

**“ IDENTIFIKASI PENCEMARAN LOGAM BERAT DI SEKITAR
PELABUHAN LEMBAR MENGGUNAKAN ANALISA PARAMETER
FISIKA DAN KIMIA ”**



Oleh

NURHIDAYATI
NIM : 170108021

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN (FTK)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MATARAM
2020**

**IDENTIFIKASI PENCEMARAN LOGAM BERAT DI SEKITAR
PELABUHAN LEMBAR MENGGUNAKAN ANALISA PARAMETER
FISIKA DAN KIMIA**

**Skripsi
Diajukan kepada Universitas Islam Negeri Mataram
Untuk melengkapi persyaratan mencapai gelar
Sarjana Pendidikan (S. Pd)**



Oleh

**NURHIDAYATI
NIM : 170108021**

**JURUSAN PENDIDIKAN FISIKA
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN (FTK)
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI (UIN)
MATARAM
2020**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Skripsi oleh : NURHIDAYATI, NIM : 170108021 dengan judul “ Identifikasi Pencemaran Logam Berat Di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa Parameter Fisika dan Kimia ” telah memenuhi syarat dan disetujui untuk diuji.



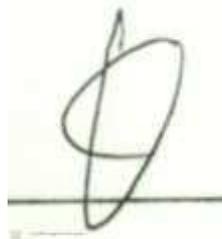
Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

Perpustakaan UIN Mataram



Ahmad Zohdi, M. Ag
NIP : 197912312011011004



Lalu Ahmad Didik Meiliyadi, MS
NIP : 198905272018011001

NOTA DINAS PEMBIMBING

Mataram, 30 Desember 2020

Hal : **Ujian Skripsi**

Yang Terhormat

**Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Mataram
di Mataram**

Assalamu'alaikum , Wr. Wb

Dengan hormat, setelah melakukan bimbingan, arahan, dan koreksi, kami berpendapat bahwa skripsi Saudara

Nama Mahasiswa : NURHIDAYATI

NIM : 170108021

Jurusan / Prodi : Tadris Fisika

Judul : Identifikasi Pencemaran Logam Berat di Sekitar
Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa Parameter
Fisika dan Kimia

Telah memenuhi syarat untuk diajukan dalam sidang *menaqasyah* skripsi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Mataram. Oleh karena itu, kami berharap agar skripsi ini dapat segera di *munaqasyah* – kan.

Wassalamu'alaikum, Wr . Wb

Dosen Pembimbing I



Ahmad Zohdi, M. Ag
NIP : 197912312011011004

Dosen Pembimbing II



Lalu Ahmad Didik Meiliyadi, MS
NIP : 198905272018011001

PENGESAHAN

Skripsi oleh : NURHIDAYATI , NIM : 170108021 dengan judul “ Identifikasi Pencemaran Logam Berat di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa Parameter Fisika dan Kimia ” telah dipertahankan di depan dewan penguji Jurusan Pendidikan Fisika Fakultas Tarbiyah dan Keguruan UIN Mataram pada tanggal 15 Januari 2021

Dewan Penguji

Ahmad Zohdi, M. Ag
(Ketua Sidang / Pemb. I)



Lalu Ahmad Didik Meiliyadi, MS
(Sekretaris Sidang / Pemb II)



Dr. Bahtiar, M. Pd. Si
(Penguji I)



Nevi Ernita , M. Pd
(Penguji II)



Mengetahui
Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Dr. H. Lubna, M. Pd
NIP. 12311993032008

MOTTO

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ (41)

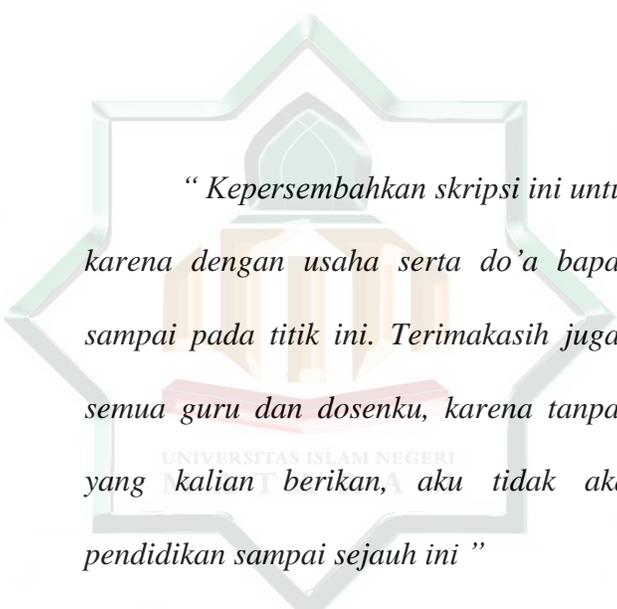
Artinya : “Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”.¹

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI
M A T A R A M

Perpustakaan UIN Mataram

¹ Qs ar- Rum [30] : 41

PERSEMBAHAN



“ Kepersembahkan skripsi ini untuk kedua orang tuaku, karena dengan usaha serta do’a bapak dan ibu aku bisa sampai pada titik ini. Terimakasih juga ku ucapkan kepada semua guru dan dosenku, karena tanpa ilmu serta didikan yang kalian berikan, aku tidak akan bisa menempuh pendidikan sampai sejauh ini ”

Perpustakaan UIN Mataram

KATA PENGANTAR

Puji syukur Penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, karena atas limpahan rahmat dan karunia-Nya Penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan judul “ Identifikasi Pencemaran Logam Berat Di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa Parameter Fisika dan Kimia ”. Skripsi ini berisi tentang tingkat pencemaran yang terjadi di Pelabuhan Lembar yang dilakukan dengan cara mengukur parameter fisika dan kimia pada air laut Pelabuhan Lembar. Pada proses penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan rasa hormat dan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian proposal skripsi ini, diantaranya yaitu :

1. Bapak Ahmad Zohdi, M. Ag selaku dosen pembimbing I sekaligus Sekretaris Jurusan Prodi Tadris Fisika Universitas Islam Negeri Mataram dan Bapak Lalu Ahmad Didik Meiliyadi, MS selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan, saran, serta motivasi yang tak terhitung banyaknya, tanpa rasa bosan untuk menjadikan skripsi ini menjadi lebih baik dan bermanfaat.
2. Bapak Dr. Bahtiar, M. Pd. Si selaku Ketua Jurusan Tadris Fisika UIN Mataram
3. Dr. Hj. Lubna, M.Pd selaku dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan (FTK) UIN Mataram yang telah memberikan semangat dan motivasi dalam menyelesaikan skripsi ini.

4. Prof. Dr. H. Mutawali, M. Ag. Selaku Rektor UIN Mataram yang telah memberikan apresiasi demi kelancaran pembuatan skripsi.
5. Seluruh Bapak dan ibu dosen Tadris Fisika yang selalu memberikan motivasi dan ilmu pengetahuan dalam kelancaran penyelesaian skripsi.
6. Pihak lain yang telah membantu serta memberikan dukungan kepada penulis dalam penulisan skripsi ini sehingga tidak bisa penulis sebutkan satu persatu.

Karena keterbatasan pengetahuan dan sebagainya, Penulis menyadari skripsi ini tidak luput dari kekurangan dan jauh dari kata sempurna. Oleh karena itu penulis meminta maaf yang sebesar besarnya dan membuka diri untuk segala kritikan dan masukan yang dapat membangun dan meningkatkan kualitas skripsi ini. Penulis berharap semoga skripsi ini bermanfaat khususnya bagi Penulis sendiri dan bagi kepentingan ilmu di masa depan.

Perpustakaan UIN Mataram

Mataram, 29 Mei 2020

Penulis

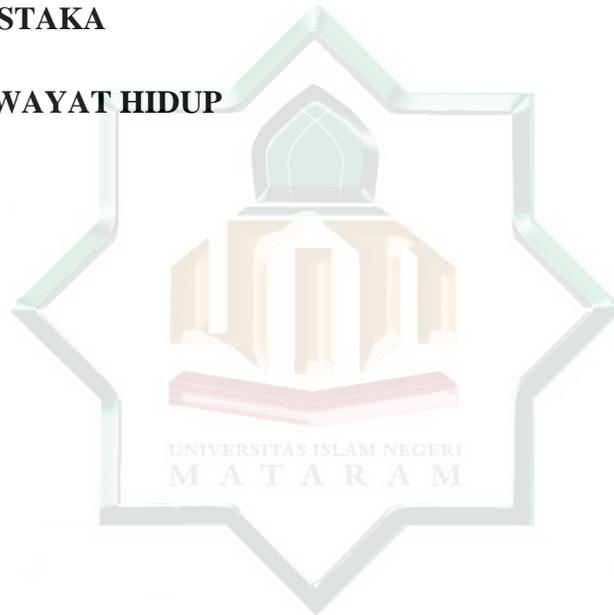


NURHIDAYATI

DAFTAR ISI

HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
PERSETUJUAN PEMBIMBING	iii
NOTA DINAS PEMBIMBING	iv
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI	v
PENGESAHAN DEWAN PENGUJI	vi
HALAMAN MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
ABSTRAK	xvi
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	8
E. Definisi Operasional	9
BAB II KAJIAN PUSTAKA	11
A. Pelabuhan Lembar	11
B. Pencemaran Air	11
C. Parameter Fisika Pencemaran Air	25
D. Parameter Kimia Pencemaran Air	34
E. Pengukuran Parameter Fisika Pencemaran Air	49
F. AAS (<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i>)	56
G. Kerangka Konsep Pemikiran	59
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	60
A. Jenis Dan Pendekatan Penelitian	60
B. Populasi Dan Sampel	60
C. Waktu Dan Tempat Penelitian	61
D. Variabel Penelitian	61
E. Desain Penelitian	62
F. Instrumen Penelitian	63

	G. Prosedur Penelitian.....	63
	H. Teknik Analisis Data.....	66
BAB IV	HASIL DAN PEMBAHASAN	68
	A. Hasil Pengukuran.....	68
	B. Pembahasan.....	74
BAB V	PENUTUP	98
	A. Kesimpulan.....	98
	B. Saran.....	99
DAFTAR PUSTAKA		
LAMPIRAN		
DAFTAR RIWAYAT HIDUP		



Perpustakaan UIN Mataram

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika.....	68
Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Parameter Kimia.....	69



Perpustakaan UIN Mataram

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	TDS Meter.....	50
Gambar 2.2	Konduktivty Meter.....	51
Gambar 2.3	pH Meter.....	52
Gambar 2.4	Termometer.....	55
Gambar 2.5	Kerangka Konsep Pemikiran.....	58
Gambar 3.1	Desain Penelitian.....	62
Gambar 4.1	Grafik Pengukuran Nilai Suhu.....	70
Gambar 4.2	Grafik Pengukuran Nilai Konduktivitas Listrik.....	70
Gambar 4.3	Grafik Pengukuran Nilai pH.....	71
Gambar 4.4	Grafik Pengukuran Nilai TDS.....	71
Gambar 4.5	Grafik Pengukuran Konsentrasi Logam Fe.....	72
Gambar 4.6	Grafik Pengukuran Konsentrasi Logam Cu.....	72
Gambar 4.7	Grafik Pengukuran Konsentrasi Logam Pb.....	73
Gambar 4.8	Grafik Pengukuran Konsentrasi Logam Cd.....	73

Perpustakaan UIN Mataram

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Foto Alat dan Bahan.....	121
Lampiran 2	Photo Kegiatan.....	123
Lampiran 3	Data Pengukuran.....	127



Perpustakaan UIN Mataram

**IDENTIFIKASI PENCEMARAN LOGAM BERAT DI SEKITAR
PELABUHAN LEMBAR MENGGUNAKAN ANALISA PARAMETER
FISIKA DAN KIMIA**

Oleh :

**NURHIDAYATI
NIM 170108021**

ABSTRAK

Pelabuhan Lembar merupakan pelabuhan yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang dan penumpang. Pelabuhan yang terletak di kecamatan Lembar ini merupakan salah satu pelabuhan penyeberangan yang ada di pulau Lombok dan menjadi satu-satunya pelabuhan yang menghubungkan antara pulau Lombok dengan pulau Bali dan pulau-pulau lainnya. Pelabuhan Lembar terletak di kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat. Keberadaan Pelabuhan Lembar tentunya sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat khususnya dampak air yang ditimbulkan oleh aktivitas bongkar muat barang, sisa bahan bakar dari kapal barang, maupun limbah sampah dari warga masyarakat yang ada di sekitar perairan pelabuhan. Tujuan dari kajian ini adalah untuk mengidentifikasi pencemaran logam berat yang ada disekitar Pelabuhan Lembar menggunakan analisa parameter fisika- kimia.

Metode storet adalah metode yang digunakan untuk mengidentifikasi kualitas air yang parameter ujinya terdiri dari parameter fisika meliputi TDS, Konduktivitas Listrik, pH, serta suhu dan parameter kimia yang meliputi konsentrasi besi (Fe), tembaga (Cu), timbal (Pb), dan kadmium (Cd). Hasil uji tersebut kemudian dibandingkan dengan standar baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 dan No 82 Tahun 2001. Berdasarkan rata- rata hasil pengukuran menunjukkan bahwa kualitas air di Pelabuhan Lembar tergolong masih bagus (tidak tercemar).

Kata Kunci : logam berat; metode storet; parameter fisika; parameter kimia.

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pelabuhan merupakan suatu pintu gerbang untuk masuk ke suatu daerah tertentu dan sebagai prasarana penghubung antar daerah, antar pulau, bahkan antar negara. Menurut peraturan pemerintah RI No. 69 Tahun 2001 yang mengatur tentang pelabuhan dan fungsi serta penyelenggaraannya, pelabuhan juga dapat didefinisikan sebagai daerah perairan yang terlindung dari gelombang laut dan dilengkapi dengan fasilitas terminal meliputi : Dermaga, yang merupakan tempat di mana kapal bertambat untuk bongkar atau muat barang. Crane, untuk melaksanakan kegiatan bongkar muat barang, dan Gudang Laut (*transito*), sebagai tempat untuk menyimpan muatan dari kapal atau yang akan di pindahkan ke kapal.²

Pelabuhan Lembar merupakan pelabuhan yang digunakan untuk kegiatan bongkar muat barang dan penumpang. Pada mulanya pelabuhan Lembar terletak di Ampenan, kota Mataram yang merupakan salah satu pelabuhan di bawah kordinasi Kepala Daerah Pelayaran (Kedapel) Daerah IV Surabaya.³

Pelabuhan yang terletak di kecamatan Lembar ini merupakan salah satu pelabuhan penyeberangan yang ada di pulau Lombok dan menjadi satu-satunya

² Khosiah and Pipin Purnawan, "Dampak Pelabuhan Lembar dalam Mendukung Peluang Usaha Untuk Meningkatkan Kesejahteraan Masyarakat", *Jurnal Pendidikan Mandala*, Vol 3, No 3, 2018, hlm. 71-91

³ *Ibid*

pelabuhan yang menghubungkan antara pulau Lombok dengan pulau Bali dan pulau-pulau lainnya. Pelabuhan Lembar terletak di kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat. Jarak pelabuhan Lembar dari kota Mataram Sekitar 30 KM dan memakan waktu tempuh sekitar 45 menit apabila menggunakan sepeda motor atau mobil. Keberadaan Pelabuhan Lembar tentunya sangat berpengaruh terhadap kehidupan masyarakat khususnya dampak air yang ditimbulkan oleh aktivitas bongkar muat barang, sisa bahan bakar dari kapal barang, maupun limbah sampar dari warga masyarakat yang ada di sekitar perairan Pelabuhan Lembar.⁴

Pencemaran adalah proses berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia atau proses alam yang menyebabkan air tersebut menjadi kurang atau tidak berfungsi. Pencemaran lingkungan dapat terjadi baik di udara maupun di air. Pencemaran di sungai dapat mengakibatkan rusaknya kualitas air dan ekosistem di dalamnya, dan secara tidak langsung dapat mempengaruhi kualitas hidup masyarakat di sekitaran daerah aliran sungai tersebut.⁵

Pencemaran yang terjadi pada air dapat dibagi menjadi dua macam, yaitu pencemaran fisika dan pencemaran kimia. Pencemaran fisik yang terjadi pada air adalah pencemaran yang disebabkan oleh zat cair, padat, dan gas yang dapat mengakibatkan terjadinya perubahan fisik pada air misalnya perubahan warna,

⁴ Subagio, "Keanekaragaman Mikroalga di Perairan Pantai Cemara Desa Lembar Selatan Kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat" *Jurnal Ilmiah Biologi*, Vol 4, No. 2, hlm. 81–88.

⁵ John Christian Mabuath And Others, "Analisis Kandungan Logam Berat Arsen (As) Pada Air, Ikan, Kerang, Dan Sedimen Di Daerah Aliran Sungai Tondano" 2017, hlm. 1–11.

rasa , dan bau. Sedangkan pencemaran kimiawi pada air adalah pencemaran yang disebabkan oleh zat- zat kimia, misalnya terdapat logam berat seperti Cu (Tembaga), Pb (Timbal), Fe (Besi), dan Cd (Kadmium).

Permasalahan yang ada saat ini sulit untuk menentukan atau mengidentifikasi kualitas air yang layak untuk digunakan atau tidak layak untuk digunakan. Analisis layak atau tidaknya air untuk digunakan berkaitan erat dengan kandungan kimia pada air tersebut. Analisis kandungan kimia air sangat mahal karena itu berbagai metode dilakukan untuk melakukan pendekatan dan prediksi untuk mengetahui zat kimia apakah yang mungkin terkandung dalam air berdasarkan sifat fisika air.⁶

Menurut Gultom, laut merupakan ekosistem perairan yang dapat berinteraksi dengan berbagai kegiatan manusia yang ada di dalamnya, tidak terkecuali perairan laut sekitar Pelabuhan Lembar , kegiatan manusia yang di maksud adalah aktivitas kapal laut yan keluar masuk dermaga / pelabuhan guna melakukan bongkar muat ikan, yang dapat meningkatkan pendapatan bagi sebagian masyarakat terutama nelayan, dan aktivitas lainya seperti kegiatan pergantian bahan minyak pelumas, pengisian bahan bakar. Kegiatan-kegiatan tersebut berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam-logam berbahaya seperti timbal dan besi .

⁶ Baigo Hamuna et al., “Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura,” *Jurnal Ilmu Lingkungan* , Vol 16, No. 1, 2018, hlm. 35.

Berdasarkan dengan hal pencemaran air dan kualitas air, maka menteri lingkungan hidup telah menetapkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 Tahun 2010 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri dan Peraturan Pemerintah No 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air. Kualitas air ditentukan berdasarkan keadaan air dalam keadaan normal, dan bila terjadi penyimpangan dari keadaan normal disebut sebagai air yang mengalami pencemaran, atau disebut air terpolusi. Analisis penentuan kualitas air sangat penting bagi pengguna air sebagai informasi tentang keberadaan senyawa kimia yang terkandung di dalam air.⁷

Berkaitan dengan pencemaran air, Sri Malem Indirawati telah melakukan penelitian dengan mengukur pencemaran logam berat Pb dan Cd serta memeriksa keluhan kesehatan pada masyarakat yang tinggal di sekitar lokasi penelitiannya, dimana penelitian ini dilakukan di Kawasan Pesisir Belawan, Sumatera Utara. Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa rata-rata kadar Pb dan Cd di lokasi penelitian berada di atas baku mutu air laut yang berdasarkan Peraturan Pemerintah Lingkungan Hidup bahwa NAB untuk logam berat Pb (Timbal) adalah 0.005 mg/l, sedangkan NAB untuk logam berat Cd (Kadmium) adalah

⁷ Agustina, Riyanda dkk, "Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka," *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara* 1, no. 3 (2013): 615–625.

0.002 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa air laut di Kawasan Pesisir Belawan sudah tercemar.⁸

Penelitian selanjutnya juga telah dilakukan oleh Fiskanita, Baharudin Hamzah, dan Supriadi yang meneliti tentang Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Pelabuhan Desa Peranggi Kecamatan Ampibabo pada tahun 2015. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) dan bertujuan untuk mengetahui konsentrasi logam berat timbal (Pb) dan besi (Fe) di sekitar Pelabuhan Desa Peranggi. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa konsentrasi logam timbal (Pb) dan besi (Fe) berada di atas nilai ambang batas yang telah ditentukan, sehingga air di pelabuhan mengalami perubahan baik aspek kualitas fisik, kimia, maupun aspek biologisnya.⁹

Pada tahun 2019 Kartika Hajar Kirana telah melakukan penelitian tentang Identifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Hulu Melalui Analisa Parameter Hidrologi dan Kandungan Logam Berat, dimana penelitian ini dilakukan di Sungai Citarum, Jawa Barat. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa air sumur di sekitar rumah warga dan air Sungai Citarum menunjukkan bahwa nilai pH, suhu, dan TDS masih di bawah ambang batas tercemar, sedangkan nilai EC menunjukkan bahwa air sumur dan air sungai telah tercemar. Hal ini dibuktikan

⁸ Sri Indirawati, "Pencemaran Pb Dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan," *Jurnal Jumantik* 2, no. 2 (2017): 54–60.

⁹ Baharuddin Hamzah, 'Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo' *Jurnal Akademika* , 4 November 2015, hlm. 175–80.

dengan analisa kandungan logam berat yang dapat dilihat bahwa terdapat kandungan logam besi yang cukup tinggi di atas ambang batas air bersih sehingga air tersebut tidak dapat dikonsumsi bagi warga, baik untuk air sungai maupun air sumur.¹⁰

Untuk mengetahui kualitas air yang layak untuk dikonsumsi, Yelfira Sari telah melakukan penelitian pada tahun 2019 tentang Penentuan Kualitas Fisika (Warna, Suhu, dan TDS) Dari Sampel Air Sumur Warga di Kecamatan Dumai Timur, dimana hasil dari penelitian ini menyatakan bahwa kondisi air sumur di Kecamatan Dumai Timur mengalami perubahan warna. Warna pada air dapat disebabkan oleh adanya bahan organik, bahan anorganik, ion-ion logam seperti logam Fe, serta bahan-bahan lainnya. Keberadaan logam Fe yang sangat tinggi di dalam air dapat menyebabkan perubahan warna pada air tersebut, dari bening menjadi kuning hingga kecokelatan. Karena kondisi air pada daerah ini sudah berubah warna, sehingga tidak layak untuk digunakan baik sebagai air bersih maupun air minum. Air-air ini jika tetap untuk dikonsumsi akan memberikan efek negatif terhadap manusia. Air yang memiliki warna keruh bahkan cokelat dapat meninggalkan bekas noda bahkan merusak estetika.¹¹

Jika air laut memiliki kandungan logam berat yang melebihi ambang batas, maka akan sangat berdampak buruk baik bagi manusia maupun lingkungan.

¹⁰ Yudi Mulyadi et. al. "Identifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Hulu" 4, no. 2 (2019): 120–128.

¹¹ Yelfira Sari et. al. "penentuan Kualitas, Fisika Warna, Dan T D S Dari, "Sampel Air Sumur Warga Di Kecamatan Dumai Timur Program Studi Pendidikan Kimia, Universitas Islam Riau" 1, no. 2 (2019): hlm. 9–14.

Apabila air yang dikonsumsi oleh manusia mengandung banyak logam berat maka akan mengganggu kesehatan seperti gangguan pernapasan, gangguan pada ginjal serta hati, dan lain-lain. Sedangkan apabila logam berat banyak terkandung dalam air maka akan mengakibatkan pencemaran lingkungan.

Berbagai metode analisis dapat dilakukan untuk menentukan kadar logam berat dalam sedimen, namun metode yang paling sering dipakai adalah metode AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer). Metode pengukuran logam berat menggunakan AAS (Atomic Absorption Spectrophotometer) yaitu pengukuran berdasarkan penguapan larutan sampel kemudian logam yang terkandung di dalamnya diubah menjadi atom bebas.¹²

Dari beberapa penelitian sebelumnya yang meneliti tentang pencemaran air dan kualitas air, peneliti berinisiatif melakukan penelitian di sekitar Pelabuhan Lembar untuk mengidentifikasi kandungan logam berat pada air di sekitar Pelabuhan Lembar menggunakan analisa parameter fisika dan kimia.

B. Rumusan Masalah

1. Bagaimanakah nilai parameter fisika (TDS (*Total Dissolve Solid*), Konduktivitas, Suhu, pH) pencemaran air laut di Pelabuhan Lembar ?
2. Bagaimanakah nilai parameter kimia (Cu (*Tembaga*), Pb (*Timbal*), Fe (*Besi*), dan Cd (*Kadmium*))pencemaran laut di Pelabuhan Lembar ?

C. Tujuan

¹² Budi Rahayu, Mery Napitupulu, And Tahril Tahril, "Analisis Logam Zink (Zn) Dan Besi (Fe) Air Sumur Di Kelurahan Pantoloan Kecamatan Palu Utara," *Jurnal Akademika Kimia* 2, no. 1 (2013): 1-4.

1. Untuk menentukan nilai parameter fisika (TDS (*Total Dissolve Solid*), Konduktivitas, Suhu, pH) pencemaran air laut di Pelabuhan Lembar.
2. Untuk menentukan nilai parameter kimia (Cu (*Tembaga*), Pb (*Timbal*), Fe (*Besi*), dan Cd (*Kadmium*)) pencemaran laut di Pelabuhan Lembar.

D. Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini adalah:

1. Secara Teoritis
 - a. Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan dapat memperkaya pengetahuan dan pemahaman kita tentang macam- macam logam berat yang dapat mencemari lingkungan, khususnya di perairan sekitar Pelabuhan Lembar.
 - b. Sebagai sumber informasi tentang pentingnya peranan parameter fisika dan parameter kimia dalam mengidentifikasi terjadinya pencemaran pada perairan khususnya Pelabuhan Lembar.
 - c. Dengan diadakannya penelitian ini diharapkan dapat memotivasi peneliti lainnya untuk mengadakan penelitian secara mendalam khususnya dalam bidang pencemaran lingkungan yang berguna untuk menambah pengetahuan dan wawasan serta bisa membandingkan teori-teori dengan kenyataan di lapangan.
2. Secara Praktis

- a. Sebagai sumber informasi bagi masyarakat luas mengenai kondisi / kualitas perairan di sekitar Pelabuhan Lembar serta upaya pengendalian yang dilakukan untuk meminimalisir terjadinya pencemaran.
- b. Diharapkan hasil penelitian ini dapat dijadikan sebagai acuan dalam pengambilan kebijakan oleh lembaga terkait mengenai upaya yang dilakukan untuk mencegah terjadinya pencemaran khususnya di perairan sekitar Pelabuhan Lembar.

E. Definisi Operasional

1. Identifikasi

Identifikasi adalah suatu cara / proses yang dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui atau mengenal sesuatu yang ingin diteliti. Dalam penelitian ini, yang diidentifikasi adalah pencemaran pada Pelabuhan Lembar yang disebabkan oleh logam berat.

2. Pencemaran air

Pencemaran air merupakan perubahan yang terjadi pada tatanan (komposisi) air yang disebabkan oleh masuknya suatu zat – zat kimia atau kegiatan manusia sehingga mengakibatkan kualitas air menjadi tidak baik, baik untuk dikonsumsi maupun untuk keperluan lainnya.

3. Logam Berat

Logam berat merupakan suatu bahan kimia beracun yang apabila masuk ke dalam perairan dapat mengakibatkan air tersebut menjadi

tercemar. Logam berat dalam penelitian ini adalah Cu (*Tembaga*), Pb (*Timbal*), Fe (*Besi*), Cd (*Kadmium*).

4. Parameter Fisika

Parameter fisika adalah suatu indikator / tolok ukur yang digunakan sebagai acuan untuk mengukur kualitas air yang berhubungan dengan fisika. Parameter fisika dalam penelitian ini adalah TDS, Konduktivitas, Suhu, dan pH.

5. Parameter Kimia

Parameter kimia adalah suatu indikator / tolok ukur yang digunakan sebagai acuan untuk mengukur kualitas air yang berhubungan dengan kimia. Parameter kimia dalam penelitian ini adalah macam- macam logam berat seperti: Cu (*Tembaga*), Pb (*Timbal*), Fe (*Besi*), Cd (*Kadmium*).

6. Pelabuhan

Pelabuhan merupakan suatu tempat yang terdiri dari daratan dan perairan dan berfungsi sebagai tempat bersandarnya kapal- kapal, serta menjadi pintu gerbang untuk masuk dari satu daerah ke daerah lain atau satu pulau ke pulau lain. Pelabuhan dalam penelitian ini adalah Pelabuhan Lembar

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Pelabuhan Lembar

Pelabuhan Lembar merupakan salah satu pelabuhan penyebrangan yang ada di pulau Lombok dan menjadi satu-satunya pelabuhan yang menghubungkan antara pulau Lombok dengan pulau Bali dan pulau – pulau lainnya. Pelabuhan Lembar terletak di kecamatan Lembar Kabupaten Lombok Barat. Letak Geografis Pelabuhan Lembar yaitu $08^{\circ}.43'.50''$ – $116^{\circ}.4'.20''$ BT. Jarak pelabuhan Lembar dari kota Mataram Sekitar 30 KM dan memakan waktu tempuh sekitar 45 menit apabila menggunakan sepeda motor atau mobil.

Pelabuhan Lembar merupakan pelabuhan yang fungsi utamanya adalah untuk kegiatan bongkar muat perahu-perahu layar, akses penyebrangan laut dari dan menuju pulau lombok. Di pelabuhan Lembar juga sering disinggahi kapal-kapal asing yang membawa wisatawan manca negara dalam jumlah besar. Pada mulanya, Pelabuhan Lembar ini terletak di Ampenan kota Mataram.

B. Pencemaran Air

Pencemaran merupakan salah satu permasalahan yang dihadapi di masa sekarang. Salah satu yang dapat terkena dampak pencemaran yaitu air. Pencemaran air dapat berasal dari beberapa sumber pencemar. Dari sumbernya pencemaran dapat dibagi menjadi 2, yaitu sumber alami dan sumber aktivitas manusia. Pencemaran bersumber dari alam seperti pengikisan batuan, hujan, dan

tanah longsor. Pencemaran lebih banyak bersumber dari aktivitas manusia daripada proses alam. Kegiatan-kegiatan manusia yang menghasilkan limbah seperti limbah rumah tangga, limbah industri, kegiatan transportasi serta kegiatan pertanian dapat menjadi sumber pencemaran. Meningkatnya jumlah populasi manusia juga berdampak pada bertambahnya jumlah limbah domestik dan limbah industri yang dibuang ke lingkungan. Hal ini berkaitan dengan peningkatan kebutuhan seperti pangan, bahan bakar, pemukiman dan kebutuhan dasar yang lain, sehingga akan meningkatkan limbah domestik dan limbah industri. Meningkatnya jumlah limbah domestik dan limbah industri yang masuk ke dalam perairan, mengakibatkan terjadinya perubahan kualitas perairan.¹³

Pencemaran laut yaitu masuknya zat, makhluk hidup, energi, dan komponen lain ke dalam air atau berubahnya tatanan air oleh kegiatan manusia dan proses alami yang menyebabkan kualitas air tersebut turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air kurang berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Kualitas air di pesisir pantai ditentukan oleh limbah - limbah yang terbuang baik secara langsung maupun tidak langsung dalam bentuk bahan organik, anorganik dan bahan bahan tersuspensi.¹⁴

Salah satu pencemar yang menyebabkan rusaknya tatanan lingkungan hidup yaitu limbah yang mengandung logam berat. Pencemaran logam berat dapat

¹³ Sonny Kristianto et. al. "Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Di Wilayah Sidoarjo" , *Jurnal Biota*, Vol 3, No. 2, 2017, hlm. 66.

¹⁴ Imelda Astuti, Sofyatuddin Karina, and Irma Dewiyanti, "Analisis Kandungan Logam Berat Pb Pada Tiram *Crassostrea Cucullata* Di Pesisir Krueng Raya, Aceh Besar," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyah* 1, no. 1 (2016): 104–113.

ditemukan dalam badan air dan juga dalam bentuk padatan yang terdapat dalam perairan seperti sedimen. Kontaminasi logam berat pada ekosistem perairan secara intensif berhubungan dengan pelepasan logam berat oleh limbah domestik, industri dan aktivitas manusia lainnya.

Perairan yang sering menerima bahan pencemar dan sebagai tempat penampungan akhir cemaran adalah laut, karena sungai-sungai bermuara di laut.¹⁵ Salah satu bahan pencemar yang cukup mengkhawatirkan yang terjadi adalah logam berat seperti Pb, Cd, Cu, dan lain-lain. Keberadaan logam berat dalam perairan akan sulit mengalami degradasi bahkan logam tersebut akan terabsorpsi ke dalam tubuh organisme. Logam berat seperti Pb dan Cu merupakan logam berat yang berbahaya dan dapat masuk ke dalam tubuh melalui saluran pernapasan dan pencernaan.¹⁶

Pencemaran yang terjadi dalam suatu perairan khususnya pencemaran oleh logam-logam berat dapat menimbulkan banyak masalah baik yang bersifat sementara atau yang bekepanjangan. Pencemaran ini dapat dikurangi dan juga ditanggulangi, ada beberapa cara yang dapat dilakukan diantaranya dengan mengurangi penggunaan zat-zat berbahaya dan menjaga kebersihan lingkungan, maka kelangsungan hidup yang ada di darat maupun di perairan akan terjaga. Penanganan untuk pencemaran logam berat juga dapat menggunakan tumbuhan

¹⁵ I Siaka, I Suastuti, and I Mahendra, "Distribusi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Air Laut, Sedimen, Dan Rumpun Laut Di Perairan Pantai Pandawa," *Jurnal Kimia* 10, no. 2 (2016).

¹⁶ *Ibid.*

yang mampu menyerap logam berat, salah satu tumbuhan yang digunakan tersebut adalah pohon api-api (*Avicennia marina*).¹⁷

Sesuai dengan fungsi dan kegunaannya, air merupakan kebutuhan pokok untuk kehidupan di bumi. Air dipakai sebagai air minum, mandi dan mencuci, pertanian dan perikanan, kegiatan industri, bahkan untuk jasa transportasi. Pencemaran lingkungan khususnya pencemaran air terjadi karena kegiatan industri sudah mulai menurunkan kualitas air, banyak industri yang membuang limbahnya ke dalam badan air atau sungai tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu atau kurang tepat dalam pengolahan limbahnya sehingga dapat mengganggu dan membahayakan lingkungan baik lingkungan biotik maupun lingkungan abiotik.

Air merupakan sumber daya alam yang sangat penting bagi kelangsungan hidup manusia dan makhluk lainnya, fungsi air bagi kehidupan tidak dapat digantikan oleh senyawa apapun. Air banyak sekali dimanfaatkan oleh manusia untuk kelangsungan hidup seperti keperluan rumah tangga, industri, pertanian, perikanan, dan lain-lain. Peranan air sangat penting bagi makhluk hidup terutama ikan yang berhabitat di dalam air. Sebagian besar ikan sangat peka terhadap perubahan lingkungan perairan, sehingga kualitas dari air yang digunakan sebagai

¹⁷ Tatik Rahmadani, Sri Mulyani Sabang, and Irwan Said, "Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara," *Jurnal Akademika Kimia* 4, no. 4 (2017): 197.

habitatnya sangat penting. Kualitas air diartikan sebagai kesesuaian air untuk kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan.¹⁸

Air merupakan hal kebutuhan pokok manusia untuk konsumsi, sanitasi, produksi barang industri, produksi makanan, dan sebagainya. Terutama untuk minum dan masak, factor kualitas air sangat perlu diperhatikan karena air yang terlihat bersih belum tentu layak dikonsumsi.

Perairan pesisir merupakan tempat bermuaranya sungai, baik sungai besar maupun sungai kecil. Dengan demikian, perairan pesisir menjadi tempat berkumpulnya zat-zat pencemar yang terbawa oleh aliran sungai. Selain itu, perairan pesisir merupakan salah satu perairan yang sangat rentan terhadap berbagai macam tekanan diantaranya adalah reklamasi, abrasi, sedimentasi, perikanan tambak, akumulasi sampah dan bahaya kontaminasi logam berat.

Salah satu limbah yang patut dicermati adalah logam berat. Logam berat banyak digunakan sebagai bahan baku maupun media penolong dalam berbagai jenis industri. Masuknya limbah ini ke perairan laut dapat mengurangi kualitas perairan dan menimbulkan pencemaran. Selain mengubah kualitas perairan, logam berat yang terendapkan bersama dengan sedimen juga dapat menyebabkan transfer bahan kimia beracun dari sedimen ke organisme.¹⁹

¹⁸ Rahmi Putri Wirman, Indrawata Wardhana, and Vandri Ahmad Isnaini, "Kajian Tingkat Akurasi Sensor Pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) Dan Tingkat Kekeruhan Air," *Jurnal Fisika*, Vol9, No. 1 (2019), hlm. 37–46.

¹⁹ Yani Permanawati et. al. "Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, Dan Cr) Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta", *Jurnal Geologi Kelautan*, Vol 11, No. 1, 2016, hlm. 9

Air limbah adalah cairan buangan dari rumah tangga, industri maupun tempat – tempat umum lain yang mengandung bahan – bahan yang dapat membahayakan kehidupan manusia maupun makhluk hidup lain serta mengganggu kelestarian lingkungan.²⁰

Seiring dengan perkembangan kota dan kemajuan industri yang semakin pesat ternyata dapat memberi pengaruh buruk terhadap lingkungan terutama lingkungan laut yang banyak orang anggap sebagai tempat pembuangan akhir berbagai jenis limbah, baik limbah industri maupun limbah rumah tangga. Limbah yang masuk ke laut tersebut mengandung berbagai macam polutan termasuk logam berat seperti timbal (Pb), besi (Fe), kromium (Cr), kadmium (Cd) dan lain-lain. Logam ini pada mulanya berada dalam konsentrasi kecil namun apabila limbah yang masuk semakin banyak, maka secara perlahan-lahan logam-logam tersebut akan mengakibatkan pencemaran terhadap lingkungan laut.²¹

Perkembangan IPTEK memacu terjadinya pencemaran lingkungan baik pencemaran air, tanah maupun udara. Pencemaran air yang diakibatkan oleh dampak perkembangan industri harus dapat dikendalikan, karena bila tidak dilakukan sejak dini akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun alam sekitarnya. Kegiatan lain yang mendukung pencemaran adalah peternakan dan pertanian. Perindustrian yang semakin maju beberapa

²⁰ Jenny Caroline And Guido Arron Moa, 'Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (Echinodorus Palaeofolius) Pada Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan', Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan, Vol I, No 2, 2015, hlm. 733–44.

²¹ Hamzah *et. al.* "Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo" , *Jurnal Akademika Kimia*, Vol 4, No. 4, 2015, hlm. 175-180

diantaranya menggunakan logam berat kadmium sebagai bahan pembantu seperti industri pelapisan logam, PVC/ plastik, dan baterai/ aki. Kadmium juga dapat berasal dari pupuk phospat, endapan sampah, limbah dari penggunaan batu bara dan minyak.²²

Keberadaan logam terutama logam berat dalam lingkungan laut dengan konsentrasi di atas normalnya, selain dapat mempengaruhi kelangsungan hidup biota laut juga dapat menyebabkan perubahan fungsi fisiologis dari logam itu terhadap makhluk hidup. Hal ini terjadi karena logam berat mempunyai sifat kumulatif, akibatnya dapat berada dalam makhluk hidup dengan konsentrasi yang mematikan atau berefek kronis. Logam berat yang masuk ke perairan, baik di sungai maupun lautan dipindahkan dari badan airnya melalui tiga proses yaitu pengendapan, adsorpsi, dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan. Pada saat buangan limbah industri masuk ke dalam suatu perairan maka akan terjadi proses pengendapan dalam sedimen. Hal ini menyebabkan konsentrasi bahan pencemar dalam sedimen meningkat. Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan mengalami pengendapan, pengenceran dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Pengendapan logam berat di suatu perairan terjadi karena adanya anion karbonat hidroksil dan klorida.²³

²² Mutiara Rachmaningrum Et. Al. "Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung", Jurnal Online Institut Teknologi Nasional, Vol 3, No. 1, Februari 2015, hlm. 1-11.

²³ Hamzah, "Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo Analysis of Lead (Pb) and Iron (Fe) in Sea Water at Seaport in Paranggi Village District of Ampibabo.", Jurnal Akademika Kimia, Vol 4, No. 4, November 2015, hlm. 175-180

Semakin banyaknya aktivitas masyarakat di perairan maka tidak menutup kemungkinan akan bertambahnya kadar logam berat dalam air laut. Dengan adanya aktivitas-aktivitas tersebut dapat diperkirakan bahwa perairan laut di sekitar Pelabuhan Lembar telah mengalami perubahan kondisi alamiahnya. Laut juga mempunyai arti penting bagi kehidupan makhluk hidup seperti manusia, ikan, tumbuh-tumbuhan, dan biota laut lainnya. Hal ini menunjukkan bahwa sektor lautan mempunyai potensi yang sangat besar untuk dapat ikut mendorong pembangunan di masa kini maupun masa depan. Oleh karena itu, laut yang merupakan suatu sumber daya alam yang sangat perlu untuk dilindungi. Hal ini berarti pemanfaatannya harus dilakukan dengan bijaksana dengan memperhitungkan kepentingan generasi sekarang dan yang akan datang.²⁴

Terjadinya suatu perubahan dalam perairan akan menimbulkan dampak bagi organisme yang hidup didalamnya. Adanya logam berat di perairan sangat berbahaya secara langsung terhadap kehidupan biota perairan, yang selanjutnya mempengaruhi secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulit didegradasi, sehingga terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit dihilangkan. Logam berat dapat terakumulasi dalam biota perairan seperti kerang, dan ikan serta didalam sedimen.

²⁴ Rahmadani, Sabang, and Said, "Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mambooro Kecamatan Palu Utara.", *Jurnal Akademika Kimia*, Vol 4, No. 4, November 2015, hlm. 197-203.

Pencemaran logam berat merupakan permasalahan yang sangat serius untuk ditangani, karena merugikan lingkungan dan ekosistem secara umum. Berdasarkan hasil survei yang dilakukan, salah satu limbah yang sangat mempengaruhi pencemaran sungai yaitu limbah kimia beracun dan berbahaya dari industri. Pencemaran dapat menyebabkan penurunan kualitas air yang berupa perubahan fisik, kimia, dan biologi pada air.²⁵

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, berdampak buruk pada perairan laut dan menyebabkan penurunan kualitas air laut secara fisik, kimia dan biologi.

Permasalahan yang sangat dominan bagi wilayah pesisir, pantai dan laut adalah terjadinya pencemaran yang mengakibatkan terjadinya penurunan kualitas dan kuantitas sumber daya 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

²⁵ Kartika Hajar Kirana, Gesti Cita Novala, Dini Fitriani, Eleonora Agustine, Maghfira Dwivani Rahmaputri, Fahmy Fathurrohman, Nabila Risty Rizkita, Nico Andrianto, Nita Juniarti, Juju Julaiha, Rayna Aulia Zaenudinna, Muhamad Rovie Nawawi, Vanessa Zian Menta, "Identifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Hulu." , *Jurnal Wahana Fisika*, Vol 4, No. 2, 2019, hlm. 120-128

rentan akibat kegiatan antropogenik yang dapat membahayakan habitat ikan dan organisme air lainnya.

Sumber pencemaran perairan pesisir berasal dari limbah industri, limbah cair pemukiman (*sewage*), limbah cair perkotaan (*urban stormwater*), pelayaran (*shipping*), pertanian, dan perikananbudidaya. Bahan pencemar utama yang terkandung dalam buangan limbah tersebut berupa: sedimen, unsur hara (*nutriens*), logam beracun (*toxic metals*), pestisida, organisme pathogen, sampah dan oxygen depleting substances (bahan-bahan yang menyebabkan oksigen yang terlarut dalam air laut berkurang).

Masuknya pencemar organik dan anorganik ke badan air 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 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 untuk kepentingan sekarang dan mendatang serta keseimbangan ekologis. Untuk mewujudkan peningkatan pengelolaan kualitas air laut salah satunya diperlukan suatu kajian dan pemetaan terhadap kualitas air laut.

Kegiatan industri yang intensif dan aktivitas manusia dalam kegiatan pertambangan, kegiatan industri penggilingan dan industri manufaktur telah mengakibatkan pelepasan limbah logam berat ke lingkungan. Pencemaran logam

berat yang diakibatkan oleh dampak kegiatan industri dan aktivitas rumah tangga harus dapat dikendalikan, karena akan menimbulkan permasalahan yang serius bagi kelangsungan hidup manusia maupun biota di sekitarnya. Pencemaran logam berat yang masuk ke lingkungan perairan sungai akan terlarut dalam air dan akan terakumulasi dalam sedimen dan dapat bertambah sejalan dengan berjalannya waktu, tergantung pada kondisi lingkungan perairan tersebut. Logam berat dapat berpindah dari lingkungan ke organisme dan dari organisme satu ke organisme lain melalui rantai makanan.²⁶

Limbah cair industri adalah hasil proses atau sisa dari suatu kegiatan atau usaha industri yang berwujud cair dimana kehadirannya pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki lingkungannya karena tidak mempunyai nilai ekonomis sehingga cenderung untuk dibuang. Kontaminasi bahan pencemar yang berasal dari aktivitas industri, pertanian, peternakan, maupun kegiatan rumah tangga telah menyebabkan terjadinya penurunan kualitas air yang signifikan pada badan air seperti sungai, danau dan waduk. Walaupun saat ini telah diberlakukan berbagai macam kebijakan dan peraturan terkait dengan pengendalian pencemaran air, diantaranya: PP No. 82 tahun 2001 dan Permen LH No. 13 Tahun 2010, namun lemahnya praktek pengawasan dan penegakan hukum menyebabkan penurunan kualitas air di badan air terus berlangsung. Status Lingkungan Hidup Indonesia

²⁶ Heru Setiawan and Endro Subiandono, "Konsentrasi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan," *Indonesian Forest Rehabilitation Journal* 3, no. 1 (2015): 67-79.

(KLH, 2010) melaporkan bahwa sekitar 74% sungai- sungai besar di Pulau Jawa tidak memenuhi Kriteria Air Kelas II.²⁷

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 kualitasnya turun sampai tingkat tertentu yang menyebabkan lingkungan laut 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 yang 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.²⁸

Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan akan mengalami pengendapan, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Logam berat memiliki sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap di dasar perairan dan bersatu dengan sedimen sehingga kadar logam berat dalam sedimen lebih tinggi dibandingkan dalam air. Mengendapnya logam berat bersama

²⁷ Caroline and Moa, "Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (Echinodorus Palaefolius) Pada Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan." , *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 2015

²⁸ Hamuna et al., "Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura." , *Jurnal Ilmu Lingkungan*, Vol 16, No. 1, 2018, hlm. 35-43

dengan padatan tersuspensi akan mempengaruhi kualitas sedimen di dasar perairan dan juga perairan sekitarnya.²⁹

Pencemaran yang dihasilkan dari logam berat sangat berbahaya karena bersifat toksik, logam berat juga akan terakumulasi dalam sedimen dan biota melalui proses gravitasi. Toksisitas logam berat dalam lingkungan laut telah menjadi perhatian utama karena mempunyai potensi risiko yang tinggi bagi sejumlah flora dan fauna, termasuk manusia, melalui rantai makanan.³⁰

Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh biota laut melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernafasan (insang), saluran pencernaan (usus, hati, ginjal) maupun penetrasi melalui kulit. Hasil penelitian menyatakan bahwa berbagai macam penyakit kanker pada manusia adalah akibat makanan yang mengandung logam berat dan bahan kimia. Logam berat yang masuk ke dalam tubuh manusia akan melakukan interaksi dengan enzim, protein, DNA serta zat metabolit lainnya. Adanya logam berat dalam tubuh dengan jumlah yang berlebih jelas akan sangat berbahaya bagi tubuh.³¹

Konsentrasi logam berat pada sedimen di muara sungai atau perairan pesisir biasanya cukup tinggi karena adanya disposisi logam antropogenik yang signifikan yang dibawa oleh sungai. Penelitian mengenai kandungan logam berat dalam sedimen sangat penting karena dapat mendeteksi sumber, tingkat polusi dan

²⁹ Caroline and Moa, "Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (*Echinodorus Palaefolius*) Pada Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan." *Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan*. 2015

³⁰ Setiawan and Subiandono, "Konsentrasi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan." *Forest Rehabilitation Journal*, Vol. 3, No. 1, 2015, hlm. 67-79

³¹ *Ibid.*

mekanisme distribusi di lingkungan perairan. Logam berat yang masuk dalam lingkungan sebagian akan terserap masuk ke dalam tanah (sedimen) dan sebagian akan masuk dalam sistem aliran sungai yang selanjutnya akan terbawa ke laut. Logam berat yang masuk dalam ekosistem laut akan mengendap ke dasar perairan dan terserap dalam sedimen. Logam berat yang mengendap pada dasar perairan akan membentuk sedimentasi dan hal ini menyebabkan biota laut yang mencari makan di dasar perairan (udang, kerang, kepiting) akan memiliki peluang yang sangat besar untuk terkontaminasi logam berat tersebut. Jika biota laut yang telah terkontaminasi logam berat tersebut dikonsumsi dalam jangka waktu tertentu dapat meracuni tubuh makhluk hidup.³²

Selain itu juga adanya aktivitas warga masyarakat yang tinggal di sekitar perairan yang dapat memicu tercemarnya air laut, yakni aktivitas warga yang terbiasa membuang limbah rumah tangga melalui sampah-sampah metabolik dan korosi pipa-pipa air yang mengandung logam-logam berat juga dapat memberikan dampak yang cukup besar terhadap masuknya logam-logam berat ke perairan laut Pelabuhan Lembar.

Konsumsi ikan maupun produk olahan ikan yang tercemar logam berat berpotensi menimbulkan berbagai penyakit baik jangka pendek maupun jangka panjang. Kelainan syaraf, kelumpuhan, dan cacat bawaan pada bayi merupakan

³² *Ibid.*

contoh penyakit- penyakit yang dapat ditimbulkan akibat kontaminasi logam berat.³³

C. Parameter Fisika Pencemaran Air

Parameter fisika adalah salah satu parameter yang digunakan untuk mengukur kadar kualitas air yang berhubungan dengan fisika seperti suhu, kecepatan arus, kecerahan, kekeruhan, warna, padatan tersuspensi dan padatan terlarut hingga salinitas air.

Sifat- sifat fisika air merupakan faktor pemisah antara lingkungan air dengan lingkungan udara. Selain itu faktor fisika juga banyak mempengaruhi kehidupan organisme di dalam air. Adanya perbedaan yang amat besar dari masing- masing faktor fisika di lingkungan air dengan lingkungan udara, mengakibatkan pengaruh yang berbeda terhadap tumbuhan dan hewan pada masing- masing lingkungan tersebut. Disamping itu, air juga berfungsi untuk menjaga tekanan osmosis, sebagai pelarut dan penghantar listrik yang baik.

Kualitas air adalah karakteristik mutu yang diperlukan untuk pemanfaatan tertentu dari berbagai sumber air. Kriteria mutu air merupakan suatu dasar baku mengenai syarat kualitas air yang dapat dimanfaatkan. Baku mutu air adalah suatu peraturan yang disiapkan oleh suatu negara atau suatu daerah yang bersangkutan.

Syarat baku mutu air sebagaimana yang disyaratkan oleh Kementerian Kesehatan (kepmenkes, 2010), yaitu tidak berasa, tidak berbau, tidak berwarna,

³³ Manna Wanna, Subari Yanto, and Kadirman Kadirman, "Analisis Kualitas Air Dan Cemaran Logam Berat Merkuri (Hg) Dan Timbal (Pb) Pada Ikan Di Kanal Daerah Hertasing Kota Makassar," *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 3 (2018): 197.

tidak mengandung mikroorganisme yang berbahaya, dan tidak mengandung logam berat. Air yang terkontaminasi dapat menimbulkan masalah kesehatan seperti antara lain kanker, gangguan pada bayi yang dilahirkan, kerusakan jaringan saraf pusat dan penyakit jantung.³⁴

Parameter Fisika sangat berpengaruh terhadap kualitas air. Kualitas air dapat diketahui dengan melakukan pengujian tertentu terhadap air tersebut. Pengujian yang dilakukan adalah uji kimia, fisik (suhu, warna, bau, rasa, kekeruhan, TDS, konduktivitas, resistivitas, salinitas, DO, ph), biologi, atau uji kenampakan (bau dan warna). Pengelolaan kualitas air adalah upaya pemeliharaan air sehingga tercapai kualitas air yang diinginkan sesuai peruntukannya untuk menjamin agar kondisi air tetap dalam kondisi alamiahnya. Parameter fisika pada air antara lain :

1. TDS (*Total Dissolve Solid*)

Salah satu faktor penting dalam menentukan kelayakan air untuk dikonsumsi manusia adalah kandungan TDS (*total dissolved solid*) dalam air. TDS (*total dissolved solid*) adalah jumlah zat padat terlarut baik berupa ion-ion organik, senyawa, maupun koloid didalam air. Konsentrasi TDS yang terionisasi dalam suatu zat cair mempengaruhi konduktivitas listrik zat cair tersebut. Makin tinggi konsentrasi TDS yang terionisasi dalam air, makin besar

³⁴ Ronaldi Zamora, Harmadi Harmadi, and Wildian Wildian, "Perancangan Alat Ukur Tds (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time," *Sainstek : Jurnal Sains dan Teknologi* 7, no. 1 (2016): 11.

konduktivitas listrik larutan tersebut. Sementara konsentrasi TDS juga dipengaruhi oleh temperatur.³⁵

Konsentrasi TDS dalam air minum melebihi batas ambang yang diperbolehkan dapat membahayakan kesehatan karena dapat menyebabkan terjadinya gangguan pada ginjal. Menurut WHO (*World Health Organization*), air minum yang layak dikonsumsi memiliki kadar TDS < 300 ppm (*parts per million*). Sedangkan menurut Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia nomor 492 tahun 2010 menyatakan standar TDS maksimum yang diperbolehkan adalah 500 mg/liter atau 500 ppm.³⁶

Zat padat terlarut di dalam air biasanya terdiri atas senyawa organik dan senyawa anorganik yang larut dalam air, mineral serta garam-garamnya. Salah satu ion yang dapat mempengaruhi keberadaan TDS dalam air adalah ion Fe^{2+} . Air dengan kadar TDS yang tinggi dapat meninggalkan noda dan kerak pada alat-alat rumah tangga serta menghasilkan air dengan rasa yang tidak enak. Selain itu, dengan semakin tingginya nilai TDS maka akan memberikan dampak negatif terhadap beberapa parameter air lainnya.³⁷

2. Konduktivitas

Contoh sifat fisika air adalah sifat kelistrikan yang berupa konduktivitas, yaitu kemampuan larutan untuk mengantarkan arus listrik. Sifat

³⁵ *Ibid.*

³⁶ *Ibid.*

³⁷ Yelfira Sari et. al. " Penentuan Kualitas Fisika (Warna, Suhu, dan TDS) Dari Sampel Air Sumur Warga Di Kecamatan Dumai Timur " , *Journal Of Research And Education Chemistry*, Vol 1, No. 2, 2019

fisik lainnya yaitu TDS (*Total Dissolve Solid*) yang menunjukkan jumlah padatan zat terlarut dalam air.

Konduktivitas listrik adalah ukuran kemampuan suatu larutan untuk menghantarkan arus listrik. Arus listrik di dalam larutan dihantarkan oleh ion yang terkandung di dalamnya. Ion memiliki karakteristik tersendiri dalam menghantarkan arus listrik. Maka dari itu nilai konduktivitas listrik hanya menunjukkan konsentrasi ion total dalam larutan³⁸. Banyaknya ion di dalam larutan juga dipengaruhi oleh padatan terlarut di dalamnya. Semakin besar jumlah padatan terlarut di dalam larutan maka kemungkinan jumlah ion dalam larutan juga akan semakin besar, sehingga nilai konduktivitas listrik juga akan semakin besar. Jadi, di sini dapat dilihat bahwa terdapat hubungan antara jumlah zat padat terlarut yang dinyatakan dengan TDS dengan nilai konduktivitas listrik.³⁹

Konduktivitas listrik (σ) adalah ukuran dari kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik. Jika suatu beda potensial listrik ditempatkan pada ujung-ujung sebuah konduktor, muatan-muatan akan bergerak berpindah dan kemudian menghasilkan arus listrik. Konduktivitas listrik didefinisikan

³⁸ Fadhilah Irwan and Afdal Afdal, "Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (TDS) Dan Temperatur Pada Beberapa Jenis Air," *Jurnal Fisika Unand* 5, no. 1 (2016): 85–93.

³⁹ *Ibid.*

sebagai rasio dari rapat arus terhadap kuat medan listrik. Konduktivitas suatu bahan adalah kemampuan suatu bahan untuk menghantarkan arus listrik.⁴⁰

Konduktivitas listrik merupakan kemampuan suatu zat untuk mengalirkan arus listrik. Dalam larutan, arus dibawa oleh kation dan anion sedangkan pada logam arus dibawa oleh electron. Semakin besar daya hantar listrik larutan maka jumlah TDS akan semakin besar.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 20 Tahun 1990 mempersyaratkan baku mutu konduktivitas untuk golongan sejenis adalah sebesar $2.250 \mu\text{S}/\text{cm}$. Kualitas air dikatakan baik jika pengukuran konduktivitas kurang dari $2.250 \mu\text{S}/\text{cm}$. Jadi, jika pengukuran melebihi baku mutu yang telah ditetapkan, maka air tersebut tergolong air yang tercemar.

Konduktivitas (Daya Hantar Listrik / DHL) adalah gambaran numerik dari kemampuan air untuk meneruskan aliran listrik. Oleh karena itu, semakin banyak garam- garam terlarut yang dapat terionisasi, semakin tinggi pula nilai DHL. Konduktivitas dinyatakan dengan satuan $\mu\text{mhos} / \text{cm}$, dapat dideteksi dengan menggunakan alat EC meter (*Elektric Conductance*). Pengukuran daya hantar listrik bertujuan untuk mengukur kemampuan ion- ion dalam air untuk menghantarkan listrik serta memprediksi kandungan mineral dalam air. (Khairunnas dan Mulya Gusman).

⁴⁰ Puji Kumala Pertiwi et al., "Uji Konduktivitas Listrik Pada CaCO_3 Dan Arang Kayu Dengan Metode Four Point Probe" (2015): 3–7.

Konduktivitas air dapat dinyatakan dalam satuan $\mu\text{mhos} / \text{cm}$ atau Siemens / cm. Air tanah dangkal umumnya mempunyai harga 30 – 2000 $\mu\text{mhos} / \text{cm}$. Konduktivitas air murni berkisar antara 0- 200 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (low conductivity), konduktivitas sungai sungai besar / major berkisar antara 200 – 1000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (mid range conductivity), dan air saline adalah 1000- 10000 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (high conductivity). Nilai konduktivitas untuk air layak minum sekitar 42- 500 $\mu\text{mhos} / \text{cm}$. Nilai konduktivitas lebih dari 250 $\mu\text{mhos} / \text{cm}$ tidak dianjurkan karena dapat mengendap dan merusak batu ginjal. (Khairunnas dan Mulya Gusman).

Kualitas air juga dapat ditentukan dari nilai konduktivitas listrik (Electrical Conductivity, EC). Jika nilai EC semakin tinggi maka semakin buruk kualitas air misalnya air akan terasa payau sampai asin. Apabila nilai EC semakin kecil maka semakin susah air tersebut menghantarka arus sehingga kualitas air semakin bagus (Mahida, 1986). Nilai EC maksimum untuk air minum adalah 1500 $\mu\text{S}/\text{cm}$ (WHO). (Indah Arliandia dan Afdal, 2015)

Pengukuran TDS membutuhkan waktu yang cukup lama sementara pengukuran EC dengan conductivity meter dapat dilakukan lebih cepat (Chang, 1982). Penelitian yang dilakukan di Danau Subhas Sarovar dan Rabindra Sarovar, Kolkata, India menunjukkan bahwa EC memiliki hubungan linear dengan TDS. Dari penelitian tersebut teramati bahwa nilai EC meningkat seiring peningkatan nilai TDS, yang menunjukkan peningkatan konsentrasi

sulfat dan ion lainnya, sehingga nilai EC jauh lebih mudah daripada pengukuran TDS langsung sehingga penelitian untuk memantau pencemaran di air danau dangkal lebih mudah dilakukan dengan pengukuran EC (Das, dkk., 2005). Penyebab kenaikan nilai TDS adalah padatan terlarut yang terkandung pada larutan, sementara nilai konduktivitas listrik pada perairan dipengaruhi oleh jumlah ion pada perairan tersebut. Semakin banyak jumlah padatan terlarut maka semakin banyak jumlah ion pada suatu larutan, karena jumlah padatan terlarut mengandung ion- ion yang tersusun menjadi senyawa pada padatan terlarut tersebut, sehingga nilai TDS dan konduktivitas listrik kemungkinan akan memiliki hubungan yang sebanding. (Indah Arliandia dan Afdal, 2015).

3. Suhu

Temperature air juga akan mendukung tingginya kelarutan besi dalam air. Baku mutu air yang telah ditentukan yaitu 28-30°C.⁴¹ Temperatur yang tinggi menyebabkan menurunnya kadar oksigen terlarut (DO) dalam air. Kenaikan temperature air dapat menguraikan derajat kelarutan mineral sehingga kelarutan Fe pada air tinggi. Kelarutan logam berat juga dipengaruhi oleh kondisi DO diperairan. Menurut Rozak dan Rochyatun (2007), konsentrasi DO yang rendah menyebabkan kelarutan logam berat rendah sehingga mudah mengendap ke dasar sedimen.

⁴¹ Endang Supriyantini and Nirwani Soenardjo, "Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Akar Dan Buah Mangrove *Avicennia Marina* Di Perairan Tanjung Emas Semarang," *Jurnal Kelautan Tropis* 18, no. 2 (2016): 98–106.

Suhu juga akan mempengaruhi kalor jenis zat. Kalor jenis zat (c) yaitu banyaknya kalor yang diperlukan untuk menaikkan suhu 1 kg zat sebesar 1°C . Kalor dapat menaikkan atau menurunkan suhu. Semakin besar kenaikan suhu maka kalor yang akan diterima semakin banyak. Semakin kecil kenaikan suhu maka kalor yang diterima semakin sedikit sehingga hubungan kalor berbanding lurus dengan kenaikan suhu jika kenaikan massa dan kalor jenis zat tetap.⁴²

Suhu air yang baik menurut baku mutu yang telah ditetapkan dalam PerMenKes No. 416 Tahun 1990 adalah $25 \pm 30^{\circ}\text{C}$. Suhu air yang tidak sesuai dengan baku mutu meunjukkan indikasi adanya bahan kimia terlarut dalam jumlah yang cukup besar atau sedang terjadi proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Suhu memiliki pengaruh yang besar terhadap kelarutan oksigen, semakin tinggi suhu air, kandungan oksigen di dalam air tersebut akan semakin berkurang.⁴³

4. pH (*Potensial of Hidrogen*)

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari “p” lambang matematika dari negatif logaritma, dan “H” lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal

⁴² Lalu A Didik, “Pengukuran Kalor Jenis Material Dengan Menggunakan Modifikasi Persamaan Teorema Stefan Boltzmann” 2, no. 1 (2017): 1.

⁴³ Yelfira Sari et. al. “ Penentuan Kualitas Fisika (Warna, Suhu, dan TDS) Dari Sampel Air Sumur Warga Di Kecamatan Dumai Timur ” , *Journal Of Research And Education Chemistry*, Vol 1, No. 2, 2019

tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen. Yang dapat dinyatakan dengan persamaan: $\text{pH} = -\log [\text{H}^+]$

pH dibentuk dari informasi kuantitatif yang dinyatakan oleh tingkat keasaman atau basa yang berkaitan dengan aktivitas ion Hidrogen. Jika konsentrasi $[\text{H}^+]$ lebih besar daripada $[\text{OH}^-]$, maka material tersebut bersifat asam, yaitu nilai pH kurang dari 7. Jika konsentrasi $[\text{OH}^-]$ lebih besar daripada $[\text{H}^+]$, maka material tersebut bersifat basa, yaitu dengan nilai pH lebih dari 7.⁴⁴

Konsentrasi ion hydrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar dimana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. Pengukuran pH air dilakukan menggunakan pH-meter.⁴⁵

Sebagian besar logam seperti Fe, Pb, Zn, Al & Cu mudah terlarut dan sangat mobil pada $\text{pH} < 5$ (Stumn & Morgan, 1996). Pada pH 6,5-7 adalah merupakan pH yang ideal. Unsur- unsur hara akan relative banyak tersedia pada pH tersebut. Sedangkan pada pH rendah unsur-unsur seperti Al, Mn & Fe akan

⁴⁴ Fanny Astria et. al. "Rancang Bangun Alat Ukur PH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (SMS) Gateway," *Jurnal Mektrik* , Vol 1, No. 1 (2014), hlm. 47–55, <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Mektrik/article/view/3590>.

⁴⁵ Riyanda Agustira et. al. "Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka." *Jurnal Online Agroekoteknologi* , Vol 1, No. 3, Juni 2013.

bersifat racun. Kadar besi (Fe) > 1 mg/L dianggap membahayakan kehidupan organisme akuatik.⁴⁶

Menurut Begum *et al.*(2009 a), pH < 7 dapat melarutkan logam. Dalam keadaan pH rendah besi yang ada dalam air berbentuk ferro (Fe²⁺) dan ferri (Fe³⁺), dimana bentuk ferri akan mengendap dan tidak larut dalam air serta tidak dapat dilihat dengan mata sehingga mengakibatkan air menjadi berwarna, berbau dan berasa. Hal ini juga didukung oleh kecepatan arus yang sangat rendah. Warna pada air dapat disebabkan oleh adanya bahan organik, bahan anorganik, ion-ion logam seperti logam Fe, serta bahan-bahan lainnya.⁴⁷

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, baku mutu pH untuk air adalah 6 – 9. Apabila secara alamiah di luar rentang tersebut, maka ditentukan berdasarkan kondisi alamiahnya.

D. Parameter Kimia Pencemaran Air

Parameter kimia perairan merupakan parameter perairan yang terukur akibat adanya reaksi kimia di perairan, seperti pertukaran ion- ion terlarut dalam air. Parameter kimia ini sangat penting untuk menentukan air tersebut dikatakan baik atau tidak.

⁴⁶ Vagn Fentz, "Hypertensive Encephalopathy in a Child," *Acta Neurologica Scandinavica* , Vol 38, No. 4 (1962), hlm. 307–312.

⁴⁷ Yelfira Sari et. al. " Penentuan Kualitas Fisika (Warna, Suhu, dan TDS) Dari Sampel Air Sumur Warga Di Kecamatan Dumai Timur " , *Journal Of Research And Education Chemistry*, Vol 1, No. 2, 2019

Suatu perairan dikatakan baik jika air tersebut tidak tercemar. Salah satu faktor yang dapat membuat air menjadi tercemar adalah apabila pada air tersebut terkandung / tercampur dengan logam berat.

Logam berat merupakan salah satu komponen alami pada bumi yang tidak dapat didegradasi atau dihancurkan. Pada konsentrasi kecil, logam berat dapat memasuki tubuh melalui makanan, minuman, dan udara. Menurut Darmono (2008), dalam tubuh makhluk hidup logam berat termasuk *trace mineral* atau mineral yang jumlahnya sangat sedikit. *Trace element* beberapa logam berat penting untuk mengatur metabolisme dalam tubuh manusia, namun pada konsentrasi tinggi logam ini berbahaya dan beracun karena cenderung mengalami bioakumulasi.⁴⁸

Logam berat adalah unsur logam dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah, logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Beberapa jenis logam berat yang sering menimbulkan pencemaran adalah merkuri (Hg), khrom (Cr), kadmium (Cd), timbal (Pb) dan arsen (As).⁴⁹

Logam berat merupakan elemen yang tidak dapat terurai (persisten) dan dapat terakumulasi melalui rantai makanan (bioakumulasi), dengan efek jangka panjang yang merugikan pada makhluk hidup. Logam berat merupakan salah satu jenis zat polutan lingkungan yang paling umum dijumpai dalam perairan. Terdapatnya

⁴⁸ Kristianto, Wilujeng, And Wahyudiarto, "Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulang Pencemaran Lingkungan Di Wilayah Sidoarjo." , *Jurnal Biota*, Vol. 3, No. 2, 2017, hlm. 66-70

⁴⁹ Caroline and Moa, "Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (*Echinodorus Palaefolius*) Pada Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan." *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*, 2015.

kandungan logam berat dalam organisme mengindikasikan adanya sumber logam berat yang berasal dari alam atau dari aktivitas manusia.⁵⁰

Logam berat umumnya bersifat racun terhadap makhluk hidup walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil. Melalui berbagai perantara, seperti udara, makanan, maupun air yang terkontaminasi oleh logam berat, logam tersebut dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi. Jika keadaan ini berlangsung secara terus-menerus, dalam jangka waktu lama dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia.⁵¹

Logam berat terbagi atas dua jenis yakni logam berat esensial dan non esensial. Jenis yang pertama yakni logam berat esensial yang sangat dibutuhkan setiap makhluk hidup, namun beberapa di antaranya (dalam kadar tertentu) bersifat racun. Unsur ini di alam biasanya terdapat dalam bentuk terlarut atau tersuspensi (terikat dengan zat padat) serta terdapat sebagai bentuk ionik. Contoh dari logam berat untuk unsur esensial adalah Zn. Keberadaan logamzink (Zn) dalam air laut bersumber dari penggunaan pupuk kimia yang mengandung logam Cu dan Zn, buangan limbah rumah tangga yang mengandung logam Zn seperti korosi pipa-pipa air dan produk-produk konsumen (misalnya, formula detergen) yang tidak diperhatikan sarana pembuangannya. Sedangkan untuk jenis kedua adalah logam berat non esensial atau beracun, di mana keberadaannya dalam tubuh masih belum diketahui

⁵⁰ Setiawan and Subiandono, "Konsentrasi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan."

⁵¹ Rahmadani, Sabang, and Said, "Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mambooro Kecamatan Palu Utara."

manfaatnya atau bahkan bersifat racun seperti logam timbal (Pb). Secara alamiah timbal dapat masuk ke dalam lingkungan perairan melalui pengkristalan timbal di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu proses pelapukan dari batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin juga merupakan salah satu jalur sumber timbal yang masuk ke lingkungan perairan.⁵²

Logam berat yang masuk ke perairan, baik di sungai maupun lautan dipindahkan dari badan airnya melalui tiga proses yaitu pengendapan, adsorpsi, dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan. Pada saat buangan limbah industri masuk ke dalam suatu perairan maka akan terjadi proses pengendapan dalam sedimen. Hal ini menyebabkan konsentrasi bahan pencemar dalam sedimen meningkat. Logam berat yang masuk ke dalam lingkungan perairan mengalami pengendapan, pengenceran, dan dispersi, kemudian diserap oleh organisme yang hidup di perairan tersebut. Pengendapan logam berat di suatu perairan terjadi karena adanya anion karbonat hidroksil dan klorida.⁵³

Logam berat memiliki kriteria yang sama dengan logam-logam lainnya, hanya saja perbedaannya terletak pada pengaruh yang diakibatkan bila logam ini masuk ke dalam tubuh organisme hidup. Logam berat biasanya dapat menimbulkan efek-efek khusus pada tubuh makhluk hidup. Meskipun semua logam berat dapat

⁵² *Ibid.*

⁵³ Siaka, Suastuti, and Mahendra, "Distribusi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Air Laut, Sedimen, Dan Rumpuk Laut Di Perairan Pantai Pandawa."

mengakibatkan keracunan pada makhluk hidup, namun sebagian dari logam berat tersebut tetap dibutuhkan dalam jumlah tertentu.⁵⁴

Logam berat adalah unsur logam yang mempunyai massa jenis lebih besar dari 5 g/cm^3 . Logam berat merupakan zat pencemar yang berbahaya karena memiliki sifat tidak dapat terdegradasi secara alami dan cenderung terakumulasi dalam air, sedimen dasar perairan, dan tubuh organisme. Adanya kegiatan industri dan pelabuhan di diduga menjadi penyumbang masuknya limbah berupa logam berat khususnya Timbal (Pb) dan Tembaga (Cu) ke daerah perairan . Logam berat mempunyai sifat yang mudah mengikat bahan organik dan mengendap didasar perairan dan bersatu dengan sedimen.⁵⁵

Parameter kimia juga sangat berpengaruh terhadap pencemaran pada air. Terjadinya pencemaran pada air karena disebabkan oleh logam berat yang masuk pada air tersebut. Diantara logam berat yang mempengaruhi pencemaran pada air antara lain :

1. Cu (Tembaga)

Logam berat Cu digolongkan ke dalam logam berat *essensial*, artinya meskipun merupakan logam berat beracun, dibutuhkan oleh tubuh meskipun dalam jumlah sedikit. Tembaga merupakan mineral mikro karena keberadaannya dalam tubuh sangat sedikit namun diperlukan dalam proses

⁵⁴ Rahmadani, Sabang, and Said, "Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mambo Kecamatan Palu Utara."

⁵⁵ Wanna, Yanto, and Kadirman, "Analisis Kualitas Air Dan Cemar Logam Berat Merkuri (Hg) Dan Timbal (Pb) Pada Ikan Di Kanal Daerah Hertasning Kota Makassar."

fisiologis. Logam berat Cu di alam ditemukan dalam bentuk senyawa sulfida (CuS). Walaupun dibutuhkan tubuh dalam jumlah sedikit, bila kelebihan dapat mengganggu kesehatan atau mengakibatkan keracunan.⁵⁶

Menurut Surbakti, (2011), logam berat Cu masuk ke dalam tatanan lingkungan sebagai akibat dari aktivitas manusia, contohnya adalah buangan industri yang memakai Cu dalam proses produksinya, misalnya industri galangan kapal. Logam berat Cu digunakan sebagai campuran bahan pengawet, industri pengolahan kayu dan limbah buangan rumah tangga.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, baku mutu untuk logam berat Cu (*Tembaga*) adalah 0,02 mg/L. Jika dalam suatu perairan terdapat logam berat Cu yang melebihi ambang batas yang telah ditetapkan maka air tersebut tidak layak digunakan baik untuk konsumsi maupun kebutuhan lainnya, karena dapat mengganggu kesehatan.⁵⁷

Logam berat Cu juga dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis. Logam berat Cu banyak digunakan pembersih lantai, cat, pestisida dan bahan pengawet. Logam Cu termasuk logam esensial yang diperlukan

⁵⁶ Setiawan and Subiandono, "Konsentrasi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan."

⁵⁷ Lingkungan, Sipil, and Perencanaan, "Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung Mutiara Rachmaningrum, Eka Wardhani, Kancitra Pharmawati."

organisme. Kelebihan logam Cu dalam tubuh dapat mengakibatkan kerusakan hati.⁵⁸

2. Pb (*Timbal*)

Logam berat Pb merupakan salah satu jenis logam berat yang sangat populer dan banyak dikenal masyarakat. Timbal dan persenyawaannya digunakan dalam industri baterai sebagai bahan aktif dalam pengaliran arus elektron. Timbal juga banyak digunakan untuk bahan pembuatan kabel, konstruksi dan kontainer karena senyawa ini tidak mudah mengalami korosi (Palar, 2008). Hampir 10% dari total produksi timbal digunakan untuk bahan penolong dalam proses produksi bahan bakar bensin karena dapat meningkatkan nilai oktan bahan bakar sekaligus berfungsi untuk mencegah terjadinya ledakan saat berlangsungnya pembakaran dalam mesin.⁵⁹

Timbal (Pb) yang lebih dikenal dengan nama plumbum atau timah merupakan salah satu logam berat yang beracun bagi manusia. Timbal dapat masuk ke tubuh manusia melalui pernapasan dan air yang terkontaminasi dengan plumbum (timbal). Keracunan plumbum biasanya diakibatkan oleh terjadinya akumulasi logam berat tersebut di dalam tubuh manusia yang akan menyebabkan penyakit anemia, kerusakan susunan saraf pusat dan ginjal.

⁵⁸ Siaka, Suastuti, and Mahendra, "Distribusi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Air Laut, Sedimen, Dan Rumput Laut Di Perairan Pantai Pandawa."

⁵⁹ Setiawan and Subiandono, "Konsentrasi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan."

Tingginya kandungan logam berat Pb dalam suatu perairan kemungkinan disebabkan oleh penggunaan perahu motor sebagai alat transportasi air dengan bahan bakar yang ditambah dengan zat tetraethyl yang mengandung Pb. Hasil buangan limbah Pb dari bahan bakar perahu motor tersebut menyebabkan kadar Pb di perairan menjadi tinggi. Pencemaran Pb di perairan yang melebihi konsentrasi ambang batas dapat menyebabkan kematian bagi biota perairan tersebut. Bagi manusia, termakannya senyawa timbal dalam konsentrasi tinggi dapat mengakibatkan keracunan. Keracunan ini menyebabkan kadar timbal yang tinggi dalam aorta, hati, ginjal, pankreas, paru-paru, tulang, limpa, testis, jantung dan otak.⁶⁰

Berdasarkan pedoman baku mutu lingkungan menurut Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor: KEP-MEN LH No.51/MenKLH/ 2004, ambang batas Pb untuk wisata bahari adalah 0,005 ppm dan untuk biota adalah 0,008 ppm.

Berdasarkan Peraturan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor: 416/ MENKES/ PER/ 1X/ 1990, nilai ambang batas untuk logam berat Pb (*Timbal*) adalah 0,05 mg/L. Jika terdapat logam Pb yang tidak melebihi ambang batas yang sudah ditetapkan, maka kualitas air tersebut masih dikatakan baik.⁶¹

⁶⁰ *Ibid.*

⁶¹ Yelfira Sari et. al. " Penentuan Kualitas Fisika (Warna, Suhu, dan TDS) Dari Sampel Air Sumur Warga Di Kecamatan Dumai Timur " , *Journal Of Research And Education Chemistry*, Vol 1, No. 2, 2019

Tingginya konsentrasi logam timbal dalam lingkungan perairan dapat disebabkan oleh berbagai faktor yaitu aktivitas manusia seperti aktivitas pembuangan limbah rumah tangga yang mengandung logam timbal, pengikisan batuan mineral serta debu-debu logam timbal yang ada dalam lapisan udara yang kemudian terbawa turun oleh hujan, tingginya pemakaian bensin berbahan bakar timbal. Kadar Pb yang secara alami dapat ditemukan juga dalam bebatuan sekitar 13 mg/ kg. Khusus Pb yang tercampur dengan batu fosfat dan terdapat didalam batu pasir (sand stone) kadarnya lebih besar yaitu 100 mg/kg. Pb yang terdapat di tanah berkadar sekitar 5- 25 mg/kg dan di air bawah tanah (ground water) berkisar antara 1- 60 µg/liter.⁶²

Timbal (Pb) termasuk dalam kelompok logam yang beracun dan berbahaya bagi kehidupan makhluk hidup. Limbah Timbal (Pb) dapat masuk ke badan perairan secara alamiah yakni dengan pengkristalan Pb di udara dengan bantuan air hujan. Penggunaan Pb dalam skala yang besar dapat mengakibatkan polusi baik di daratan maupun perairan. Logam Pb yang masuk ke dalam perairan sebagai dampak dari aktifitas manusia dapat membentuk air buangan atau limbah dan selanjutnya akan mengalami pengendapan yang dikenal dengan istilah sedimen. Sedimen merupakan lapisan bawah yang melapisi sungai, danau, teluk, muara dan lautan. Biasanya, kandungan logam berat dalam

⁶² Hamzah, "Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Pelabuhan DesanParanggi Kecamatan Ampibabo Analysis of Lead (Pb) and Iron (Fe) in Sea Water at Seaport in Paranggi Village District of Ampibabo."

sedimen lebih tinggi dibandingkan kandungan logam berat yang masuk ke dalam perairan yang akan mengalami pengendapan pada sedimen.

Tingginya kandungan timbal dalam sedimen akan menyebabkan biota air tercemar seperti ikan, udang dan kerang, dimana biota tersebut hidup di dasar sungai dan apabila dikonsumsi dapat berbahaya bagi kesehatan.

Logam berat timbal yang terkandung dalam bahan bakar kendaraan laut ini dapat memicu tingginya kadar logam berat timbal dalam air laut. Logam berat Pb biasa digunakan dalam campuran cat, pestisida serta campuran dalam bahan bakar kendaraan. Logam berat Pb dapat menyebabkan keracunan akut dan kronis yang ditandai diare, mual-mual, dan anemia.⁶³

Limbah yang berasal dari industri merupakan salah satu sumber pencemaran logam berat seperti Pb. Logam berat secara langsung maupun tidak langsung dapat membahayakan manusia seperti timbal (Pb) dengan mengkonsumsi biota perairan yang terakumulasi, sehingga dapat mengakibatkan penghambatan sistem pembentukan hemoglobin (Hb). Adapun jumlah timbal (Pb) yang diserap oleh tubuh hanya sedikit, logam ini ternyata menjadi sangat berbahaya. Hal ini disebabkan senyawa – senyawa Timbal (Pb) dapat memberikan efek racun terhadap banyak organ yang terdapat dalam tubuh manusia.⁶⁴

⁶³ Siaka, Suastuti, and Mahendra, “Distribusi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Air Laut, Sedimen, Dan Rumput Laut Di Perairan Pantai Pandawa.”

⁶⁴ Astuti, Karina, and Dewiyanti, “Analisis Kandungan Logam Berat Pb Pada Tiram *Crassostrea Cucullata* Di Pesisir Krueng Raya, Aceh Besar.”

3. Fe (Besi)

Logam Besi adalah logam berwarna putih keperakan, liat dan dapat dibentuk. Fe di dalam susunan unsur berkala termasuk logam golongan VIII, dengan berat atom 55,847 g.mol⁻¹, nomor atom 26, berat jenis 7.86 g.cm⁻³. Senyawa besi tersebut mudah larut dalam air dan segera terurai menjadi ion besi(II) dan ion besi(III). Fe merupakan unsur hara oleh tumbuhan air seperti eceng gondok. Dalam air akan tersuspensi dan berwarna kecoklatan. Suspensi yang terbentuk akan segera menggumpal dan mengendap di dasar badan air (Sustrisno, 2002).⁶⁵

Menurut Widowati (2008), kadar Fe yang terlalu tinggi bisa mengakibatkan kerusakan selular akibat radikal bebas. Sementara itu, wanita menopause lebih beresiko terserang penyakit jantung koroner karena tidak lagi terjadi proses menstruasi dalam tubuh sehingga pembuangan Fe berlebih dalam tubuh tidak terjadi. Besi dibutuhkan oleh tubuh sebagai nutrisi. Tubuh membutuhkan 7 – 35 mg unsur besi tiap hari. Walaupun unsur tersebut diperlukan oleh tubuh, tetapi jika melebihi kebutuhan maka akan menimbulkan masalah bagi kesehatan. Besi mengakibatkan kerusakan pada dinding usus halus.⁶⁶

Tingginya nilai Fe dapat dihasilkan dari proses antropogenik. Menurut Yunginger dkk. (2018), proses antropogenik adalah proses yang dihasilkan oleh

⁶⁵ Rahayu, Napitupulu, and Tahril, "Analisis Logam Zink (Zn) Dan Besi (Fe) Air Sumur Di Kelurahan Pantoloan Kecamatan Palu Utara."

⁶⁶ *Ibid.*

aktivitas manusia, misalkan adanya pencemaran yang diakibatkan oleh bahan bakar, limbah industri dan limbah domestik, limbah peternakan, hingga limbah pertanian dan perkebunan.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, baku mutu untuk logam berat Fe (Besi) adalah 0,3 mg/L. Bagi pengolahan air minum secara konvensional, baku mutu Fe ≤ 5 mg/L.⁶⁷

Keberadaan logam Fe yang sangat tinggi di dalam air dapat menyebabkan perubahan warna pada air tersebut, dari bening menjadi kuning hingga kecokelatan. Air ini jikadigunakan untuk mencuci maka akan meninggalkan noda cokelat kemerahan pada pakaian. Selain itu, air ini juga akan meninggalkan bekas pada dinding-dinding bak penampungan dan kamar mandi. Logam Fe merupakan logam esensial yang keberadaannya dalam jumlah tertentu sangat dibutuhkan oleh organisme hidup, namun dalam jumlah berlebih dapat menimbulkan efek racun. Tingginya kandungan logam Fe akan berdampak terhadap kesehatan manusia diantaranya bisa menyebabkan keracunan (muntah), kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, hepatitis, hipertensi, insomnia.⁶⁸

⁶⁷ Bambang Priadie, "Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air," *Jurnal Ilmu Lingkungan* 10, no. 1 (2012): 38.

⁶⁸ Fentz, "Hypertensive Encephalopathy in a Child."

Buangan industri yang mengandung persenyawaan logam berat Fe bukan hanya bersifat toksik terhadap tumbuhan tetapi juga terhadap hewan dan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yang sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit dihilangkan, dapat terakumulasi dalam biota perairan termasuk kerang, ikan dan sedimen, memiliki waktu paruh yang tinggi dalam tubuh biota laut serta memiliki nilai factor konsentrasi yang besar dalam tubuh organisme.

Kelebihan zat besi (Fe) bisa menyebabkan keracunan dimana terjadi muntah, kerusakan usus, penuaan dini hingga kematian mendadak, mudah marah, radang sendi, cacat lahir, gusi berdarah, kanker, cardiomyopathies, sirosis ginjal, sembelit, diabetes, diare, pusing, mudah lelah, kulit kehitam-hitaman, sakit kepala, gagal hati, hepatitis, mudah emosi, dan lain sebagainya. Kekurangan zat besi (Fe) menimbulkan gejala anemia seperti kelemahan, fatigue, sulit bernafas waktu berolahraga, kepala pusing, diare, penurunan nafsu makan, kulit pucat, kuku berkerut, kasar dan cekung serta terasa dingin pada tangan dan kaki.⁶⁹

4. Cd (*Kadmium*)

Kadmium adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah beraksi serta menghasilkan oksida bila dipanaskan.

⁶⁹ Rahayu, Napitupulu, and Tahril, "Analisis Logam Zink (Zn) Dan Besi (Fe) Air Sumur Di Kelurahan Pantoloan Kecamatan Palu Utara."

Kadmium (Cd) merupakan logam yang bila masuk kedalam tubuh akan mengendap dan berakumulasi dalam waktu tertentu. Akibatnya akan menyebabkan kerusakan, tidak hanya pada tulang dan ginjal tetapi juga testis, jantung, hati, otak dan system darah. Kadmium juga dapat mengakibatkan gangguan psikologi dikarenakan kemiripan sifat kimianya dengan seng.⁷⁰

Kadmium dalam air laut dan sungai berasal dari pencemaran oleh limbah domestik dan industri. Industri yang dapat menghasilkan limbah kadmium (Cd) adalah industri tekstil, baterai, cat, industri plastik dan lain-lain. Menurut WHO (1992) dalam air Cd dapat tersebar sejauh 50 km dari sumbernya . Penelitian yang dilakukan di perairan bagian barat Teluk Jakarta ditemukan kandungan Cd yang melebihi baku mutu air laut (0.002 mg/l, KepMen LH no 51 tahun 2004 yaitu 0,47 mg/l.⁷¹

Kadmium (Cd) juga didapatkan pada biota air. Penelitian yang dilakukan oleh Arifin (2011) di Teluk Kelabut kandungan kadmium pada ikan sebesar 0,47 mg/gr. Nilai ini melebihi nilai ambang baku. Pencemaran menyebabkan terjadinya pergeseran ekosistem khususnya dalam rantai makanan, hal ini akan mengganggu keseimbangan ekosistem yang berdampak pada kesehatan masyarakat. Kadmium sendiri termasuk dalam logam berat berbahaya berdasarkan PP Nomor 85 tahun 1999 tentang pengelolaan

⁷⁰ Wirman, Wardhana, and Isnaini, "Kajian Tingkat Akurasi Sensor Pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (TDS) Dan Tingkat Kekeruhan Air."

⁷¹ Muhammad Ikbal Titi Andriani, Muhammad Hidayatullah, "Jurnal Ilmu Fisika" 10, no. 2 (2018): 103–112.

limbah bahan berbahaya dan beracun. Kadmium dapat membahayakan kesehatan manusia. Penyakit yang paling terkenal akibat keracunan Cd ini adalah itai-itai disease di sepanjang Sungai Jinzu, Jepang.⁷²

Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air, logam berat kadmium di perairan untuk kelas II tidak boleh melebihi 0,01 mg/L. Jika pada perairan terkandung logam berat kadmium (Cd) yang melebihi ambang batas, maka perairan tersebut telah tercemar dan tidak baik untuk digunakan.⁷³

Dari penjelasan yang telah di paparkan di atas tentang pencemaran pada air, Allah SWT berfirman dalam Al Qur' an Surah Ar Rum ayat 41 yang berbunyi:

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ يَرْجِعُونَ

Artinya:

Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar). (QS. Ar Rum 30 : 41).

⁷² Setiawan and Subiandono, "Konsentrasi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan."

⁷³ Priadic, "Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air."

Ayat di atas menjelaskan bahwa pencemaran lingkungan terutama pencemaran laut dapat terjadi karena karena perbuatan manusia, salah satunya adalah membuang sampah sembarangan, ataupun pembuangan limbah – pabrik dan lainnya.

Dari ayat di atas Allah SWT mengajarkan kepada kita untuk selalu menjaga lingkungan agar tidak tercemar. Oleh sebab itu, agar lingkungan tetap bersih dan tidak tercemar, mari kita sama- sama menjaga lingkungan dengan cara tetap menjaga kebersihan dan tidak membuang sampah ataupun limbah sisa dari pabrik dan lain- lain.

E. Pengukuran Parameter Fisika

1. TDS Meter

Perkembangan teknologi elektronika saat ini khususnya teknologi semikonduktor, mendorong manusia untuk berusaha membuat alat yang berguna untuk mengukur besaran yang ada. Dalam keperluan untuk mengukur jumlah padatan dalam larutan maka, dibutuhkan alat ukur TDS larutan yang mampu untuk mengidentifikasi atau menganalisis kualitas air berdasarkan konsep dasar fisika tentang konduktivitas dan resistivitas. Nilai konduktivitas suatu larutan dipengaruhi oleh zat yang terlarut didalamnya sebagai contoh larutan garam (NaCl), semakin banyak jumlah garam yang terlarut maka konduktivitasnya semakin besar dan semakin besar pula nilai TDS.



Gambar 2.1 TDS Meter

Sensor TDS menggunakan prinsip kerja dua elektroda yang terpisah untuk mengukur nilai konduktivitas listrik dari cairan sampel. Sifat elektrolit atau kandungan partikel ion dari suatu cairan akan mempengaruhi hasil pengukuran konduktivitas listrik pada sensor TDS. Sedangkan untuk sensor tingkat kekeruhan air memanfaatkan perubahan intensitas cahaya yang di transmisikan melewati sampel dari sumber cahaya. Sensor ini bekerja menggunakan prinsip kerja *light dependent resistor* (LDR) yang sangat sensitif terhadap cahaya.

Sumber tegangan sensor TDS meter menggunakan trafo step down. Dengan sebuah resistor sebesar 1 k Ω yang dirangkai seri dengan elektroda. Keluaran tegangan yang terbaca di resistor selanjutnya di masukan kerangkaian pengubah sinyal AC menjadi DC sebelum dimasukan ke ADC mikrokontroler.

2. Conductivity Meter

Conductivity meter adalah alat untuk mengukur nilai konduktivitas listrik (*electric conductivity*) suatu larutan atau cairan. Nilai konduktivitas listrik sebuah zat cair menjadi referensi atas jumlah ion serta konsentrasi padatan TDS (*total dissolved Solid*.) yang terlarut di dalamnya.



Gambar 2.2 Conductivity Meter

Konsentrasi ion di dalam larutan berbanding lurus dengan daya hantar listriknya. Semakin banyak ion mineral yang terlarut, maka akan semakin besar kemampuan larutan tersebut untuk menghantarkan listrik. Sifat kimia inilah yang digunakan sebagai prinsip kerja conductivity meter.

Sebuah sistem conductivity meter tersusun atas dua elektrode, yang dirangkaikan dengan sumber tegangan serta sebuah ampere meter. Elektrode-elektrode tersebut diatur sehingga memiliki jarak tertentu antara keduanya (biasanya 1 cm). Pada saat pengukuran, kedua elektrode ini dicelupkan ke dalam sampel larutan dan diberi tegangan dengan besar tertentu. Nilai arus

listrik yang dibaca oleh ampere meter, digunakan lebih lanjut untuk menghitung nilai konduktivitas listrik larutan.

3. pH Meter

Pengukuran kadar keasaman larutan (pH) dan suhu dalam air merupakan sesuatu yang sangat penting dalam budidaya ikan. Sehingga sangat penting untuk tetap menjaga kadar pH dan suhu dalam air tetap stabil. Terdapat beberapa metode dalam mengukur kadar keasaman dari suatu larutan, diantaranya dengan menggunakan metode konvensional, yaitu dengan menggunakan kertas lakmus atau kertas pH.

Alat untuk mengukur tingkat keasaman maupun kebasaan larutan dapat diukur menggunakan pH meter. Prinsip kerja utama pH meter adalah terletak pada sensor probe berupa elektrode kaca (glass electrode) dengan jalan mengukur jumlah ion H_3O^+ di dalam larutan. Elektroda diisi dengan larutan HCl ($0,1 \text{ mol/dm}^3$). Di dalam larutan HCl, terendam sebuah kawat elektrode panjang berbahan perak yang pada permukaannya terbentuk senyawa setimbang AgCl.



Gambar 2.3 pH Meter

Pada prinsipnya pengukuran suatu pH adalah didasarkan pada potensial elektro kimia yang terjadi antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas (membrane gelas) yang telah diketahui dengan larutan yang terdapat diluar elektroda gelas yang tidak diketahui. Hal ini dikarenakan lapisan tipis dari gelembung kaca akan berinteraksi dengan ion hidrogen yang ukurannya relatif kecil dan aktif, elektroda gelas tersebut akan mengukur potensial elektrokimia dari ion hidrogen atau diistilahkan dengan potential of hidrogen. Untuk melengkapi sirkuit elektrik dibutuhkan suatu elektroda pembanding. Sebagai catatan, alat tersebut tidak mengukur arus tetapi hanya mengukur tegangan.

Sensor pH adalah sensor yang dapat mengukur derajat keasaman (pH) pada suatu larutan. Prinsip kerja sensor pH ini terletak pada elektrode referensi dan elektrode kaca yang memiliki ujung berbentuk bulat (bulb) yang berfungsi sebagai tempat terjadinya pertukaran ion positif (H^+), pertukaran ion menyebabkan adanya beda potensial antara dua elektrode sehingga pembacaan potensiometer akan menghasilkan positif atau negatif.⁷⁴

PH sensor module sangat diperlukan pada sensor Ph untuk mengkonversikan nilai keluaran dari sensor (beda potensial antara kedua elektrode) menjadi nilai analog berbentuk sinyal voltage. Nilai analog tersebut yang akan

⁷⁴ Andrika Wahyu Wicaksono, Edita Rosana Widasari, and Fitri Utamingrum, "Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring PH Pada Tanaman Kentang Aeroponik Secara Wireless," *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 1, no. 5 (2017): 386–398.

diolah oleh mikrokontroler untuk menentukan derajat keasamaan (pH) suatu larutan termasuk dalam kondisi normal, asam, atau basa.⁷⁵

pH meter adalah alat ukur yang dapat memberikan informasi mengenai derajat keasamaan suatu larutan. Alat ukur ini menggunakan sebuah probe yang terbuat dari silinder kaca non- konduktor yang berfungsi sebagai sensornya. Dengan memanfaatkan senyawa HCl yang merendam kawat elektroda, alat ini mampu mengukur derajat keasamaan yang terkandung dalam air.⁷⁶ pH meter yang ada saat ini memiliki dua tipe, berdasarkan lamanya waktu proses pencelupan terhadap larutan yang diukurnya. Tipe pertama tidak mampu digunakan selama lebih dari 24 jam dan perlu dilakukan proses kalibrasi ulang. Pada tipe kedua, telah mampu digunakan lebih dari 24 jam, namun ketepatannya akan berkurang setiap harinya.

Pengetahuan mengenai parameter pH sangat penting dalam membantu pemahaman pada proses, hal ini karena memiliki pengaruh yang besar pada banyak reaksi biologis dan kimia. Berdasarkan beberapa permasalahan yang terdapat pada proses penggunaan alat ukur pH meter, diantaranya proses kalibrasi, lifetime alat ukur, tingkat akurasi hasil pengukuran dan sebagainya. Beberapa faktor lain juga mempengaruhi terhadap hasil pengukuran pH meter, diantaranya adanya pengaruh lingkungan misalnya suhu mempengaruhi nilai

⁷⁵ *Ibid.*

⁷⁶ Banu Sudewa and Febrian Hadiatna, "Evaluasi Sensor Fit0348 Sebagai Alat Ukur Potential of Hydrogen (Ph) Larutan Evaluation of Sensor Fit0348 As Measuring Instrument of Potential of Hydrogen (Ph) Solution," *jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan* (2017): 570–578.

pH, operator yang menggunakannya, serta metode pengukuran yang dilakukannya.

4. Termometer

Istilah termometer berasal dari bahasa Latin *thermo* yang berarti panas dan *meter* yang berarti untuk mengukur. Termometer adalah suatu alat yang digunakan untuk mengukur suhu. Termometer dapat digunakan untuk mengukur suhu dengan tepat yang dinyatakan dalam skala angka.⁷⁷



Gambar 2.4 Termometer Digital

Fungsi termometer sebagai pengukur suhu dapat diaplikasikan dalam bidang kedokteran, yaitu untuk mengetahui suhu tubuh manusia, apakah demam atau tidak. Termometer juga dapat digunakan untuk mengukur suhu kamar, untuk mengetahui berapa suhu oven dan sebagainya. Termometer yang umum digunakan adalah termometer zat cair dengan pengisi pipa kapilernya adalah raksa atau alkohol. Pengukur suhu ruang biasanya menggunakan raksa. Untuk mengukur suhu yang sangat rendah biasanya menggunakan termometer

⁷⁷ Ni Ketut Rapi, Laboratorium Fisika 1, 2017, Depok : PT Raja Grafindo Persada, hlm. 62

alkohol, karena alkohol memiliki titik beku yang sangat rendah, yaitu -114°C .⁷⁸

Galileo Galilei (1564- 1642) menggagas termometer dengan menggunakan prinsip pemuaian dan penyusutan cairan dalam termometer untuk menggerakkan air dalam tabung sempit. Jika suhu zat yang akan diukur meningkat, maka cairan yang ada dalam tabung termometer akan memuai sehingga bergerak ke atas. Sebaliknya, jika suhu zat yang diukur suhunya menurun, maka cairan yang ada dalam termometer akan menyusut dan akan bergerak ke bawah.⁷⁹

F. AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*)

AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) adalah alat yang digunakan untuk mengukur konsentrasi logam yang terkandung dalam suatu larutan⁸⁰. Untuk mengetahui keberadaan logam-logam berat seperti Cu, Cd dan Pb dalam limbah industri, diperlukan satu metode yang handal dan mampu pada tentang konsentrasi yang rendah. Salah satu metode yang dapat digunakan adalah metode nyala spektometri serapan atom dengan beberapa keuntungan yaitu sensitifitas tinggi, sederhana dan murah pengoperasiannya, cepat serta cuplikan yang diperlukan relatif sedikit.

⁷⁸ *Ibid.*

⁷⁹ *Ibid.*

⁸⁰ Lalu A. Didik and Muh. Wahyudi, "Analisa Kandungan Fe Dan Karakteristik Sifat Listrik Pasir Besi Pantai Telindung Yang Disintesis Dengan Beberapa Metode," *Indonesian Physical review* 3, no. 2 (2020): 64–71.

Spektrometri merupakan suatu metode analisis kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan banyaknya radiasi yang dihasilkan atau yang diserap oleh spesi atom atau molekul analit. Salah satu bagian dari spektrometri AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) merupakan metode analisis unsur secara kuantitatif yang pengukurannya berdasarkan penyerapan cahaya dengan panjang gelombang tertentu oleh atom logam dalam keadaan bebas.⁸¹

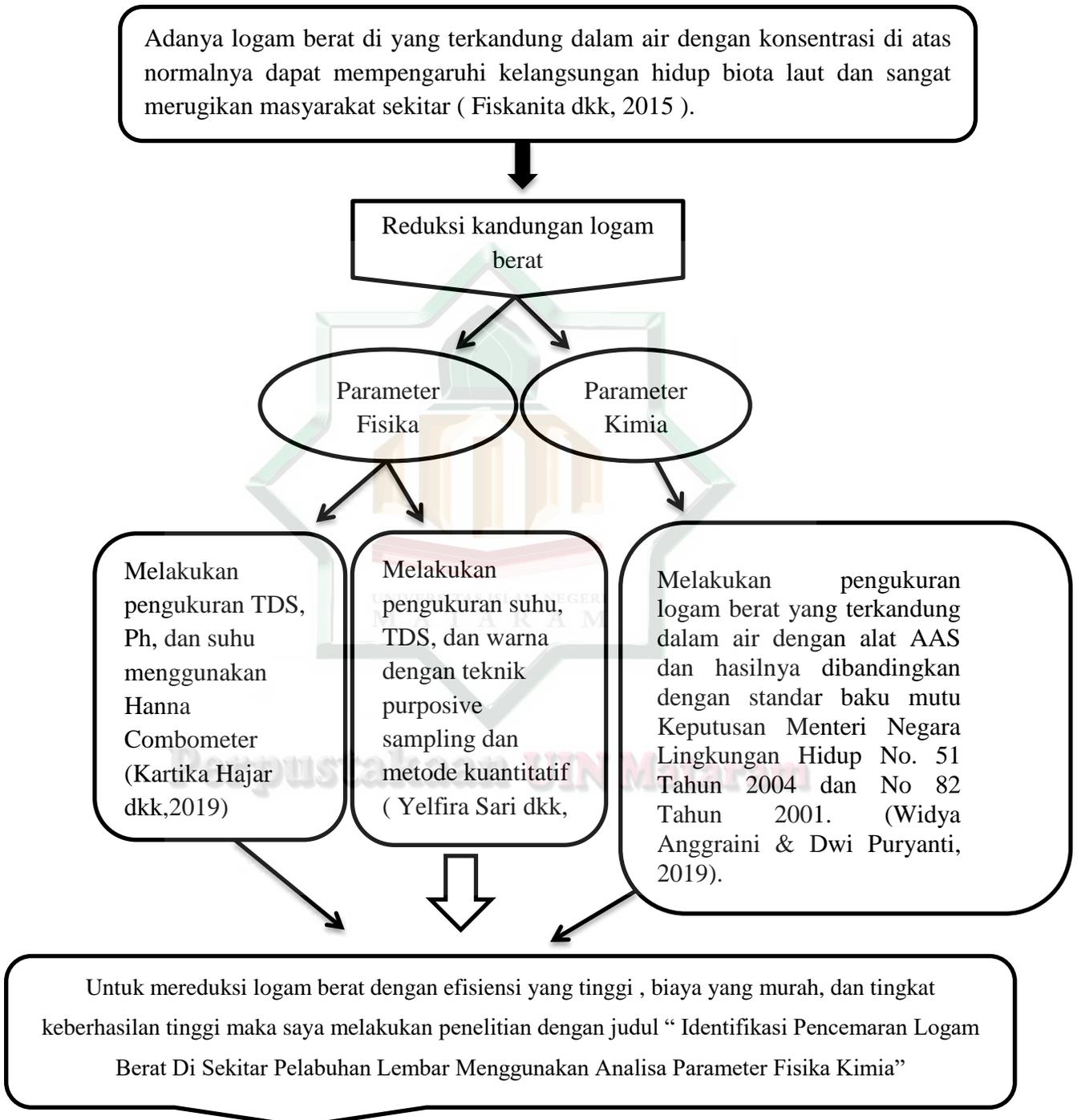
Metode AAS merupakan metode analisis yang didasarkan pada proses penyerapan energi radiasi oleh atom-atom yang berada pada tingkat energi dasar (ground state). Dengan mengukur intensitas radiasi yang diteruskan (transmitasi) atau mengukur intensitas radiasi yang diserap (absorpsi), maka konsentrasi unsur dalam sampel dapat ditentukan.

Metoda AAS merupakan suatu metode yang didasarkan pada pengukuran absorpsi dan emisi atom/unsur. Atom yang berasal dari proses pembakaran molekul-molekul dalam larutan contoh apabila diberi energi sumber maka akan terjadi eksitasi pada saat kembali ke dasar dengan memancarkan cahaya. Intensitas cahaya yang dipancarkan sebanding dengan konsentrasi unsur dalam contoh. Unsur matriks sangat berpengaruh terhadap intensitas cahaya. Teori yang terkait dengan proses tersebut di atas adalah :

1. Struktur atom (teori kuantum)
2. Proses eksitasi atom
3. Interaksi energi radiasi dengan atom/molekul.

⁸¹ Jamaludin Anshori, "Materi Ajar Spektrofotometri Serapan Atom" (2005): 1–10.

G. Kerangka Konsep Pemikiran



Gambar 2.5 Kerangka Konsep Pemikiran

Keberadaan logam berat yang terkandung dalam air dengan konsentrasi yang melebihi ambang batas yang sudah ditetapkan pemerintah dapat mengakibatkan terjadinya pencemaran dan sangat merugikan masyarakat. Disekitar Pelabuhan Lembar, banyak juga masyarakat yang tidak mengetahui seberapa kandungan logam berat yang terkandung dalam air akibat banyaknya kapal yang lewat.

Untuk mengetahui seberapa besar logam berat yang terkandung dalam air, banyak peneliti yang melakukan penelitian salah satunya dengan cara menganalisis parameter fisika dan kimia yang terkandung dalam air tersebut. Parameter fisika yang diukur yaitu TDS, Konduktivitas, pH, dan Suhu. Sedangkan parameter kimia adalah dengan mengukur kandungan logam berat pada air dengan alat AAS (*Atomic Absorption Spectrophotometer*) lalu data yang didapatkan dianalisis dan membandingkannya dengan standar baku mutu yang sudah ditetapkan pemerintah.

Untuk mereduksi kandungan logam berat dengan efisiensi yang tinggi dan membutuhkan biaya yang murah serta tingkat keberhasilannya tinggi, peneliti berinisiatif melakukan penelitian dengan judul “ Identifikasi Pencemaran Logam Berat di Sekitar Pelabuhan Lembar Menggunakan Analisa Parameter Fisika Kimia”.

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

A. Jenis Dan Pendekatan Penelitian

1. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang digunakan adalah penelitian kuantitatif yang bertujuan mengetahui apakah air yang ada di Pelabuhan Lembar masuk dalam kriteria air yang tercemar atau masih layak untuk digunakan (berkualitas).

2. Pendekatan penelitian

Adapun pendekatan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah pendekatan kuantitatif dengan metode eksperimen murni.

B. Populasi Dan Sampel

1. Populasi

Populasi merupakan wilayah generalisasi yang terdiri dari objek atau subyek yang memiliki kuantitas dan karakteristik tertentu yang ditetapkan oleh peneliti untuk dipelajari dan kemudian ditarik kesimpulannya.

Adapun populasi dalam penelitian ini adalah semua air laut yang ada di sekitar Pelabuhan Lembar.

2. Sampel

Sampel adalah sebagian dari jumlah dan karakteristik yang dimiliki oleh populasi tersebut, ataupun bagian kecil dari anggota populasi yang diambil menurut prosedur tertentu sehingga dapat mewakili populasinya.

Adapun sampel dalam penelitian ini adalah air laut di Pelabuhan Lembar yang diambil dari empat titik yang berbeda, dimana jarak antar titik pengambilan sampel adalah 50 meter (50 meter, 100 meter, 150 meter, dan 200 meter).

C. Waktu Dan Tempat Penelitian

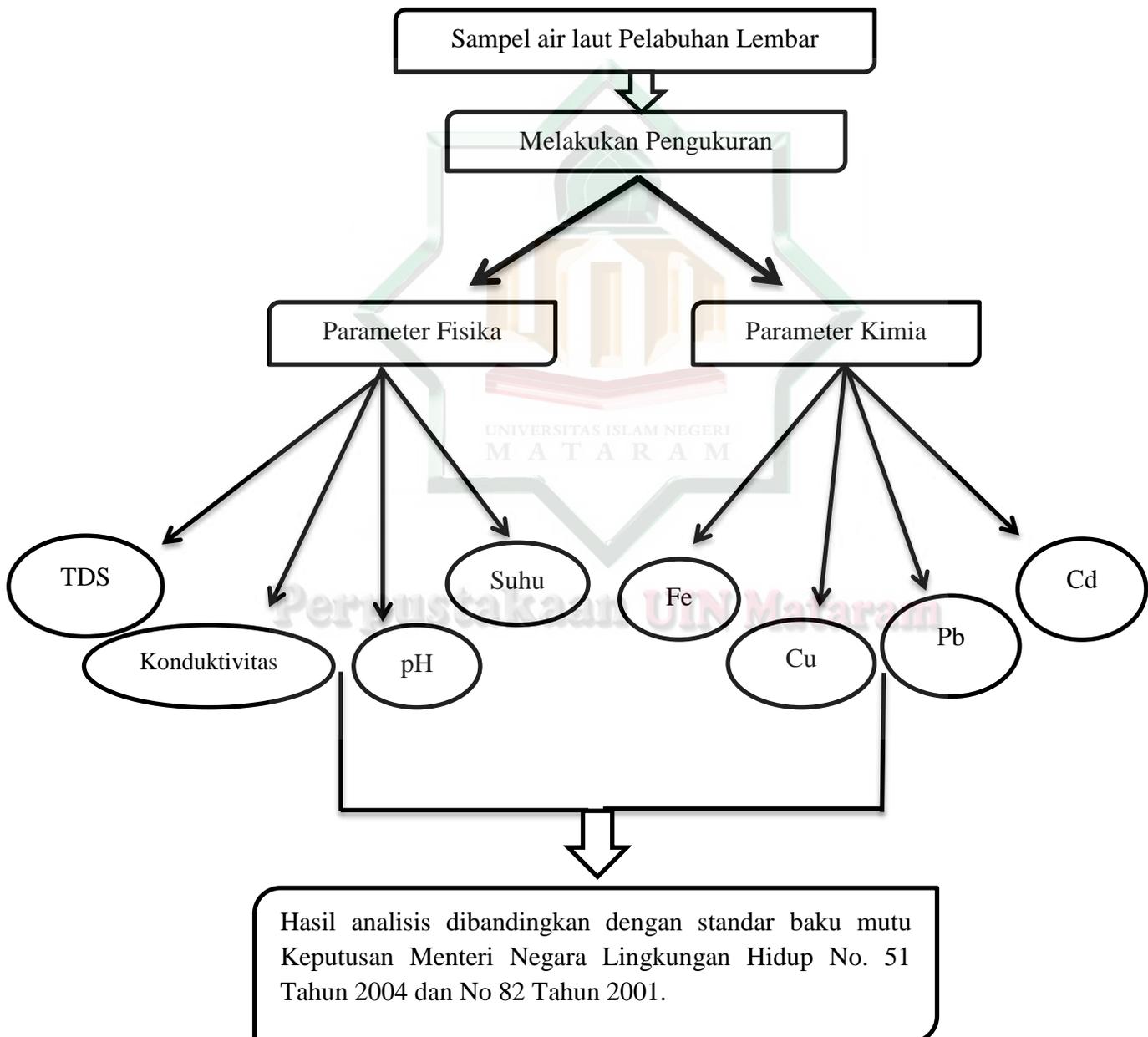
1. Waktu penelitian: Bulan Agustus – Desember 2020
2. Tempat penelitian
 - a) Sampel air laut diambil di Pelabuhan Lembar, Kecamatan Lembar, Kabupaten Lombok Barat, NTB.
 - b) Pengujian kandungan logam berat (Pb, Cu, Cd, Fe, Cr, Ni dan As) yang terkandung dalam air dilakukan di Laboratorium Pengujian BPTP yang berada di Kecamatan Narmada, Kabupaten Lombok Barat, NTB.
 - c) Pengujian parameter fisika seperti TDS, Konduktivitas, pH, dan suhu dilakukan di Laboratorium Fisika UIN MATARAM.

D. Variabel Penelitian

Variabel bebas (independent) dalam penelitian ini adalah jarak pengambilan sampel dari bibir pantai yaitu 50 meter, 100 meter, 150 meter, dan 200 meter. Variabel terikat (dependent) dalam penelitian ini adalah parameter

fisika (TDS, Konduktivitas, pH, suhu) dan parameter kimia (Pb, Cu, Cd, Fe). Sedangkan variabel kontrol dalam penelitian ini adalah cara pengambilan sampel harus sama pada tiap titik.

E. Desain Penelitian



Gambar 3.1 Desain Penelitian

F. Instrumen Penelitian

1. Alat

- a) *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) untuk mengukur kandungan logam berat.
- b) Termometer digital tipe 101 untuk mengukur suhu.
- c) Conductivity meter merek Apera Instrument EC820 Precision Benchtop Conductivity digunakan untuk mengukur nilai konduktivitas listrik (*electric conductivity*) suatu larutan atau cairan.
- d) pH meter tipe AZ86501 untuk mengukur kadar keasaman larutan (pH)
- e) TDS meter merek Aqua India Technologies Offering HM upto 10.000 PPM untuk mengukur zat padatan terlarut dalam air.

2. Bahan

- a) Air laut
- b) Larutan HNO_3
- c) Aquades

G. Prosedur Penelitian

1. Prosedur Pengukuran Parameter Fisika

a. Mengukur Jumlah Padatan Terlarut (TDS)

Langkah – langkah dalam mengukur jumlah padatan terlarut (TDS) air laut Pelabuhan Lembar yaitu:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan.

- 2) Menuangkan sampel air laut yang diambil pada jarak 50 meter ke dalam gelas ukur sebanyak 250 ml.
- 3) Mengukur nilai TDS dengan cara mencelupkan alat TDS Meter ke dalam sampel air laut, lalu mengamati berapa nilai yang muncul.
- 4) Mencatat nilai TDS pada tabel.
- 5) Mengulangi langkah 1- 4 untuk sampel yang diambil pada jarak 100 m, 150 m, dan 200 meter.

b. Mengukur Konduktivitas Listrik

Langkah – langkah dalam mengukur konduktivitas listrik air laut Pelabuhan Lembar yaitu:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan.
- 2) Menuangkan sampel air laut yang diambil pada jarak 50 meter ke dalam gelas ukur sebanyak 250 ml.
- 3) Mengukur nilai konduktivitas dengan cara mencelupkan alat *Conductivity Meter* ke dalam sampel air laut, lalu mengamati nilai yang muncul.
- 4) Mencatat nilai konduktivitas pada tabel.
- 5) Mengulangi langkah 1- 4 untuk sampel yang diambil pada jarak 100 m, 150 m, dan 200 meter.

c. Mengukur pH

Langkah – langkah dalam mengukur pH air laut Pelabuhan Lembar yaitu:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan.
- 2) Menuangkan sampel air laut yang diambil pada jarak 50 meter ke dalam gelas ukur sebanyak 250 ml.
- 3) Mengukur nilai pH dengan cara mencelupkan alat pH Meter ke dalam sampel air laut. Kemudian mengamati nilai yang muncul pada alat.
- 4) Mencatat nilai pH pada tabel.
- 5) Mengulangi langkah 1-4 untuk sampel yang diambil pada jarak 100 m, 150 m, dan 200 meter.

d. Mengukur Suhu

Langkah – langkah dalam mengukur suhu air laut Pelabuhan

Lembar yaitu:

- 1) Menyiapkan alat dan bahan.
- 2) Menuangkan sampel air laut yang diambil pada jarak 50 meter ke dalam gelas ukur sebanyak 250 ml.
- 3) Mengukur nilai suhu dengan cara mencelupkan alat Termometer ke dalam sampel air laut, lalu mengamati nilai yang muncul pada alat.
- 4) Mencatat nilai suhu yang didapatkan pada tabel.
- 5) Mengulangi langkah 1- 4 untuk sampel yang diambil pada jarak 100 m, 150 m, dan 200 meter.

2. Prosedur Pengukuran Parameter Kimia

Pengukuran kandungan logam dalam sampel air laut dengan menggunakan *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS) dilakukan melalui langkah-langkah sebagai berikut:

- a. Sampel diambil sebanyak 25 ml menggunakan pipet tetes dan kemudian sampel dimasukkan ke dalam *beaker glass* 50 ml, lalu sampel ditambahkan larutan HNO_3 sebanyak 2,5 ml.
- b. Setelah itu sampel yang sudah dicampur dengan larutan HNO_3 diletakkan di atas *hotplate* hingga volume sampel menjadi 10-15 ml, kemudian sampel dipindahkan ke labu ukur 25 ml.
- c. Selanjutnya *beaker glass* dibilas menggunakan aquades sebanyak 3 kali, kemudian air hasil bilasan *beaker glass* tersebut di masukkan ke dalam labu ukur, aquades ditambahkan ke dalam labu ukur hingga sampai tanda batas 25 ml.
- d. Langkah terakhir, sampel dipindahkan ke botol plastik (ditutup rapat) sebelum dimasukkan ke dalam *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS). Setelah langkah-langkah tersebut dilakukan, komputer akan membaca kandungan logam berat dan hasil tersebut ditampilkan pada layar komputer.

H. Teknik Analisis Data

Data yang diolah adalah data kandungan logam berat dari hasil pengukuran sampel menggunakan alat *Atomic Absorption Spectroscopy* (AAS).

Pengolahan data mencakup menghitung nilai rata-rata konsentrasi kandungan logam dari setiap sampel, kemudian hasil tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik dan dibandingkan dengan standar baku mutu Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 dan No 82 Tahun 2001.

Persamaan yang digunakan untuk memperoleh nilai rata-rata yaitu:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + x_4}{n}$$

Keterangan:

\bar{x} = Nilai rata-rata

x_1 = Hasil pengukuran sampel pada titik pertama

x_2 = Hasil pengukuran sampel pada titik kedua

x_3 = Hasil pengukuran sampel pada titik ketiga

x_4 = Hasil pengukuran sampel pada titik keempat

n = Jumlah data

Perpustakaan UIN Mataram

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Pengukuran

1. Tabel Hasil Pengukuran

a) Hasil Pengukuran Parameter Fisika

Berikut ini adalah hasil pengukuran parameter fisika air laut di Pelabuhan Lembar.

No	Titik Sampling (meter)	Suhu (°C)	Conduktivitas (μ S / cm)	pH	TDS (mg/ L)
1	50	31,7	127,50	7,95	26,2
2	100	31,5	137,10	8,02	25,7
3	150	31,4	136,00	6,84	24,7
4	200	31,1	124,30	7,97	25,2
Rata- rata		31,425	131,225	7,695	25,45
Nilai Minimum		31,1	124,30	6,84	24,7
Nilai Maksimum		31,7	137,10	8,02	26,2
Ambang Batas		Alami	200 - 1500	6,5-8,5	1000

Tabel 4.1 Hasil Pengukuran Parameter Fisika

b) Hasil Pengukuran Parameter Kimia

Berikut ini adalah hasil pengukuran parameter kimia air laut di Pelabuhan Lembar.

No	Titik Sampling (meter)	Konsentrasi Logam Berat (ppm)			
		Fe	Cu	Pb	Cd
1	50	0,0302	0,0033	0,0103	0,0105
2	100	0,0312	0,0072	0,0364	0,0102
3	150	0,0191	0,0104	0,0102	0,0107
4	200	0,1110	0,0137	Tidak terdeteksi	0,0086
Rata- rata		0,048	0,0086	0,0142	0,01
Nilai Minimum		0,0191	0,0033	0,0102	0,0086
Nilai Maksimum		0,1110	0,0137	0,0364	0,0107
Ambang Batas		0,3	0,05	0,05	0,01

Tabel 4.2 Hasil Pengukuran Parameter Kimia.

2. Grafik

a) Grafik Nilai Pengukuran Parameter Fisika

➤ Grafik Pengukuran Suhu

Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran suhu air laut di Pelabuhan Lembar.



Gambar 4.1 Grafik Pengukuran Suhu

➤ Grafik Pengukuran Konduktivitas Listrik

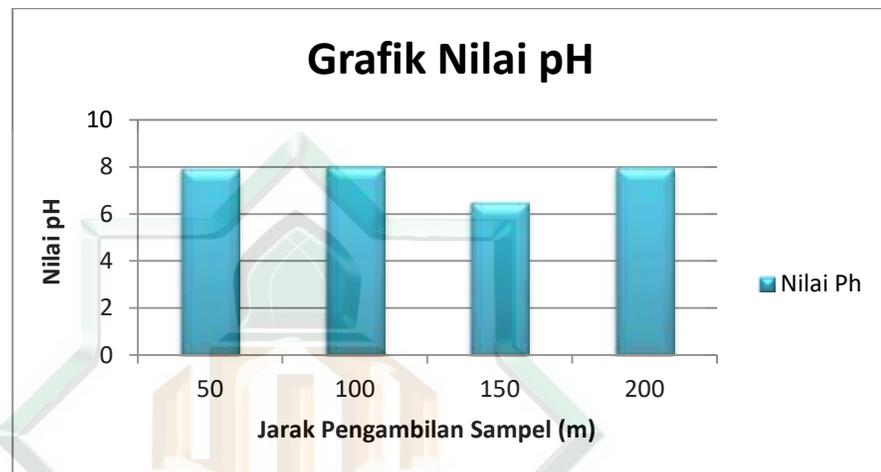
Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran konduktivitas listrik air laut di Pelabuhan Lembar.



Gambar 4.2 Grafik Pengukuran Nilai Konduktivitas Listrik

➤ Grafik Pengukuran pH

Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran pH air laut di Pelabuhan Lembar.



Gambar 4.3 Grafik Pengukuran pH

➤ Grafik Pengukuran TDS

Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran TDS air laut di Pelabuhan Lembar.

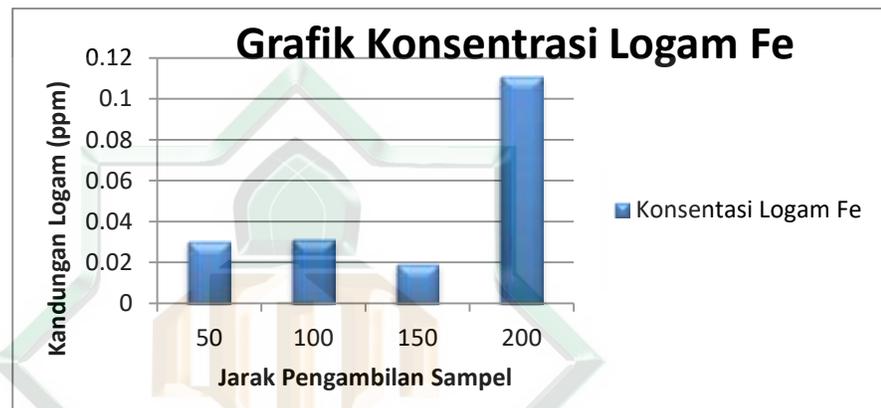


Gambar 4.4 Grafik Pengukuran TDS

b) Grafik Nilai Pengukuran Parameter Kimia

➤ Grafik nilai konsentrasi Fe

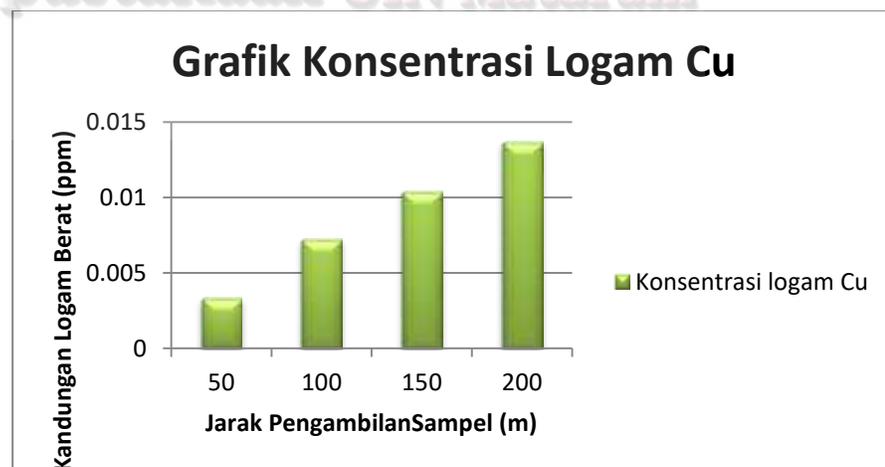
Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran konsentrasi logam besi (Fe) air laut di Pelabuhan Lembar.



Gambar 4.5 Grafik Pengukuran Konsentrasi Fe

➤ Grafik nilai konsentrasi Cu

Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran konsentrasi logam tembaga (Cu) air laut di Pelabuhan Lembar.



Gambar 4.6 Grafik Pengukuran konsentrasi Cu

➤ **Grafik nilai konsentrasi Pb**

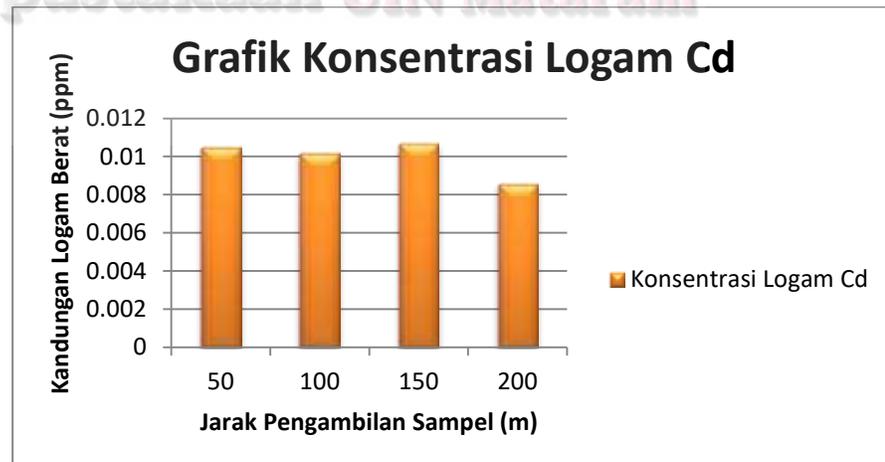
Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran konsentrasi logam timbal (Pb) air laut di Pelabuhan Lembar.



Gambar 4.7 Grafik Pengukuran Konsentrasi Pb

➤ **Grafik nilai konsentrasi Cd**

Berikut ini adalah grafik hasil pengukuran konsentrasi logam kadmium (Cd) air laut di Pelabuhan Lembar.



Gambar 4.8 Grafik Pengukuran Konsentrasi Cd.

B. Pembahasan

Berdasarkan hasil analisis data di atas, dapat diketahui bahwa pencemaran air merupakan perubahan yang terjadi pada tatanan air yang disebabkan oleh manusia maupun alam yang mengakibatkan kualitas air tersebut menjadi berkurang.

Pada penelitian ini, penulis melakukan pengamatan tentang pencemaran yang terjadi pada air laut di Pelabuhan Lembar, Lombok Barat. Adapun yang diamati adalah perubahan - perubahan yang terjadi pada air baik dilihat dari parameter fisika seperti suhu, konduktivitas, serta pH nya dan dari parameter kimia yaitu kandungan logam berat yang ada pada air laut tersebut.

1. Parameter Fisika Pencemaran Air

Diantara parameter fisika pencemaran air yang diukur oleh peneliti disini ada tiga macam yaitu suhu, konduktivitas, dan pH.

a) Suhu

Suhu merupakan salah satu parameter yang penting di perairan dalam mengendalikan kondisi ekosistem perairan.⁸² Suhu perairan merupakan salah satu faktor yang amat penting bagi kehidupan organisme di perairan. Suhu merupakan salah faktor eksternal yang paling mudah untuk diteliti dan ditentukan. Aktivitas metabolisme serta penyebaran organisme air banyak dipengaruhi oleh suhu air. Suhu juga

⁸² Ni Luh Gede Rai Ayu Saraswati, I Wayan Arthana, and I Gede Hendrawan, "Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut," *Journal of Marine and Aquatic Sciences* 3, no. 2 (2017): 163.

sangat berpengaruh terhadap kehidupan dan pertumbuhan biota air, suhu pada badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan dan aliran serta kedalaman air. Suhu perairan berperan mengendalikan kondisi ekosistem perairan.⁸³

Hasil pengukuran suhu pada perairan Pelabuhan Lembar diperoleh nilai suhu yang relatif sama yaitu berkisar antara 31,1 °C - 31,7 °C. Keadaan suhu perairan yang diperoleh cenderung relatif sama antar stasiun pengamatan. Akan tetapi dapat dilihat bahwa pada jarak 50 meter nilai suhu yang didapatkan cukup relatif tinggi. Sedangkan pada jarak 200 meter nilai suhu yang didapatkan cukup relatif rendah. Mengapa hal ini terjadi? Hal ini terjadi karena kenaikan suhu dapat menyebabkan stratifikasi atau pelapisan air, stratifikasi air ini dapat berpengaruh terhadap pengadukan air dan diperlukan dalam rangka penyebaran oksigen sehingga adanya pelapisan air tersebut di lapisan dasar tidak menjadi anaerob. Perubahan suhu permukaan dapat berpengaruh terhadap proses fisik, kimia, dan biologi di perairan tersebut.⁸⁴

Nilai suhu terendah terdapat pada titik pengambilan sampel yang berjarak 200 meter yaitu di depan muara sungai karena pada saat pengambilan data terjadi deteminasi air tawar sehingga menyebabkan

⁸³ Hamuna et al., "Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura."

⁸⁴ *Ibid.*

turunnya suhu perairan. Sedangkan nilai suhu tinggi didapatkan pada titik pengambilan sampel yang berada di sebelah selatan dermaga. Nilai suhu yang didapatkan masih tergolong alami dan masih ideal bagi peruntukan wisata bahari.⁸⁵

Setelah dilakukan pengukuran suhu pada sampel air laut yang diambil dari empat titik di Pelabuhan Lembar, yang kemudian hasil pengukuran suhunya disajikan dalam bentuk grafik, diperoleh nilai rata-rata yaitu 31,425 °C. Nilai tertinggi didapatkan dari pengukuran sampel yang diambil pada jarak 50 meter yaitu 31,7 °C. Sedangkan nilai terendah didapatkan dari pengukuran sampel yang diambil pada jarak 200 meter yaitu 31,1 °C. Pengukuran sampel pada titik pertama yaitu pada jarak 50 meter dari bibir pantai didapatkan hasil 31,7 °C, pada titik kedua yang berjarak 100 meter dari bibir pantai didapatkan hasil pengukuran suhu yaitu 31,5 °C. Kemudian pada titik ketiga yang berjarak 150 meter dari bibir pantai diperoleh hasil pengukuran suhu 31,4 °C, dan pada titik keempat yang berjarak 200 meter dari bibir pantai diperoleh hasil pengukuran suhu yaitu 31,1 °C.

Suhu yang semakin tinggi dalam suatu perairan, maka kelarutan oksigen akan semakin rendah, dan daya racun semakin tinggi. Kenaikan suhu di perairan Pelabuhan Lembar pada siang hari dipengaruhi oleh

⁸⁵ Haerudin Haerudin and Agus Muliadi Putra, "Analisis Baku Mutu Air Laut Untuk Pengembangan Wisata Bahari Di Perairan Pantai Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur," *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu dan Pendidikan Geografi* 3, no. 1 (2019): 13.

kondisi lingkungan, cuaca, dan angin. Intensitas cahaya matahari yang masuk ke dalam permukaan dapat menyebabkan terjadinya perubahan suhu pada pagi dan siang hari. Suhu yang tinggi dapat menyebabkan senyawa logam berat akan larut ke dalam air karena adanya penurunan laju adsorpsi ke dalam partikulat .⁸⁶

Menurut KEPMENKES No 1 Tahun 2004 dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 menyatakan bahwa baku mutu suhu untuk wilayah perairan pelabuhan adalah alami. Yang dimaksud alami disini ialah kondisi normal suatu lingkungan yang bervariasi setiap saat (siang, malam, dan musim). Akan tetapi menurut PerMenKes No. 416 Tahun 1990 baku mutu suhu adalah $25 \pm 30^{\circ}\text{C}$.

Jika dilihat hasil pengukuran suhu dari keempat titik sebagaimana yang telah disebutkan di atas, semua hasil pengukuran dari keempat titik tersebut berada di atas 30°C . Jika kita mengacu pada PerMenKes No. 416 Tahun 1990 menyatakan bahwa ambang batas suhu untuk air adalah $25 \pm 30^{\circ}\text{C}$, hal ini menunjukkan bahwa suhu air yang berada di Pelabuhan Lembar sudah melewati ambang batas yang sudah ditentukan dan ini menandakan bahwa jika dilihat dari suhunya, Perairan Pelabuhan Lembar sudah tergolong air yang tercemar dalam artian air yang sudah tidak layak untuk digunakan.

⁸⁶ Lingkungan, Sipil, And Perencanaan, “Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung Mutiara Rachmaningrum, Eka Wardhani, Kancitra Pharmawati.”

b) Konduktivitas

Pengukuran konduktivitas air di Sekitar Pelabuhan Lembar bertujuan untuk mengetahui sebaran nilai konduktivitas atau daya hantar listrik yang ada Perairan sekitar Pelabuhan Lembar. Pengukuran konduktivitas ini dilakukan pada empat titik pengambilan sampel. Pada titik pengambilan sampel pertama yaitu yang berjarak 50 meter dari bibir pantai didapatkan nilai EC sebesar $127,50 \mu\text{S} / \text{cm}$. Selanjutnya pada titik kedua yang berjarak 100 meter dari bibir pantai didapatkan nilai EC sebesar $137,10 \mu\text{S} / \text{cm}$. Kemudian pada titik ketiga yang berjarak 150 meter dari bibir pantai diperoleh nilai EC sebesar $136,00 \mu\text{S} / \text{cm}$, dan pada titik keempat yang berjarak 200 meter dari bibir pantai diperoleh nilai EC sebesar $124,30 \mu\text{S} / \text{cm}$.

Jika dilihat semua hasil pengukuran konduktivitas yang diambil dari empat titik tersebut, diperoleh nilai rata – rata EC sebesar $131,225 \mu\text{S} / \text{cm}$. Nilai tertinggi didapatkan pada titik pengambilan sampel kedua yakni pada jarak 100 meter dengan nilai EC sebesar $137,10 \mu\text{S} / \text{cm}$, dan nilai terendah di dapatkan pada pengukuran sampel yang diambil pada jarak 200 meter dengan nilai EC sebesar $124,30 \mu\text{S} / \text{cm}$.

Pada grafik tampak bahwa nilai konduktivitas yang didapatkan bervariasi. Akan tetapi pada titik pengambilan sampel 1 dan 2 yang berjarak 100 meter dan 150 meter nilai konduktivitas yang didapatkan

cukup tinggi, sedangkan pada titik pengambilan sampel 1 dan 4 yang berjarak 50 meter dan 200 meter nilai konduktivitas yang didapatkan rendah. Mengapa hal ini terjadi? Tingginya nilai konduktivitas listrik pada perairan Pelabuhan Lembar dikarenakan kandungan logam terlarut yang tinggi sehingga mengandung lebih banyak ion di dalam air laut yang membuat tingginya nilai konduktivitas listrik pada air laut.⁸⁷

Menurut WHO, nilai ambang batas konduktivitas / daya hantar listrik sumber air minum yaitu $1500 \mu\text{S} / \text{cm}$.⁸⁸ Namun, jika diperhatikan hasil pengukuran konduktivitas keempat sampel di atas masih berada jauh dibawah ambang batas yang sudah ditentukan. Hal ini menandakan bahwa jika dilihat dari parameter konduktivitasnya, perairan di Pelabuhan Lembar masih tergolong air yang bagus dalam artian tidak mengalami pencemaran.

c) Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman (pH) merupakan logaritma negatif dari konsentrasi ion- ion hidrogen yang terlepas dalam suatu cairan dan merupakan indikator baik buruknya suatu perairan. pH suatu perairan merupakan suatu parameter yang cukup penting dalam memantau kestabilan perairan. Variasi nilai pH perairan sangat mempengaruhi

⁸⁷ Irwan and Afdal, "Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (TDS) Dan Temperatur Pada Beberapa Jenis Air."

⁸⁸ Indah Arlindia and Afdal, "Analisis Pencemaran Danau Maninjau Dari Nilai TDS Dan Konduktivitas Listrik," *Jurnal Fisika Unand* 4, no. 4 (2015): 325–331.

biota di suatu perairan. Selain itu, tingginya nilai pH sangat menentukan dominasi fitoplankton yang mempengaruhi tingkat produktivitas primer suatu perairan dimana keberadaan fitoplankton didukung oleh ketersediaannya nutrisi di perairan laut.⁸⁹

Berdasarkan hasil analisis data di atas, dapat diketahui bahwa pH merupakan tingkat derajat keasaman suatu larutan. Derajat keasaman memiliki perubahan nilai dalam kurun waktu tertentu, pH akan berubah tidak menentu bergantung kepada faktor-faktor yang mempengaruhinya. Faktor tersebut diantaranya suhu, proses dekomposisi bahan organik, fotosintesis ataupun adanya unsur lain yang terendap ke dalam air.⁹⁰

pH yang di dapatkan pada pengukuran ini adalah bervariasi, ada yang kurang dari 7 sehingga bersifat asam, dan ada pula hasil pengukuran pH yang lebih dari 7 sehingga bersifat basa. Kelarutan logam dalam air dikontrol oleh pH air. pH yang rendah dapat mempengaruhi kelarutan logam berat di perairan. Kenaikan pH menurunkan kelarutan logam dalam air, karena kenaikan pH akan mengubah kestabilan dari bentuk karbonat menjadi hidroksida yang membentuk ikatan dengan partikel pada badan air, sehingga akan

⁸⁹ Hamuna et al., "Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura."

⁹⁰ Sudewa and Hadiatna, "Evaluasi Sensor Fit0348 Sebagai Alat Ukur Potential of Hydrogen (Ph) Larutan Evaluation of Sensor Fit0348 As Measuring Instrument of Potential of Hydrogen (Ph) Solution."

mengendap membentuk lumpur. Sedangkan pH yang rendah dapat menyebabkan kelarutan logam dalam air semakin besar.⁹¹

Pada grafik pengukuran nilai pH di atas, didapatkan nilai rata-rata pH yang diambil dari empat titik pada air laut di Pelabuhan Lembar adalah 7,695. Nilai tertinggi didapatkan pada pengukuran sampel yang diambil pada jarak 100 meter dengan nilai pH sebesar 8,02, sedangkan nilai terendah didapatkan pada pengukuran sampel yang diambil pada jarak 150 meter dengan PH sebesar 6,84.

Setelah dilakukan pengambilan sampel air laut di Pelabuhan Lembar, kemudian sampel tersebut diukur di Laboratorium BPTP Narmada, didapatkan nilai pH yang diambil pada titik pertama yaitu pada jarak 50 meter dari bibir pantai didapatkan nilai pH sebesar 7,95. Kemudian pada titik kedua yang berjarak 100 meter dari bibir pantai didapatkan nilai pH sebesar 8,02 . Pada titik ketiga yang berjarak 150 meter dari bibir pantai didapatkan nilai pH sebesar 6,84, dan pada titik terakhir yang berjarak 200 meter dai bibir pantai di dapatkan nilai pH sebesar 7,97.

Secara spasial, nilai pH di perairan Pelabuhan Lembar terlihat tersebar secara merata pada hampir seluruh titik pengambilan sampel.

Pada grafik, terlihat nilai pH mengalami penurunan dan peningkatan.

⁹¹ Rizka Mutiara and Rusli, "Studi Penempatan Sumur Resapan Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi, Kualitas Fisik Air Dan Tekstur Tanah Pada DAS Air Dingin Dan Batang Kandis Bagian Tengah Hilir, Kota Padang," *Jurnal Bina Tambang* 4, no. 1 (2019): 357–366.

Pola distribusi nilai pH terlihat cenderung tinggi pada titik ke 1 dan 2, kemudian menurun pada titik ke 3 dan 4. Pada titik kedua yang berjarak 100 meter dari bibir pantai terjadi kenaikan nilai pH yang cukup signifikan dimana pH yang didapatkan adalah 8,02. Mengapa hal ini terjadi? Terjadinya penurunan nilai pH di suatu perairan mengindikasikan adanya peningkatan terhadap senyawa organik di perairan tersebut. Selain itu, distribusi kadar salinitas diduga mempengaruhi persebaran nilai pH di perairan Pelabuhan Lembar. Peningkatan nilai pH dari sungai menuju laut disebabkan oleh adanya pencampuran antara air tawar dari daratan dengan kadar salinitas rendah dengan air laut dengan kadar salinitas tinggi.⁹²

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004, baku mutu pH yang sudah ditetapkan adalah antara kisaran 6,5 – 8,5. Jika diperhatikan keseluruhan nilai pengukuran pH yang di dapatkan di empat titik pada air laut Pelabuhan Lembar, semua hasil pengukran tidak melebihi ambang batas yang sudah ditentukan, hal ini menunjukkan bahwa air laut laut yang ada di Pelabuhan Lembar masih layak untuk digunakan dengan kata lain tidak masuk ke dalam kategori air yang tercemar.

⁹² Saraswati, Arthana, and Hendrawan, "Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut."

d) Jumlah Zat Padat Terlarut (TDS)

TDS adalah benda padat yang terlarut yaitu semua mineral, garam, logam, serta kation – anion yang terlarut dalam air. Termasuk semua yang terlarut diluar molekul air murni. TDS terukur dalam satuan Parts per Million (ppm) atau perbandingan rasio berat ion terhadap air.⁹³

Pengukuran TDS ini bertujuan untuk mengetahui sebaran nilai TDS yang ada di sekitar Pelabuhan Lembar. Pengukuran ini telah dilakukan pada empat titik . Pada titik pertama yang berjarak 50 meter dari bibir pantai didapatkan nilai TDS sebesar 26,2 ppm. Pada titik kedua yang berjarak 100 meter didapatkan nilai TDS sebesar 25,7 ppm, kemudian pada titik ketiga yang berjarak 150 meter didapatkan nilai TDS sebesar 24,7 ppm, dan pada titik keempat yang berjarak 200 meter didapatkan nilai TDS sebesar 25,2 ppm. Dari keempat hasil pengukuran tersebut didapatkan rata – rata sebaran nilai TDS sebesar 25,45 ppm dengan nilai tertinggi dihasilkan pada pengambilan sampel pada titik pertama dengan nilai TDS 26,2 ppm dan nilai terendah didapatkan pada titik pengambilan sampel ketiga yang berjarak 150 meter dengan nilai TDS sebesar 24,7 ppm.

Setelah dilakukan pengukuran yang kemudian hasil pengukuran tersebut ditampilkan dalam bentuk grafik, tampak bahwa nilai TDS

⁹³ Media Komunikasi et al., “Jurnal Presipitasi Kajian Kualitas Perairan Laut Sekitar Muara Sungai Jelitik,” *Jurnal Presipitasi* 17, no. 1 (2020): 29–37.

semakin menurun seiring dengan jauhnya jarak pengambilan sampel. Pada grafik, tampak bahwa nilai TDS tertinggi didapatkan pada jarak 50 meter dengan nilai TDS sebesar 26,2 ppm. Mengapa hal tersebut dapat terjadi? Tingginya nilai TDS ini disebabkan karena pada titik pengambilan sampel ini berada sangat dekat dengan tempat bersandarnya kapal- kapal yang ada di Pelabuhan Lembar, karena titik pengambilan sampel sangat berdekatan dengan kapal, ada tumpahan tumpahan minyak ataupun kotoran – kotoran dari kapal yang bercampur dengan air yang kemudian membuat air tersebut menjadi keruh dan lama kelamaan mengendap dan menjadi padatan yang terlarut dalam air. Nilai TDS yang tinggi juga dipengaruhi oleh pelapukan batuan, limpasan dari tanah dan pengaruh antropogenik (berupa limbah domestik dan industri). Bahan- bahan terlarut pada perairan alami tidak bersifat toksik, akan tetapi jika berlebihan dapat meningkatkan nilai kekeruhan yang selanjutnya akan menghambat penetrasi cahaya matahari ke kolom air dan akhirnya berpengaruh terhadap proses fotosintesis di perairan.⁹⁴

Menurut Peraturan Menteri Kesehatan No 416 Tahun 1990 tentang Syarat- Syarat dan Pengawasan Kualitas Air dinyatakan bahwa kadar maksimum TDS yang diperbolehkan adalah 1000 mg/L. Jika diperhatikan hasil pengukuran TDS dari keempat titik diatas , hasil yang

⁹⁴ *Ibid.*

didapatkan masih berada di bawah ambang batas yang sudah ditentukan. Hal ini berarti bahwa jika dilihat dari parameter TDS perairan di sekitar Pelabuhan Lembar masih tergolong air bersih dengan kata lain air yang tidak tercemar.

TDS sangat erat kaitannya dengan konduktivitas listrik. Penyebab kenaikan jumlah TDS adalah padatan terlarut yang terkandung pada larutan, sementara nilai konduktivitas listrik pada perairan dipengaruhi oleh jumlah ion yang terkandung pada perairan tersebut. Semakin banyak jumlah padatan terlarut maka semakin banyak jumlah ion pada suatu larutan, karena jumlah padatan terlarut mengandung ion – ion yang tersusun menjadi senyawa pada padatan terlarut tersebut, sehingga nilai TDS dan konduktivitas listrik kemungkinan akan memiliki hubungan yang sebanding.⁹⁵

2. Parameter Kimia Pencemaran Air

Berdasarkan hasil analisis data di atas, dapat diketahui bahwa parameter kimia adalah suatu indikator / tolok ukur yang digunakan sebagai acuan untuk mengukur kualitas air yang berhubungan dengan kimia. Logam berat merupakan unsur logam dengan berat molekul tinggi. Dalam kadar rendah, logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan,

⁹⁵ Arlindia and Afdal, “Analisis Pencemaran Danau Maninjau Dari Nilai TDS Dan Konduktivitas Listrik.”

termasuk manusia.⁹⁶ Adapun logam berat yang diukur dalam penelitian ini ada empat, yaitu: Fe (besi), Cu (tembaga), Pb (timbal), dan Cd (kadmium).

a) Fe (besi)

Berdasarkan grafik di atas yang menunjukkan konsentrasi logam Fe (besi) yang terkandung dalam sampel air laut di Pelabuhan Lembar, nilai rata-rata konsentrasi Fe yang diambil dari empat titik yaitu 0,084 ppm. Sedangkan nilai minimum didapatkan dari sampel yang diambil pada jarak 150 meter dengan konsentrasi Fe sebesar 0,0191 ppm, dan nilai maksimumnya didapatkan dari sampel yang diambil pada jarak 200 meter dengan konsentrasi logam Fe sebesar 0,1110 ppm.

Pada proses analisis logam Fe, peneliti melakukan empat kali pengukuran sampel, dimana sampel air laut terset diambil dari empat titik yang sudah ditentukan. Pada titik pertama berjarak 50 meter dari bibir pantai, didapatkan nilai konsentrasi logam Fe sebesar 0,0302 ppm, kemudian pada titik pengambilan sampel kedua yang berjarak 100 meter dari bibir pantai didapatkan konsentrasi logam Fe sebesar 0,0312 ppm, pada titik ketiga yang berjarak 150 meter dari bibir pantai didapatkan konsentrasi logam Fe sebesar 0,0191 ppm, dan pada titik keempat yang

⁹⁶ Caroline and Moa, "Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (Echinodorus Palaefolius) Pada Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan."

berjarak 200 meter dari bibir pantai didapatkan nilai konsentrasi logam Fe sebesar 0,1110 ppm.

Pada grafik pengukuran konsentrasi logam Fe, tampak bahwa nilai yang didapatkan bermacam- macam. Pada jarak 50 - 150 meter memiliki kandungan logam Fe yang hampir sama (rendah). Sedangkan pada jarak 200 meter konsentrasi logam Fe yang didapatkan mengalami peningkatan. Rendahnya kandungan logam Fe dikarenakan pergerakan air yang dinamis dan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti arus sehingga terjadi pengenceran yang terus menerus. Dari hasil pengukuran arus permukaan perairan berkisar antara 0,10 – 0,50 m/s. Menurut Mukhtasor (2007), arus lebih efektif sebagai media penyebaran dan pengenceran polutan yang masuk ke lingkungan laut, hal ini disebabkan karena adanya perpindahan massa dari satu titik ke titik yang lain dimana perpindahan inii mengikuti arah arusnya.⁹⁷

Curah hujan didiga juga mempengaruhi kandungan logam Fe di perairan. Kinghom et all (2007) menyebutkan bahwa pada musim hujan, kandungan logam berat dalam air cenderung lebih kecil karena pelarutan, sedangkan pada musim kemarau, kandungan logam berat cenderung tinggi karena logam menjadi terkonsentrasi. Diduga logam berat Fe yang terdapat pada perairan mengalami pengenceran dan

⁹⁷ Endang Supriyantini and Hadi Endrawati, “Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (*Perna Viridis*) Di Perairan Tanjung Emas Semarang,” *Jurnal Kelautan Tropis* 18, no. 1 (2015): 133–140.

sebagian terbawa menuju ke laut lepas. Penyebab lainnya dapat juga karena proses pengendapan serta sebagian logam berat dalam perairan terakumulasi ke dalam tubuh organisme yang hidup di perairan tersebut.⁹⁸

Sedangkan pada jarak 200 meter terjadi peningkatan kandungan logam berat Fe yang cukup tinggi, dikarenakan lokasi pengambilan sampel pada titik ini berada pada jalur kapal yang bolak balik. Karena banyaknya aktivitas bolak balik kapal, dimana pada kapal- kapal tersebut terdapat besi – besi yang berkarat maka akan menyisakan logam Fe yang berasal dari karatan badan kapal tersebut.

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dinyatakan bahwa ambang batas untuk logam Fe (besi) adalah 0,3 mg/ L.. Jika kita amati hasil pengukuran sampel air laut Pelabuhan Lembar yang diambil dari empat titik tersebut, konsentrasi logam Fe yang terkandung di dalamnya masih berada di bawah ambang batas yang sudah ditentukan, hal ini menunjukkan bahwa air yang berada di sekitar Pelabuhan Lembar masih tergolong air yang bagus (tidak tercemar).

Tingginya konsentrasi besi di perairan disebabkan oleh aktivitas manusia yang terjadi di daratan yaitu buangan limbah rumah tangga

⁹⁸ *Ibid.*

yang mengandung besi dan korosi pipa- pipa air yang mengandung logam besi. Peningkatan konsentrasi logam besi juga disebabkan karena adanya pengikisan batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin serta pengkaratan kapal- kapal laut dan tiang – tiang panjang pelabuhan yang mudah berkarat.⁹⁹

Pencemaran yang terjadi dalam suatu perairan khususnya pencemaran oleh logam- logam berat dapat menimbulkan banyak masalah baik yang bersifat sementara atau yang berkepanjangan. Pencemaran ini dapat dikurangi dan ditanggulangi. Ada beberapa cara yang dapat dilakukan diantaranya dengan mengurangi penggunaan zat- zat berbahaya dan menjaga kebersihan lingkungan, maka kelangsungan hidup yang ada di darat dan di perairan akan terjaga. Penanganan untuk pencemaran logam berat juga dapat menggunakan tumbuhan yang mampu menyerap logam berat, salah satu tumbuhan yang digunakan tersebut adalah pohon api- api (*Avicennia marina*).¹⁰⁰

b) Cu (tembaga)

Dari grafik hasil pengukuran kandungan logam berat Cu dalam sampel air laut Pelabuhan Lembar, didapatkan hasil rata- rata pengukuran konsentrasasi logam Cu yang diambil dari empat titik yaitu

⁹⁹ Hamzah, “Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut Di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo Analysis of Lead (Pb) and Iron (Fe) in Sea Water at Seaport in Paranggi Village District of Ampibabo.”

¹⁰⁰ *Ibid.*

sebesar 0,0086 ppm, kemudian nilai tertinggi didapatkan pada pengukuran sampel yang diambil pada jarak 200 meter dengan nilai konsentrasi sebesar 0,0137 ppm, dan nilai terendah didapatkan pada pengukuran sampel yang diambil pada jarak 50 meter dengan nilai konsentrasi logam Cu sebesar 0,0033 ppm.

Pada titik pertama yang berjarak 50 meter dari bibir pantai didapatkan hasil pengukuran konsentrasi logam Cu sebesar 0,0033 ppm, pada titik kedua yang berjarak 100 meter didapatkan hasil pengukuran sebesar 0,0072 ppm, kemudian pada titik ketiga yang berjarak 150 meter dari bibir pantai didapatkan hasil pengukuran konsentrasi logam Cu sebesar 0,0104 ppm, dan pada titik terakhir yang berjarak 200 meter dari bibir pantai didapatkan hasil pengukuran sebesar 0,0137 ppm.

Pada grafik yang menunjukkan konsentrasi logam Cu yang diambil dari empat titik, tampak bahwa semakin jauh jarak pengambilan sampel maka semakin besar pula kandungan logam Cu yang ditemukan. Kandungan logam Cu yang paling banyak ditemukan adalah pada titik pengambilan sampel yang berjarak 200 meter. Mengapa hal ini terjadi? Tingginya konsentrasi Cu pada wilayah ini dipengaruhi oleh aktivitas doking kapal di dermaga yang mencakup peremajaan badan kapal berupa penggantian kayu dan pengecatan ulang, dimana logam Cu merupakan bahan pemberi warna biru dan metalik pada cat anti karat pada kapal yang berguna melapisis dan menjaga ketahanan (Palar,

1994), adanya pengkayaan logam berat tersebut oleh aktivitas antropogenik seperti seringnya penggunaan logam berat dalam bahan baku cat, bahan pengawet kayu dan cat anti karat pada lambung kapal, cairan pembersih lantai yang mengandung CuO, dan dari cat lapis kapal.¹⁰¹ Jika dikaitkan dengan pH, pada jarak pengambilan sampel yang berjarak 200 meter pH yang didapatkan melebihi 7 dimana pH yang melebihi cenderung bersifat basa. Kenaikan pH yang menuju basa pada badan perairan akan menyebabkan logam berat cenderung untuk mengendap. Hal inilah yang menyebabkan konsentrasi logam Cu meningkat.¹⁰²

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Wilayah Pelabuhan dinyatakan bahwa baku mutu untuk logam Cu (tembaga) adalah 0,05 mg / L. Dari hasil pengukuran konsentrasi logam Cu yang diambil dari empat titik tersebut, semua hasil pengukurannya masih berada di bawah ambang batas yang sudah ditentukan pemerintah. Hal ini menunjukkan bahwa logam Cu yang terkandung di perairan Pelabuhan Lembar masih sedikit dan masih tergolong air yang baik / tidak tercemar.

¹⁰¹ Santi Santi, Vanny M. A. Tiwow, and Siang Tandi Gonggo, "Analisis Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Dan Sedimen Di Perairan Pantai Loli Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala," *Jurnal Akademika Kimia* 6, no. 4 (2018): 241.

¹⁰² ayu Diaztari Dwi Putri, Defri Yona, and Muliawati Handayani, "Kandungan Logam Berat (Cd, Cu Dan Zn) Pada Air Dan Sedimen Perairan Pelabuhan Kamal, Kabupaten Bangkalan-Madura," *Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan VI*, no. November (2016): 533–538.

c) Pb (timbal)

Parameter ketiga yang diukur yaitu mengukur konsentrasi logam Pb (timbal) yang terkandung dalam sampel air laut yang diambil dari Pelabuhan Lembar. Pada pengukuran ini dilakukan empat kali pengukuran yaitu pengukuran sampel yang diambil pada jarak 50 meter, 100 meter, 150 meter, dan 200 meter. Pada pengukuran sampel pertama yang berjarak 100 meter dari bibir pantai di dapatkan nilai kandungan logam Pb sebesar 0,0103 ppm, pada sampel kedua yang diambil pada jarak 100 meter dari bibir pantai di dapatkan nilai kandungan logam Pb sebesar 0,0364 ppm, selanjutnya pada pengukuran ketiga yaitu sampel yang diambil pada jarak 150 meter didapatkan nilai kandungan logam Pb sebesar 0,0102 ppm, kemudian pada pengukuran sampel keempat yang diambil pada jarak 200 meter dari bibir pantai, nilai konsentrasi logam Pb yang diukur tidak terdeteksi. Hal ini terjadi karena keterbatasan alat serta metode yang digunakan. Faktor lain yang mempengaruhinya juga adalah konsentasi logam pada sampel yang diukur sangat kecil sehingga alat yang digunakan tidak dapat mendeteksi konsentrasi logam Pb yang terkandung dalam sampel.

Dari keempat hasil pengukuran kandungan logam Pb tersebut, didapatkan nilai rata-rata sebesar 0,0142 ppm, kemudian nilai tertinggi di dapatkan pada sampel yang diambil pada jarak 100 meter dengan kandungan logam Pb sebesar 0,0364 ppm dan nilai terendah di dapatkan

pada pengukuran sampel yang diambil pada jarak 150 meter dengan konsentrasi logam Pb sebesar 0,0102 ppm.

Pada grafik yang menunjukkan konsentrasi kandungan logam Pb yang terdapat pada perairan Pelabuhan Lembar, terlihat bahwa pola grafik yang dihasilkan dari keempat pengukuran sampel yaitu naik turun dimana pada titik pertama menunjukkan kandungan logam yang rendah, kemudian pada titik kedua terjadi peningkatan dan pada titik ketiga kandungan logam Pb juga menurun. Konsentrasi logam Pb yang kecil diakibatkan karena pergerakan air yang bebas ketika kapal melewati wilayah tersebut dan kurangnya aktivitas manusia.¹⁰³

Daerah pelabuhan umumnya menjadi salah satu penyumbang bagi keberadaan Pb di air laut. Umumnya bahan bakar minyak mendapat zat tambahan *tetraethyl* yang mengandung Pb untuk meningkatkan mutu bahan bakar, khususnya bensin sebagai anti *knocking*, pencegah korosi, anti pengembunan dan zat pewarna. Pada titik pengambilan sampel yang berjarak 100 meter kandungan logam Pb yang didapatkan cukup tinggi. Mengapa hal tersebut bisa terjadi? hal ini terjadi karena tidak jauh dari Pelabuhan Lembar tersebut terdapat sebuah makam yang dinamakan makam keramat dan orang-orang pun sering berziarah ke

¹⁰³ Surahmi Usman, Nursiah La Nafie, and Musa Ramang, "Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb Dalam Air, Sedimen Dan Ikan Merah (*Lutjanus Erythropterus*) Di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb," *Marina Chimica Acta* 14, no. 2 (2013): 49–55, <http://journal.unhas.ac.id/index.php/mca/article/view/1189>.

makam tersebut. Karena banyaknya aktivitas perahu yang menggunakan bahan bakar dan melewati wilayah ini sehingga inilah menyebabkan kandungan logam Pb pada daerah ini menjadi meningkat. Logam berat Pb juga dapat digunakan sebagai zat tambahan bahan bakar dan pigmen timbal dalam cat yang merupakan penyebab utama peningkatan kadar Pb di lingkungan.¹⁰⁴

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Wilayah Pelabuhan dinyatakan bahwa baku mutu untuk logam Pb (timbal) adalah 0,05 mg / L. Dari hasil pengukuran konsentrasi logam Pb yang diambil dari empat titik tersebut, semua hasil pengukurannya masih berada di bawah ambang batas yang sudah ditentukan pemerintah. Hal ini menunjukkan bahwa logam Pb yang terkandung di perairan Pelabuhan Lembar masih sedikit dan perairan Pelabuhan Lembar masih tergolong air yang baik / tidak tercemar.

Logam timbal merupakan salah satu bahan untuk pencampuran pada pembuatan bahan bakar sebagai anti pemecah minyak (seperti Pb tetraethyl dan tetramethyl). Lokasi tempat pengambilan sampel selain banyak dilalui oleh kapal- kapal yang merupakan penyumbang terbesar untuk pencemaran logam timbal, ada juga aktivitas manusia serta pengikisan batuan mineral. Dampak yang dapat terjadi bagi manusia

¹⁰⁴ *Ibid.*

adalah dapat mengakibatkan penghambatan sistem pembentukan hemoglobin (Hb) sehingga menyebabkan anemia, terganggunya sistem syaraf pusat dan tepi, sistem ginjal, sistem reproduksi, idiot pada anak-anak, cacat rangka dan juga dapat merusak sel- sel somatik.¹⁰⁵

d) Cd (kadmium)

Untuk mengetahui seberapa besar tingkat pencemaran logam Cd di Pelabuhan Lembar, dilakukan empat kali pengukuran sampel yang diambil pada jarak yang berbeda- beda. Pada sampel pertama yang diambil pada jarak 50 meter dari bibir pantai, didapatkan nilai konsentrasi logam Cd sebesar 0,0105 ppm. Pada sampel kedua yang diambil pada jarak 100 meter dari bibir pantai di dapatkan nilai konsentrasi logam Cd sebesar 0,0102 ppm, kemudian pada sampel ketiga yang diambil pada jarak 150 meter dari bibir pantai didapatkan kandungan logam Cd sebesar 0,0107 ppm, dan pada sampet terakhir yang diambil pada jarak 200 meter dari bibir pantai didapatkan nilai konsentrasi logam Cd sebesar 0,0086 ppm.

Dari keempat data hasl pengukuran di atas, di dapatkan nilai rata-rata sebesar 0,01 ppm. Nilai tertinggi di dapatkan pada pengukuran sampel yang diambil pada jarak 150 meter dengan nilai konsentrasi logam Cd sebesar 0,0107 ppm dan nilai terendah di dapatkan pada

¹⁰⁵ Rahmadani, Sabang, and Said, "Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mambooro Kecamatan Palu Utara."

pengukuran sampel pada jarak 200 meter dengan konsentrasi logam Cd sebesar 0,0086 ppm.

Cadmium yang ada di air berasal dari berbagai proses yaitu Cadmium masuk kedalam perairan karena adanya proses erosi tanah dan pelapukan batuan induk. Akan tetapi Cadmium lebih banyak masuk ke dalam air karena kegiatan manusia seperti perindustrian dimana limbah dari hasil industri tersebut dibuang langsung ke dalam perairan yang akan terakumulasi di dasar perairan yang membentuk sedimen. Cd juga dapat masuk ke dalam organisme yang hidup di air dimana Cd dapat masuk melalui oral, inhalasi, dan dermal.¹⁰⁶

Pada grafik tampak bahwa kandungan logam Cd pada jarak 50 – 150 meter tergolong cukup tinggi dan mendekati ambang batas yang sudah ditentukan. Sedangkan pada jarak 200 meter kandungan logam Cd cukup rendah. Mengapa hal ini terjadi? Hal ini terjadi karena lokasi penelitian berada di perairan pelabuhan dan juga di sekitar pelabuhan tersebut tidak terdapat pabrik- pabrik industri. Akan tetapi tingginya kadar logam berat Cd yang ada di perairan Pelabuhan Lembar ini disebabkan oleh aktivitas kapal - kapal yang lewat dan tumpahan-tumpahan minyak perahu nelayan yang mencari ikan di sekitar area Pelabuhan. Sedangkan pada titik pengambilan sampel ke 4 yang

¹⁰⁶ Indirawati, "Pencemaran Pb Dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan."

kandungan logam Cd cukup rendah dikarenakan pada titik pengambilan sampel ini jauh dari tempat kapal – kapal tersebut bersandar sehingga logam Cd yang terkandung pun cukup rendah .

Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No 51 Tahun 2004, Tentang Baku Mutu Air Laut Untuk Wilayah Pelabuhan dinyatakan bahwa baku mutu untuk logam Cd (Kadmium) adalah 0,01 mg / L. Jika kita mengacu pada Kep Men LH diatas menunjukkan bahwa kadar logam berat Cd yang terkandung dalam sampel yang diambil pada jarak 50 meter, 100 meter, dan 150 meter sudah melebihi ambang batas yang sudah ditentukan. Hal ini menandakan bahwa air yang berada pada jarak 50 – 150 meter tersebut sudah tergolong air yang tercemar. Sedangkan hasil pengukuran sampel pada jarak 200 meter konsenrasi logam Cd yang terkandung di dalamnya masih berada di bawah ambang batas yang sudah ditentukan pemerintah. Hal ini berarti bahwa air yang berada pada jarak 200 meter tersebut masih tergolong air yang bagus dengan kata lain tidak teremar.

BAB V

PENUTUP

A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan dari penelitian ini adalah:

1. Hasil pengukuran parameter fisika yang terdiri dari suhu, konduktivitas, dan pH pada perairan Sekitar Pelabuhan Lembar yang telah dilakukan pada empat titik pengukuran dengan hasil nilai suhu berkisar antara $31,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $31,7\text{ }^{\circ}\text{C}$, Konduktivitas dengan nilai berkisar $124,30\text{ }\mu\text{S} / \text{cm}$ - $137,10\text{ }\mu\text{S} / \text{cm}$, dan pengukuran dengan nilai berkisar antara $6,84$ - $8,02$, serta pengukuran TDS berkisar antara $24,7\text{ ppm}$ - $26,2\text{ ppm}$.
2. Hasil pengukuran parameter kimia yang terdiri dari pengukuran logam berat Fe (besi), Cu (tembaga), Pb (timbal), dan Cd (Cadmium) pada perairan Sekitar Pelabuhan Lembar yang telah dilakukan pada empat titik didapatkan hasil pengukuran logam Fe (besi) yang berkisar antara $0,0191\text{ ppm}$ - $0,1110\text{ ppm}$, logam Cu (tembaga) didapatkan hasil pengukuran yang berkisar antara $0,0033\text{ ppm}$ - $0,0137\text{ ppm}$, logam Pb (timbal) di dapatkan hasil pengukuran yang berkisar antara $0,0102\text{ ppm}$ - $0,0364\text{ ppm}$, dan pada logam Cd (Cadmium) didapatkan hasil pengukuran yang berkisar antara $0,0086\text{ ppm}$ - $0,0107\text{ ppm}$. Berdasarkan hasil pengukuran parameter fisika dan kimia tersebut, dapat dikatakan bahwa sebagian besar kawasan di sekitar

Pelabuhan Lembar tidak terkontaminasi oleh logam berat berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pencemaran Air.

B. Saran

Penelitian ini menunjukkan bahwa perairan di sekitar Pelabuhan Lembar tidak terkontaminasi oleh logam berat sehingga tidak tergolong air yang tercemar. Agar kawasan perairan di sekitar Pelabuhan Lembar tetap bersih dan tidak mengalami pencemaran, hendaknya dari pihak pemerintah maupun masyarakat agar tetap menjaga kelestarian perairan Pelabuhan, karena jika perairan tersebut sudah tercemar maka akan sangat berdampak negatif, lebih-lebih bagi masyarakat

DAFTAR PUSTAKA

- Anshori, Jamaludin. "Materi Ajar Spektrofotometri Serapan Atom" 2005.
- Arlindia, Indah, And Afdal. "Analisis Pencemaran Danau Maninjau Dari Nilai TDS Dan Konduktivitas Listrik." *Jurnal Fisika Unand* , Vol. 4, No. 4 (2015).
- Astria, Fanny, Mery Subito, And Deny W. Nugraha. "Rancang Bangun Alat Ukur pH Dan Suhu Berbasis Short Message Service (Sms) Gateway." *Jurnal Mektrk* , Vol 1, No.1, 2014.
[Http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Mektrik/Article/View/3590](http://Jurnal.Untad.Ac.Id/Jurnal/Index.Php/Mektrik/Article/View/3590).
- Astuti, Imelda, Sofyatuddin Karina, And Irma Dewiyanti. "Analisis Kandungan Logam Berat Pb Pada Tiram *Crassostrea Cucullata* Di Pesisir Krueng Raya, Aceh Besar." *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan Dan Perikanan Unsyah* , Vol 1, No. 1, 2016.
- Agustira, Riyanda dkk, "Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka." *Jurnal Agroekoteknologi Universitas Sumatera Utara* , Vol 1, No. 3, 2013.
- Caroline, Jenny, And Guido Arron Moa. "Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) (*Echinodorus Palaefolius*) Pada Industri Peleburan Tembaga Dan Kuningan." *Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Terapan Iii* (2015): 733–744.
- Didik, Lalu A., And Muh. Wahyudi. "Analisa Kandungan Fe Dan Karakteristik Sifat Listrik Pasir Besi Pantai Telindung Yang Disintesis Dengan Beberapa Metode." *Indonesian Physical Review* 3, No. 2, 2020.
- Fentz, Vagn. "Hypertensive Encephalopathy In A Child." *Acta Neurologica Scandinavica* , Vol 38, No. 4 . 1962.
- Haerudin, Haerudin, And Agus Muliadi Putra. "Analisis Baku Mutu Air Laut Untuk Pengembangan Wisata Bahari Di Perairan Pantai Labuhan Haji Kabupaten Lombok Timur." *Geodika: Jurnal Kajian Ilmu Dan Pendidikan Geografi* , Vol 3, No. 1 , 2019.
- Hamuna, Baigo, Rosye H.R. Tanjung, Suwito Suwito, Hendra Kurniawan Maury, And Alianto Alianto. "Kajian Kualitas Air Laut Dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia Di Perairan Distrik Depapre, Jayapura." *Jurnal Ilmu Lingkungan* , Vol 16, No. 1, 2018.
- Hamzah, Baharuddin. "Analisis Logam Timbal (Pb) Dan Besi (Fe) Dalam Air Laut

- Di Pelabuhan Desa Paranggi Kecamatan Ampibabo” Vol 4, No. November, 2015.
- Indirawati, Sri. “Pencemaran Pb Dan Cd Dan Keluhan Kesehatan Pada Masyarakat Di Kawasan Pesisir Belawan.” *Jurnal Jumantik* , Vol 2, No. 2 , 2017.
- Irwan, Fadhilah, And Afdal Afdal. “Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (Tds) Dan Temperatur Pada Beberapa Jenis Air.” *Jurnal Fisika Unand* , Vol 5, No. 1, 2016.
- Kartika Hajar Kirana *et. al.* “Identifikasi Kualitas Air Sungai Citarum Hulu” *Jurnal Wahana Fisika*, Vol 4, No. 2 2019.
- Kristianto, Sonny, Sukian Wilujeng, And Deni Wahyudiarto. “Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulang Pencemaran Lingkungan Di Wilayah Sidoarjo.” *Jurnal Biota* , Vol 3, No. 2, 2017.
- Lalu A Didik. “Pengukuran Kalor Jenis Material Dengan Menggunakan Modifikasi Persamaan Teorema Stefan Boltzmann” Vol 2, No. 1, 2017.
- Mutiara Rachmaningrum *et. al.* “Konsentrasi Logam Berat Kadmium (Cd) Pada Perairan Sungai Citarum Hulu Segmen Dayeuhkolot-Nanjung i.” *Jurnal Online Institut Teknologi Nasional*, Vol 3, No. 1 , *Februari* 2015.
- Mabuat, John Christian, Sri Seprianto Maddusa, Harvani Boky, Fakultas Kesehatan, Masyarakat Universitas, And Sam Ratulangi. “Analisis Kandungan Logam Berat Arsen (As) Pada Air , Ikan , Kerang , Dan Sedimen Di Daerah Aliran Sungai Tondano ” 2017.
- Mardi Wibowo, And Reno Arief Rachman , “Kajian Kualitas Perairan Laut Sekitar Muara Sungai Jelitik.” *Jurnal Presipitasi* , Vol 17, No. 1, 2020.
- Mutiara, Rizka, And Rusli. “Studi Penempatan Sumur Resapan Berdasarkan Nilai Laju Infiltrasi, Kualitas Fisik Air Dan Tekstur Tanah Pada Das Air Dingin Dan Batang Kandise Bagian Tengah Hilir, Kota Padang.” *Jurnal Bina Tambang* , Vol 4, No. 1, 2019.
- Permanawati, Yani, Rina Zuraida, And Andrian Ibrahim. “Kandungan Logam Berat (Cu, Pb, Zn, Cd, Dan Cr) Dalam Air Dan Sedimen Di Perairan Teluk Jakarta.” *Jurnal Geologi Kelautan* , Vol 11, No. 1, 2016.
- Pertiwi, Puji Kumala, Tri Oktafiana, Luthfiyati Ningsih, And Prajitno M Si. “Uji

Konduktivitas Listrik Pada Caco3 Dan Arang Kayu Dengan Metode Four Point Probe” , 2015.

Priadie, Bambang. “Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air.” *Jurnal Ilmu Lingkungan* , Vol 10, No. 1, 2012.

Putri, Ayu Diaztari Dwi, Defri Yona, And Muliawati Handayani. “Kandungan Logam Berat (Cd, Cu Dan Zn) Pada Air Dan Sedimen Perairan Pelabuhan Kamal, Kabupaten Bangkalan-Madura.” *Seminar Nasional Perikanan Dan Kelautan Vi*, November 2016.

Rahayu, Budi, Mery Napitupulu, And Tahril Tahril. “Analisis Logam Zink (Zn) Dan Besi (Fe) Air Sumur Di Kelurahan Pantoloan Kecamatan Palu Utara.” *Jurnal Akademika Kimia* , Vol 2, No. 1 , 2013.

Rahmadani, Tatik, Sri Mulyani Sabang, And Irwan Said. “Analisis Kandungan Logam Zink (Zn) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Pesisir Pantai Mamboro Kecamatan Palu Utara.” *Jurnal Akademika Kimia* , Vol 4, No. 4 , 2017.

Santi, Santi, Vanny M. A. Tiwow, And Siang Tandi Gonggo. “Analisis Tembaga (Cu) Dan Timbal (Pb) Dalam Air Laut Dan Sedimen Di Perairan Pantai Loli Kecamatan Banawa Kabupaten Donggala.” *Jurnal Akademika Kimia* , Vol 6, No. 4 , 2018.

Saraswati, Ni Luh Gede Rai Ayu, I Wayan Arthana, And I Gede Hendrawan. “Analisis Kualitas Perairan Pada Wilayah Perairan Pulau Serangan Bagian Utara Berdasarkan Baku Mutu Air Laut.” *Journal Of Marine And Aquatic Sciences* , Vol 3, No. 2 , 2017.

Setiawan, Heru, And Endro Subiandono. “Konsentrasi Logam Berat Pada Air Dan Sedimen Di Perairan Pesisir Provinsi Sulawesi Selatan.” *Indonesian Forest Rehabilitation Journal* , Vol 3, No. 1, 2015.

Siaka, I, I Suastuti, And I Mahendra. “Distribusi Logam Berat Pb Dan Cu Pada Air Laut, Sedimen, Dan Rumpuk Laut Di Perairan Pantai Pandawa.” *Jurnal Kimia* , Vol 10, No. 2 , 2016.

Sudewa, Banu, And Febrian Hadiatna. “Evaluasi Sensor Fit0348 Sebagai Alat Ukur Potential Of Hydrogen (Ph) Larutan Evaluation Of Sensor Fit0348 As Measuring Instrument Of Potential Of Hydrogen (Ph) Solution.” *Jurnal Elektro Telekomunikasi Terapan* , 2017.

Supriyantini, Endang, And Hadi Endrawati. “Kandungan Logam Berat Besi (Fe) Pada Air, Sedimen, Dan Kerang Hijau (Perna Viridis) Di Perairan Tanjung

Emas Semarang.” *Jurnal Kelautan Tropis* , Vol 18, No. 1 , 2015.

Supriyantini, Endang, And Nirwani Soenardjo. “Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Dan Tembaga (Cu) Pada Akar Dan Buah Mangrove Avicennia Marina Di Perairan Tanjung Emas Semarang.” *Jurnal Kelautan Tropis* , Vol 18, No. 2, 2016.

Usman, Surahmi, Nursiah La Nafie, And Musa Ramang. “Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb Dalam Air , Sedimen Dan Ikan Merah (Lutjanus Erythropterus) Di Sekitar Perairan Pelabuhan Parepare Distribusi Kuantitatif Logam Berat Pb” , 2013.
[Http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Mca/Article/View/1189](http://Journal.Unhas.Ac.Id/Index.Php/Mca/Article/View/1189).

Wanna, Manna, Subari Yanto, And Kadirman Kadirman. “Analisis Kualitas Air Dan Cemar Logam Berat Merkuri (Hg) Dan Timbal (Pb) Pada Ikan Di Kanal Daerah Hertasing Kota Makassar.” *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian* 3, 2018.

Wicaksono, Andrika Wahyu, Edita Rosana Widasari, And Fitri Utamingrum. “Implementasi Sistem Kontrol Dan Monitoring Ph Pada Tanaman Kentang Aeroponik Secara Wireless.” *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer* , Vol 1, No. 5 , 2017.

Wirman, Rahmi Putri, Indrawata Wardhana, And Vandri Ahmad Isnaini. “Kajian Tingkat Akurasi Sensor Pada Rancang Bangun Alat Ukur Total Dissolved Solids (Tds) Dan Tingkat Kekeuhan Air.” *Jurnal Fisika* , Vol 9, No. 1, 2019.

Zamora, Ronaldi, Harmadi Harmadi, And Wildian Wildian. “Perancangan Alat Ukur TDS (Total Dissolved Solid) Air Dengan Sensor Konduktivitas Secara Real Time” , *Jurnal Sains Dan Teknologi* , Vol 7, No. 1 , 2016.



Perpustakaan UIN Mataram

LAMPIRAN 1

FOTO ALAT DAN BAHAN



Gambar sampel yang diambil dari 4 titik



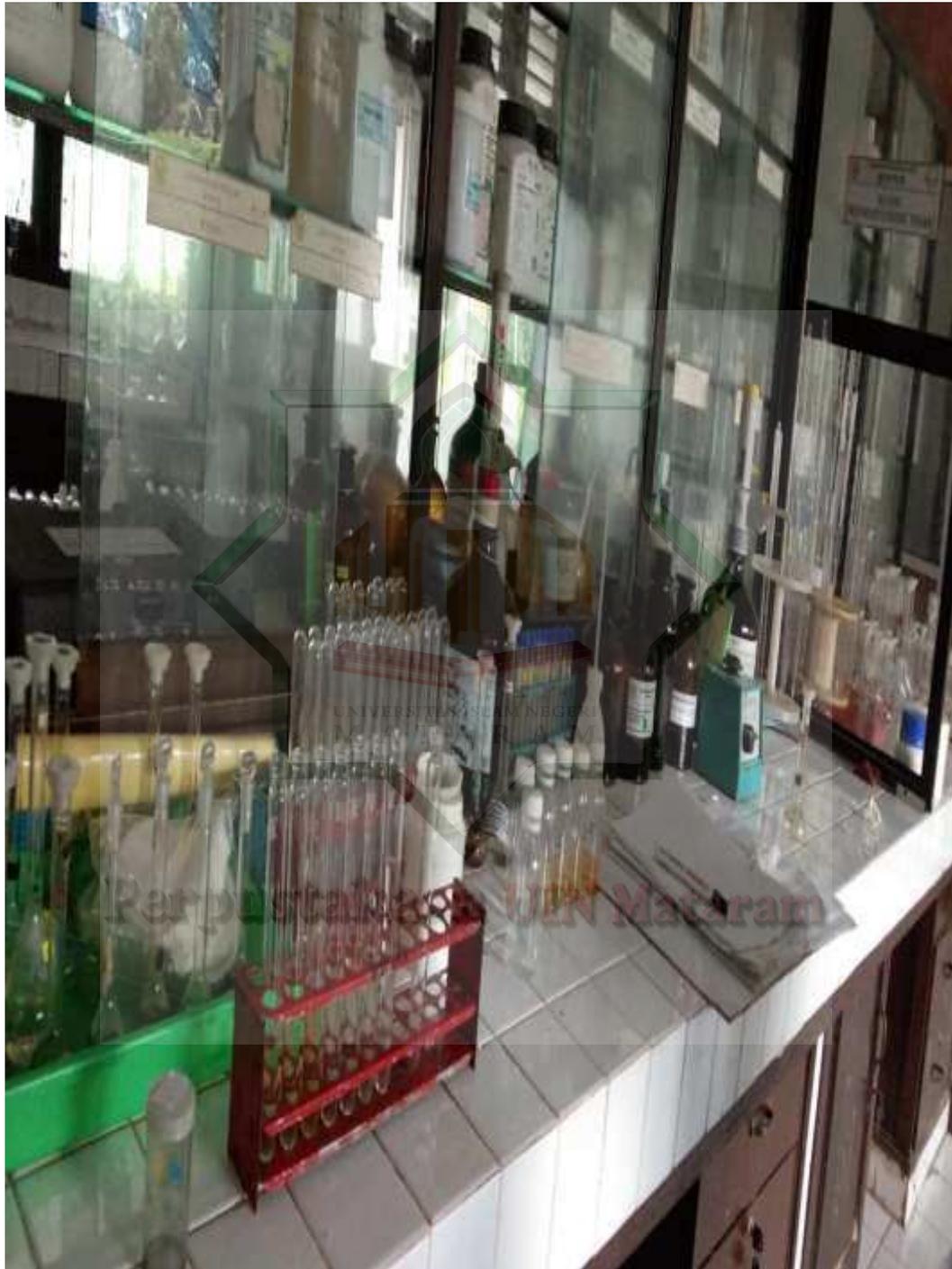
Gambar alat dan bahan pengukuran suhu



Gambar alat pengukuran TDS



Gambar alat TDS Meter



Gambar alat- alat pengukuran logam berat di Laboratorium BPTP Narmada

LAMPIRAN 2

FOTO KEGIATAN



Gambar pengambilan sampel jarak 50 m. Gambar pengambilan sampel jarak 100 m.



Gambar pengambilan sampel jarak 150 m. Gambar pengambilan sampel jarak 200 m.



Gambar lokasi pengambilan sampel



Gambar pengukuran suhu di Laboratorium Fisika UIN Mataram



Gambar pengukuran suhu



Gambar pengukuran TDS jarak 50 m



Gambar pengukuran TDS jarak 100 m



Gambar pengukuran TDS jarak 200 m



Gambar pengambilan hasil penelitian di Laboratorium BPTP Narmada

LAMPIRAN 3

DATA PENGUKURAN



Laboratorium Tanah, Tanaman, Pupuk, Air
BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN PERTANIAN
Laboratorium Penguji BALAI PENGAJIAN TEKNOLOGI PERTANIAN NTB
Jl. Raya Peninjauan Narmada Lombok Barat, NTB
Telp. (0370) 671312; Fax. (0370) 671620; e-mail: bptp-ntb@ltbang.pertanian.go.id

LAPORAN HASIL PENGUKURAN
No. 022.2/A/LP-BPTP/09/2020

Laporan Hasil Pengujian (LHP) ini diberikan kepada :
Nama Pemilik Contoh : Nurhidayati
Alamat Pemilik Contoh : Fakultas Tarbiyah UIN Mataram
Jenis/Jumlah Contoh : Ekstrak Sampel/4 Contoh
Identifikasi Contoh : Dalam kemasan botol plastik 1,5 liter
Tanggal Masuk/Contoh : 29 September 2020
Tanggal Selesai Dianalisa : 12 Oktober 2020
Hasil Analisa : sbb

No	Kode Sampel	Hasil Pengukuran					
		pH	EC	Fe	Cu	Pb	Cd
		-	-	ppm	ppm	ppm	ppm
		Elektrometri	Elektrometri	AAS			
1	Sampel jarak 50 m	7,95	127,50	0,0302	0,0033	0,0103	0,0105
2	Sampel jarak 100 m	8,02	137,10	0,0312	0,0072	0,0364	0,0102
3	Sampel jarak 150 m	6,84	136,00	0,0191	0,0104	0,0102	0,0107
4	Sampel jarak 200 m	7,97	124,30	0,1110	0,0137	tidak terdeteksi	0,0085

- Ket. 1. Tanggung jawab kami hanya pada ketepatan dan ketelitian hasil analisa dari contoh tersebut diatas.
2. Contoh akan kami simpan selama 1 bulan dari tanggal data analisa ini dikeluarkan
3. Penggantian dan penyalahgunaan dari data hasil analisa ini diklar tanggung jawab kami.

Mataram, 12 Oktober 2020
Manajer Teknik,

Andi Sofyan Febdan, ST.
NIP 19860213 201101 1 011