

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

---

**ANALISIS KUALITAS PERAIRAN  
PANTAI LUMPUE, SALO KARAJAE DAN TELUK PAREPARE**

**SKRIPSI**



**NAMA : ADHAYANI HAJARINANDA  
NIM : D611 14 307**



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

**MAKASSAR  
2020**

**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
FAKULTAS TEKNIK  
JURUSAN TEKNIK GEOLOGI  
DEPARTEMEN TEKNIK GEOLOGI**

---

**ANALISIS KUALITAS PERAIRAN  
PANTAI LUMPUE, SALO KARAJAE DAN TELUK PAREPARE**

**SKRIPSI**

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Teknik (ST)  
pada Jurusan Teknik Geologi Fakultas Teknik  
Universitas Hasanuddin

**ADHAYANI HAJARINANDA  
D611 14 307**



**MAKASSAR  
2020**

# ANALISIS KUALITAS PERAIRAN TELUK PAREPARE



## SKRIPSI

Nama Mahasiswa : Adhayani Hajarinanda

No. Mahasiswa : D611 14 307

Disetujui Oleh,

Pembimbing I

Prof. Dr. rer.nat. Ir. A.M. Imran  
NIP. 19630605 198903 1 005

Diketahui oleh,  
Ketua Departemen Teknik Geologi  
Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin



Dr. Eng. Asri Jaya, HS, S.T., M.T.  
NIP. 19690924 199802 1 001

Pembimbing II

Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T  
NIP. 19671119 199802 2 001



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)

## PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi ini merupakan karya orisinil saya dan sepanjang pengetahuan saya tidak memuat bahan yang pernah dipublikasikan atau ditulis oleh orang lain dalam rangka tugas akhir untuk memperoleh gelar akademik di Universitas Hasanuddin atau di lembaga pendidikan lainnya, dimanapun, kecuali yang telah dikutip sesuai kaidah yang berlaku. Saya juga menyatakan bahwa skripsi ini merupakan hasil karya saya sendiri dan dibantu oleh pihak pembimbing.

Makassar, November 2020

**Penulis**



**Adhayani Hajarinda**



## ABSTRAK

### ANALISIS KUALITAS PERAIRAN PANTAI LUMPUE, SALO KARAJAE DAN TELUK PAREPARE

ADHAYANI HAJARINANDA

Kondisi perairan yang baik sangat penting untuk mendukung kegiatan pembangunan sosial-ekonomi dan kelulushidupan organisme, khususnya peruntukan perairan pelabuhan, wisata bahari dan biota laut yang hidup di dalamnya. Penentuan status mutu air laut dan geokimia sedimen perlu dilakukan sebagai acuan dalam melakukan pemantauan pencemaran perairan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis kualitas air laut dan menentukan indeks pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Pantai Lumpue, Salo Karajae dan Teluk Parepare serta mengetahui distribusi unsur-unsur logam pada sedimen dasar Salo Karajae dan sedimen dasar laut Teluk Parepare. Pemerolehan data lapangan didapatkan di tiga belas titik stasiun dengan pengambilan sampel air laut dan sedimen dasar laut masing-masing sebanyak tiga stasiun pada bulan September 2019. Hasil analisis air laut dibandingkan dengan baku mutu air laut untuk perairan pelabuhan, wisata bahari dan biota laut berdasarkan Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan No. 69 Tahun 2010, sedangkan hasil analisis sedimen dasar laut dihubungkan dengan keterdapatan unsur utama sedimen yang ada di alam. Hasil penelitian kualitas air laut menunjukkan bahwa parameter yang masih sesuai baku mutu antara lain kecerahan perairan, suhu (temperature), ammonia total ( $\text{NH}_3\text{N}$ ), fosfat ( $\text{PO}_4\text{-P}$ ) dan sulfida ( $\text{H}_2\text{S}$ ), sedangkan parameter yang telah melampaui baku mutu antara lain *Biological Oxygen Demand* ( $\text{BOD}_5$ ), Nitrat ( $\text{NO}_3\text{-N}$ ) dan pH. Berdasarkan hasil perhitungan indeks pencemaran menunjukkan bahwa perairan Pantai Lumpue berada dalam kategori kondisi baik untuk perairan pelabuhan, cemar ringan untuk wisata bahari dan biota laut pada ST 3 Tonrangeng, serta cemar sedang untuk wisata bahari dan biota laut pada ST 7 Salo Karajae dan ST 10 Teluk Parepare, sedangkan distribusi unsur-unsur pada Salo Karajae dan Teluk Parepare terbagi atas unsur logam, unsur semi logam dan unsur non-logam. Adanya dominasi unsur-unsur utama asal darat pada Salo Karajae dan Teluk Parepare dapat diindikasikan bahwa pencemaran daerah tersebut berasal dari darat. Unsur Zn merupakan salah satu unsur yang terdapat pada sedimen dasar laut, tergolong unsur logam berat yang bersifat toksik tinggi dan sudah melewati baku mutu sedimen laut sesuai Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan No 69 Tahun 2010.



Kata Kunci : Baku Mutu, Geokimia Sedimen, Indeks Pencemaran, Kualitas Air, Parameter Fisika-Kimia, Sedimen Laut, Perairan Pelabuhan, Wisata Bahari dan Biota Laut, Pantai Lumpue, Salo Karajae, Teluk Parepare, Unsur Utama, Unsur Logam Berat

## ABSTRACT

### WATERS QUALITY ANALYSIS OF LUMPUE COASTAL, KARAJAE RIVER AND PAREPARE BAY

ADHAYANI HAJARINANDA

*Good water quality is extremely important to support socio-economic development activities and life of organisms, especially harbor waters, marine tourism and marine biota that live in it. The determination of water quality status and geochemistry of sediment were needed as reference to monitor waters pollution. This study aimed to analysis of seawater quality and determine pollution index based on physic-chemical parameters in Lumpue Coastal Water, Karajae River and Parepare Bay and know the distribution of metal elements in the floor sediment of the Karajae River and sea floor sediment of the Parepare Bay. Field data obtained across thirteen research stations, while seawater sampling and seafloor sediment sampling were carried out each other in three research stations in September 2019. The results were compared with water quality for harbor waters, marine tourism and marine biota based on the South Sulawesi Governor Regulation No 69 of 2010, while the results of seafloor sediment analysis are related to the main elements of sediment present in nature. The results showed that the parameters in according to the quality standards are water transparency, temperature, total ammonia (NH<sub>3</sub>N), phosphate (PO<sub>4</sub>-P) and sulphide (H<sub>2</sub>S), while those that have exceeded the quality standards are Biological Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>), nitrate (NO<sub>3</sub>-N) and pH. Based on the calculation of pollution index indicates that the Lumpue Coastal Waters was in good condition category for harbor waters, light pollution category for marine tourism and marine biota at ST 3 Tonrangeng, and also medium pollution category for marine tourism and marine biota at ST 7 Karajae River and ST 10 Parepare Bay, while the distribution of the elements in Karajae River and Parepare Bay are divided into metal, semi-metal and non-metal elements. The dominance of the main element from land in Karajae River and Parepare Bay can be indicated that the pollution of the area originates from land. Zn is one of the element contained in the seafloor sediment, classified as heavy metal elements with high toxic and has passed the marine sediment quality standard according to the South Sulawesi Governor Regulation No 69 of 2010.*

**Keywords :**

*Standards, Geochemistry of Sediment, Pollution Index, Water Quality, Physico-Chemical Parameters, Seafloor Sediment, Harbor Waters, Marine Tourism and Marine Biota, Lumpue Coastal, Karajae River, Parepare Bay Main Element, Heavy Metal Element.*



## KATA PENGANTAR

Segala puji syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT, Tuhan Yang Maha Esa karena atas berkat dan rahmat-Nyalah sehingga penyusunan laporan tugas akhir yang berjudul “*Analisis Kualitas Perairan Pantai Lumpue, Salo Karajae dan Teluk Parepare*” dapat penulis selesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada semua pihak yang telah membimbing, mengarahkan dan membantu penulis dalam penyusunan laporan tugas akhir ini, antara lain:

1. Bapak Prof. Dr. rer. nat. Ir. A. M. Imran sebagai dosen pembimbing I yang telah memberikan arahan dan bimbingan kepada penulis dengan ikhlas dan sabar selama penyusunan laporan.
2. Ibu Dr. Ir. Haerany Sirajuddin, M.T sebagai dosen pembimbing II yang telah memberikan banyak referensi dan masukan kepada penulis dengan baik.
3. Bapak Dr. Eng. Asri jaya HS, S.T., M.T, sebagai Ketua Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
4. Bapak Dr. Eng. Hendra Pachri, S.T. M.Eng sebagai penasehat akademik di Jurusan Teknik Geologi, yang senantiasa memberikan arahan kepada penulis.
5. Seluruh Dosen dan Staf Departemen Teknik Geologi Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
6. Ayahanda Ir. Chaidar Ridha Hasbullah dan Ibunda Nur Aidah, S.H selaku

ang tua tercinta beserta Adik Chairil Dwiki Bahrian, A.Md selaku



saudaraku yang selalu mendoakan dan memberikan dukungan baik moril maupun materil.

7. Om Ir. Ahmad Abdullah, M.Si dan Tante Dwi Chatrini, S.E selaku orang tua kedua dalam hidupku yang telah ikut memberikan banyak dukungan, semangat, kasih sayang dan cerita-cerita inspiratif tanpa pamrih.
8. Kakanda Asmar Hidayat, S.T yang tidak henti-hentinya memberikan cinta dan kasih sayangnya melalui doa, dukungan, dorongan dan juga bantuan selama ini.
9. Saudara Lalu Kamarudin Huda, S.T, Fadel Muhammad, S.T (2015), Sompoan Teguh Satria, S.T dan saudariku tercinta Merlin Pesiwariisa, S.T yang telah menemani melakukan pengambilan data lapangan di Pantai Lumpue Kota Parepare selama dua hari, menjaga serta dengan sabar membantu dalam pengambilan data kualitas air laut dan sampel sedimen di Perairan Teluk Parepare.
10. Terkhusus saudari Sumiati, S.T yang telah banyak membantu penulis semasa menyusun proposal skripsi, mewadahi tempat tinggal selama di lokasi penelitian dan menjadi tempat berbagi informasi, pengetahuan dan hasil analisis di daerah Pantai Lumpue Kota Parepare.
11. Saudari Adibah Triaryanti Safari, S.T yang senantiasa menemani dan mengajarkan pembuatan peta lokasi penelitian sehingga penyusunan laporan dapat berjalan dengan baik

impunan Mahasiswa Geologi FT-UH, khususnya Angkatan 2014  
"NEOGEN" atas dukungan dan bantuannya selama ini.



13. Seluruh pihak yang telah banyak membantu dan mendoakan, terima kasih atas dukungan, bantuan dan doanya.

Akhir kata semoga laporan tugas akhir ini dapat dimanfaatkan dan memberikan sumbangsih pemikiran untuk perkembangan pengetahuan bagi penulis maupun bagi pihak yang berkepentingan, serta dapat diterima dan menjadi acuan dalam tahap penelitian selanjutnya.

Makassar, November 2020

Penulis



## DAFTAR ISI

	<b>Halaman</b>
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN TUJUAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>iii</b>
<b>PERNYATAAN KEASLIAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK</b> .....	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>ix</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xv</b>
<b>DAFTAR GRAFIK</b> .....	<b>xvi</b>
<b>BAB I. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Maksud dan Tujuan .....	3
1.3 Batasan Masalah .....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Letak dan Kesampaian Daerah .....	5
1.6 Alat dan Bahan .....	5
1.7 Peneliti Terdahulu.....	7
<b>BAB II. TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Geologi Regional .....	8
2.2 Definisi .....	9
Indeks Kualitas Air.....	9
Parameter-Parameter Air .....	11
Parameter Fisika .....	12
Parameter Kimia.....	14
Metode Indeks Pencemaran ( <i>Pollution Index-PI</i> ) .....	18



2.6	Baku Mutu Air Laut .....	20
2.7	Pencemaran Air Laut .....	23
2.8	Sedimen .....	26
2.9	Sifat Fisik Kimia Sedimen Laut .....	27
2.9.1	Komponen Fisik Kimia .....	27
2.9.2	Materi Organik dalam Sedimen.....	29
2.9.3	Sedimen sebagai Indikator Pencemar.....	29
2.10	Pencemaran Logam Berat.....	30
2.10.1	Logam Berat .....	32
2.10.2	Perilaku dan Nasib Logam di Lingkungan .....	34
2.10.3	Seng (Zn) .....	35
2.11	Bentuk Partikulat atau Spesies Logam di Sedimen .....	36
<b>BAB III. METODE DAN TAHAPAN PENELITIAN .....</b>		<b>37</b>
3.1	Pengumpulan Data.....	37
3.1.1	Studi Pustaka.....	37
3.1.2	Data Lapangan.....	37
3.1.3	Data Laboratorium .....	38
3.2.	Analisis Data.....	39
3.2.1	Data Lapangan.....	39
3.2.2	Data Laboratorium.....	39
3.3	Penyusunan Laporan.....	40
<b>BAB IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....</b>		<b>42</b>
4.1	Geologi Daerah Penelitian.....	42
4.1.1	Geomorfologi Daerah Penelitian .....	42
4.1.2	Stratigrafi Daerah Penelitian .....	44
4.2	Hasil Pengukuran Kualitas Air Laut Perairan Pantai Lumpue, Salo Karajae dan Teluk Parepare dengan menggunakan Water Quality Checker (WQC) dan Sechi Disk.....	46
4.3	Hasil Analisis Kualitas Fisika dan Kimia Air Laut Perairan Pantai Lumpue, Salo Karajae dan Teluk Parepare .....	49
4.4	Analisa Hasil Indeks Pencemaran Air Laut .....	53
4.4.1	Nilai $(Ci/Lij)_{MAKSIMUM}$ dan $(Ci/Lij)_{RATA-RATA}$ .....	54
4.4.2	Menghitung Indeks Pencemaran .....	56
4.5	Geokimia Sedimen .....	58
4.5.1	Kandungan Unsur Utama terhadap Si .....	59
4.5.2	Kandungan Unsur Utama terhadap Fe.....	66
4.5.3	Kandungan Unsur Utama terhadap Ca .....	75
4.5.4	Kandungan Unsur Logam Berat terhadap Si .....	85
4.6	Hubungan Kualitas Air Laut dan Geokimia Sedimen .....	86
4.6.1	Hubungan Kualitas Air Laut dan Geokimia Sedimen pada Salo Karajae .....	87
4.6.2	Hubungan Kualitas Air Laut dan Geokimia Sedimen pada Teluk Parepare .....	89



<b>BAB V. PENUTUP</b> .....	91
5.1 Kesimpulan.....	91
5.2 Saran .....	93

## DAFTAR PUSTAKA

### LAMPIRAN

Tabel 1. Perhitungan Cij/Lij Tiap Parameter Sampel Air Laut untuk Kualitas Perairan Pelabuhan .....	1
Tabel 2. Perhitungan Cij/Lij Tiap Parameter Sampel Air Laut untuk Kualitas Wisata Bahari .....	2
Tabel 3. Perhitungan Cij/Lij Tiap Parameter Sampel Air Laut untuk Kualitas Biota Laut.....	3
1. Menghitung Nilai Perbandingan Hasil Analisis dan Baku Mutu Air Laut (Ci/Lij) <sub>BARU</sub> .....	4
2. Menghitung Nilai Perbandingan Hasil Analisis Dan Baku Mutu Air Laut (Ci/Lij) yang Nilai Baku Mutunya memiliki Rentang .....	4
Tabel 4. Perhitungan Cij/Lij <sub>baru</sub> untuk Kualitas Perairan Pelabuhan .....	6
Tabel 5. Perhitungan Cij/Lij <sub>baru</sub> untuk Kualitas Wisata Bahari .....	7
Tabel 6. Perhitungan Cij/Lij <sub>baru</sub> untuk Kualitas Biota Laut .....	8
Laporan Hasil Uji Air Laut ST 3 Tonrangeng .....	9
Laporan Hasil Uji Air Laut ST 7 Salo Karajae .....	10
Laporan Hasil Uji Air Laut ST 10 Teluk Parepare .....	11
Analisis Sampel Sedimen ST 7 Salo Karajae .....	13
Analisis Sampel Sedimen ST 8 Muara Salo Karajae .....	14
Analisis Sampel Sedimen ST 9 Teluk Parepare.....	15



## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1.1 Peta tunjuk daerah penelitian.....	5
Gambar 3.1 Alat XRF (Arl Quant'x EDXRF Analyzer) .....	40
Gambar 3.2 Diagram alir tahapan penelitian .....	41
Gambar 4.1 Kenampakan satuan morfologi perbukitan vulkanik pada daerah Pantai Lumpue dengan arah foto N300°E .....	43
Gambar 4.2 Kenampakan satuan morfologi pedataran pantai pada daerah Pantai Lumpue dengan arah foto N120°E .....	43
Gambar 4.3 Kenampakan singkapan trakit porfiri berstruktur <i>layer</i> pada daerah Pantai Lumpue dengan arah foto N27°E .....	45
Gambar 4.4 Kenampakan singkapan konglomerat pada daerah Tonrangeng dengan arah foto N220°E .....	46
Gambar 4.5 Kenampakan singkapan konglomerat sensor <i>Water Quality Checker Digital</i> kedalam Air Laut .....	47
Gambar 4.6 Pembacaan data kualitas air laut pada <i>Water Quality Checker Digital</i> .....	47
Gambar 4.7 Pengambilan data kecerahan air laut yang diamati secara visual menggunakan <i>sechi disk</i> .....	47



## DAFTAR TABEL

Tabel		Halaman
Tabel 2.1	Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan.....	21
Tabel 2.2	Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari.....	21
Tabel 2.3	Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.....	22
Tabel 2.4	Baku Mutu Sedimen Laut sesuai Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan No 69 Tahun 2010.....	34
Tabel 4.1	Hasil Pengukuran Kualitas Air Laut secara Insitu di Perairan Pantai Lumpue.....	48
Tabel 4.2	Hasil Pengukuran Kualitas Air Laut secara Insitu di Perairan Salo Karajae.....	48
Tabel 4.3	Hasil Pengukuran Kualitas Air Laut secara Insitu di Perairan Teluk Parepare.....	48
Tabel 4.4	Hasil Analisis Baku Mutu Air Laut ST 3 Tonrangeng sesuai Peraturan Gubernur Sulsel No. 69 Tahun 2010.....	50
Tabel 4.5	Hasil Analisis Baku Mutu Air Laut ST 7 Salo Karajae sesuai Peraturan Gubernur Sulsel No. 69 Tahun 2010.....	51
Tabel 4.6	Hasil Analisis Baku Mutu Air Laut ST 10 Teluk Parepare sesuai Peraturan Gubernur Sulsel No. 69 Tahun 2010.....	52
Tabel 4.7	Nilai (Cij/Lij) <sub>MAKSIMUM</sub> dan (Ci/Lij) <sub>RATA-RATA</sub> Berdasarkan Kualitas Perairan Pelabuhan.....	54
Tabel 4.8	Perhitungan Nilai (Cij/Lij) <sub>MAKSIMUM</sub> dan (Ci/Lij) <sub>RATA-RATA</sub> Berdasarkan Kualitas Wisata Bahari.....	55
Tabel 4.9	Perhitungan Nilai (Cij/Lij) <sub>MAKSIMUM</sub> dan (Ci/Lij) <sub>RATA-RATA</sub> Berdasarkan Kualitas Biota Laut.....	55
Tabel 4.10	Rekap Hasil IP untuk Baku Mutu Perairan Pelabuhan, Wisata Bahari dan Biota Laut.....	56
Tabel 4.11	Kategori Mutu Kualitas Air.....	57
Tabel 4.12	Status Mutu Air Laut untuk Peruntukan Pelabuhan, Wisata Bahari dan Biota Laut.....	57
Tabel 4.13	Unsur Ti dan Si.....	59
Tabel 4.14	Unsur Al dan Si.....	60
Tabel 4.15	Unsur Fe dan Si.....	61
Tabel 4.16	Unsur Mn dan Si.....	63
Tabel 4.17	Unsur Ca dan Si.....	64
Tabel 4.18	Unsur K dan Si.....	65
Tabel 4.19	Unsur Ti dan Fe.....	66
Tabel 4.20	Unsur Al dan Fe.....	68
Tabel 4.21	Unsur Si dan Fe.....	69
Tabel 4.22	Unsur Mn dan Fe.....	71
Tabel 4.23	Unsur Ca dan Fe.....	72
Tabel 4.24	Unsur K dan Fe.....	74
Tabel 4.25	Unsur Ti dan Ca.....	75



Tabel 4.26	Unsur Al dan Ca.....	74
Tabel 4.27	Unsur Fe dan Ca.....	78
Tabel 4.28	Unsur Mn dan Ca.....	80
Tabel 4.29	Unsur Si dan Ca.....	82
Tabel 4.30	Unsur K dan Ca.....	83
Tabel 4.31	Unsur Zn dan Si.....	85



## DAFTAR GRAFIK

Grafik		Halaman
Grafik 4.1	Indeks pencemaran perairan Pantai Lumpue dan Teluk Parepare Kecamatan Bacukiki Barat Provinsi Sulawesi Selatan.....	58
Grafik 4.2	Hubungan unsur Ti terhadap Si.....	59
Grafik 4.3	Hubungan unsur Al terhadap Si.....	60
Grafik 4.4	Hubungan unsur Fe terhadap Si.....	61
Grafik 4.5	Hubungan unsur Mn terhadap Si.....	63
Grafik 4.6	Hubungan unsur Ca terhadap Si.....	64
Grafik 4.7	Hubungan unsur K terhadap Si.....	65
Grafik 4.8	Hubungan unsur Ti terhadap Fe.....	67
Grafik 4.9	Hubungan unsur Al terhadap Fe.....	68
Grafik 4.10	Hubungan unsur Si terhadap Fe.....	69
Grafik 4.11	Hubungan unsur Mn terhadap Fe.....	71
Grafik 4.12	Hubungan unsur Ca terhadap Fe.....	72
Grafik 4.13	Hubungan unsur K terhadap Fe.....	74
Grafik 4.14	Hubungan unsur Ti terhadap Ca.....	76
Grafik 4.15	Hubungan unsur Al terhadap Ca.....	77
Grafik 4.16	Hubungan unsur Fe terhadap Ca.....	78
Grafik 4.17	Hubungan unsur Mn terhadap Ca.....	80
Grafik 4.18	Hubungan unsur Si terhadap Ca.....	82
Grafik 4.19	Hubungan unsur K terhadap Ca.....	83
Grafik 4.20	Hubungan unsur Zn terhadap Si.....	85



# BAB I PENDAHULUAN

## 1.1 Latar Belakang

Wilayah pesisir merupakan wilayah yang penting ditinjau dari berbagai sudut pandang perencanaan dan pengelolaan. Transisi antara daratan dan lautan di wilayah pesisir telah membentuk ekosistem yang beragam dan sangat produktif serta memberikan nilai ekonomi yang luar biasa terhadap manusia. Sejalan dengan pertumbuhan penduduk dan peningkatan kegiatan pembangunan sosial-ekonomi, nilai wilayah pesisir terus bertambah. Konsekuensi dari tekanan terhadap pesisir adalah masalah pengelolaan yang timbul karena konflik pemanfaatan akibat berbagai kepentingan di wilayah tersebut. Berbagai kegiatan di sepanjang pesisir laut dan paradigma sebagian masyarakat pesisir yang menganggap laut sebagai tempat pembuangan sampah. Menurut Siahainenia (2001) *dalam* Damaianto dan Masduqi (2014), akan dijumpai berbagai jenis sampah dan bahan pencemar di laut, hal tersebut tentu dapat mengakibatkan degradasi lingkungan di wilayah pesisir dan ekosistem di sekitarnya. Sehingga, masuknya zat-zat organik dan anorganik ke badan air secara berlebihan akan berdampak buruk pada perairan laut dan menyebabkan penurunan kualitas air laut secara fisik, kimia dan biologi.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Laut bahwa pencemaran laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitas air turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak



sesuai dengan baku mutu dan/atau tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya. Bahan pencemar yang masuk ke wilayah pesisir dan laut bisa berasal dari berbagai sumber. Keadaan fisik bahan pencemar dari suatu sumber bisa berbeda dari sumber lain dengan komposisi yang berbeda-beda pula. Dengan demikian dampak yang ditimbulkan terhadap lingkungan juga bervariasi. Status mutu suatu perairan merupakan tingkat kondisi mutu perairan yang menunjukkan kondisi cemar atau kondisi baik dalam waktu tertentu dengan membandingkan dengan baku mutu yang telah ditetapkan.

Pesisir yang merupakan daerah pertemuan antara darat dan laut, ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan baik kering maupun terendam air yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air laut, sedangkan ke arah laut, wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi atau pencemaran. Sesuai dengan batasan di atas sangat jelas bahwa perairan wilayah pesisir merupakan tempat pembuangan terakhir dari berbagai jenis limbah dari daratan, oleh karena itu sangat rentan mengalami pencemaran.

Wilayah perairan pesisir dan laut Daerah Lumpue Kota Parepare termasuk dalam wilayah administrasi Provinsi Sulawesi Selatan. Dalam perkembangannya, wilayah pesisir Daerah Lumpue mengalami pengembangan untuk berbagai macam kepentingan dan peruntukan, seperti kegiatan pariwisata bahari, pemukiman dan maritim serta pengembangan budidaya laut dan perikanan. Aktivitas-aktivitas

tentunya akan mempengaruhi kualitas wilayah pesisir. Permasalahan yang dominan bagi wilayah pesisir, pantai dan laut adalah terjadinya pencemaran



yang mengakibatkan penurunan kualitas dan kuantitas sumberdaya pesisir dan laut. Penurunan kualitas air akan menurunkan daya guna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumberdaya perairan yang pada akhirnya menurunkan kekayaan sumberdaya alam. Menurut Gholizadeh et al (2016) bahwa setiap perubahan dalam ekosistem rentan akibat kegiatan antropogenik yang dapat membahayakan habitat ikan dan organisme air lainnya.

Masuknya pencemar organik dan anorganik ke badan air serta sedimen perairan pesisir pantai dapat menyebabkan kualitas perairan mengalami degradasi fungsi secara biologis. Potensi perairan pesisir pantai dan laut sebagai sumber pangan bagi masyarakat akan terganggu. Cukup tingginya aktivitas manusia yang ada di wilayah pesisir Daerah Lumpue dikhawatirkan akan memberikan dampak pencemaran terhadap kondisi kualitas perairan. Oleh karena itu, untuk melestarikan fungsi pesisir dan laut perlu dilakukan pengelolaan kualitas dan pengendalian pencemaran air laut serta mengetahui sebaran unsur-unsur logam yang terdapat dalam cuplikan sedimen laut untuk kepentingan sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis. Untuk mewujudkan peningkatan pengelolaan kualitas air laut dan unsur-unsur sedimen logam diperlukan suatu kajian dan pemetaan terhadap kualitas perairan tersebut.

## 1.2 Maksud dan Tujuan

Maksud dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kualitas air laut dan pencemaran berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Pantai Lumpue,



Salo Karajae dan Teluk Parepare, serta mengetahui distribusi unsur-unsur logam pada sedimen dasar Salo Karajae dan sedimen dasar laut Teluk Parepare.

Tujuan dari penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis kualitas air laut berdasarkan parameter fisika-kimia di perairan Pantai Lumpue, Salo Karajae dan Teluk Parepare Kecamatan Bacukiki Barat Provinsi Sulawesi Selatan
2. Menentukan tingkat pencemaran berdasarkan status mutu perairan laut di perairan Pantai Lumpue, Salo Karajae dan Teluk Parepare Kecamatan Bacukiki Barat Provinsi Sulawesi Selatan
3. Mengetahui distribusi unsur-unsur logam pada sedimen dasar Salo Karajae dan sedimen dasar laut Teluk Parepare menggunakan metode XRF

### **1.3 Batasan Masalah**

Penelitian ini dilakukan dengan membatasi masalah pada konsentrasi beberapa parameter fisika dan kimia perairan yang tertera pada baku mutu air laut dan menentukan status mutu kualitas air laut dengan menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) serta mengetahui distribusi unsur-unsur logam pada sedimen dasar Salo Karajae dan sedimen dasar laut Teluk Parepare dengan menggunakan metode XRF.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

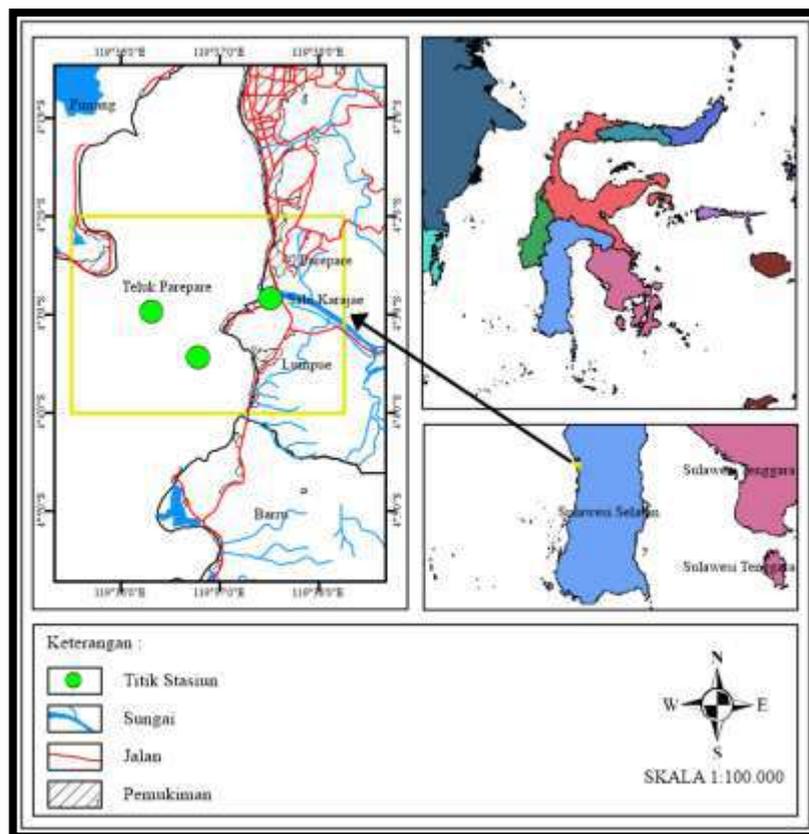
Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi dasar dan yang dapat bermanfaat bagi pemerintah daerah dan masyarakat umum, serta mengenai kualitas air laut dan kondisi lingkungan dasar laut perairan



sehingga dapat dijadikan sebagai masukan dalam pengelolaan wilayah Pantai Lumpue, Salo Karajae dan Teluk Parepare Kecamatan Bacukiki Barat Provinsi Sulawesi Selatan.

### 1.5 Letak dan Kesampaian Daerah

Secara administratif daerah penelitian termasuk dalam wilayah Pantai Lumpue dan Teluk Parepare Kecamatan Bacucuki Barat Provinsi Sulawesi Selatan (Gambar 1.1).



Gambar 1.1 Peta tunjuk daerah penelitian



Secara geografis, daerah penelitian terletak antara  $119^{\circ}36'00''$  BT -  $119^{\circ}36'00''$  BT dan  $4^{\circ}02'40''$  LS -  $4^{\circ}04'50''$  LS. Daerah penelitian terletak sekitar  $\pm 300$

km disebelah selatan kota Makassar dan dapat ditempuh dalam waktu  $\pm$  4 jam dari Kota Makassar dengan menggunakan kendaraan beroda dua maupun kendaraan beroda empat.

## 1.6 Alat dan Bahan

Adapun alat dan bahan yang digunakan selama penelitian berlangsung adalah sebagai berikut :

1. Peta Topografi berskala 1 : 25.000 yang merupakan hasil pembesaran dari peta rupa bumi skala 1 : 50.000 terbitan Bakosurtanal
2. *Water Quality Checker Digital (WQC – 22A)*
3. *Electromagnetic Current Meter VM2201, VMT2-200-04P*
4. *Sediment Graph Sampler*
5. Pelampung
6. Kompas Geologi
7. *Global Positioning System (GPS)*
8. Komparator
9. Buku catatan lapangan
10. Kantong sampel
11. Botol AQUA 600 ml
12. Kamera digital
13. Alat tulis menulis



Clipboard

Ransel lapangan

16. Penggaris

17. Perlengkapan pribadi

### **1.7 Peneliti Terdahulu**

Beberapa ahli geologi telah melakukan penelitian di daerah ini baik secara lokal maupun regional. Hasil penelitian geologi yang dijadikan acuan dalam penelitian ini antara lain:

- Rab Sukamto (1982) melakukan pemetaan Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat Sulawesi dengan skala 1: 250.000.
- Kaharuddin (2009) melakukan penelitian mengenai Kaldera Pantai Lumpue Bersumber dari Erupsi Gunungapi Parepare
- Ulva Ria Irfan (2012) melakukan penelitian tentang Petrologi Fasies Sentral Batuan Gunungapi Parepare Provinsi Sulawesi Selatan.
- Haerany Sirajuddin (2014), melakukan penelitian dengan judul “Coastal Vulnerability Based on Tectonics and Shoreline Change Along Coastal Area of Lumpue Coast South Sulawesi



## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Geologi Regional

Secara regional daerah penelitian termasuk dalam Peta Geologi Lembar Pangkajene dan Watampone Bagian Barat Sulawesi yang disusun oleh Rab Sukanto (1982). Daerah penelitian terletak di pesisir dimana tatanan stratigrafi pada umumnya terdiri dari endapan aluvium yang berumur Miosen Tengah – Miosen Akhir serta Eosen Akhir – Miosen Tengah sedikit terobosan andesit. Endapan Aluvium terdiri dari lempung, pasir, lumpur, kerikil dan bongkah batuan yang tidak padu (lepas). Adapun formasi geologi di Kota Parepare sebagai pembentuk struktur batuan, antara lain endapan aluvial dan pantai, pasir, lempung dan batugamping koral. Selain itu terdapat juga batuan gunungapi berupa tufa, breksi, konglomerat dan lava. Adapun formasi yang terdapat pada daerah penelitian termasuk kedalam Formasi *Tppv* Satuan Gunungapi Parepare: tufa berbutir halus sampai lapili, breksi dan konglomerat gunungapi, setempat dengan sisipan lava dan batupasir tufaan: terutama bersusunan trakit dan andesit, pemeriksaan petrografi menunjukkan andesit trakit, beberapa lapisan tufa mengandung banyak biotit; berwarna putih keabuan hingga kelabu; setempat terlihat lapisan silang-siur dan sisa tumbuhan. Sebagian dari batuan gunungapi ini di daerah Timur terdiri dari lava (*Tppl*), bersusunan trakit, mengandung banyak biotit. Satuan ini ditaksir setebal 500 m, menindih batuan Formasi Camba dan kemungkinan menjemari dengan bagian atas Formasi Walanae.

Pliosen, berdasarkan penarikan radiometri pada trakit dan tufa dari



TimurLaut Parepare (Lembar Majene-Palopo), masing-masing menghasilkan 4,25 dan 4,95 Juta Tahun.

## 2.2 Definisi

Definisi berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Laut bahwa:

- 1) Laut adalah ruang wilayah lautan yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait padanya yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek fungsional.
- 2) Baku mutu air laut 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 laut.
- 3) Status mutu laut adalah tingkatan mutu laut pada lokasi dan waktu tertentu yang dinilai berdasarkan baku mutu air laut dan/atau kriteria baku kerusakan laut.

Status mutu laut ditetapkan berdasarkan inventarisasi dan/atau penelitian data mutu air laut, kondisi tingkat kerusakan laut yang mempengaruhi mutu laut.

- 4) Perlindungan mutu laut adalah setiap upaya atau kegiatan yang dilakukan agar mutu laut tetap baik.

## 2.3 Indeks Kualitas Air

Kualitas air adalah kondisi kualitatif air yang diukur dan atau diuji dengan parameter-parameter tertentu dan metode tertentu berdasarkan peraturan dan/atau peraturan lain yang berlaku (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup



Nomor 115 Tahun 2004 Tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air). Pengertian Air dalam UU Nomor 7 Tahun 2004 tentang sumber daya air bahwa, air adalah semua air yang terdapat pada, di atas, ataupun di bawah permukaan tanah, termasuk dalam pengertian ini air permukaan, air tanah, air hujan, dan air laut yang berada di darat.

Berdasarkan definisi dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bahwa, pencemaran air yang diindikasikan dengan turunnya kualitas air sampai pada tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak dapat berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Yang dimaksud dengan tingkat tertentu tersebut di atas adalah baku mutu air yang ditetapkan dan berfungsi sebagai tolak ukur untuk menentukan telah terjadinya pencemaran air. Penetapan baku mutu air selain didasarkan pada peruntukan (*designated beneficial water uses*), juga didasarkan pada kondisi nyata kualitas air yang mungkin berada antara satu daerah dengan daerah lainnya.

Pendekatan tradisional penentuan status mutu air pada perairan tertentu yaitu dengan membandingkan data setiap parameter kualitas air konvensional seperti parameter fisik, kimia, bakteriologi, dengan kondisi normatif baku mutu yang digunakan sebagai acuan atau rujukan pada daerah masing-masing. Dalam konteks pengelolaan kualitas air dan lingkungan sungai, status mutu air harus bisa dikuantifikasikan dan diekspresikan dengan suatu indeks tunggal (*single index*) kualitas air yang dapat dihubungkan dengan strategi operasional manajemen sungai yang ekologis dan berkelanjutan (Bovee dkk, 1988 dan Parparove dkk, 2006 dalam

dkk, 2014).



Hampir semua negara mengembangkan metode indeks kualitas air masing-masing. Di kalangan beberapa ilmuwan penggunaan indeks kualitas air untuk mengklasifikasikan kualitas air masih dianggap kontroversial, karena satu indeks dianggap tidak dapat menggambarkan secara keseluruhan kondisi kualitas air yang ada dan banyak parameter kualitas air yang tidak tercakup dalam indeks tersebut (Saraswati, 2014).

Indeks Kualitas Air merupakan suatu sistem perkiraan berupa indeks yang diperoleh dengan cara penggabungan parameter-parameter kualitas air dalam skala-skala tertentu yang kemudian dijadikan skala angka tunggal dengan metode perhitungan tertentu. Penerapan standar ini menjadi acuan dalam mengevaluasi kondisi air sehingga dapat diputuskan apakah air tersebut dapat digunakan atau tidak.

Metode indeks kualitas air yang paling banyak digunakan di Indonesia yaitu metode Storet dan Indeks Pencemaran (Pollution Index - PI), yang tercantum dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Kedua indeks tersebut dikembangkan di negara USA (Anonim, 2011; Nemerow dan Sumitomo, 1970 dalam Saraswati dkk, 2014 ) dan CCME (Canadian Council of Ministers of the Environment) yang dikembangkan di negara asalnya Kanada.

#### **2.4 Parameter-Parameter Air**

Kualitas air dinyatakan dalam beberapa parameter yaitu parameter fisika

keruhan, padatan terlarut), parameter kimia (pH, oksigen terlarut, BOD, dan logam), dan parameter biologi (Effendi, 2003). Parameter-parameter yang digunakan dalam menentukan status kualitas air laut adalah sebagai berikut:



## 2.4.1 Parameter Fisika

### a. Suhu Air

Suhu sangat berperan penting dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan. Suhu juga sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air, suhu pada badan air dipengaruhi oleh musim, lintang (latitude), waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air. Secara umum laju pertumbuhan meningkat sejalan dengan kenaikan suhu (Effendi, 2003).

Perubahan suhu berpengaruh terhadap proses fisika, kimia, dan biologi badan air, peningkatan viskositas, reaksi kimia, evaporasi dan volatilisasi. Peningkatan suhu juga menyebabkan penurunan kelarutan gas dalam air, misalnya gas O<sub>2</sub>, CO<sub>2</sub>, N<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub>. Selain itu peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme dan selanjutnya mengakibatkan konsumsi oksigen (Effendi, 2003).

Kenaikan suhu perairan juga menurunkan kelarutan oksigen dalam air, menaikkan daya racun suatu polutan terhadap organisme perairan (Brown dan Gratzek, 1980 dalam Widiadmoko, 2013). Apabila suhu air mencapai kisaran 35° - 40° C merupakan suhu kritis bagi kehidupan organisme yang dapat menyebabkan kematian. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen biota perairan sekitar 2-3 kali lipat, peningkatan suhu juga mengakibatkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba (Effendi, 2003).



## **b. Salinitas**

Salinitas adalah konsentrasi seluruh larutan garam yang diperoleh dalam air laut (Gufran dan Baso, 2007 dalam Widiadmoko, 2013). Salinitas menggambarkan padatan total di dalam air, salinitas dinyatakan dalam satuan g/kg atau promil (‰). Terminologi yang mirip dengan salinitas adalah klorinitas, yang hanya mencakup klorida, bromida, dan ionida, dan memiliki nilai yang lebih kecil daripada salinitas.

Nilai salinitas perairan tawar biasanya kurang dari 0,5‰ - 30‰, dan perairan laut 30‰ - 40‰. Pada perairan hipersaline, nilai salinitas dapat mencapai kisaran 40‰ - 80‰. Keragaman salinitas dalam air laut akan mempengaruhi jasad-jasad hidup akuatik berdasarkan kemampuan pengendalian berat jenis dan keragaman tekanan osmotik. Salinitas air berpengaruh terhadap tekanan osmotik air, semakin tinggi salinitas maka akan semakin besar pula tekanan osmotiknya (Ghufran dan Baso, 2007 dalam Widiadmoko, 2013)

## **c. Kekeruhan dan Kecerahan**

Kecerahan air tergantung pada warna dan kekeruhan. Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan, yang ditentukan secara visual menggunakan secchi disk. Nilai kecerahan dinyatakan dalam satuan meter. Nilai ini sangat dipengaruhi oleh keadaan cuaca, waktu pengukuran, kekeruhan, dan padatan tersuspensi serta ketelitian orang yang melakukan pengukuran (Effendi, 2003). Kekeruhan menggambarkan sifat optik air yang ditentukan berdasarkan banyaknya cahaya yang diserap dan dipancarkan oleh bahan-bahan yang terdapat di dalam air. Kekeruhan

an oleh adanya bahan organik dan anorganik yang tersuspensi dan terlarut, bahan anorganik dan organik yang berupa plankton dan mikroorganisme lain



(Davis, 1995 dalam Widiadmoko, 2013). Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (turbidity) air. Kekeruhan air sangat berpengaruh pada pertumbuhan biota budidaya.

## 2.4.2 Parameter Kimia

### a. pH (Derajat Keasaman)

pH (Pussance negatif de H) merupakan logaritma dari kesepakatan ion-ion H (Hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan). Air Murni ( $H_2O$ ) berasosiasi sempurna sehingga memiliki ion  $H^+$  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.

Perairan laut maupun pesisir memiliki pH relatif lebih stabil dengan kisaran antara 7,7 – 8,4. Derajat Keasaman dipengaruhi oleh kapasitas penyangga (buffer) yaitu adanya garam-garam karbonat dan binakarbonat yang dikandungnya (Boyd, 1982; Nybakken, 1992 dalam Widiadmoko, 2013). Pada pH rendah konsentrasi oksigen terlarut akan berkurang, akibatnya konsumsi oksigen menurun, aktifitas terjadi pada suasana basa.

### b. Oksigen Terlarut/ DO (*Dissolved Oxygen*)

Oksigen terlarut/DO adalah total jumlah oksigen yang ada (terlarut) di air. Oksigen terlarut merupakan kebutuhan utama untuk sebuah ekosistem perairan yang menunjukkan kapabilitas suatu perairan untuk mendukung ekosistem yang



seimbang (Ji, 2007 dalam Adytama, 2015). Pergerakan air berupa riak ataupun gelombang akan mempercepat difusi di air laut, oleh karena itu kadar oksigen terlarut di air tawar lebih besar dibandingkan kadar oksigen di air laut.

Konsentrasi oksigen yang terlarut di perairan alami bervariasi, tergantung pada suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Semakin besar suhu dan ketinggian (altitude) serta semakin kecil tekanan atmosfer, konsentrasi oksigen terlarut semakin kecil (Effendi, 2003).

Konsentrasi oksigen terlarut berfluktuasi secara harian (diurnal) dan musiman tergantung pada pencampuran dan pergerakan (turbulence) massa air, aktivitas fotosintesis, respirasi dan limbah yang masuk ke badan air. Sumber oksigen terlarut dapat berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer dan aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Effendi, 2003). Konsentrasi oksigen terlarut yang tinggi tidak menimbulkan pengaruh fisiologi bagi manusia, ikan. Organisme akuatik lain membutuhkan oksigen terlarut dengan jumlah cukup.

### c. **Biochemical Oxygen Demand (BOD<sub>5</sub>)**

*Biochemical Oxygen Demand* (BOD) merupakan suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Umayal dan Cavin, 1988; Metcalf & Eddy, 1991). Ditegaskan lagi oleh Boyd (1990), bahwa bahan organik yang terdekomposisi dalam BOD adalah bahan organik yang siap terdekomposisi (*readily decomposable organic matter*). Mays (1996)

akan BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh mikroba yang terkandung dalam perairan sebagai respon terhadap terhadap



masuknya bahan organik yang dapat diurai. Dari pengertian-pengertian ini dapat dikatakan bahwa walaupun nilai BOD menyatakan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan sebagai gambaran jumlah bahan organik mudah urai (biodegradable organics) yang ada di perairan.

#### **d. Fosfat ( $\text{PO}_4$ )**

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan (Dugan, 1972). Karakteristik fosfor yang sangat berbeda dengan unsur-unsur utama lain yang merupakan penyusupan biosfer karena unsur ini tidak terdapat di atmosfer. Fosfor yang berperan dalam transfer energi di dalam sel, misalnya yang terdapat pada ATP (Adenosine Triphosphate) dan ADP (Adenosine Diphosphate) (Effendi, 2003). Fosfor banyak digunakan sebagai pupuk, sabun atau detergen, bahan industri keramik, minyak pelumas, produk minuman dan makanan, katalis dan sebagainya. Dalam industri, pilihofosfat ditambahkan secara langsung untuk mencegah terjadinya pembentukan karat dan korosipada peralatan logam.

Konsentrasasi fosfat pada perairan alami berkisar antara 0,005-0,02 mg/liter  $\text{P-PO}_4$  (UNESCO/WHO/UNEP, 1992). Konsentrasasi fosfat dalam ortofosfat ( $\text{P-PO}_4$ ) jarang melebihi 0,1 mg/liter, meskipun pada perairan eutrof. Konsentrasasi fosfat total pada perairan alami jarang melebihi 1 mg/liter (Boyd, 1982 dalam Widiadmoko, 2013).

#### **e. Amonia ( $\text{NH}_3$ )**

Senyawa amonia berasal dari limbah pertanian, pemukiman dan industri.

Senyawa amonia di perairan berasal dari hasil metabolisme hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh bakteri. Jika konsentrasasi amonia di



perairan terdapat dalam jumlah yang terlalu tinggi (lebih besar dari 1,1 mg/liter pada suhu 25°C dan pH 7,5) dapat diduga adanya pencemaran (Alarest dan Sartika, 1987 dalam Widiadmoko, 2013). Sumber amonia di perairan adalah hasil pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat dalam tabah dan air, juga berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) yang dilakukan oleh mikroba dan jamur yang dikenal dengan istilah amonifikasi (Effendi, 2003).

Amonia yang terukur di perairan berupa ammonia total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Amonia bebas tidak terionisasi, sedangkan anomium ( $\text{NH}_4^+$ ) dapat terionisasi. Hubungan antara konsentrasi amonia total dan amonia bebas pada berbagai pH dan suhu sangat berhubungan. Presentasi amonia pada perairan alami tidak kurang dari 0,1 mg/liter sedangkan konsentrasi amonia bebas yang tidak terionisasi pada perairan tidak lebih dari 0,02 mg/liter, jika melebihi perairan akan bersifat toksik bagi beberapa jenis ikan (Sawyer dan McCarty, 1978 dalam Widiadmoko, 2013).

#### **f. Nitrat ( $\text{NO}_3$ )**

Nitrat ( $\text{NO}_3$ ) adalah bentuk nitrogen utama di perairan alami. Nitrat merupakan salah satu nutrient senyawa yang penting dalam sintesa protein hewan dan tumbuhan. Konsentrasi nitrat yang tinggi di perairan dapat menstimulasi pertumbuhan dan perkembangan organisme perairan apabila didukung oleh ketersediaan nutrient. Nitrifikasi yang merupakan proses oksidasi amonia menjadi nitrit dan nitrat adalah proses yang penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung

ndisi aerob. Oksidasi amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri



nitrosomonas, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh *nitrobacter* (Effendi, 2003).

Amonifikasi, nitrifikasi dan denitrifikasi merupakan proses mikrobiologis, oleh karena itu, proses ini sangat dipengaruhi oleh suhu dan aerasi (Novotny dan Olem, 1994, dalam Effendi, 2003). Konsentrasi nitrat-nitrogen yang lebih dari 0,2 mg/liter dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (pengayaan) perairan, dan selanjutnya menstimulir pertumbuhan *algae* dan tumbuhan air secara pesat (*blooming*) (Effendi, 2003).

#### **g. Sulfida (H<sub>2</sub>S)**

Hidrogen Sulfida (H<sub>2</sub>S) adalah gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk. Gas ini dapat timbul dari aktivitas biologis ketika bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (aktivitas anaerobik) dan merupakan gas yang sangat berbahaya bagi biota perairan. Penyumbang terbentuknya hidrogen sulfida terbesar yaitu kawasan pemukiman, pelabuhan dan industry. Sulfida yang tidak terionisasi bersifat toksik terhadap kehidupan biota perairan.

### **2.5 Metode Indeks Pencemaran (*Polution Index-PI*)**

Indeks ini dinyatakan sebagai Indeks Pencemaran (*Pollution Index*) yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran relatif terhadap parameter kualitas air yang diizinkan (Nemerow, 1974). Indeks ini memiliki konsep yang berlainan

Indeks Kualitas Air (*Water Quality Index*).



Indeks Pencemaran (IP) ditentukan untuk suatu peruntukan, kemudian dapat dikembangkan untuk beberapa peruntukan bagi seluruh bagian badan air atau sebagian dari suatu sungai.

Pengelolaan kualitas air atas dasar Indeks Pencemaran (IP) dalam Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 tahun 2003, dapat memberi masukan pada pengambil keputusan agar dapat menilai kualitas badan air untuk suatu peruntukan serta melakukan tindakan untuk memperbaiki kualitas jika terjadi penurunan kualitas akibat kehadiran senyawa pencemar. Metode ini dapat langsung menghubungkan tingkat pencemaran mengenai dapat atau tidaknya sungai dipakai untuk penggunaan tertentu dan dengan nilai parameter-parameter tertentu.

Rumus perhitungan indeks pencemaran adalah:

$$PI_j = \sqrt{\frac{(C_i/L_{ij})_M^2 + (C_i/L_{ij})_R^2}{2}}$$

dimana:

$(C_i/L_{ij})_M$  adalah nilai maksimum dari  $C_i/L_{ij}$

$(C_i/L_{ij})_R$  adalah nilai rata-rata dari  $C_i/L_{ij}$

$L_{ij}$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air yang dicantumkan dalam Baku Peruntukan Air (j), dan  $C_i$  menyatakan konsentrasi parameter kualitas air (i) yang diperoleh dari hasil analisis cuplikan air pada suatu lokasi pengambilan cuplikan dari suatu alur sungai, maka  $PI_j$  adalah Indeks Pencemaran bagi peruntukan (j) yang merupakan fungsi dari  $C_i/L_{ij}$ .

Tiap nilai  $C_i/L_{ij}$  menunjukkan pencemaran relatif yang diakibatkan oleh kualitas air. Nisbah ini tidak mempunyai satuan. Nilai  $C_i/L_{ij} = 1,0$  adalah yang kritis, karena nilai ini diharapkan untuk dipenuhi bagi suatu Baku Mutu



Peruntukan Air. Jika  $C_i/L_{ij} > 1,0$  untuk suatu parameter, maka konsentrasi parameter ini harus dikurangi atau disisihkan, kalau badan air digunakan untuk peruntukan (j).

Evaluasi terhadap  $PI_j$  adalah sebagai berikut:

1. Memenuhi baku mutu atau kondisi baik jika  $0 \leq PI_j \leq 1$
2. Tercemar ringan jika  $1 < PI_j \leq 5$
3. Tercemar sedang jika  $5 < PI_j \leq 10$
4. Tercemar berat jika  $PI_j > 10$ .

## 2.6 Baku Mutu Air Laut

Laut adalah ruang wilayah lautan yang merupakan kesatuan geografis beserta segenap unsur terkait padanya yang batas dan sistemnya ditentukan berdasarkan aspek fungsional (Kepmen Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004). Baku mutu air laut 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 laut. Kawasan perairan laut di luar Perairan Pelabuhan dan Wisata Bahari mengacu kepada Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

### a. Baku Mutu Air Laut untuk Peraturan Pelabuhan

Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran I Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 pada Tabel 2.1 sebagai berikut:



Tabel 2.1 Baku Mutu Air Laut untuk Perairan Pelabuhan

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu
<b>FISIKA</b>			
1.	Kecerahan <sup>a</sup>	m	>3
2.	Kebauan	-	Tidak berbau
3.	Padatan Tersuspensi Total	mg/l	80
4.	Sampah	-	Nihil <sup>1(4)</sup>
5.	Suhu	C	Alami <sup>3</sup>
6.	Lapisan Minyak <sup>5</sup>	-	Nihil <sup>1(5)</sup>
<b>KIMIA</b>			
1.	pH <sup>d</sup>	-	6,5 – 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	Alami <sup>(e)</sup>
3.	Ammonia Total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
4.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,03
5.	Hidrokarbon Total	mg/l	1
6.	Senyawa Fenol Total	mg/l	0,002
7.	PCB (poliklor bifenil)	mg/l	0,01
8.	Surfaktan (deterjen)	mg/l MBAS	1
9.	Minyak dan Lemak	mg/l	5
10.	TBT (tri butil tin) <sup>6</sup>	mg/l	0,01

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

### b. Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari

Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran II Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 pada Tabel 2.2 sebagai berikut:

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Laut untuk Wisata Bahari

<b>KIMIA</b>			
1.	pH <sup>d</sup>	-	7 – 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	Alami <sup>3(d)</sup>
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	10
5.	Amoniak bebas (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	Nihil <sup>1</sup>
6.	Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,008
8.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	Nihil <sup>1</sup>
9.	Senyawa Fenol	mg/l	nihil <sup>1</sup>
10.	PAH (Poliaromatik)	mg/l	0,003
11.	Hidrokarbon)	mg/l	Nihil <sup>1</sup>
12.	PCB (poliklor bifenil)	mg/l MBAS	0,001
13.	Surfaktan (deterjen)	mg/l	1
14.	Minyak dan Lemak	µg/l	Nihil <sup>1(d)</sup>
	Pestisida <sup>f</sup>		

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004



### c. Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut adalah sebagaimana dimaksud dalam Lampiran III Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 pada Tabel 2.1 sebagai berikut:

Tabel 2.3 Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut

KIMIA			
1.	pH <sup>d</sup>	-	7 – 8,5 <sup>(d)</sup>
2.	Salinitas <sup>e</sup>	‰	Alami <sup>3(e)</sup> Coral: 33-34 <sup>(e)</sup> Mangrove: s/d 34 <sup>(e)</sup> Lamun: 33-34 <sup>(e)</sup>
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/l	>5
4.	BOD5	mg/l	20
5.	Amoniak total (NH <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,3
6.	Fosfat (PO <sub>4</sub> -P)	mg/l	0,015
7.	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/l	0,008
8.	Sianida (CN <sup>-</sup> )	mg/l	0,5
9.	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/l	0,01
10.	PAH (Poliaromatik)	mg/l	0,003
11.	Hidrokarbon	mg/l	0,002
12.	Senyawa Fenol Total	mg/l	0,01
13.	PCB (poliklor bifenil)	mg/l	1
14.	Surfaktan (deterjen)	mg/l	1
15.	Minyak dan Lemak	µg/l	0,01
16.	Pestisida <sup>f</sup>	µg/l	0,01
	TBT (tri butil tin) <sup>g</sup>		

Sumber: Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004

Berdasarkan Tabel 2.3 diatas, yang dimaksud nihil yaitu tidak terdeteksi dengan batas deteksi alat yang digunakan (sesuai dengan metode yang digunakan). Metode analisa mengacu pada metode analisa untuk air laut yang telah ada, baik internasional maupun nasional. Alami adalah kondisi normal suatu lingkungan, bervariasi setiap saat (siang, malam dan musim).

Dalam penelitian ini parameter kimia yang ditinjau sesuai dengan baku mutu

, salinitas, oksigen terlarut (DO), amonia, nitrat dan fosfat untuk biota laut.



## 2.7 Pencemaran Air Laut

Definisi Pencemaran laut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 19 Tahun 1999 Tentang Pengendalian Pencemaran dan/atau Pengrusakan Laut adalah masuknya atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan/atau komponen lain ke dalam lingkungan laut oleh kegiatan manusia sehingga kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut tidak sesuai lagi dengan baku mutu dan/atau fungsinya.

Pencemaran di laut bisa disebabkan oleh berbagai sebab, baik oleh alam maupun kegiatan manusia, yaitu:

- 1) Proses alam, antara lain pembusukan secara biologis, aktivitas gunung berapi, terbakarnya semak-semak, dan halilintar.
- 2) Kegiatan manusia, seperti:

### a. Pencemaran Minyak

Pencemaran minyak terjadi disebabkan tumpahnya cairan minyak ke perairan laut baik disengaja maupun tidak disengaja. Tumpahan minyak ke laut dapat berasal dari kapal tanker yang mengalami tabrakan atau kandas, atau dari proses yang disengaja seperti pencucian tangki halas dan transfer minyak antar kapal. Umumnya cemarannya minyak dari kapal tanker berasal dari pembuangan air tangki balas.

### b. Pencemaran oleh Logam Berat

Logam berat adalah benda padat atau cair yang mempunyai berat 5 gram atau lebih untuk setiap  $\text{cm}^3$ , sedangkan logam yang beratnya kurang dari 5 gram adalah logam ringan. Logam berat, seperti merkuri (Hg), timbal



(Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), seng (Zn), dan nikel (Ni), merupakan salah satu bentuk materi anorganik yang sering menimbulkan berbagai permasalahan yang cukup serius pada perairan. Penyebab terjadinya pencemaran logam berat pada perairan biasanya berasal dari air yang terkontaminasi oleh limbah buangan industri dan pertambangan.

**c. Pencemaran oleh Sampah**

Pencemaran sampah misalnya sampah plastik dan kotoran yang mengandung minyak dan bahan kimia lainnya, yang berasal dari sampah rumah tangga, limbah domestik maupun limbah industri. Sampah plastik merupakan isu global, sebab plastik merupakan senyawa yang tidak mudah terurai. Keberadaan sampah plastik dilautan akan mengapung di lautan dan sebagian besar lainnya mengendap dan menumpuk di dasar laut.

**d. Pencemaran oleh Pestisida**

Kerusakan yang disebabkan oleh pestisida adalah bersifat akumulatif. Beberapa pestisida yang dipakai kebanyakan berasal dari suatu jenis bahan kimia yang disebut Organochloride, DDT termasuk dalam jenis pestisida tersebut. Pestisida jenis ini termasuk golongan yang mempunyai ikatan molekul yang sangat kuat dimana molekul-molekul ini kemungkinan dapat bertahan di alam sampai beberapa tahun sejak mereka mulai dipergunakan. Hal itu sangat berbahaya karena dengan digunakannya golongan ini secara terus menerus akan membuat mereka



menumpuk di lingkungan dan akhirnya mencapai suatu tingkatan yang tidak dapat ditolerir lagi dan berbahaya bagi organisme yang hidup di daerah tersebut. Hewan biasanya menyimpan organochloride di dalam tubuh mereka. Beberapa organisme air termasuk ikan dan udang ternyata menumpuk bahan kimia di dalam jaringan tubuhnya.

**e. Pencemaran akibat eutrofikasi**

Eutrofikasi merupakan peningkatan/pengkayaan nutrisi pada suatu ekosistem, biasanya senyawa yang mengandung nitrogen atau fosfor. Hal ini dapat mengakibatkan peningkatan produktivitas primer, ditandai dengan peningkatan pertumbuhan tanaman yang berlebihan dan cenderung cepat membusuk. Efek dari eutrofikasi adalah penurunan kadar oksigen yang secara langsung akan berpengaruh terhadap penurunan kualitas air. Muara merupakan wilayah yang paling rentan mengalami eutrofikasi karena nutrisi yang diturunkan dari tanah akan terkonsentrasi.

**f. Pencemaran akibat Kebisingan**

Rambatan suara lebih cepat di laut daripada di udara, oleh sebab itu kehidupan di laut juga rentan terhadap pencemaran kebisingan atau suara yang berasal dari kapal yang lewat, survei seismik eksplorasi minyak dan frekuensi sonar angkatan laut.

Suara di laut yang timbul akibat proses alami terbagi dalam dua yaitu proses fisika serta proses biologi. Proses fisika ini antara lain: aktivitas



tektonik, gunung api dan gempa bumi, angin, gelombang. Sedangkan contoh dari aktivitas biologis misalnya suara dari mamalia laut dan ikan.

## 2.8 Sedimen

Sedimen merupakan suatu bahan baik berupa fragmen material padatan anorganik atau bahan organik yang terbawa atau terendapkan secara alamiah (angin, air ataupun proses pembekuan/pelapukan di dalam dasar perairan/laut (Budiawan, 2007).

Sifat dan fungsi sedimen antara lain, berdasarkan fisik (ukuran partikel, kapasitas absorpsi), kimiawi (komposisi/ sifat kimia anorganik dan organik) dan biota (berfungsi sebagai habitat mikro/makro bentos).

Tanah dan sedimen berperan utama dalam pengangkutan dan penghilangan pencemaran lingkungan dengan: menyediakan permukaan penyerapan, bertindak sebagai sistem penyangga dan sebagai pencuci pencemar. Dimana proses yang paling utama yang berhubungan dengan tanah/ sedimen adalah proses penyerapan dan pencucian, sedangkan faktor-faktor yang mempengaruhi proses penyerapannya adalah: ciri-ciri struktur zat kimia, kandungan organik tanah, pH media, ukuran partikel, kapasitas pertukaran elektron (ion) dan suhu.

Berdasarkan sumbernya sedimen dapat berasal secara alamiah yaitu sumber partikel padatan dari daerah pegunungan, aliran sungai, erosi daerah pertanian dan perkebunan, transformasi/biotransformasi alamiah (seperti: pelapukan, dll) dan

dari aktivitas manusia (antropogenik) yaitu sumber sedimen sebagai akibat aktivitas manusia seperti pertambangan, penebangan hutan dan perpindahan limbah domestik (urbanisasi).



Sedangkan berdasarkan proses pembentukannya dapat secara: mekanik (erosi, angin, gletser dan lain sebagainya), secara kimiawi (reaksi kimia) dan secara proses mikrobiologi/organik (pembusukan tanaman/hewan dan lain-lain) (Budiman, 2007).

## 2.9 Sifat Fisik Kimia Sedimen Laut

Sedimen yang penyebarannya mulai dari garis pantai sampai laut dalam dibagi menjadi dua kelompok, masing-masing adalah sedimen laut dangkal dan sedimen laut dalam dengan karakteristik fisik, kimia dan biologi yang berbeda. Dinamika interaksi dengan lingkungan yang terjadi pada pembentukan sedimen laut dangkal lebih dinamis dibandingkan dengan sedimen laut dalam.

Sedimen laut dangkal khususnya di perairan pesisir dan estuari diketahui merupakan "storage system" berbagai unsur dan senyawa kimia. Proses fisik kimia dan biologi yang terjadi di kolom air akan mempengaruhi komposisi dan kualitas sedimen.

### 2.9.1 Komponen Fisik Kimia

Ukuran partikel sedimen laut dangkal sangat seragam, mulai dari batuan kerikil ( $>1\text{mm}$ ), pasir ( $1/16-1\text{mm}$ ), lumpur ( $1/256-1/32\text{mm}$ ) dan lempung atau liat ( $>1/4069 - 1/640\text{ mm}$ ). Sedimen non pelagis termasuk laut dangkal pada umumnya terdiri atas campuran komponen *lithogenous* (mengandung mineral hasil pelapukan di darat), *hydrogenous* (sedimen yang terbentuk karena adanya proses pengendapan atau mineralisasi elemen-elemen kimia terlarut dalam laut) dan *biogenous* (terdiri atas (shell) atau hancuran kulit organisme laut) dan mengandung C-organik, terutama karena pengaruh interaksi dengan daratan (Chester, 1990).



Menurut energi lingkungan pembentukannya, sedimen yang berukuran halus yaitu lempung dan liat umumnya terdapat di lingkungan perairan yang relatif tenang seperti di perairan teluk dan estuari. Sedimen yang berukuran kasar yaitu kelompok kerikil dan pasir terbentuk di lingkungan perairan yang dinamis. Dalam aspek ekologi perairan dengan lingkungan, lingkungan perairan yang relatif tenang merupakan daerah pengendapan dan memiliki gerak atau pergantian dengan massa air yang lambat, kondisi reduksi dan rentan terhadap pencemaran akibat masukan limbah buangan dari darat. Keadaan ini sebaliknya terjadi pada perairan dengan lingkungan dinamis.

Sedimen selain merupakan habitat organisme hidup, juga sebagai tempat penampungan (sink) berbagai elemen dan senyawa kimia. Karakteristik kimia sedimen laut dangkal (khususnya di perairan pesisir dan estuari) dipengaruhi oleh masukan-masukan elemen-elemen kimia yang di transport oleh sungai (*river borne detrital*)

Terbentuknya senyawa kimia dalam sedimen disebabkan oleh reaksi oksidasi-reduksi dan akan mempengaruhi habitat serta kehidupan organisme benthik. Selain oksidasi-reduksi, proses-proses fisik kimia lainnya yang terjadi dalam sedimen seperti: adsorpsi-desorpsi, solifidifikasi-disolusi akan mempengaruhi komposisi spesiasi kimia sedimen dan lapisan air di permukaan sedimen (*sedimen-water interface*) melalui interaksi air-sedimen.



## 2.9.2 Materi Organik dalam Sedimen

Materi organik yang terdapat dalam sedimen laut sangat beragam, meliputi hidrokarbon, asam lemak; steroids; di, tri dan tetra terpenoid, pigmen; asam-asam amino dan peptide; purine dan pirimidine; karbohidrat; aromatik hidrokarbon; polimer alami (chitin, cellulose, lignin, cutin), kerogen dan materi humus (Simoniet, 1978 dalam Chester, 1990). Sumber materi organik berasal dari aktivitas manusia yang terbawa masuk ke lingkungan laut terutama melalui sistem sungai dan udara. Selain itu sedimen dan air jebakannya juga mengandung material organik terlarut (DOM).

Menurut Parsons & Takahashi, 1977 (*dalam* Sanusi, 2006), sedimen laut dangkal mengandung komponen organik >30% dari berat total sedimen, dimana 50%nya merupakan karbon organik. Dikatakan lebih lanjut bahwa dari jumlah komponen organik yang terdapat dalam sedimen, sebesar 30-50% merupakan substansi humus.

## 2.9.3 Sedimen sebagai Indikator Pencemar

Kualitas fisik kimia sedimen laut dapat menjadi indikator apakah kualitas perairan di sekitarnya telah tercemar atau belum, baik oleh unsur organik maupun inorganik. Tekstur atau ukuran partikel sedimen terbentuk terutama disebabkan oleh adanya kekuatan arus. Dengan kata lain, faktor arus (hidrodinamika) merupakan energi sortasi sedimen. Perairan yang memiliki kondisi arus yang dinamis

ya memiliki tekstur (kerikil, pasir). Sementara perairan dimana kondisi tenang atau tidak dinamis, sedimennya memiliki tekstur yang lebih halus



(lumpur, liat). Perairan dimana terjadi deposisi material tersuspensi (organik dan inorganik) umumnya memiliki tekstur sedimen yang halus.

Karena sifat fisik kimia material padatan tersuspensi yang memiliki kemampuan mengadsorpsi logam berat terlarut dalam kolom air, maka deposisi padatan tersuspensi dalam suatu perairan akan menyebabkan akumulasi logam berat tersebut selain material organik dan inorganik dalam sedimen. Makin tinggi kandungan polutan organik dan inorganik dalam kolom air, makin tinggi pula akumulasi polutan tersebut dalam sedimen dan dapat mempengaruhi organisme yang ada dalam ekosistem tersebut.

Oleh karena itu kualitas fisik kimia sedimen suatu perairan dapat dijadikan indikator baik buruknya kualitas suatu perairan.

## 2.10 Pencemaran Logam Berat

Menurut Hutagalung, 1991, definisi GESAMP (*Group of Expert on Scientific Aspect on Marine Pollution*) mengenai pencemaran laut diartikan sebagai: masuknya zat-zat (substansi) atau energi ke dalam lingkungan laut dan estuari baik langsung maupun tidak langsung akibat adanya kegiatan manusia yang menimbulkan kerusakan pada lingkungan laut (usaha penangkapan, budidaya, alur pelayaran) serta secara visual mereduksi keindahan (estetika).

Karakteristik fisik dan kimia yang dimiliki oleh suatu jenis polutan atau limbah menentukan sifat fisik dan persistensinya (mudah atau sulit terurai) dalam

laut. Lingkungan atau ekosistem laut yang mengalami gangguan akibat polutan, dapat bersifat tetap (*irreversible*) atau sementara (*reversible*) bergantung pada faktor-faktor terkait yang meliputi: kemantapan,



persistensi, kelembaman, elastisitas dan amplitudo ekosistem. Kelima faktor tersebut merupakan kriteria yang digunakan untuk menilai apakah gangguan eksternal berakibat terhadap menurunnya fungsi dan peran ekosistem tersebut.

Sedimen yang terkontaminasi adalah sedimen perairan yang mengandung bahan kimia yang telah melebihi aspek kesesuaian geokimia, toksikologi, kriteria kualitas sedimen dan kesesuaian pengukuran, atau dipertimbangkan sebaliknya memiliki ancaman bahaya bagi kesehatan dan lingkungan (Budiawan, 2007).

Perilaku zat pencemar dalam sistem perairan (sedimen) ditentukan oleh derajat kelarutan suatu senyawa dalam air dimana besarnya senyawa yang terlarut sangat dipengaruhi oleh regim aliran yang berkontak dengan sedimen tersebut dimana kelarutan dalam air merupakan salah satu penentu transportasi zat dalam lingkungan perairan serta kemampuan pencemar mengalami perubahan bentuk (transformasi).

Bahan pencemar mengalami dua mekanisme dalam proses pelepasan (*leaching*) meliputi difusi zat pencemar dan proses pengangkutan massa dimana melibatkan media pembawa dan pergerakannya yang disebabkan oleh adanya gaya luar seperti arus/gaya tarik bumi. Proses *leaching* dapat mengurangi kepekatan pencemar dalam sedimen dan tanah, namun dapat meningkatkan pencemaran di badan air.

Dalam proses *leaching*, pencemar sedimen dapat bersifat polar (mudah bercampur dengan air) sehingga lebih mudah bergerak dalam tanah/sedimen, non

ak mudah bercampur dengan air seperti minyak/zat hidrokarbon) sehingga bilitasnya rendah atau teradsorpsi kuat pada sedimen dan tanah serta



pencemar dari logam (terionisasi/kompleks) sehingga sifat mobilitas relatif mudah di badan air dan dapat terendapkan pada permukaan sedimen/tanah serta dapat pula terbebaskan (*leaching*) kembali ke lingkungan.

### 2.10.1 Logam Berat

Elemen kimia yang memiliki berat massa atom sebesar  $5\text{g/cm}^3$  atau lebih dikelompokkan ke dalam logam berat. Kelompok inorganik metal di perairan alami sangat rendah. Kelompok ini termasuk logam berat bersifat esensial (Cr, Ni, Cu, Zn) dan yang bersifat non esensial (As, Cd, Pb, Hg). Elemen yang bersifat esensial dibutuhkan dalam proses kehidupan biota akuatik. Kelompok elemen esensial maupun non esensial dapat bersifat toksik atau racun bagi kehidupan biota akuatik, terutama apabila terjadi peningkatan kadarnya dalam perairan.

Logam berat umumnya termasuk kelompok inorganik non esensial, memiliki karakteristik fisik, kimia dan biologi tertentu. Dari kelompok logam berat, yang berpotensi memiliki daya racun tinggi terhadap kehidupan biota laut dan kerusakan lingkungan perairan adalah: Hg, Cd, Pb, Cu, Cr, Ni, Zn dan As seperti yang direkomendasikan USEPA untuk diteliti lebih lanjut (Sanusi, 2006). Secara umum logam berat toksik memiliki sifat-sifat sebagai berikut:

- Persisten, sulit didegradasi
- Akumulasi dan magnifikasi dalam jaringan tubuh biota laut
- Memiliki waktu paruh yang tinggi dalam tubuh biota laut

memiliki nilai faktor konsentrasi yang besar dalam tubuh biota laut.



Faktor konsentrasi atau disebut pula koefisien bioakumulasi adalah merupakan rasio antara kadar polutan dalam tubuh biota akuatik dan kadar polutan yang bersangkutan dalam kolom air.

Beberapa faktor lingkungan seperti temperatur, salinitas, pH, jenis dan stadia biota akuatik serta jenis atau spesiasi dan kadar logam berat itu sendiri dan interaksinya akan menentukan sifat toksisitas logam berat.

Selain faktor lingkungan, toksisitas logam berat dalam perairan laut ditentukan pula oleh sifat interaksinya, yaitu aditif, sinergistik dan antagonistik. Toksisitas meningkat apabila interaksinya bersifat sinergistik dan aditif. Sebaliknya toksisitas mengalami reduksi apabila interaksinya bersifat antagonis.

Masukan ke dalam lingkungan laut secara alami dapat digolongkan menurut Bryan, 1976 (*dalam* Sanusi, 2006) sebagai: pasokan dari daerah pantai, yang meliputi masukan dari sungai-sungai dan erosi yang disebabkan oleh gerakan gelombang dan gletser, pasokan dari laut yang meliputi logam-logam yang dilepaskan gunung berapi di laut dalam dan partikel atau endapan oleh adanya proses kimiawi, pasokan yang melampaui lingkungan dekat pantai dan meliputi logam yang diangkut ke dalam atmosfer sebagai partikel-partikel debu atau sebagai aerosol dan juga bahan yang dihasilkan oleh erosi gletser di daerah kutub dan diangkut oleh es-es yang mengambang.

Kegiatan manusia juga merupakan suatu sumber utama pemasukan logam ke dalam lingkungan perairan. Menurut Wittman, 1979 (*dalam* Connel et al., 1995)

dari kegiatan pertambangan, cairan limbah rumah tangga, aliran air, limbah buangan industri dan aliran pertanian.



Tabel 2.4 Baku Mutu Sedimen Laut  
 Sesuai Peraturan Gubernur Sulawesi Selatan No 69 Tahun 2010

Parameter	Konsentrasi Maksimum Zat (mg/kg berat kering)	Metode Analisa
Arsen (As)	58,00	Spektrofotometri Serapan Atom Uap Hibrida (Hydride Vapour AAS)
Kadmium (Cd)	6,20	Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)
Krom (Cr) Total	160	Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)
Timbal (Pb)	36,80	Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)
Merkuri (Hg)	0,30	Spektrofotometri Serapan Atom-Uap Dingin (Cold Vapour AAS)
Tembaga (Cu)	108,20	Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)
Seng (Zn)	271	Spektrofotometri Serapan Atom (AAS)
PAH (Benzo[a]pyrene)	0,76	Ekstraksi Soklet-Kromatografi Cair Kinerja Tinggi
PCB (Aroclor 1254)	0,71	Ekstraksi Soklet-Kromatografi Gas

### 2.10.2 Perilaku dan Nasib Logam di Lingkungan

Air alamiah dan bahan-bahan partikulat yang berhubungan merupakan sistem elektrolit heterogen yang rumit dan mengandung sejumlah besar spesies organik dan organik tersebar di antara fase cair dan fase padat. Logam yang memasuki perairan alami menjadi bagian dari sistem ini dan proses penyebarannya diatur oleh susunan interaksi dan keseimbangan fisika kimia yang dinamis (Stumm & Morgan, 1970 dalam Connel *at al.*, 1995).

Kelarutan logam pada air alami pada prinsipnya diatur oleh pH, jenis dan kepekatan ligan dan zat –zat pengkelat, keadaan oksidasi komponen mineral dan lingkungan redoks sistem tersebut.

Spesiasi logam pada air tawar dan air laut terutama berbeda dalam hal kekuatan ionik, kandungan permukaan penyerapan yang lebih rendah



pada air laut, perbedaan kepekatan logam runutan, perbedaan kepekatan kation dan anion utama dan kepekatan ligan organik dalam sistem air tawar lebih tinggi (Sibley & Morgan, 1977, Forstner, 1979 *dalam* Connel et al., 1995).

Perilaku logam di dalam perairan alamiah sangat dipengaruhi oleh interaksi antar fase-fase cair dan padat, khususnya air dan sedimen. Ion-ion dan senyawa logam yang terurai secara cepat hilang dari larutan pada saat berhubungan dengan permukaan yang berbeda.

Dalam keadaan yang sesuai, beberapa logam yang berikatan dengan sedimen dan partikel yang mengendap, kembali ke dalam air yang diikuti remobilisasi dan difusi ke atas (Bryan, 1976 *dalam* Connel et al., 1995). Proses ini dapat bertindak sebagai sumber nyata dari perancuan logam proses utama yang mengatur pelepasan logam (Forstner, 1979 *dalam* Connel et al., 1995) yaitu kepekatan garam yang tinggi, perubahan keadaan redoks, perubahan pH, kehadiran zat-zat pembentuk kompleks dan transformasi biokimiawi.

### 2.10.3 Seng (Zn)

Pada pH perairan 6-7 unsur Zn terdapat dalam bentuk  $Zn^{2+}$  dan akan teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dalam badan air atau membentuk kompleks dengan ligan anorganik maupun organik. Makin basa suatu perairan (pH 7-7,5) Zn mulai mengalami proses hidrolisis dan membentuk  $Zn(OH)_2$  pada pH>8 yang bersifat stabil dan tidak larut.

alam lingkungan perairan laut dengan salinitas 35% (dimana kadar anion ar 19500 mg/l), Zn terlarut tidak membentuk kompleks  $ZnCl_2$ , hingga kadar menjadi  $\geq 0,4$  mol. Demikian pula dalam kolom air Zn akan teradsorpsi oleh



padatan tersuspensi. Secara umum efektivitas pembentukan ikatan kompleks dan adsorpsi Zn oleh padatan tersuspensi sangat bergantung pada karakteristik fisik kimia suatu perairan. Menurut laporan Hart and Davies, 1981 *dalam* Sanusi 2006, diperairan sungai Zn yang teradsorpsi oleh padatan tersuspensi mencapai 75% dari total Zn, dan setelah mencapai estuari, besarnya adsorpsi hanya mencapai 36%.

Perairan alami air tawar yang belum tercemar mengandung 0,5-15 mg/l, sementara dalam air laut antara 0,4-5 mg Zn/l, sedangkan yang terkandung dalam sedimennya baik di lingkungan tawar maupun estuari adalah sekitar 50 mg Zn/kg (Sanusi, 2006).

## 2.11 Bentuk Partikulat atau Spesies Logam di Sedimen

Sedimen terdiri dari berbagai tingkatan, tergantung pada sumbernya, sejarah transportasinya dan cara deposisi dari hasil pelapukan dan aktivitas biologik, bersama-sama dengan pelarut hasil pelapukan yang berasosiasi dengan fase padat melalui reaksi-reaksi di atas. Hasil pelapukan yang tidak larut relatif stabil, mineral primer yang tidak terdekomposisi dan mineral baru yang terbentuk pada lingkungan pelapukan, pada dasarnya lempung, oksida besi dan aluminium. Aktivitas biologi memberikan kontribusi material humus dan organik tak larut, seperti spesies inorganik karbonat, silikat dan fosfat yang dimanfaatkan untuk struktur kerangka.

Sedimen memberi kemungkinan untuk berhubungan dengan logam. Pada tipe sedimen terigenous, yang paling penting adalah (Fletcher, 1981 *dalam* Campbell at



:  
dsorpsi pada permukaan a) Fe amorphous atau crystalline dan Mn oksida  
n b) mineral lempung.

- Dengan bahan organik juga sebagai hasil asupan organisme hidup atau *complexation* dan *chelation*.
- Pada *lattice* mineral sekunder atau okluded pada senyawa amorphous contoh oleh lempung atau Fe/Mn oksida.
- Pada *lattice* mineral primer yang tidak terdekomposisi.

