

**SKRIPSI**

**ANALISIS POLA PENYEBARAN LOGAM KROMIUM (Cr)  
PADA PANTAI LASUSUA KABUPATEN KOLAKA UTARA  
SULTRA DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**AMIRUL WAIS ALQARNI  
D121 16 308**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**SKRIPSI**

**ANALISIS POLA PENYEBARAN LOGAM KROMIUM (Cr)  
PADA PANTAI LASUSUA KABUPATEN KOLAKA UTARA  
SULTRA DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS (SIG)**

**Disusun dan diajukan oleh:**

**AMIRUL WAIS ALQARNI  
D121 16 308**



**PROGRAM STUDI SARJANA TEKNIK LINGKUNGAN  
FAKULTAS TEKNIK  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
GOWA  
2023**

**LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI****ANALISIS POLA SEBARAN LOGAM KROMIUM (CR)  
PADA PANTAI LASUSUA KOLAKA UTARA SULTRA  
DENGAN SISTEM INFORMASI GEOGRAFIS**

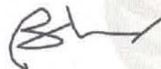
Disusun dan diajukan oleh

**Amirul Wais Alqarni**  
**D12116308**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka  
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Teknik Lingkungan  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin  
Pada tanggal 12 Juli 2023  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama,



Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.  
NIP 197506232015042001

Pembimbing Pendamping,



Nur An-nisa Putry Mangarengi, S.T., M.Sc  
NIP 199201142019016001

Ketua Departemen Teknik Lingkungan,



Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., IPM.  
NIP 197204242000122001

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini ;  
Nama : Amirul Wais Alqarni  
NIM : 121 16 308  
Program Studi : Teknik Lingkungan

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan yang berjudul

**Analisis Pola Penyebaran Logam Kromium (Cr) Pada Pantai Lasusua Kolaka  
Utara Sul-Tra Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG)**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain dan bahwa skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Semua informasi yang ditulis dalam skripsi yang berasal dari penulis lain telah diberi penghargaan, yakni dengan mengutip sumber dan tahun penerbitannya. Oleh karena itu semua tulisan dalam skripsi ini sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. Apabila ada pihak manapun yang merasa ada kesamaan judu l dan atau hasil temuan dalam skripsi ini, maka penulis siap untuk diklarifikasi dan mempertanggungjawabkan segala resiko.

Segala data dan informasi yang diperoleh selama proses pembuatan skripsi, yang akan dipublikasi oleh Penulis di masa depan harus mendapat persetujuan dari Dosen Pembimbing.

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

Gowa, 13 Juli 2023

Yang Menyatakan  
  
Amirul Wais Alqarni



## KATA PENGANTAR

Puji Syukur Puji dan syukur penulis panjatkan kehadiran Allah Subhanahu Wata'ala karena atas rahmat, hidayah dan izin-Nya lah sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **Analisis Pola Penyebaran Logam Kromium (Cr) Pada Pantai Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Sultra Dengan Sistem Informasi Geografis (SIG)**: Shalawat serta salam penulis curahkan kepada junjungan kita, Rasulullah SAW, yang telah mengantar umat manusia menuju masa yang terang benderang.

Tugas akhir ini disusun sebagai salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Teknik (S.T.) pada jenjang S-1 Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari banyak kesulitan yang dihadapi selama penyusunan tugas akhir ini, namun berkat bantuan bimbingan, nasehat dan doa dari segala pihak, membuat penulis mampu menyelesaikan tugas akhir ini.

Ucapan terima kasih sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada kedua orang tua penulis yakni Drs. Majenung Hamid, S.H.,M.H. dan Sartiana yang telah memberikan doa, kasih sayang, dukungan dan sebagainya yang tidak bisa penulis ungkapkan semuanya.

Pada kesempatan ini pula, penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc., selaku Rektor Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Dr. Eng. Ir. Muhammad Isran Ramli, S.T., M.T. dan Bapak Prof. Ir. Baharuddin Hamzah, S.T., M.Arch., Ph.D. selaku Dekan dan Wakil Dekan I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Ir. Muralia Hustim, S.T., M.T., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Ibu Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T. selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Nur an-nisa Putry Mangarengi, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing II yang senantiasa meluangkan waktu dalam membimbing serta memberikan arahan dan masukan kepada penulis selama penyelesaian skripsi.
5. Seluruh Staf dan Karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin terkhusus Ibu Sumi, Kak Olan dan Kak Tami yang telah banyak membantu

penulis dalam proses administrasi.

6. Keluarga Besar Kontrakan KONOHA (Wahyudi, Vikrin, Fajar, Dodi, Fadil, dan Rama) yang selalu menghibur serta terus memberikan semangat dan bantuan kepada penulis.
7. Saudara Fadhil Inyanto Saud, S.T. selaku Sekertaris angkatan dan saudari Dian Lestari Hi Lolo selaku Bendahara Angkatan PATRON 2017 yang telah kebersamai berproses dari awal hingga *till the end*.
8. Saudara-saudari Se-Patron 2016 (SIPIIL & LINGKUNGAN 2016) tanpa terkecuali yang telah sama-sama berproses dari awal *till the end*.
9. Dinda-dinda junior Angkatan 2017,2018,2019,2020,2021, dan 2022. yang telah membantu penulis pada masa-masa akhir perkuliahan penulis.

Serta kepada seluruh pihak yang tidak dapat disebutkan satu-persatu. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun. Akhir kata semoga tugas akhir ini dapat bermanfaat untuk perkembangan ilmu pengetahuan

Gowa, 13 Juli 2023

Penulis

## ABSTRAK

**AMIRUL WAIS ALQARNI.** *Analisis Pola Sebaran Kromium (Cr) Pada Pantai Lasusua Kolaka Utara Sultra.* (dibimbing oleh Roslinda Ibrahim dan Nur An-nisa Putry Mangarengi)

Perairan laut merupakan tempat akumulasi berbagai jenis kontaminan yang berasal dari aktivitas di daratan maupun di laut. Kontaminan tersebut dibawa oleh aliran air sungai yang menjadi tempat pembuangan limbah dari berbagai aktivitas manusia, termasuk industri. Salah satu kontaminan yang menjadi perhatian adalah logam berat, terutama kromium. Keberadaan kandungan logam berat yang tinggi pada perairan laut berdampak negatif terhadap kehidupan organisme melalui rantai makanan. Kromium memiliki sifat yang sangat toksik, korosif, karsinogenik, dan memiliki kelarutan yang tinggi.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kelimpahan kadar kromium dan persebarannya pada kawasan pesisir pantai Kecamatan Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Provinsi Sulawesi Tenggara. Tujuan lainnya adalah untuk menganalisis pengaruh suhu, pH, DO (Dissolved Oxygen), Total Suspended Solid (TSS), dan salinitas terhadap kromium di pantai Lasusua. Penelitian ini juga bertujuan untuk menghasilkan data yang dapat digunakan dalam perencanaan dan pengembangan pengelolaan limbah cair.

Penelitian ini menggunakan Metode Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk menganalisis kelimpahan kadar kromium dan persebarannya. Data diolah dan divisualisasikan dalam bentuk peta menggunakan ArcGIS, yang memungkinkan pemetaan berbagai informasi geografis, seperti titik, garis, ruang, dan raster. Penelitian dilakukan di Pantai Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, dengan mengambil sampel dari 3 titik. Parameter yang diamati meliputi suhu, pH, DO, TSS, dan salinitas, serta konsentrasi kromium.

Hasil Penelitian menunjukkan bahwa kandungan logam berat Kromium (Cr) rata-rata pada Stasiun 1 sebesar 11,9816 mg/l, pada stasiun 2 sebesar 12,8940 mg/l dan pada stasiun 3 14,4742 mg/l. Dimana kadar ini melewati baku mutu Kep-MENLH 51 Tahun 2004.. Hasil penelitian juga akan menunjukkan pola penyebaran logam kromium di pantai Lasusua menggunakan SIG.

Kata kunci : Sistem Informasi Geografis, Logam kromium, Kecamatan Lasusua.

## **ABSTRACT**

**AMIRUL WAIS ALQARNI.** *Analysis of Distribution Patterns of Chromium (Cr) in Lasusua Beach, North Kolaka, Sultra* (supervised by Roslinda Ibrahim and Nur An-nisa Putry Mangarengi)

The sea is a place where various types of contaminants from activities on land and in the sea accumulate. These contaminants are carried by river water, which serves as a disposal site for waste from various human activities, including industries. One of the contaminants of concern is heavy metals, particularly chromium. The presence of high levels of heavy metals in the sea negatively impacts organisms through the food chain. Chromium is highly toxic, corrosive, carcinogenic, and highly soluble.

This study aims to determine the abundance and distribution of chromium levels in the coastal areas of Lasusua District, North Kolaka Regency, Southeast Sulawesi Province. Another objective is to analyze the influence of temperature, pH, dissolved oxygen (DO), total suspended solids (TSS), and salinity on chromium in Lasusua Beach. This research also aims to generate data that can be used in the planning and development of wastewater management.

This study uses the Geographic Information System (GIS) method to analyze the abundance and distribution of chromium levels. Data is processed and visualized in the form of maps using ArcGIS, which allows mapping of various geographical information such as points, lines, polygons, and raster. The research is conducted in Lasusua Beach, North Kolaka Regency, with sampling at specific points. The parameters observed include temperature, pH, DO, TSS, salinity, and chromium concentration.

The research results indicate that the average content of heavy metal Chromium (Cr) at Station 1 is 11.9816 mg/l, at Station 2 is 12.8940 mg/l, and at Station 3 is 14.4742 mg/l. These levels exceed the quality standard of Kep-MENLH 51 Year 2004. The research results will also show the distribution pattern of chromium metal in Lasusua beach using GIS (Geographic Information System).

Keywords: Pollution, seawater quality, chromium metal, distribution pattern.



## DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	iii
PERNYATAAN KEASLIAN.....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
ABSTRAK.....	vii
<i>ABSTRACT</i> .....	viii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR GAMBAR .....	xii
DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL .....	xiii
<b>BAB 1 PENDAHULUAN .....</b>	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian .....	3
1.4 Manfaat Penelitian .....	3
1.5 Ruang Lingkup .....	4
<b>BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>5</b>
2.1 Definisi Air .....	5
2.2 Klasifikasi Perairan Air Laut .....	7
2.3 Pencemaran Limbah Cair.....	9
2.4 Logam Kromium .....	10
2.4.1 Pengertian Logam Kromium .....	10
2.4.2 Pencemaran Logam Kromium di Perairan Laut .....	12
2.4.3 Toksikologi Kromium pada Lingkungan Perairan .....	12
2.4.4 Faktor yang Mempengaruhi Konsentrasi dan Toksisitas Logam Kromium .....	13
2.4.5 Gangguan Kesehatan Paparan Kromium.....	16
2.5.6 Industri Penghasil Limbah Logam Kromium .....	17
2.5 Parameter Kualitas Air.....	18
2.5.1 Suhu .....	18
2.5.2 Derajat Keasaman (pH) .....	18
2.5.2 Salinitas .....	19
2.5.3 <i>Total Suspended Solid (TSS)</i> .....	19
2.5.4 Oksigen Terlarut .....	19
2.6 Baku Mutu Air Laut.....	20
2.7 Analisis Data.....	20
2.7.1 Konsep software ArcGis.....	20
2.7.2 Analisis pola sebaran menggunakan <i>Arcgis</i> .....	21
2.7.3 Google Earth.....	23
2.7.4 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) .....	24
2.8 Referensi Jurnal Terdahulu.....	31
<b>BAB 3 METODOLOGI PENELITIAN.....</b>	<b>34</b>
3.1 Rancangan Penelitian.....	34
3.1.1 Variabel Bebas.....	34
3.1.2 Variabel Terikat .....	35
3.2 Matriks Penelitian.....	35
3.3 Waktu dan Lokasi Penelitian .....	35
3.3.1 Waktu Penelitian.....	35
3.3.2 Lokasi Penelitian .....	36
3.4 Alat dan Bahan .....	37
3.4.1 Alat Penelitian .....	37
3.4.2 Bahan Penelitian .....	37

3.5	Populasi dan Sampel.....	37
3.6	Pelaksanaan Penelitian.....	38
3.7	Teknik Pengumpulan Data.....	38
3.7.1	Penentuan Stasiun Laut.....	39
3.7.2	Penentuan Titik Pengambilan Sampel .....	39
3.7.3	Pengambilan Data.....	40
3.8	Pengujian Parameter Kualitas Air.....	43
3.8.1	Pengujian Suhu .....	43
3.8.2	Pengukuran Derajat Keasaman (pH) .....	44
3.8.3	Pengujian Total Suspended Solid (TSS).....	45
3.8.4	Pengujian Oksigen Terlarut (DO).....	47
3.8.5	Salinitas .....	47
3.9	Pengujian Logam Berat Kromium.....	47
3.10	Teknik Analisis Data .....	48
3.10.1	Analisis Kadar Logam Berat.....	48
3.10.2	Analisis Sebaran (Pemetaan) Konsentrasi Kromium.....	49
<b>BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>51</b>
4.1.	Konsentrasi Bahan Pencemar pada Pantai Lasusua.....	51
4.1.1	Suhu .....	51
4.1.2	Salinitas .....	53
4.1.4	Derajat Keasaman pH .....	55
4.1.5	Oksigen Terlarut (DO).....	57
4.1.3	<i>Total Suspended Solid</i> .....	58
4.2	Pengaruh Suhu, pH, DO, Total Suspended Solid dan Salinitas terhadap Kromium.....	60
4.2.1	Keterkaitan Logam Kromium dan Suhu .....	60
4.2.1	Keterkaitan Logam Kromium dan Salinitas.....	61
4.2.2	Keterkaitan Logam Kromium dan Derajat Keasaman .....	61
4.2.3	Keterkaitan Logam Kromium dan Oksigen Terlarut .....	62
4.2.4	Keterkaitan Logam Kromium dan Total Suspended Solid .....	62
4.3.	Konsentrasi Parameter Logam Kromium .....	62
4.4.	Analisis Data.....	65
4.4.1	Parameter Logam Berat Menggunakan Arcgis.....	65
<b>BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>		<b>67</b>
5.1	Kesimpulan .....	67
5.2	Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>		<b>69</b>
<b>Lampiran .....</b>		<b>74</b>

## DAFTAR TABEL

Tabel 1 Daftar Industri Penghasil Limbah Logam Kromium (Cr).....	17
Tabel 2 Baku Mutu Air Laut.....	20
Tabel 3 Temperatur nyala dengan berbagai bahan bakar.....	26
Tabel 4 Jurnal Terdahulu yang relevan dengan penelitian.....	31
Tabel 5 Segmentasi perairan laut Lasusua.....	35
Tabel 6 Titik pengambilan contoh uji perairan yang tidak di pengaruhi oleh air sungai berdasarkan kedalaman.....	40
Tabel 7 Hasil Pengukuran Suhu Air Laut Lasusua di Lokasi Penelitian .....	52
Tabel 8 Hasil pengukuran Parameter Salinitas.....	54
Tabel 9 Hasil Pengukuran pH perairan Laut Lasusua di lokasi penelitian.....	55
Tabel 10 Hasil Pengukuran Parameter DO .....	57
Tabel 11 TSS Perairan Laut Lasusua di Lokasi Penelitian .....	59
Tabel 12 Hasil Pengukuran Logam Berat Kromium (Cr) .....	63

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1 Skema Komponen Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom .....	25
Gambar 2 Lampu katoda berongga .....	27
Gambar 3 Lokasi Pengambilan Sampel Perairan Kecamatan Lasusua.....	36
Gambar 4 Laboratorium Kualitas Air .....	37
Gambar 5 Pengukuran titik kordinat menggunakan GPS .....	41
Gambar 6 Pengukuran Kedalaman dengan Tali Pemberat.....	41
Gambar 7 Pengambilan Sampel dengan Van Dorn Water Sampler.....	42
Gambar 8 Pengambilan sampel menggunakan Grab Sampler .....	42
Gambar 9 Prosedur Penyimpanan Sampel dengan cool box.....	43
Gambar 10 Prosedur Pengujian Suhu dengan Termometer .....	44
Gambar 11 Prosedur Pengukuran pH dengan pH meter .....	44
Gambar 12 Prosedur Pengujian Total Suspended Solid (TSS) Metode Gravimetri .....	46
Gambar 13 Prosedur Analisis Spasial pada <i>ArcGIS</i> .....	49
Gambar 14 Diagram Alir Penelitian .....	50
Gambar 15 Grafik pengukuran parameter suhu .....	53
Gambar 16 Grafik Parameter Salinitas .....	54
Gambar 17 Grafik Parameter Derajat Keasaman (pH) .....	56
Gambar 18 Grafik parameter DO .....	58
Gambar 19 Grafik Parameter Total Suspended Solid .....	59
Gambar 20 Grafik Logam Berat Kromium (Cr) .....	64
Gambar 21 Hasil Nilai Kromium pada Titik Pengambilan Sampel.....	64
Gambar 22 Peta Analisis Spasial Kadar Cr Pantai Lasusua Kolaka Utara .....	65

## DAFTAR SINGKATAN DAN ARTI SIMBOL

Lambang/Singkatan	Arti dan Keterangan
A	Kekekruhan dalam NTU yang diencerkan
A <sub>x</sub>	Absorbansi zat sampel
A <sub>T</sub>	Bsorbansi zat sampel
BT	Bujur Timur
BU	Bujur Utara
C <sub>m</sub>	Kromium
Cr	Kromium
Cr <sup>3+</sup>	Kromium Trivalen
Cr <sup>6+</sup>	Kromium Heksavalen
CH <sub>4</sub>	HidroKarbon
CO <sub>2</sub>	Karbon dioksida
C <sub>s</sub>	Konsentrasi zat standar yang ditambahkan larutan
C <sub>x</sub>	Konsentrasi zat sampel
D	Kedalaman
DO	<i>Dissolve Oksigen</i>
fp	Faktor Pengenceran
g/cm <sup>3</sup>	Gram per sentimeter kubik
GPS	<i>Global Position System</i>
IDW	<i>Invers Distance Weighted</i>
km	Kilometer
km <sup>2</sup>	Kilometer Persegi
LIPI	Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia
Mdpl	Meter diatas Permukaan Laut
mg	Milligram
ml	mililiter
mg/L	Milligram per liter
mm	Milimeter
m <sup>3</sup>	Meter kubik
m <sup>3</sup> /s	Meter kubik per detik

---

N <sub>2</sub>	Nitrogen
NaCl	Natrium Klorida
NTU	Kekeruhan
O <sub>2</sub>	Oksigen
PP	Peraturan Pemerintah
ppm	<i>Parts per milion</i>
pH	<i>Power of Hydrogen</i>
T	Titik
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>
PP	Peraturan Pemerintah
°C	Derajat Celcius
SNI	Standar Nasional Indonesia
SSA	Spektrofotometri Serapan Atom
ST	Stasiun
TSS	<i>Total Suspended Solid</i>
V	Volume
W <sub>0</sub>	Berat media penyaring awal
W <sub>1</sub>	Berat media penyaring akhir
WHO	<i>World Health Organization (WHO)</i>
DHHS	<i>The Department of Health and Human Service</i>
EPA	<i>The Environment Protection Agency (EPA)</i>
Zn	Seng

---

## **BAB 1 PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Perairan laut merupakan media terakhir terakumulasinya berbagai jenis kontaminan yang berasal dari kegiatan yang ada di daratan maupun di lautan. Kontaminan yang berasal dari daratan masuk ke perairan laut dibawa melalui aliran air sungai yang menjadi tempat pembuangan limbah dari berbagai aktivitas manusia termasuk di dalamnya kegiatan industri. Selain sungai, laut juga dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan limbah. Permasalahan pencemaran baru akan terjadi pada perairan laut muncul ketika jumlah limbah yang masuk ke perairan telah melebihi kemampuan atau kapasitas asimilasinya. Dimana hal ini terjadi sejalan dengan perkembangan aktivitas manusia yang pada umumnya hanya berorientasikan pada pertumbuhan ekonomi (Agustina, 2015).

Pencemaran laut didefinisikan sebagai dampak negatif atau pengaruh yang membahayakan kelangsungan hidup biota laut dan kenyamanan ekosistem laut, serta manusia. Pencemaran laut secara langsung maupun tidak langsung dapat disebabkan oleh pembuangan limbah ke dalam laut, dimana salah satu bahan pencemar utama yang terkandung dalam limbah adalah logam berat beracun (Saru dan Amri, 2000 dalam H, Meilaty, 2005).

Kontaminan yang sering menjadi perhatian adalah logam berat. Keberadaan kandungan logam berat yang tinggi pada perairan laut berpengaruh terhadap kehidupan organisme melalui sistem rantai makanan (Meador, 2005, Wahid, 2006). Salah satu logam berat yang menjadi parameter kualitas air laut adalah Kromium. Dampak bahaya dari logam berat kromium cukup besar dan harus diwaspadai, di perairan kromium bersifat sangat toksik, korosif, karsinogenik dan memiliki kelarutan yang sangat tinggi (W.Imaningsih, 2019).

Kromium merupakan salah satu logam berat yang mencemari lingkungan karena bersifat toksik dalam kadar yang berlebih. Di lingkungan, kromium terdapat dalam tiga bentuk teroksidasi, yaitu Cr(II), Cr(III) dan Cr(VI) (Slamet, 2003). Dalam penyamakan kulit, limbah padat dan cair mengandung Cr(III) dan Cr(VI). Hexavalent chromium (Cr(VI)) lebih bersifat toksik daripada trivalent

chromium Cr(III). Di alam logam krom dapat mengalami transformasi bila kondisi lingkungannya sesuai (Triatmojo, S, 2001).

Banyak persoalan yang terjadi akibat yang di timbulkan oleh polutan logam khususnya logam berat kromium, mulai dari matinya ratusan ikan, udang dan rajungan sampai dengan ribuan nelayan yang semakin miskin hidupnya karena hilangnya mata pencaharian mereka dan juga masalah kesehatan yang diderita oleh masyarakat di sekitar perairan Kecamatan Lasusua.

Penghasil limbah Kromium (Cr) di perairan Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara yaitu industri pertambangan nikel yang berada di Desa Totallang bagian selatan Kecamatan Lasusua. Limbah cair yang merupakan pencampuran antara air dan sedimen ini jika tidak diolah dan diendapkan secara maksimal maka akan menurunkan kualitas air laut. Air laut dapat berubah jadi merah dan dapat merusak habitat ikan maupun terumbu karang yang hidup di sekitaran *outlet* pembuangan limbah cair tersebut. Hal ini merupakan salah satu dampak yang dapat dilihat sebagai akibat dari aktivitas pertambangan seperti meningkatnya kekeruhan perairan pesisir dan semakin masifnya sedimentasi pada pesisir secara keseluruhan. Untuk itu perlu dilakukan pengendalian kualitas air baik untuk limbah cair maupun air laut.

Sistem Informasi Geografis (SIG) merupakan program yang digunakan untuk mengolah data dan informasi geografis. Hasil olahannya berbentuk visualisasi peta dan biasa digunakan dalam bidang yang berhubungan dengan spasial.ada 4 jenis penandaan dalam ArcGIS, yaitu: *points* (titik), *lines* (garis), *polygon* (ruang), dan raster. Titik biasanya menunjukkan tanda landmark, ArcGIS memiliki grafis dan format pendataan yang kompleks. Visualisasi peta dalam ArcGIS dihasilkan dengan memproses banyak input informasi dan menggabungkannya ke dalam satu gambar peta.

Maka dari itu dilakukan penelitian yang bertujuan mengetahui kelimpahan kadar kromium serta mengetahui bagaimana persebaran kromium pada kawasan pesisir pantai Kecamatan Lasusua dengan menggunakan SIG. Penelitian ini juga didasari karena belum adanya penelitian terdahulu terkait persebaran kadar kromium pada kawasan pesisir pantai Kecamatan Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Provinsi Sulawesi Tenggara. Diharapkan hasil dari penelitian ini dapat



menjadi acuan dalam berbagai perencanaan serta pengembangan dalam pengelolaan limbah cair. Khususnya pada pemerintah Kabupaten Kolaka Utara tidak mengaggap remeh masalah limbah cair dan turut serta berkontribusi dalam pengembangan ilmu pengetahuan terkait limbah cair dan memberi solusi bagi permasalahan-permasalahan yang dihasilkan oleh limbah cair khususnya Kromium, serta menjadi referensi untuk penelitian selanjutnya.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dapat dirumuskan permasalahan pada penelitian ini adalah:

1. Seberapa besar konsentrasi bahan pencemar pada tiap titik pengambilan sampel di pantai Lasusua Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara?
2. Bagaimana pengaruh suhu, pH, DO, *Total Suspended Solid* dan salinitas terhadap kromium (Cr) pada pantai laut Lasusua?
3. Bagaimana persebaran konsentrasi (Cr) pada panti Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara?

## **1.3 Tujuan Penelitian**

Adapun Tujuan yang ingin dicapai dari pelaksanaan penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Menganalisis konsentrasi bahan pencemar pada titik sampel di pantai Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Sulawesi Tenggara.
2. Menganalisis pengaruh Suhu, pH, DO, *Total Suspended Solid* dan Salinitas terhadap kromium di pantai laut Lasusua.
3. Menganalisis pola penyebaran logam kromium (Cr) di pantai Lasusua Kabupaten Kolaka Utara Sulawesi Tenggara dengan menggunakan Sistem Informasi Geografis (SIG).

## **1.4 Manfaat Penelitian**

Manfaat yang menjadi harapan dari terlaksananya penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut.

1. Manfaat bagi Departemen Teknik Lingkungan

Dapat dijadikan acuan untuk generasi-generasi selanjutnya yang berada di lingkup Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin khususnya yang mengambil konsentrasi dibidang Kualitas Air dalam mengerjakan tugas, karya tulis ilmiah, pembuatan laporan praktikum dan penyelesaian tugas akhir.

## 2. Manfaat Bagi Masyarakat

Membuktikan secara ilmiah, memberikan pengetahuan serta informasi mengenai keberadaan limbah cair logam Kromium yang nantinya diharapkan masyarakat dapat menyadari dampak buruk dari logam kromium kemudian mereka mendukung pemerintah dalam pencegahan sebaran kromium khususnya di pantai Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara

## 3. Bagi Peneliti

Sebagai syarat untuk menyelesaikan studi dan mendapat gelar ST (Sarjana Teknik) di Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin serta menjadi pengembangan kemampuan dari ilmu yang telah didapat yang nantinya berguna jika ingin melakukan penelitian lanjutan mengenai pola sebaran kromium pada air laut.

## 1.5 Ruang Lingkup

Agar penelitian ini dapat berjalan dengan efektif dan mencapai tujuan maka dibuat batasan-batasan yang mencakup sebagai berikut:

1. Lokasi Penelitian ini dilakukan di Kawasan Pantai Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara dan Laboratorium.
2. Lokasi Pengambilan sampel dilakukan pada permukaan pantai yang berada di kawasan Pantai Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara.
3. Pengujian akhir yaitu menganalisis persebaran dan kelimpahan kromium (Cr) pada air permukaan di kawasan Pantai Lasusua, Kabupaten Kolaka Utara, Sulawesi Tenggara.

## **BAB 2**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Definisi Air**

Air merupakan kebutuhan yang sangat mendasar bagi kehidupan semua aktivitas yang dilakukan memerlukan air, khususnya air bersih seperti untuk air minum, memasak, mencuci, Sementara itu ketersediaan air bersih terbatas bahkan akibat perlakuan manusia yang kurang baik dalam menjaga kelangsungan sumber sumber air menyebabkan tingkat ketersediaan sumber daya air menurun (V.Noperissa et al., 2018). Berdasarkan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 1405/menkes/sk/xi/2002 tentang Persyaratan Kesehatan Lingkungan Kerja Perkantoran dan industri terdapat pengertian mengenai Air Bersih yaitu air yang dipergunakan untuk keperluan sehari-hari dan kualitasnya memenuhi persyaratan kesehatan air bersih sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku dan dapat diminum apabila dimasak.

Menurut Meinarni dkk, (2018) Baku mutu air adalah ukuran batas atau kadar makhluk hidup, zat, energi atau komponen yang ada atau harus ada dan atau unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya di dalam air. Untuk itu agar kualitas air tetap terjaga maka setiap kegiatan yang menghasilkan limbah cair yang akan dibuang ke perairan umum atau sungai harus memenuhi standar baku mutu air kriteria mutu air sungai yang akan menjadi tempat pembuangan limbah cair tersebut, sehingga kerusakan air atau pencemaran air sungai dapat dihindari atau dikendalikan. Berdasarkan PP No.82 / 2001, tentang Pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menjelaskan, bahwa klasifikasi mutu /kualitas air ditetapkan menjadi 4 (empat) kelas yaitu:

- Kelas Satu Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas Dua Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengair pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- Kelas Tiga Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi tanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- Kelas Empat air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanian dan/atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air mengatakan bahwa air adalah semua air yang terdapat di atas dan di bawah permukaan tanah, kecuali air laut dan air fosil. Untuk keperluan air minum, rumah tangga dan industri, secara umum dapat digunakan sumber air yang berasal dari air sungai, mata air, danau, sumur, dan air hujan yang telah dihilangkan zat-zat kimianya, gas racun, atau kuman-kuman yang berbahaya bagi kesehatan. Sumber air yang dapat kita manfaatkan pada dasarnya digolongkan sebagai berikut :

#### 1. Air Hujan

Air hujan merupakan sumber utama air bumi. Walau pada saatpresipitasi merupakan air yang paling bersih, air hujan tersebut kemudian akan mengalami pencemaran baik oleh tanah, sampah maupun lainnya. Dibandingkan dengan sumber air lain, air permukaan merupakan sumber air yang paling tercemar akibat kegiatan manusia, fauna, flora, dan zat-zat lain.

#### 2. Air tanah

Sebagian air hujan yang mencapai permukaan bumi akan menyerap kedalam tanah dan akan menjadi air tanah. Air tanah adalah air yang tersimpan /tertangkap di dalam lapisan batuan yang mengalami pengisian/penambahan secara terus menerus oleh alam.

#### 3. Air permukaan

Air permukaan banyak digunakan untuk berbagai kepentingan, antara lain yaitu untuk diminum, kebutuhan rumah tangga, irigasi, pembangkit listrik, industri, serta mendukung semua bentuk kehidupan dan mempengaruhi kesehatan, gaya hidup, dan kesejahteraan ekonomi manusia (Igwe, 2018). Air permukaan

dibagi menjadi tiga yaitu, air sungai, air danau dan air laut.

a. Air Sungai

Air sungai merupakan air yang bersumber dari mata air dan air hujan yang mengalir pada permukaan tanah yang memiliki elevasi lebih tinggi dari sungai. Kualitas air sungai dipengaruhi oleh lingkungan di sekitar aliran sungai. Secara umum, kualitas air di bagian hulu lebih tinggi daripada bagian hilir, hal ini terjadi akibat limbah industri, rumah tangga dan segala kegiatan manusia yang dibuang langsung ke sungai tanpa melalui proses pengolahan terlebih dahulu.

b. Air Tanah

Air danau atau rawa adalah air yang mengumpul pada cekungan permukaan tanah. Permukaan air danau biasanya berwarna hijau kebiruan, yang disebabkan oleh banyaknya lumut yang tumbuh di permukaan maupun dasar danau. Selain lumut, warna air danau juga dipengaruhi oleh bahan organik (kayu, daun, dan bahan organik lainnya) yang membusuk akibat proses dekomposisi oleh mikroorganisme di dalam air (Parulian, 2009).

c. Air Laut

Air dapat berupa air laut, air tawar, dan air payau yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Dalam lingkungan alam proses perubahan wujud, gerakan aliran air (di permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi. Air laut merupakan air yang berasal dari laut, memiliki rasa asin, dan memiliki kadar garam (salinitas) yang tinggi, dimana rata-rata air laut di lautan dunia memiliki salinitas sebesar 35 (Zefrina, 2015).

## 2.2 Klasifikasi Perairan Air Laut

Perairan laut memiliki salinitas yang berbeda dengan perairan yang berada di darat. Pada umumnya salinitas di perairan ini lebih tinggi. Perairan laut memiliki sifat lebih dinamis karena tiupan angin, gaya gravitasi bulan dan matahari. Sugiharyanto (2007) menyebutkan bahwa perairan laut dapat diklasifikasikan berdasarkan beberapa aspek, yaitu:

1. Berdasarkan luas dan bentuknya, perairan laut dibedakan menjadi:
  - a) Teluk, yaitu bagian laut yang menjorok (masuk) ke daratan.

- b) Selat, yaitu laut yang relatif sempit dan terletak di antara dua pulau.
  - c) Laut, yaitu perairan yang terletak di antara pulau-pulau yang relatif lebih luas dibandingkan dengan selat.
  - d) Samudera, yaitu laut yang sangat luas dan terletak di antara benua-benua.
2. Berdasarkan proses terjadinya, laut dibedakan menjadi :
- a) Laut *transgresi*, yaitu laut yang terjadi karena ada genangan air laut terhadap daratan pada waktu berakhirnya zaman es. Di Indonesia terdapat dua wilayah yang termasuk laut *transgresi* yakni: Laut Jawa (yang merupakan bagian dari Dangkalan Sunda) dan Laut Arafura (yang merupakan bagian dari Dangkalan Sahul).
  - b) Laut *regresi*, yaitu laut yang menyempit terjadi karena menyempitnya luas permukaan laut karena kegiatan erosi dan sedimentasi yang tiada henti-hentinya serta berlangsung selama berabad-abad mengakibatkan semakin meluasnya dataran pantai. Penyempitan laut banyak terjadi di pantai utara pulau Jawa.
  - c) Laut *ingresi*, yaitu laut yang dalam, terjadi karena dasar laut mengalami gerakan menurun. Di Indonesia laut-laut yang merupakan jenis laut *ingresi* adalah: Laut Banda (kedalaman 7.440 meter), Laut Maluku, Laut Flores, Laut Sulawesi.
3. Berdasarkan letaknya, laut dibedakan menjadi:
- a) Laut tepi, yaitu laut yang terletak di tepi benua seakan-akan terpisah oleh daratan pulau, contoh: Laut Cina Selatan.
  - b) Laut pertengahan, yaitu laut yang terletak di antara benua-benua, contoh: Laut Tengah.
  - c) Laut pedalaman, yaitu laut yang terletak di tengah-tengah benua yang dikelilingi oleh Laut Kaspia dan Laut Mati.
4. Menurut kedalamannya, laut dibedakan menjadi:
- a) Zona *litoral* (*litoral zone*), atau zona pesisir laut terletak di antara garis pasang dan garis surut dengan kedalaman 0 (nol) meter. Wilayah ini tergenang pada saat pasang naik sedangkan pada surut wilayah ini tidak tergenang air laut. Pada zona ini tampak ada beberapa jenis binatang tetapi bukan jenis ikan.

- b) Zona *neritik (neritic zone)*, merupakan laut yang terletak pada kedalaman 0-200 m. Zona ini kaya akan ikan dan tumbuh-tumbuhan laut. Ciri-ciri zona neritik di antaranya adalah:
- 1) Sinar matahari masih menembus dasar laut.
  - 2) Kedalamannya + 200 m.
  - 3) Bagian paling banyak terdapat ikan dan tumbuhan laut.
- c) Zona laut dalam (*bathyal zone*), wilayah laut yang kedalamannya antara 200 meter hingga 1.000 meter. Karena sinar matahari sudah tidak dapat menembus zona ini, maka tumbuhan mulai berkurang, namun binatang masih banyak terdapat di wilayah laut ini.
- d) Zona laut sangat dalam (*abyssal zone*), wilayah laut yang kedalamannya lebih dari 1.000 meter. Zona ini merupakan zona yang sangat gelap sehingga sudah tidak terdapat lagi tumbuh-tumbuhan yang dapat hidup, namun masih ada binatang-binatang yang dapat hidup pada wilayah ini dan umumnya dilengkapi dengan organ yang dapat menimbulkan cahaya sendiri.

Laut secara alami memiliki kemampuan untuk menetralkan bahan pencemar yang masuk ke dalamnya, namun jika bahan pencemar tersebut melebihi kemampuan laut untuk menetralkan ambang batasnya maka akan mengakibatkan pencemaran lingkungan laut.

Sumardi (1996) menyimpulkan bahwa pencemaran laut adalah penurunan kualitas air laut yang disebabkan oleh aktivitas manusia, baik disengaja maupun tidak disengaja, memasukkan sejumlah zat pencemar ke dalam lingkungan laut (termasuk muara sungai) yang menimbulkan akibat negatif bagi sumber daya hayati dan nabati di laut, kesehatan manusia, aktivitas manusia di laut, dan kelangsungan hidup sumber daya hidup (*living resources*) di laut.

### **2.3 Pencemaran Limbah Cair**

Air merupakan salah satu komponen penting untuk manusia dan makhluk hidup lainnya sebagai sumber penghidupan. Sumber air salah satunya dapat berasal dari air permukaan yang dapat didefinisikan sebagai air yang terdapat di atas permukaan tanah baik dalam kondisi diam atau mengalir misalnya sungai.

Ketersediaan air permukaan berupa sungai di Indonesia memiliki volume yang sangat banyak. Sungai sangat sering dimanfaatkan sebagai penyuplai air minum, kebutuhan irigasi sawah, budidaya perikanan, pariwisata hingga transportasi ( Firmansyah *et al.*, 2021)

Perairan adalah salah satu wilayah yang presentase pencemaran sampah cukup tinggi, penggunaan plastik yang merupakan konsumsi umum dan hanya digunakan sekali, mengakibatkan tumpukan sampah plastik dan akan mencemari lingkungan salah satunya perairan, tingginya cemaran sampah plastik yang ada dilaut merupakan salah satu bahan cemaran yang akan menimbulkan dampak buruk , tidak hanya dari lingkungan saja, melainkan dapat memberikan dampak untuk biota yang ada di lingkungan tersebut. (Nufus *et al.*, 2019)

Pencemaran laut mengacu pada Peraturan Pemerintah No. 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Perusakan laut adalah masuknya atau dimasukannya makhluk hidup, zat energi dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya. Pencemaran laut tidak dapat dipandang hanya sebagai permasalahan yang terjadi di laut, karena lautan dan daratan merupakan satu kesatuan ekosistem yang tidak dapat dipisahkan dan terpengaruh satu dengan yang lainnya. Kegiatan manusia yang sebagian besar dilakukan di daratan, disadari atau tidak, secara langsung maupun tidak langsung, berdampak terhadap ekosistem di lautan.

## **2.4 Logam Kromium**

### **2.4.1 Pengertian Logam Kromium**

Kromium (Cr) merupakan salah satu unsur logam berat dari golongan unsur –unsur transisi dengan nomor atom 24 dan berat atom 51,996 dan termasuk kedalam logam berat yang memiliki daya racun yang tinggi. Di alam logam Kromium tidak pernah ditemukan murni melainkan dalam bentuk persenyawaan padat atau mineral dengan unsur – unsur lain.

Daya racun yang dimiliki logam kromium ditentukan dari bilangan oksidasinya. Dari sifat kimianya, logam krom mempunyai bilangan oksidasi



2+, 3+ dan 6+ yang akan membentuk senyawa dengan sifat yang berbeda beda sesuai dengan tingkat ionitasnya. Senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{2+}$  akan bersifat basa, senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{3+}$  bersifat ampoter dan senyawa yang terbentuk dari ion logam  $\text{Cr}^{6+}$  akan bersifat asam. Kromium dalam bentuk heksavalen terdapat sebagai persenyawaan ion khromat ( $\text{CrO}_4^{2-}$ ) dan  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  bila berada dalam suasana asam akan bersifat sebagai penyebab terjadinya peristiwa reduksi (oksidator) yang sangat kuat, sangat larut dalam perairan dan relatif stabil.

Kromium yang ditemukan di perairan dalam bentuk kromium (III) dan kromium (VI). Namun bagi perairan dengan pH >5 kromium yang terbentuk berupa  $\text{Cr}^{6+}$ , hal ini disebabkan  $\text{Cr}^{3+}$  terserap ke dalam partikulat sedangkan  $\text{Cr}^{6+}$  tetap dalam bentuk larutan (Effendi, 2003).  $\text{Cr}^{6+}$  dalam perairan terdapat sebagai  $\text{CrO}_4^{2-}$ ,  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ ,  $\text{HCrO}_4^-$  dan  $\text{HCr}_2\text{O}_7^-$ .

Dalam badan perairan terjadi bermacam macam proses kimia, mulai dari proses pengompleksan pada reaksi redoks. Reaksi ini dapat mengakibatkan terjadi pengendapan dan atau sedimentasi logam Cr di dasar perairan. Proses kimiawi yang berlangsung juga dapat mengakibatkan terjadinya peristiwa reduksi dari senyawa -senyawa  $\text{Cr}^{6+}$  yang sangat beracun menjadi  $\text{Cr}^{3+}$  yang kurang beracun. Hal ini dapat terjadi pada badan perairan yang bersifat asam, akan tetapi mudah teroksidasi menjadi  $\text{Cr}^{6+}$  dalam keadaan basa.

Logam kromium telah di manfaatkan dalam kehidupan manusia secara luas, biasanya banyak digunakan sebagai bahan pelapis (plating) pada bermacam macan peralatan seperti peralatan rumah tangga sampai industri mobil. Kromium dalam bentuk persenyawaan alloy banyak digunakan dalam industri – industri baja karena menghasilkan baja dengan kekuatan sangat tinggi (ferritric), kawat- kawat untuk tahanan listrik dan baja anti karat yang tahan terhadap korosif (perkaratan) oleh udara lembab, asam dan juga tahan terhadap temperatur tinggi. Kromat dan dikromat adalah bentuk persenyawaan lain dari kromium yang banyak digunakan pada bidang – bidang industri seperti litografi, tekstil, penyamakan, pencelupan, fotografi, zat warna, sebagai geretan (korek api) , sebagai bahan peledak dan banyak kegunaan kegunaan lainnya.

#### **2.4.2 Pencemaran Logam Kromium di Perairan Laut**

Menurut Fahmi (2013), sumber pencemaran laut secara umum disebabkan oleh kegiatan atau aktifitas di darat (*land based pollution*) maupun kegiatan di laut (*sea based pollution*). Sumber pencemaran laut, 80 – 85 % berasal dari aktivitas didaratan seperti buangan limbah industri, limbah cair domestik, limbah padat dan lain lain, sedangkan aktivitas di laut yang berpotensi mencemari lingkungan laut adalah kegiatan transportasi, pertambangan, eksplorasi dan eksploitasi minyak dan gas bumi.

Logam kromium merupakan logam berat yang dapat memasuki semua strata lingkungan, seperti tanah, udara termasuk strata perairan. Sumber – sumber masukan logam ke dalam lingkungan umumnya dari kegiatan – kegiatan industri, rumah tangga dan kromium masuk ke udara salah satunya melalui pembakaran dan mobilisasi batu bara dan minyak bumi. Kromium di udara dalam bentuk debu dan partikulat- partikulat dan turun ke tanah atau perairan melalui air hujan, angin gaya gravitasi ataupun dari limbah industri yang dibuang melalui badai air penerima ke sungai (Palar, 2008).

#### **2.4.3 Toksikologi Kromium pada Lingkungan Perairan**

Toksikan dikenal sebagai bahan buangan berbahaya yang masuk kedalam suatu tatanan lingkungan hidup yang akhirnya dapat menimbulkan pengaruh buruk terhadap kesehatan manusia. Semua makhluk hidup dalam proses kehidupannya merupakan bentuk rangkaian proses fisiologis yang tidak pernah terputus, yang mengatur dan membuat keseimbangan dari dalam organisme untuk dapat bertahan hidup dalam lingkungan dimana dia berada, dan membutuhkan enzim enzim untuk kelancaran reaksi yang di bentuknya. Kemampuan toksikan logam berat untuk berikatan dengan enzim dengan menggantikan gugus logam yang berfungsi sebagai co-faktor enzim mengakibatkan gagalnya reaksi metabolisme yang menyebabkan terjadinya keracunan dan penyakit pada organisme (Palar, 2008).

Adanya logam berat yang terlarut dalam air sangat mempengaruhi semua organisme hidup di perairan, terutama bila konsentrasinya melebihi normal. Daya toksisitas logam dalam air terhadap makhluk hidup di perairan

dipengaruhi beberapa faktor antara lain :

1. Bentuk ikatan kimia dari logam yang terlarut
2. Pengaruh interaksi antara logam dan jenis toksikan lainnya
3. Pengaruh lingkungan perairan seperti suhu, salinitas, pH dan kadar oksigen yang terlarut dalam air.
4. Kondisi hewan, fase siklus hidup (telur, larva, dewasa), besarnya ukuran organisme, jenis kelamin, dan kecukupan kebutuhan nutrisi
5. Kemampuan hewan untuk menghindar dari pengaruh polusi.
6. Kemampuan organisme untuk beraklimatisasi terhadap bahan toksik logam.

Toksisitas logam kromium di perairan ditentukan dalam bentuk oksidasinya, dimana senyawa kromium dalam bentuk heksavalen lebih tinggi dari bentuk senyawa trivalent. Kromium heksavalen digolongkan sebagai karsinogenik terhadap manusia, oleh *United States Environmental Protection Agency* (USEPA). Percobaan laboratorium membuktikan bahwa senyawa-senyawa kromium heksavalen atau hasil-hasil reaksi diantaranya di dalam sel dapat menyebabkan kerusakan pada materi genetik. Studi lain pada binatang percobaan menunjukkan bahwa bentuk kromium tersebut dapat menyebabkan masalah reproduksi. Efek yang sangat berbahaya dari kromium heksavalen menyebabkan pemerintah memasukkan kromium heksavalen dalam kriteria nilai baku mutu kualitas air. Peraturan Pemerintah nomor 82 tahun 2001, dimana air golongan A, B dan C hanya boleh mengandung kromium heksavalen maksimum 0,05 ppm, sedangkan air digolongkan hanya boleh mengandung tidak lebih dari 0,1 ppm.

#### **2.4.4 Faktor yang Mempengaruhi Konsentrasi dan Toksisitas Logam Kromium**

Faktor pengaruh alam dan aktivitas manusia mempengaruhi kondisi kualitas suatu perairan dalam pencemaran logam – logam berat seperti logam kromium. Faktor – faktor tersebut dapat diukur melalui beberapa parameter fisika dan kimia kualitas air untuk mengetahui suatu kondisi perairan dan pengaruhnya terhadap logam berat.

Pada perairan proses kimia logam berat yang memiliki valensi dipengaruhi oleh potensi oksidasi dan reduksi (*redoks*), dimana nilai redoks dipengaruhi oleh suhu, pH dan oksigen terlarut. Sementara kadar oksigen terlarut dipengaruhi oleh pencampuran (*mixing*) dan pergerakan (*turbulence*) massa air, suhu dan salinitas. Beberapa parameter yang berpengaruh pada konsentrasi dan toksisitas logam kromium antara lain pH, suhu, kekeruhan, DO, salinitas di perairan tersebut.

## 1. Ph

pH disebut juga derajat keasaman yang merupakan pengukuran konsentrasi ion hydrogen dalam larutan. pH suatu perairan mencirikan keseimbangan antara asam dan basa dalam air (Saeni, 1989). Banyak reaksi-reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tingkat pH tertentu atau dalam lingkungan pH yang sangat sempit.

pH air laut termasuk salah satu parameter yang diwajibkan dalam menentukan tingkat kualitas air laut di perairan. Hal ini ditetapkan dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, dimana baku mutu pH air laut bagi kehidupan biota perairan adalah 6,5 – 8,5.

Effendi (2003) menjelaskan pada umumnya nilai pH air laut relatif stabil. Terjadinya perubahan sangat berpengaruh pada proses kimia maupun biologis dari jasad hidup yang berada dalam perairan. Sebagian tumbuhan air mati pada  $\text{pH} < 4,5$  karena tidak dapat bertoleransi terhadap pH rendah.

Kelarutan logam dalam air dipengaruhi oleh pH air. Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam dalam air dan mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida dan membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan mengendap membentuk lumpur (Palar, 2008).

## 2. Suhu

Suhu merupakan salah satu faktor yang penting dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran organisme khususnya di lingkungan perairan. Suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman laut. Proses fisika, kimia dan biologi air di perairan pesisir di pengaruhi oleh perubahan suhu. Kenaikan suhu air akan menyebabkan (a).

Jumlah oksigen terlarut di dalam air menurun, (b). Kecepatan reaksi kimia meningkat dan (c). Kehidupan makhluk hidup di air menjadi terganggu. Suhu juga sangat berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Peningkatan suhu menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> dan sebagainya.

Peningkatan suhu biasanya disertai dengan penurunan kadar oksigen terlarut sehingga keberadaan oksigen seringkali tidak memenuhi kebutuhan oksigen bagi organisme akuatik untuk melakukan proses metabolisme dan respirasi. Peningkatan suhu juga akan meningkatkan toksisitas dari logam berat yang mencemari suatu perairan terhadap biota laut (Effendi, 2003). Peningkatan suhu sebesar 1 °C akan meningkatkan konsumsi oksigen sekitar 10 % (Brown, 1987).

Besaran suhu (temperatur) air laut yang terdapat pada baku mutu adalah alami dengan deviasi 3. Darmono, (2001) menyatakan pada jenis kepiting (*Paragrapsus gaimardi*) yang habitatnya di muara sungai, menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu air maka daya toksisitas logam semakin meningkat semakin rendah suhu sebaliknya semakin suhu air maka daya toksisitas logam semakin menurun.

### 3. Salinitas

Nybakken (1988) menyatakan salinitas sebagai konsentrasi total dari semua ion yang terlarut didalam air. Seluruh ion yang terlarut dalam air memberikan sifat osmotik pada air, dimana semakin besar konsentrasi ion di dalam air maka semakin tinggi tingkat salinitas dan kepekatan osmolar larutan sehingga tekanan osmotik media semakin membesar. Tingkat salinitas yang terlalu tinggi atau rendah dan fluktuasinya yang lebar, dapat menyebabkan kematian pada organisme hidup. (Anggoro, S., 1992).

Salinitas air laut rata – rata adalah 35 ‰. Sekitar 27 ‰ terdiri dari Sodium dan Klorida, selebihnya berturut turut adalah garam Magnesium, Kalsium dan Potasium (Odum, 1996). Darmono (2001) menyatakan, jenis kepiting (*Paragrafus gaimardi*) yang hidup di muara sungai menunjukkan bahwa kadar garam yang semakin tinggi maka daya toksisitas logam semakin menurun. Penelitian Sembel (2011) menyimpulkan bahwa distribusi dan pola

sebaran logam terlarut Cr di estuari sungai Belau Teluk Lampung terhadap salinitas menunjukkan adanya kenaikan konsentrasi dengan bertambahnya nilai salinitas. Dimana perubahan nilai konsentrasi di duga berhubungan dengan perubahan spesiasi logam Cr, hidrodinamika perairan dan elemen-elemen kimia yang terkandung di dalam perairan. Kenaikan konsentrasi diduga juga terjadi akibat adanya resuspensi dari sedimen ke kolom air.

#### 4. Dissolve Oxygen (DO)

Oksigen terlarut (DO) adalah jumlah oksigen terlarut dalam air yang berasal dari fotosintesa dan absorpsi atmosfer/udara. Oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen* =DO) dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan. Disamping itu, oksigen juga dibutuhkan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam proses aerobik. Sumber utama oksigen dalam suatu perairan berasal dari suatu proses difusi dari udara bebas dan hasil fotosintesis organisme yang hidup dalam perairan tersebut (SALMIN, 2000).

#### 2.4.5 Gangguan Kesehatan Paparan Kromium

Logam atau persenyawaan Kromium (Cr) yang masuk ke dalam tubuh akan ikut dalam proses fisiologis atau metabolisme tubuh. Logam atau persenyawaan kromium akan berinteraksi dengan bermacam-macam unsur biologis yang terdapat dalam tubuh. Interaksi yang terjadi antara kromium dengan unsur-unsur biologis tubuh dapat menyebabkan terganggunya fungsi- fungsi tertentu yang bekerja dalam proses metabolisme tubuh. Senyawa- senyawa yang mempunyai berat molekul rendah, seperti yang terdapat dalam sel darah merah dapat melarutkan kromium dan akan ikut terbawa ke seluruh tubuh bersama peredaran darah dan mengubah senyawa kromium menjadi bentuk yang mudah terdifusi sehingga dapat masuk ke dalam jaringan (Palar,2012).

Pencemaran kromium yang terdapat di lingkungan akan berdampak pada manusia yang masuk ke dalam tubuh melalui jalan, yaitu:

1. Jalan napas ;
2. Jalan pencernaan;
3. Jalan kulit baik kontak dan masuk melalui pori-pori kulit.

Setelah masuk ke dalam tubuh, komponen lingkungan tersebut atau hasil

metabolisme akan berada dalam jaringan darah, lemak, otak, dan/atau berinteraksi dengan sistem pertahanan biologis. Proses ini sering tampak dari luar sebagai suatu gejala timbulnya keracunan. Bila jumlah komponen lingkungan tersebut sedikit, tentu tidak menimbulkan gejala yang jelas. Akan tetapi orang ini masuk ke dalam kategori “*Chronic poisoning*” atau bahkan sering menimbulkan “*long term effect*” kelak kemudian hari (Achmadi,2009).

*World Health Organization (WHO), The Department of Health and Human Service (DHHS), dan The Environmental Protection Agency (EPA)* dalam Widowati, dkk (2008).

### 2.5.6 Industri Penghasil Limbah Logam Kromium

Pembangunan industri merupakan salah satu bentuk usaha *sustainable development* yang dilakukan dalam rangka meningkatkan taraf hidup dan mengurangi angka pengangguran. Aktivitas industri ini selanjutnya akan meninggalkan limbah cair yang mengandung logam berat dan apabila tidak diolah dengan baik maka akan menyebabkan pencemaran pada badan air. Salah satu limbah logam berat yang berpotensi menjadi pencemar bagi lingkungan adalah ion kromium (Cr). Berikut adalah industri yang menghasilkan limbah logam Cr menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 18 Tahun 1999 tentang Pengelolaan Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun.

Tabel 1 Daftar Industri Penghasil Limbah Logam Kromium (Cr)

No	Industri
1.	Petrokimia
2.	Peleburan/pengolahan Besi dan Baja
3.	Operasi Penyempurnaan Baja
4.	Tekstil
5.	Manufaktur dan Perakitan Kendaraan dan Mesin
6.	Elektropanting dan Galvanis
7.	Cat
8.	Komponen Elektronik/Peralatan Elektronik

9.	Eksplorasi dan Produksi Minyak, Gas dan Panas Bumi
10.	Kilang Minyak dan Gas Bumi
11.	Penyamakan Kulit
12.	Zat Warna dan Pigmen
13.	Daur Ulang Minyak Pelumas Bekas
14.	Pengolahan Lemak Hewani/Nabati dan Derivatnya
15.	Aluminium Thermal Metallurgy Alluminium Chemical Conversion Coating
16.	Peleburan dan Penyempurnaan Seng – Zn
17.	Proses Logam Non-Ferro
18.	Metal Hardening
19.	IPAL Industri
20.	Gelas keramik/enamel

Sumber : PP RI Nomor 18, 1999.

## **2.5 Parameter Kualitas Air**

### **2.5.1 Suhu**

Suhu dapat mempengaruhi keberadaan sifat logam berat. Semakin tinggi suhu perairan, semakin meningkat kelarutan toksisitas logam berat. Suhu merupakan salah satu faktor yang sangat penting dalam mengatur proses kehidupan dalam mengatur proses kehidupan dan penyebaran mikroorganisme. Selain itu suhu berpengaruh terhadap penyebaran dan komposisi mikroorganisme. Kisaran suhu yang baik untuk organisme perairan adalah 18 - 30°C (Nybakken, 1992).

### **2.5.2 Derajat Keasaman (pH)**

pH (Pussance negatif de H) merupakan logaritma dari kesepkatan ion H (Hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan). Air Murni (H<sub>2</sub>O) berasosiasi sempurna hingga memiliki ion H<sup>+</sup> dalam konsentrasi yang sama, dan dalam keadaan demikian pH murni air adalah 7 (tujuh). Semakin tinggi konsentrasi ion



$H^+$  maka semakin rendah konsentrasi ion  $OH^-$  dan  $pH < 7$ , perairan tersebut bersifat asam. Hal sebaliknya jika konsentrasi ion  $OH^-$  tinggi dan  $pH > 7$ , maka perairan bersifat alkalis (basa). Semakin banyak  $CO_2$  yang dihasilkan dari hasil respirasi, maka pH air akan turun.

### **2.5.2 Salinitas**

Salinitas akan mempengaruhi kerapatan air, dan mempengaruhi daya apung dan distribusi MP dalam sedimen (Firdaus dkk, 2019). Salinitas juga dapat mempengaruhi proses fragmentasi plastik. Tingginya salinitas menyebabkan tingginya desintas di suatu perairan. Menurut Teuten *et al.*, (2009) menyebutkan bahwa tingkat plastik terfragmentasi dalam air laut bergantung pada densitas plastik.

### **2.5.3 Total Suspended Solid (TSS)**

Zat-zat tersuspensi di dalam perairan berfungsi untuk membentuk endapan yang bisa menghalangi kemampuan produksi zat organik yang mengakibatkan proses fotosintesis tidak dapat berlangsung secara sempurna. Kandungan TSS yang tinggi akan menyebabkan berkurangnya penetrasi cahaya matahari ke dalam perairan (Sihombing, 2019).

Padatan tersuspensi dapat menyebabkan kekeruhan di perairan sungai, tidak dapat mengendap langsung bahkan tidak dapat terlarut. Total padatan tersuspensi di perairan terdiri dari partikel-partikel yang memiliki berat dan ukuran lebih kecil dari sedimen contohnya seperti butiran pasir halus, tanah liat, bahan organik yang melayang dalam air, mikroorganisme dan lain sebagainya (Nasution, 2008).

### **2.5.4 Oksigen Terlarut**

Kecepatan difusi oksigen dari udara, tergantung sari beberapa faktor, seperti kekeruhan air, suhu, salinitas, pergerakan massa air dan udara seperti arus, gelombang dan pasang surut. Sebagaimana diketahui bahwa oksigen berperan sebagai pengoksidasi dan pereduksi bahan kimia beracun menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dan tidak beracun. Oksigen juga sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk pernapasan. Organisme tertentu, seperti mikroorganisme,

sangat berperan dalam menguraikan senyawa kimia beracun menjadi senyawa lain yang lebih sederhana dan tidak beracun. Karena peranannya yang penting ini, air buangan industry dan limbah sebelum dibuang ke lingkungan umum terlebih dahulu diperkaya oksigennya. Salmin (2005).

## 2.6 Baku Mutu Air Laut

Baku mutu lingkungan adalah batas kadar yang diperkenankan bagi zat atau bahan pencemar terdapat di lingkungan dengan tidak menimbulkan gangguan terhadap makhluk hidup, tumbuhan atau benda lainnya. Berikut Tabel baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 dapat dilihat pada tabel 2.

Tabel 2 Baku Mutu Air Laut

No.	Parameter	Baku Mutu	
		Industri	Biota Laut
Fisika			
1	Suhu°C	Alami	Alami
2	Padatan Tersuspensi Total (mg/l)	20	20
3	Kekeruhan (NTU)	5	5
Kimia			
1	pH	7 – 8,5	7 – 8,5
2	Salinitas (%)	Alami	Alami
3	Oksigen Terlarut (ppm)	<5	<5, <6 (80%-90% kejenuhan)
Logam Terlarut			
1	Kromium (mg/L)	1	0.005

Sumber : Kep-MENLH NO. 51-2004

## 2.7 Analisis Data

### 2.7.1 Konsep software ArcGis

GIS atau ArcGis merupakan sistem yang digunakan untuk menyimpan, menangkap, memanipulasi, mengatur, dan menganalisis seluruh data geografis.

GIS juga dapat digunakan untuk bidang ilmu atau pekerjaan yang berkaitan dengan kartografi, analisis statistik, dan teknologi berbasis data. Konsep mengenai sistem informasi geografis dapat dirangkum sebagai berikut:

- a. Informasi geografis mengenai informasi mengenai tempat di permukaan bumi.
- b. Teknologi informasi geografis meliputi GPS dan GIS
- c. GIS merupakan sistem yang bekerja di computer dan merupakan sebuah software
- d. Sains informasi geografis merupakan ilmu sains yang menjadi latar belakang dari teknologi system informasi geografis.

Dalam pengaplikasian GIS, data spasial merupakan salah satu yang paling penting karena merupakan sebuah data yang mengacu pada posisi, objek, dan hubungan diantaranya dalam ruang bumi. Data spasial juga merupakan salah satu item dari informasi di mana terdapat informasi mengenai bumi dan juga permukaan bumi, di bawah permukaan bumi, perairan, kelautan, dan di bawah atmosfer.

### **2.7.2 Analisis pola sebaran menggunakan Arcgis**

Dalam pemetaan, interpolasi adalah proses estimasi nilai pada wilayah yang yang tidak disampel atau diukur, sehingga terbuatlah peta atau sebaran nilai pada seluruh wilayahnya. Di dalam interpolasi, hasil sudah pasti didapatkan. Kesalahan yang dihasilkan bisa jadi dikarenakan oleh kesalahan dalam menentukan metode sampling data, kesalahan dalam pengukuran, ataupun kesalahan dalam analisis di laboratorium (Azizi, 2022). Menentukan interpolasi pada penyebaran bisa menggunakan beberapa metode antara lain, Metode Kriging, Spline, dan *Inverse Distance Wighted* (IDW).

#### **2.7.2.1 Metode Kriging**

Metode ini mirip dengan metode IDW, merupakan metode yang mengasumsikan suatu nilai yang diprediksi berdasarkan dari korelasi spasial antara jarak dan nilai pada sampel disekitarnya. Perbedaan dari metode IDW, metode ini menggunakan semivariogram yang menampilkan perbedaan spasial dan nilai diantara semua pasangan sampel data. Semivariogram menunjukkan

bobot yang dipakai pada interpolasi. Semivariogram dihitung berdasarkan sampel jarak, perbedaan nilai, dan jumlah sampel. Hasil yang ditunjukkan oleh metode ini berupa jarak yang dekat dengan titik sampel menampilkan variasi yang kecil, sementara jarak yang lebih besar menampilkan variasi yang tinggi. Oleh karena itu, kelemahan metode ini tidak dapat menampilkan puncak, lembah atau nilai yang berubah drastis pada jarak dekat, (Pramono, 2008).

### **2.7.2.2 Metode Spline**

Metode yang dapat mengestimasi nilai berdasarkan nilai rata-rata dari titik sampel masing-masing data. Metode *spline* mampu menentukan nilai bawah atau nilai minimum dan nilai atas atau nilai maksimum yang ditemukan dalam data yang digunakan. Kelebihan dari metode spline mampu menghasilkan akurasi data walau data yang digunakan hanya sedikit (Pasaribu dan Haryani, 2012). Sementara kekurangannya adalah ketika titik-titik sampel yang jaraknya cukup dekat memiliki perbedaan yang besar, metode ini tidak dapat berjalan dengan baik. Hal ini dikarenakan metode spline menggunakan perhitungan slope yang berubah berdasarkan jarak untuk memperkirakan bentuk permukaan (Fajri, 2016).

### **2.7.2.3 Metode IDW**

Metode deterministik yang sederhana dengan berdasarkan titik yang ada di sekitarnya (Paramono, 2008). Asumsi metode ini berupa nilai interpolasi akan lebih mirip dengan data titik sampel yang dekat daripada yang lebih jauh. Bobot akan berubah secara linear sesuai dengan jarak sampel. Kelemahannya adalah nilai interpolasi yang dihasilkan tidak akan melebihi nilai titik maksimum maupun titik minimum dari data sampel yang didapatkan. Untuk menghasilkan data yang baik, sampel data yang digunakan harus rapat yang berhubungan dengan variasi lokal (Pramono, 2008).

Pemetaan pola persebaran mikroplastik dilakukan dengan menggunakan software ArcGIS 10.8 dengan menggunakan data spasial, yaitu data yang memiliki informasi lokasi atau data yang bereferensi geografis yang memiliki tiga karakteristik utama (Faudzan dkk, 2015) yaitu:

- a. Lokasi adalah suatu objek spasial yang berada pada suatu lokasi yang posisinya diketahui pada sistem koordinat.

- b. Bentuk adalah suatu objek spasial yang dipresentasikan dalam tipe geometri
- c. Atribut adalah suatu objek spasial dengan karakteristik yang memaparkan objek spasial tersebut.

### 2.7.3 Google Earth

Pada era Internet sekarang ini, aplikasi *Google Earth* sering digunakan pada bidang ilmu kebumihan dan bahkan ilmu sosial lainnya, karena aplikasi ini memperlihatkan bentuk permukaan bumi, termasuk bentuk pegunungan, bentuk lika-liku sungai, jalan, dan juga bahkan kedalam air laut (Islami, 2017).

*Google Earth* merupakan sebuah program globe virtual yang sebenarnya disebut *Earth Viewer* dan dibuat oleh *Keyhole, Inc.* Program ini memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D. Tersedia dalam tiga lisensi berbeda: *Google Earth*, sebuah versi gratis dengan kemampuan terbatas; *Google Earth Plus* (\$20), yang memiliki fitur tambahan; dan *Google Earth Pro* (\$400 per tahun), yang digunakan untuk penggunaan komersial (Jacobson,dkk 2015).

*Google Earth* merupakan sebuah program globe virtual yang sebenarnya disebut *Earth Viewer* dan dibuat oleh *Keyhole, Inc.* Program ini memetakan bumi dari superimposisi gambar yang dikumpulkan dari pemetaan satelit, fotografi udara dan globe GIS 3D. Tersedia dalam tiga lisensi berbeda: *Google Earth*, sebuah versi gratis dengan kemampuan terbatas; *Google Earth Plus* (\$20), yang memiliki fitur tambahan; dan *Google Earth Pro* (\$400 per tahun), yang digunakan untuk penggunaan komersial (Ardyodyantoro, 2014).

*Google Earth* memberikan pengukuran jarak dua benda dengan menggunakan pengkonversian sistem koordinat. *Google Earth* mengasumsikan bumi adalah bulat sempurna, titik-titik dimana saja bisa di jelaskan dengan tiga komponen, jarak dari pusat bumi R, sudut longitude dan sudut latitude bumi. Dengan mengkonversikan kepada koordinat X, Y, Z, maka dapat ditentukan jarak dua lokasi (Islami, 2017).

## 2.7.4 Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)

### 2.7.4.1 Teori Spektrofotometri Serapan Atom

Prinsip dasar Spektrofotometri serapan ato, adalah interaksi antara radiasi elektromagnetik dengan sampel. Spektrofotometri serapan atom merupakan metode yang sangat tepat untuk Analisa zat pada konsentrasi rendah. Teknik-teknik ini didasarkan pada emisi dan absorbansi dari uap atom. Komponen kunci pada SSA adalah sistem (alat) yang dipakai untuk menghasilkan uap atom dalam sampel. Yang dimaksud dengan proses atomisasi adalah proses perubahan sampel dalam bentuk larutan menjadi spesies atom dalam nyala. Proses atomisasi ini akan sangat berpengaruh terhadap hubungan antara konsentrasi atom analit dalam larutan dan sinyal yang diperoleh pada detektor dan dengan demikian sangat berpengaruh terhadap sensitivitas analisa.

Secara ideal fungsi dari system atomisaasi (*source*) adalah :

- a. Mengubah sembarang jenis sampel menjadi uap atom fasa-gas dengan sedikit perlakuan atau tanpa perlakuan awal.
- b. Agar diperoleh kondisi operasi yang identic untuk setiap elemen dan sampel.
- c. Mendapatkan sinual analitik sebagai fungsi sederhana dari konsentrasi tiap-tiap elemen yaknni agar gangguan (interfensi) dan peparuh matriks (media) sampel menjadi minimal.
- d. Memberikan Analisa yang teliti dan tepat.
- e. Mendapatkan harga beli, perawatan, dan pengoperasian yang murah.
- f. Memudahkan operasi.

Aspek kuantitatif dari metode spektrofotometri diterangkan oleh hukum Lambert-Beer, yaitu :

$$A = \varepsilon \cdot b \cdot c \text{ atau } A = a \cdot b \cdot c \quad (1)$$

Keterangan :

A = Absobansi

$\varepsilon$  = Absorptivitas molar

a = Absoptivitas

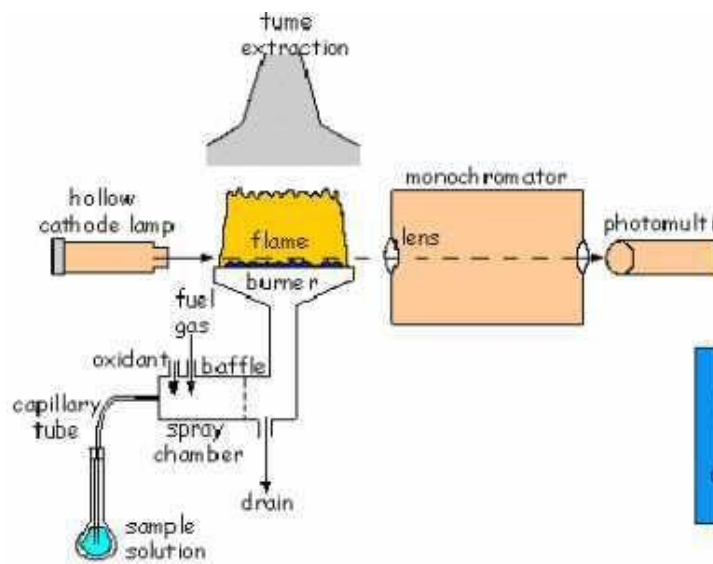
b = Tebal nyala (nm)

c = Konsentrasi

Absorptivitas molar ( $\epsilon$ ) dan absorptivitas ( $a$ ) adalah suatu konstanta dan nilainya spesifik untuk jenis zat dan Panjang gelombang tertentu, sedangkan tebal media (sel) dalam prakteknya tetap. Dengan demikian absorbansi suatu spesies akan merupakan fungsi linier dari konsentrasi, sehingga dengan mengukur absorbansi suatu spesies konsentrasinya dapat ditentukan dengan membandingkannya dengan konsentrasi, larutan standar.

#### 2.7.4.2 Instrumentasi Spektrofotometri Serapan Atom

Alat spektrofotometri serapan atom terdiri dari rangkaian dalam diagram skematik pada gambar 1 sebagai berikut :



Gambar 1 Skema Komponen Peralatan Spektrofotometer Serapan Atom

Komponen – komponen alat spektrofotometer serapan atom terdiri atas :

##### a. Medium serapan

Pada medium serapan digunakan suatu nyala sampel disemprotkan dengan kecepatan tetap. Pada nyala terjadi beberapa tahap seperti pengabutan (nebulisasi), penguapan pelarut (desolvasi), penguapan zat-zat (volatilisasi dan atomisasi). Jenis nyala yang digunakan secara luas untuk pengukuran analitik adalah :

##### 1. Nyala udara asetilen

Biasanya menjadi pilihan untuk analisis menggunakan SSA. Temperatur nyalanya yang lebih rendah mendorong terbentuknya atom netral dan dengan nyala yang kaya bahan bakar pembentukan oksida dari banyak unsur dapat diminimalkan.

## 2. Nitrous oksida-asetilen

Dianjurkan dipakai untuk penentuan unsur-unsur yang mudah membentuk oksida dan sulit terurai. Hal ini disebabkan karena temperatur nyala yang dihasilkan relatif tinggi. Unsur-unsur tersebut adalah: Al, B, Mo, Si, So, Ti, V, dan W.

Jenis nyala selain nyala udara asetilen dan Nitrous oksida-asetilen yaitu seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3 Temperatur nyala dengan berbagai bahan bakar

Bahan bakar	Oksida	Temperatur Maks. (C)
Asetilen	Udara	2176,85
Asetilen	Nitrous oksida	2176,85
Asetilen	Oksigen	2826,85
Propana	Udara	1626,85

### b. Sumber sinar

Sumber sinar adalah lampu katoda berongga yang berupa suatu tabung kaca yang berisi gas. Katoda tersebut berbentuk silinder berongga yang permukaannya dilapisi unsur yang akan dianalisa sehingga akan diperoleh berkas cahaya yang panjang gelombangnya tetap sama dengan panjang gelombang dimana terjadi absorpsi atom untuk unsur yang dianalisa. Sumber sinar berfungsi mengemisikan spektrum unsur tertentu yang berasal dari lampu katoda berongga.

### c. Monokromator

Fungsi monokromator adalah mengabsorpsi garis resonansi yang diukur terhadap garis emisi molekuler dan garis latar belakang lain berasal dari nyala.

### d. Amplifier

Fungsi amplifier untuk Sistem pengolah berfungsi untuk mengolah kuat arus dari detektor menjadi besaran daya serap atom transmisi yang selanjutnya diubah menjadi data dalam sistem pembacaan.

### e. Detektor

Detektor merupakan alat yang mengubah energi cahaya menjadi energi listrik, yang memberikan suatu sinyal listrik berhubungan dengan daya radiasi yang diserap oleh permukaan yang peka.



#### f. Sistem Pembacaan

Sistem pembacaan merupakan bagian yang menampilkan suatu angka atau gambar yang dapat dibaca oleh mata.



Gambar 2 Lampu katoda berongga

Sumber radiasi lain yang sering dipakai adalah ”*Electrodless Discharge Lamp*” lampu ini mempunyai prinsip kerja hampir sama dengan *Hallow Cathode Lamp* (lampu katoda cekung), tetapi mempunyai *output* radiasi lebih tinggi dan biasanya digunakan untuk analisis unsur-unsur As dan Se, karena lampu HCL untuk unsur-unsur ini mempunyai signal yang lemah dan tidak stabil.

#### 2.7.4.3 Teknik-Teknik Analisis

Dalam Analisa secara spektrofotometri teknik yang biasa dipergunakan antara lain :

##### a. Metode kurva kalibrasi

Dalam metode kurva kalibrasi ini, dibuat seri larutan standard dengan berbagai konsentrasi dan absorbansi dari larutan tersebut diukur dengan SSA. Selanjutnya membuat grafik antara konsentrasi (C) dengan Absorbansi (A) yang akan merupakan garis lurus melewati titik nol dengan slope =  $\epsilon \cdot B$  atau slope =  $a \cdot b$ , konsentrasi larutan sampel diukur dan diinterpolasi ke dalam kurva kalibrasi atau di masukkan ke dalam persamaan regresi linear pada kurva kalibrasi .

##### b. Metode standar tunggal

Metode ini sangat praktis karena hanya menggunakan satu larutan standar yang telah diketahui konsentrasinya ( $C_{std}$ ). Selanjutnya absorpsi larutan standard ( $A_{std}$ ) dan absorpsi larutan sampel ( $A_{smp}$ ) diukur dengan spektrofotometri.

Dari hukum Beer diperoleh :

$$A_{\text{std}} = \varepsilon \cdot B \cdot C_{\text{std}}$$

$$A_{\text{smp}} = \varepsilon \cdot B \cdot C_{\text{smp}}$$

$$\varepsilon \cdot B = A_{\text{std}}/C_{\text{std}}$$

$$\varepsilon \cdot B = A_{\text{smp}}/C_{\text{smp}}$$

Sehingga :

$$A_{\text{std}}/C_{\text{std}} = A_{\text{smp}} \qquad C_{\text{smp}} = (A_{\text{smp}}/A_{\text{std}}) \cdot C_{\text{std}} \qquad (2)$$

Dengan mengukur absorbansi larutan sampel dan standard, konsentrasi larutan sampel dapat dihitung.

#### c. Metode adisi standard

Metode ini dipakai secara luas karena mampu meminimalkan kesalahan yang disebabkan oleh perbedaan kondisi lingkungan (matriks) sampel dan standard. Dalam metode ini dua atau lebih sejumlah volume tertentu dari sampel dipindahkan ke dalam labu takar. Satu larutan diencerkan sampai volume tertentu, kemudian diukur absorbansinya tanpa ditambah dengan zat standard, sedangkan larutan yang lain sebelum diukur absorbansinya ditambah terlebih dulu dengan sejumlah tertentu larutan standard dan diencerkan seperti pada larutan yang pertama. Menurut hukum Beer akan berlaku hal-hal berikut:

$$A_x = k \cdot C_x ; \qquad A_T = k (C_s + C_x) \qquad (3)$$

Keterangan,

$C_x$  = konsentrasi zat sampel

$C_s$  = konsentrasi zat standar yang ditambahkan larutan sampel

$A_x$  = Absorbansi zat sampel (tanpa penambahan zat standar)

$A_T$  = Absorbansi zat sampel + zat standar

Jika kedua persamaan di atas digabung, akan diperoleh :

$$C_x = C_s \times \{A_x / (A_T - A_x)\} \qquad (4)$$

Konsentrasi zat dalam sampel ( $C_x$ ) dapat dihitung dengan mengukur  $A_x$  dan  $A_T$  dengan spektrofotometer. Jika dibuat suatu seri penambahan zat standar dapat puladibuat suatu grafik antara  $A_T$  lawan  $C_s$ , garis lurus yang diperoleh diekstrapolasi ke  $A_T = 0$ , sehingga diperoleh :

$$C_x = C_s \times \{A_x / (0 - A_x)\} ; C_s = C_s \times (A_x / -A_x) \quad (5)$$

#### 2.7.4.4 Gangguan dalam Spektrofotometri Serapan Atom

Berbagai faktor dapat mempengaruhi pancaran nyala suatu unsur tertentu dan menyebabkan gangguan pada penetapan konsentrasi unsur.

##### a. Gangguan Fisik Alat

Gangguan fisik adalah semua parameter yang dapat mempengaruhi kecepatan sampel sampai ke nyala dan sempurnanya atomisasi. Parameterparameter tersebut adalah kecepatan alir gas, berubahnya viskositas sampel akibat temperatur nyala. Gangguan ini biasanya dikompensasi dengan lebih sering membuat kalibrasi atau standarisasi.

##### b. Gangguan ionisasi

Gangguan ionisasi ini biasa terjadi pada unsur-unsur alkali tanah dan beberapa unsur yang lain. Karena unsur-unsur tersebut mudah terionisasi dalam nyala. Dalam analisis dengan AAS yang diukur adalah emisi dan serapan atom yang tak terionisasi. Oleh sebab itu dengan adanya atom-atom yang terionisasi dalam nyala akan mengakibatkan sinyal yang ditangkap detektor menjadi berkurang. Namun demikian gangguan ini bukan gangguan yang sifatnya serius, karena hanya sensitivitas dan linearitasnya saja yang terganggu. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan unsur-unsur yang mudah terionisasi ke dalam sampel sehingga akan menahan proses ionisasi dari unsur yang dianalisis.

##### c. Gangguan akibat pembentukan senyawa refraktor

Gangguan ini dapat diakibatkan oleh reaksi antara analit dengan senyawa kimia, biasanya anion, yang ada dalam larutan sampel sehingga terbentuk senyawa yang tahan panas (*refractory*). Sebagai contoh fosfat akan bereaksi dengan kalsium dalam nyala menghasilkan piropospat ( $Ca_2P_2O_7$ ). Hal ini

menyebabkan absorpsi ataupun emisi atom kalsium dalam nyala menjadi berkurang. Gangguan ini dapat diatasi dengan menambahkan stronsium klorida atau lanthanum nitrat ke dalam larutan. Kedua logam ini mudah bereaksi dengan fosfat dibanding dengan kalsium sehingga reaksi antara kalsium dengan fosfat dapat dicegah atau diminimalkan.

#### **2.7.4.5 Keunggulan dan kelemahan SSA**

1. Keunggulan SSA
  - a. Memiliki selektivitas yang tinggi karena dapat menentukan beberapa unsur sekaligus dalam suatu larutan sampel tanpa perlu pemisahan.
  - b. Memiliki kepekaan yang tinggi karena dapat mengukur kadar logam hingga konsentrasi yang sangat kecil.
  - c. Ketepatan SSA cukup baik dimana memiliki isyarat yang diperlukan sederhana akan tetapi hasil pengukuran yang diperoleh cukup teliti sehingga dapat menjadi dasar pembuatan kurva kalibrasi.
2. Kelemahan SSA
  - a. Ditemukan adanya gangguan yaitu gangguan efek matriks, gangguan spectral, gangguan kimia, gangguan fisika.
  - b. Dibutuhkan suatu lampu katoda berongga yang berbeda sebagai sumber nyala untuk setiap unsur yang berbeda pula.

## 2.8 Referensi Jurnal Terdahulu

Tabel 4 Jurnal Terdahulu yang relevan dengan penelitian

No.	Judul Penelitian	Nama Peneliti	Tahun	Hasil
1.	Analisis Kadar Logam Berat Kromium (VI) Hubungannya dengan pH, Suhu, DO, Salinitas dan Kecepatan Arus Sebagai Upaya Pengendalian Pencemaran di Perairan Belawan	Neneng Agustina	2015	Berdasarkan koefisien determinasi diketahui bahwa perubahan konsentrasi kromium (VI) di perairan Belawan dipengaruhi oleh perubahan pH, suhu, DO, salinitas dan kecepatan arus sebesar 70,4%.
2.	Pemodelan Sebaran Panas Limbah Air Kanal Pendingin PT PJB UP Muara Karang Pasca Dan Masterplan Alfath Islami 2015 Reklamasi Serta Analisis Hubungannya Terhadap Kelimpahan Fitoplankton		2015	Hasil model kecepatan arus rata – rata berkisar 0,001 – 0,3 m/s. Model arus yang dihasilkan cukup baik dengan nilai persen error relatif <15%. Kondisi masterplan reklamasi mengakibatkan perubahan sebaran panas perairan baik pada musim timur dan musim barat. Pada titik T1, T4, T5, T6, T8, T9, dan T11 terjadi penurunan, sedangkan titik T2, T7, T10, T12, T13, T14, dan T15 mengalami peningkatan suhu.
3.	Desalinasi Air Payau Dengan Media Adsorben Zeolit Di Daerah Pesisir Pantai Kecamatan Sungai Kunyit Kabupaten.	Sri Yulina Wulandari	2014	Hasil penelitian menunjukkan bahwa parameter fisika dan kimia seperti temperatur, salinitas, pH dan DO secara berturut-turut berkisar 28-32 oC, 31-32,5 ‰, 6,7 -7,9 dan 7,1 – 8,3 ppm. Konsentrasi nitrat, fosfat terlarut dan Pb dalam sedimen adalah 0,291 – 0,349 ppm (tingkat kesuburan sedang), 0,175-0,215 ppm (tingkat kesuburan sangat baik), dan 15,89 – 23,02 ppm., karena sebaran parameter kimia dan fisika lebih dipengaruhi oleh jauh dekatnya dengan pantai atau daratan.
4.	Kandungan Logam Berat Seng pada <i>Enhalus acoroides</i> di	Bagus Apriaman Putra	2019	Akumulasi logam berat Zn pada akar <i>Enhalus acoroides</i> di Pulau Panjangberkisar antara 0,78–1,01 mg/l dan pada daun 0,34–0,75 mg/l.

	Perairan Jepara			Kemampuan lamun <i>Enhalus acoroides</i> yang ada di Teluk Awur dan Pulau Panjang dalam mengakumulasi logam berat Zn termasuk dalam kategori rendah dengan nilai faktor biokonsentrasi rata-rata <250.
5.	Analisis Kadar Logam Seng (Zn) Pada Air Minum Dan Air Bersih Dengan Metode Spektrofotometri Serapan Atom Di Laboratorium Kesehatan Daerah Provinsi Sumatera Utara	Utary, Desri	2019	Hasil analisis yang diperoleh kadar Zn pada sampel air bersih kode 0174: 0,0289mg/L, pada sampel air bersih kode 0175: 0,0148 mg/L, pada sampel air minum 1: 0,027 mg/L, dan pada sampel air minum 2: 0,016 mg/L. Berdasarkan hasil pemeriksaan tersebut dapat disimpulkan bahwa air minum dan air bersih untuk parameter Seng (Zn) masih memenuhi standar kualitas menurut PERMENKES No.492 Tahun 2010 dan PERMENKES No.416 Tahun 1990.
6.	Akumulasi dan distribusi Logam Berat Pada Vegetasi Mangrove Di Perairan Pesisir Sulawesi Selatan	Setiawan, Heru	2017	Kandungan logam berat dalam sampel diukur dengan menggunakan alat <i>Atomic Absorption Spectrophotometric</i> (AAS) menunjukkan akumulasi Pb terbesar berasal dari sampel vegetasi mangrove di Muara Sungai Tallo yaitu 36,1 ppm, akumulasi Cu terbesar dari Pantai Tanjung Bunga Makassar 42,8 ppm, dan akumulasi Cd terbesar dari Muara Sungai Tallo yaitu 29,3 ppm.
7.	Partisi Logam Pb,Ni, As Dan Zn Dalam Sedimen Di Perairan Muara Sungai Cimandiri, Teluk Palabuhanratu, Sukabumi	Risnasari, May	2017	Konsentrasi logam berat Pb, Ni, As dan Zn sedimen fraksi pasir kasar, sedang, dan halus hingga lumpur berturut-turut antara 1.19-58.41 mg/kg, antara 1.41-59.34 mg/kg dan antara 1.19-56.14 mg/kg. Hasil analisis menunjukkan konsentrasi logam berat belum menunjukkan keterkaitan terhadap ukuran butiran dan kandungan bahan organik dalam sedimen.

8. Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) dan Timbal (Pb) dalam Air Laut Pesisir Pantai Mambooro Kecamatan Palu Utara Rahmadani, Tatik, dkk 2015
- Konsentrasi logam zink pada air laut di wilayah pesisir pantai Mambooro yaitu berkisar antara 0,109 mg/L 0,155 mg/L. Konsentrasi tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan NAB logam seng yaitu 0,01 mg/L. Untuk konsentrasi logam timbal yaitu berkisar antara 0,35 mg/L – 0,433 mg/L, konsentrasi tersebut lebih tinggi jika dibandingkan dengan NAB logam timbal yaitu 0,025 mg/L.
-