) adalah ukuran tentang besarnya konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan apakah air laut itu bersifat asam atau basa dalam reaksinya (Wardoyo, 1975). Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain aktivitas biologis misalnya fotosintesis dan respirasi organisme, suhu serta keberadaan ion-ion atau kandungan mineral perairan. Menurut Odum (1971), dalam Azizah (2006), pH yang baik untuk pertumbuhan alga adalah 5-8. Derajat keasaman dalam sistem perairan merupakan suatu variabel yang sangat penting karena mampu mempengaruhi konsentrasi logam berat di perairan. Kenaikan pH pada badan perairan biasanya akan diikuti dengan semakin kecilnya kelarutan dari senyawa-senyawa logam. Umumnya, pada pH yang semakin tinggi, maka kestabilan akan bergeser dari karbonat ke hidroksida. Hidroksida ini mudah sekali membentuk ikatan permukaan dengan partikel-partikel yang terdapat pada badan perairan (Palar, 1994).

### **2.8 Metode Adisi Standar Secara SSA**

Teknik analisis yang paling baik dan cukup teliti untuk logam adalah dengan SSA, sedangkan untuk analisis hasil pengukuran yang dipakai dalam SSA

yaitu metode kurva kalibrasi dan metode adisi standar. Metode adisi standar sangat efektif dipakai untuk bahan-bahan yang kompleks dan banyak ion-ion pengganggu serta konsentrasi sampel yang rendah. Metode ini dilakukan dengan menambahkan larutan standar ke dalam larutan cuplikan dan pengukuran absorbansi terhadap larutan cuplikan maupun campuran cuplikan dan standar (Sunarto,1996).

Metode adisi standar yaitu dengan memasukkan larutan sampel ( $V_x$ ) dengan konsentrasi ( $C_x$ ) ke dalam beberapa labu ukur dengan volume( $V_t$ ), kemudian ke dalam tiap labu ukur tersebut ditambahkan larutan standar dengan volume berbeda dengan konsentrasi yang telah ditentukan ( $C_s$ ). Hasil pengukuran konsentrasi standar ditambah sampel dibuat kurva sebagai berikut:



**Gambar 2.2.** Grafik hubungan absorbansi dan konsentrasi dalam metode adisi standar (Ardiyanti, 2005)

Kurva yang sering digunakan dalam SSA adalah kurva hubungan antara absorban ( $A$ ) dengan Konsentrasi ( $C$ ). Menurut John (1980) dalam Ardiyanti (2005), interval yang baik untuk hasil pengukuran adalah  $A = 0,2 - 0,8$ .

## 2.9 Analisis Korelasi

Analisis korelasi adalah metode statistika yang digunakan untuk menentukan suatu besaran yang menyatakan bagaimana kuat hubungan suatu variabel dengan variabel lain dengan tidak mempersoalkan apakah suatu variabel

tertentu tergantung kepada variabel lain (Sekaran, 2010). Semakin nyata hubungan linier (garis lurus), maka semakin kuat atau tinggi derajat hubungan garis lurus antara kedua variabel atau lebih. Terdapat dua dari beberapa teknik korelasi yang sangat populer sampai sekarang yaitu korelasi pearson product moment dan korelasi rank spearman.

Korelasi Pearson merupakan korelasi sederhana yang hanya melibatkan satu variabel terikat (*dependent*) dan satu variabel bebas (*independent*). Korelasi Pearson menghasilkan koefisien korelasi yang berfungsi untuk mengukur kekuatan hubungan linier antara dua variabel. Jika hubungan dua variabel tidak linier, maka koefisien korelasi Pearson tersebut tidak mencerminkan kekuatan hubungan dua variabel yang sedang diteliti, meski kedua variabel mempunyai hubungan kuat. Koefisien korelasi ini disebut koefisien korelasi Pearson karena diperkenalkan pertama kali oleh Karl Pearson tahun 1990 (Firdaus, 2009). Seperti yang diungkapkan oleh Ronny Kountur (2009), bahwa data yang berskala interval atau rasio dapat menggunakan korelasi Pearson. Selain itu, signifikansinya tidak hanya harus memenuhi persyaratan pengukuran tersebut, tetapi harus pula menganggap data berdistribusi normal. Simbol untuk korelasi Pearson adalah “p” jika diukur dalam populasi, dan “r” jika di ukur dalam sampel. Koefisien korelasi adalah ukuran yang dipakai untuk mengetahui derajat hubungan antara variabel-variabel (Siregar, 2013).

Nilai koefisien korelasi berada di antara  $-1 < 0 < 1$  yaitu apabila  $r = -1$  korelasi negatif sempurna, artinya taraf signifikansi dari pengaruh variabel x terhadap variabel y sangat lemah dan apabila  $r = 1$  korelasi positif sempurna, artinya taraf signifikansi dari pengaruh variabel x terhadap variabel y sangat kuat.

Jika koefisien korelasi menunjukkan angka 0, maka tidak terdapat hubungan antara dua variabel yang dikaji. Jika hubungan dua variabel linier sempurna, maka sebaran data tersebut akan membentuk garis lurus. Sekalipun demikian pada kenyataannya kita akan sulit menemukan data yang dapat membentuk garis linier sempurna (Sudjana, 2005).

Syarat-syarat data yang digunakan dalam Korelasi Pearson, diantaranya:

1. Bersekala interval/ rasio
2. Variabel X dan Y harus bersifat independen satu dengan lainnya
3. Variabel harus kuantitatif simetris

Adapun menurut Riduwan (2010), interpretasi koefisien korelasi adalah sebagai berikut:

**Tabel 1.** Interpretasi Koefisien Korelasi

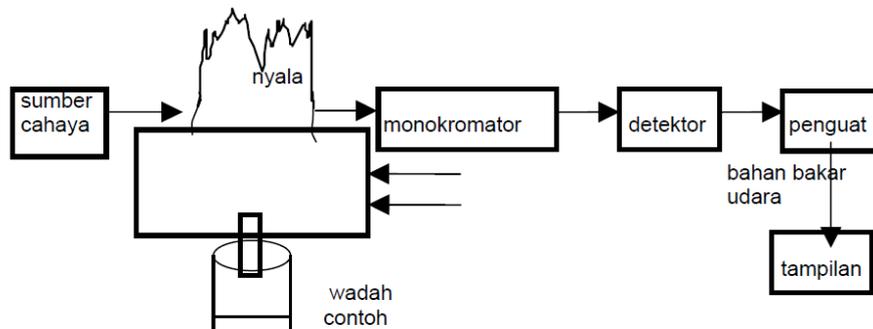
<b>Interval koefisien</b>	<b>Tingkat Hubungan</b>
0,80-1,000	Sangat kuat
0,60-0,799	Kuat
0,40-0,599	Cukup kuat
0,00-0,199	Sangat rendah

## **2.10 Spektrofotometer Serapan Atom (SSA)**

Spektrofotometri adalah ilmu yang mempelajari tentang penggunaan spektrofotometri. Spektrofotometer adalah alat yang digunakan untuk mengukur energi secara relatif jika energi tersebut ditransmisikan, direfleksikan atau diemisikan sebagai fungsi dari panjang gelombang. Spektrofotometer menghasilkan sinar dari spektrum dengan panjang gelombang tertentu dan fotometer adalah alat pengukur intensitas cahaya yang ditransmisikan atau yang diabsorpsi. Spektrofotometri dirancang untuk mengukur konsentrasi yang ada

dalam suatu sampel, dimana molekul yang ada dalam sel sampel disinari dengan cahaya yang memiliki panjang gelombang tertentu (Neldawati.,dkk, 2013).

Skema alat spektrofotometer serapan atom dapat dilihat pada Gambar 2.2.



**Gambar 2.3** Skema Umum Komponen pada Alat SSA (Haswell, 1991).

Setiap bagian peralatan optik dari spektrofotometer serapan atom memegang fungsi dan peranan tersendiri yang saling terkait satu sama lainnya.

Berikut merupakan uraian bagian-bagian dari spektrofotometer serapan atom:

1. Sumber cahaya

Sumber cahaya dalam spektrofotometer serapan atom digunakan untuk menghasilkan sinar yang dapat diserap oleh atom-atom dari unsur yang diukur sesuai dengan panjang gelombangnya karena setiap atom menyerap cahaya pada panjang gelombang yang sangat spesifik sesuai dengan sifat unturnya. Sumber cahaya yang umum digunakan pada spektrofotometer serapan atom adalah *Hollow Cathode Lamp* (HCL) atau lampu katoda berongga (Levinson, 2001).

Berdasarkan sumber panas yang digunakan maka terdapat dua metode atomisasi yang dapat digunakan dalam spektrofotometer serapan atom:

- a. Atomisasi menggunakan nyala.

Pada atomisasi menggunakan nyala, digunakan gas pembakar untuk memperoleh energi kalor yang akan mengubah sampel yang berupa padatan atau

cairan menjadi bentuk uap atomnya sehingga didapatkan atom bebas dalam keadaan gas. Temperatur yang dapat dicapai oleh nyala ini tergantung dari gas-gas yang digunakan contohnya gas asetilen-dinitrogen oksida ( $N_2O$ ) sebesar  $2600-2800^\circ C$ . Pemilihan oksidan bergantung kepada suhu nyala dan komposisi yang diperlukan untuk pembentukan atom bebas.

b. Atomisasi tanpa nyala (*flameless atomization*).

Pada atomisasi tanpa nyala digunakan energi listrik seperti pada atomisasi tungku grafit (grafit furnace atomization). Teknik atomisasi tanpa nyala dapat digunakan untuk mengatasi kekurangan dari teknik nyala seperti kurangnya kepekaan, jumlah sampel, dan penyiapan sampel. Jumlah sampel yang digunakan pada teknik tanpa nyala lebih sedikit bila dibandingkan dengan teknik nyala dan sampel yang dianalisis dapat langsung berupa padatan sehingga tidak memerlukan tahap destruksi terlebih dahulu. Waktu dan temperatur pemanasan tanpa nyala dilakukan dengan cara terprogram (Cantle, 1982).

## 2. Sel Atom

Instrumen spektrofotometer serapan atom memiliki sel atom yang berfungsi untuk menghasilkan atom-atom bebas dalam wujud gas dengan sistem atomisasi nyala. Prinsip dari sistem atomisasi nyala yaitu larutan sampel yang mengandung logam dalam bentuk garam akan diubah menjadi aerosol yang halus dari larutan sampel dengan dilewatkan pada nebulizer atau proses ini disebut sebagai nebulisasi, kemudian dengan adanya penguapan pelarut, butiran aerosol akan menjadi padatan. Setelah itu, terjadi perubahan bentuk dari padatan menjadi gas dan senyawa yang terdapat di dalam sampel akan berdisosiasi menjadi bentuk

atom-atom bebas. Atom tersebut akan mengalami proses eksitasi atom dari tingkat dasar ke tingkat yang lebih tinggi (Cantle, 1982).

### 3. Monokromator

Monokromator merupakan suatu alat yang diletakkan diantara nyala dan detektor pada suatu rangkaian instrumentasi spektrofotometer serapan atom. Monokromator adalah sebuah piranti yang berfungsi untuk mengisolasi atau memisahkan dan mengontrol suatu berkas radiasi yang tidak diperlukan dari spektrum radiasi lain yang dihasilkan oleh suatu sumber yang berkesinambungan (*Hollow Cathode Lamp*) dengan kemurnian spektral yang tinggi serta dengan panjang gelombang tertentu. Terdapat dua jenis monokromator yang dipakai yaitu monokromator celah dan kisi difraksi (Day dan Underwood, 2002).

### 4. Detektor

Detektor merupakan salah satu bagian dari spektrofotometer serapan atom yang berfungsi mengubah sinyal radiasi yang diterima menjadi sinyal elektronik atau mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, dimana energi listrik yang dihasilkan digunakan untuk mendapatkan data. Detektor yang digunakan memiliki beberapa sifat, seperti kepekaan yang tinggi, respon yang linier terhadap daya radiasi, dapat digandakan, waktu respon yang cepat, kestabilan tinggi atau tingkat noise yang rendah dan mempunyai respon tetap pada daerah panjang gelombang pengamatan (Day dan Underwood, 2002).

### 5. Alat pembaca

Alat pembaca merupakan suatu alat yang telah dikalibrasi untuk pembacaan suatu transmisi atau absorpsi. Hasil pembacaan dapat berupa angka, gambar

maupun dalam bentuk kurva yang menggambarkan nilai serapan atau intensitas emisi (Gandjar dan Rohman, 2007).

Prinsip dasar Spektrofotometri serapan atom (SSA) adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk analisis zat pada konsentrasi rendah. Teknik ini adalah teknik yang paling umum dipakai untuk analisis unsur. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorpsi dari uap atom. Komponen kunci pada metode spektrofotometri serapan atom adalah sistem atau alat yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel. Cara kerja Spektroskopi serapan atom ini adalah berdasarkan atas penguapan larutan sampel kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas. Atom tersebut mengabsorpsi radiasi dari sumber cahaya yang dipancarkan dari lampu katoda (*hollow cathode lamp*) yang mengandung unsur yang akan ditentukan (Khopkar, 2010). Cahaya yang diserap diukur sebagai absorpsi (A) sedangkan cahaya yang dihamburkan diukur sebagai transmisi (T), dinyatakan dengan hukum Lambert Beer atau hukum Beer yang berbunyi, “jumlah radiasi cahaya tampak yang diserap atau ditransmisikan oleh suatu larutan merupakan suatu fungsi eksponen dari konsentrasi zat (Neldawati.,dkk, 2013).