

SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS DAN BEBAN PENCEMARAN
PADA AIR DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN
DI TINJAU DARI PARAMETER KIMIA**

**HEZTIYA PALUNGAN
K011181532**



*Skripsi Ini Diajukan Sebagai Salah Satu Syarat untuk
Memperoleh Gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat*

**DEPARTEMEN KESEHATAN LINGKUNGAN
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2022**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS DAN BEBAN PENCEMARAN
PADA AIR DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN
DI TINJAU DARI PARAMETER KIMIA**

Disusun dan diajukan oleh


**HEZTIYA PALUNGAN
K011181532**


Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelasaan Studi Program Sarjana Program Studi Kesehatan Masyarakat
Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
pada tanggal 29 Juni 2022
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping


Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes
NIP. 196610121993031002


Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M.Kes
NIP. 198902112015041002



Ketua Program Studi,

Dr. Sufah, SKM, M.Kes
NIP. 197405202002122001

PENGESAHAN TIM PENGUJI

Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Rabu Tanggal 29 Juni 2022.

Ketua : Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes



(.....)

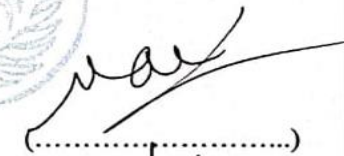
Sekretaris : Muh. Fajaruddin Natsir, SKM., M.Kes



(.....)

Anggota :

1. Dr. Hasnawati Amqam, SKM., M.Sc



(.....)

2. A. Muflihah Darwis, SKM., M.Kes



(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Heztiya Palungan
Nim : K011181532
Fakultas : Kesehatan Masyarakat
No.Hp : 089515498554
E-mail : heztiyapalungan9@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi “**ANALISIS KUALITAS DAN BEBAN PENCEMARAN PADA AIR DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN DI TINJAU DARI PARAMETER KIMIA**” benar bebas dari plagiat dan apabila pernyataan ini terbukti tidak benar maka saya bersedia di sanksi sesuai ketentuan yang berlaku.

Demikian surat pernyataan ini saya buat untuk dipergunakan sebagaimana mestinya.

Makassar, 06 Juli 2022
Yang membuat pernyataan



Heztiya Palungan

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan

Heztiya Palungan

**“Analisis Kualitas dan Beban Pencemaran pada Air Danau Universitas Hasanuddin di Tinjau dari Parameter Kimia”
(xv+ 93 Halaman, 27 Tabel, 6 Gambar, 13 Lampiran)**

Kualitas air dan beban pencemaran merupakan syarat serta tolak ukur suatu standarisasi terhadap kondisi kesehatan ekosistem air dan kesehatan manusia. Pengukuran kualitas dan beban pencemaran perairan dilakukan sebagai salah satu upaya dalam melihat karakteristik perairan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kualitas air dan alokasi beban pencemaran pada air di Danau Universitas Hasanuddin.

Jenis penelitian yang digunakan adalah observasional analitik, penentuan lokasi pengambilan sampel menggunakan *purposive sampling* dengan kriteria titik sampling yang telah di tentukan. Sampel dalam penelitian ini terdiri dari 5 titik sampling yaitu titik 1 (Outlet 1), titik 2 (inlet 1), titik 3 (inlet 2), titik 4 (Outlet 2) dan titik 5 (inlet 3), dan dilakukan pengambilan sampel secara *grab sampling*. Pengolahan dan analisis data dilakukan secara statistik deskriptif dan data disajikan dalam bentuk tabel.

Hasil pemeriksaan yang diperoleh, kadar Zn <0,01638, Cd <0,0002, SO₄ 13,94, Ba 0,07903, Cl⁻ 9,43 dan berdasarkan perhitungan status mutu menggunakan metode storet diperoleh hasil total skor 0, yang berarti kualitas air danau Unhas memenuhi baku mutu atau tidak tercemar. Hasil perhitungan beban pencemaran di danau Unhas diperoleh, beban pencemaran aktual tidak melebihi beban pencemaran maksimum.

Danau Universitas Hasanudin tergolong dalam kategori baik yaitu, memenuhi standar baku mutu atau tidak tercemar, serta beban pencemaran aktual (BPA) tidak melebihi beban pencemar maksimum (BPM) yang terhitung pada Danau Universitas Hasanuddin untuk kelima parameter uji yaitu, Seng (Zn), Kadmium (Cd), Sulfat (SO₄), Barium (Ba) dan Klorida (Cl⁻). Melakukan pemantauan berkelanjutan perlu dilakukan dengan parameter uji yang berbeda sehingga, dapat dipergunakan dalam pengambilan keputusan dan pemaksimalan pemanfaatan.

Kata Kunci : Kualitas Air, Beban Pencemaran, Danau
Daftar Pustaka : 59 (2006 -2022)

SUMMARY

*Hasanuddin University
Faculty of Public
Health Environmental Health*

Heztiya Palungan

“Analysis of Quality and Pollution Load on Lake Water at Hasanuddin University in Review of Chemical Parameters”

(xv + 93 pages, 27 tables, 6 figures, 13 appendices)

Water quality and pollution load are requirements and benchmarks for a standardization of the health condition of water ecosystems and human health. Measurement of the quality and burden of water pollution is carried out as an effort to see the characteristics of the waters. This study aims to determine the quality of water and the allocation of pollution loads on water in Hasanuddin University Lake.

The type of research used is analytic observational, determining the location of sampling using purposive sampling with predetermined inclusion criteria. The sample in this study consisted of 5 sampling points, namely point 1 (Outlet 1), point 2 (inlet 1), point 3 (inlet 2), point 4 (Outlet 2) and point 5 (inlet 3), and were taken by grab sample. Data processing and analysis were carried out by descriptive statistics and the data were presented in tabular form.

The results of the examination obtained, levels of Zn <0.01638, Cd <0.0002, SO₄ 13.94, Ba 0.07903, Cl-9.43, and based on the calculation of quality status using the storet method, the total score was 0, which means Unhas lake water quality meets quality standards or is not polluted. The results of the calculation of the pollution load in Unhas Lake are obtained, the actual pollution load does not exceed the maximum pollution load.

Hasanudin University Lake is classified as good, namely, meets quality standards or is not polluted, and the actual pollution load (BPA) does not exceed the maximum pollutant load (BPM) calculated at Hasanuddin University Lake for the five test parameters, namely, Zinc (Zn), Cadmium (Cd), Sulfate (SO₄), Barium (Ba) and Chloride (Cl). Carrying out continuous monitoring needs to be done with different test parameters so that they can be used in decision making and maximizing utilization.

Keywords : Water Quality, Pollution Load, Lake

Bibliography : 59 (2006 -2022)

KATA PENGANTAR

Segala puji syukur senantiasa penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yesus Kristus atas berkat, kasih dan karunia-Nya, sehingga penulis dianugerahi kesehatan, pengetahuan serta kemampuan dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir (skripsi) ini yang berjudul “**Analisis Kualitas dan Beban Pencemaran pada Air danau Universitas Hasanuddin di Tinjau dari Parameter Kimia**”. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat.

Penulis menyadari dalam menyelesaikan penyusunan tugas akhir (skripsi), tidak terlepas dari adanya pihak – pihak yang mendukung baik secara moral maupun material. Oleh karena itu, dengan kemurahan hati penulis menyampaikan rasa terima kasih yang tulus kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Jamaluddin Jompa, M.Sc selaku rektor Universitas Hasanuddin
2. Bapak Dr. Aminuddin Syam, SKM,M.Kes.,M.Med.Ed selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas
3. Ibu Dr. Ernawati Ibrahim, SKM., M.Kes selaku Ketua Departemen Kesehatan Lingkungan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin
4. Bapak Prof. Dr. Anwar Daud SKM.,M.Kes selaku dosen pembimbing I dan Bapak Fajaruddin Natsir SKM.,M.kes selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing serta mengarahkan penulis demi kelancaran dan terselesaikannya skripsi ini.

5. Ibu Dr. Hasnawati Amqam, S.KM., M.Sc selaku penguji dari Departemen Kesehatan Lingkungan dan Ibu A. Muflihah Darwis, S.KM, M.Kes selaku penguji dari Departemen Keselamatan dan Kesehatan kerja yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Ibu Rini Angraeni, SKM., M.Kes selaku dosen pembimbing akademik dan seluruh dosen yang telah memberikan nasehat selama proses pendidikan.
7. Kepada Kedua Orang Tua yang senantiasa mendoakan, mendampingi, memberi motivasi dan semangat, serta memberi dukungan baik berupa moral maupun material. *Thanks for your love.*
8. *My cousins (Irma & Devi) thanks for caring about me.*
9. Saudari Nyai Sooman SM *Family* (Marul & Ita) terima kasih sudah menjadi pendengar yang baik dan selalu ada, *thanks for your support.*
10. *My bestie* saudara terkasih PAPES squad (Aan, Alex, Amel, Andre, Ita, Marul, Mauridz dan Wandy) yang senantiasa mendoakan dan mendukung.
11. Sou Windi terima kasih atas doa, semangat dan dukungannya.
12. *My friends from other nation* (EXO, NCT, Seventeen, Red Velvet, aespa, Golden Child) *thanks for encouraging me with your creation.*
13. Sobat sepembimbingan (Angel, Eni, Musdalifah, Nadiya, Miftah dan Risqal) terima kasi atas kerja sama dan dukungannya.
14. Tim “Belajar Yuk” yang telah membantu dan berkerjasama dalam proses perkuliahan di Departemen Kesling FKM Unhas.

Makassar, 29 Juni 2022

Heztiya Palungan

DAFTAR ISI

SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN	ii
RINGKASAN	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
DAFTAR SINGKATAN.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	8
A. Tinjauan Umum tentang Danau	8
B. Tinjauan Umum tentang Analisis Kualitas Air.....	11
C. Tinjauan Umum tentang Beban Pencemaran.....	14
D. Tinjauan Umum tentang Parameter Kimia	16
1. Seng (Zn).....	16
2. Kadmium (Cd).....	17
3. Sulfat (SO ₄)	18
4. Barium (Ba).....	19

5. Klorida (Cl ⁻)	21
E. Kerangka Teori.....	23
BAB III KERANGKA KONSEP	24
A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian	24
B. Kerangka Konsep Penelitian	26
C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	27
BAB IV METODE PENELITIAN	30
A. Jenis Penelitian.....	30
B. Waktu dan Tempat Penelitian	30
C. Populasi dan Sampel Penelitian	30
D. Pengambilan Sampel.....	32
E. Pengumpulan Data	50
F. Instrumen Penelitian.....	51
G. Pengolahan dan Analisis Data.....	52
H. Penyajian Data	52
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	53
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian	53
B. Hasil	57
C. Pembahasan.....	78
BAB VI PENUTUP	92
A. Kesimpulan	92
B. Saran.....	93
DAFTAR PUBSTAKA	
LAMPIRAN	

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air	14
Tabel 3.1	Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	27
Tabel 5.1	Hasil Pengukuran Parameter Kimia Air Danau Unhas	57
Tabel 5.2	Hasil Pengukuran Kadar Seng (Zn)	58
Tabel 5.3	Hasil Pengukuran Kadar Kadmium (Cd)	58
Tabel 5.4	Hasil Pengukuran Kadar Sulfat (SO ₄).....	59
Tabel 5.5	Hasil Pengukuran Kadar Barium (Ba)	60
Tabel 5.6	Hasil Pengukuran Kadar Klorida (Cl ⁻).....	60
Tabel 5.7	Hasil Analisis Metode Storet Titik 1 (Outlet 1)	61
Tabel 5.8	Hasil Analisis Metode Storet Titik 2 (Inlet 1).....	62
Tabel 5.9	Hasil Analisis Metode Storet Titik 3 (Inlet 2).....	63
Tabel 5.10	Hasil Analisis Metode Storet Titik 4 (Outlet 2)	64
Tabel 5.11	Hasil Analisis Metode Storet Titik 5 (Inlet 3).....	64
Tabel 5.12	Hasil Status Mutu Danau Unhas	65
Tabel 5.13	Hasil Beban Pencemaran Maksimum Seng (Zn)	66
Tabel 5.14	Hasil Beban Pencemaran Aktual Seng (Zn).....	67
Tabel 5.15	Perbandingan BPA dan BPM Seng (Zn).....	68
Tabel 5.16	Hasil Beban Pencemaran Maksimum Kadmium (Cd)	69
Tabel 5.17	Hasil Beban Pencemaran Aktual Kadmium (Cd).....	69
Tabel 5.18	Perbandingan BPA dan BPM Kadmium (Cd).....	70
Tabel 5.19	Hasil Beban Pencemaran Maksimum Sulfat (SO ₄).....	71
Tabel 5.20	Hasil Beban Pencemaran Aktual Sulfat (SO ₄)	72
Tabel 5.21	Perbandingan BPA dan BPM Sulfat (SO ₄)	72
Tabel 5.22	Hasil Beban Pencemaran Maksimum Barium(Ba)	73
Tabel 5.23	Hasil Beban Pencemaran Aktual Barium (Ba).....	74
Tabel 5.24	Perbandingan BPA dan BPM Barium (Ba).....	75
Tabel 5.25	Hasil Beban Pencemaran Maksimum Klorida (Cl ⁻)	76
Tabel 5.26	Hasil Beban Pencemaran Aktual Klorida (Cl ⁻)	76
Tabel 5.27	Perbandingan BPA dan BPM Klorida (Cl ⁻)	77

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kerangka Teori	23
Gambar 3.1	Kerangka Konsep Penelitian.....	26
Gambar 4.1	Peta Digitasi Danau Unhas	32
Gambar 5.1	Peta Lokasi Pengambilan Sampel.....	53
Gambar 5.2	Titik 1 (Outlet 1).....	54
Gambar 5.3	Titik 2 (Inlet 1)	55
Gambar 5.4	Titik 3 (Inlet 2)	55
Gambar 5.5	Titik 4 (Outlet 2).....	56
Gambar 5.6	Titik 5 (Inlet 3)	56

DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1** Lokasi Penelitian
- Lampiran 2** Lembar Observasi
- Lampiran 3** Dokumentasi Pengambilan dan Pemeriksaan Sampel Air
- Lampiran 4** Langkah Perhitungan Beban Pencemaran
- Lampiran 5** Surat Izin Permintaan Data Awal
- Lampiran 6** Surat Izin Penelitian dari Fakultas
- Lampiran 7** Surat Izin Penelitian dari PTSP
- Lampiran 8** Lembar Disposisi Surat Izin Penelitian dari UNHAS
- Lampiran 9** Kartu Disposisi Surat Iizn Penelitian Oleh Biro Akademik
UNHAS
- Lampiran 10** Kartu Disposisi Surat Izin Penelitian Oleh Kepala Biro
Administrasi Umum UNHAS
- Lampiran 11** Kartu Disposisi Surat Izin Penelitian Oleh Bagian Tata Usaha
dan Rumah Tangga UNHAS
- Lampiran 12** Hasil Uji Laboratorium Sampel
- Lampiran 13** Riwayat Hidup

DAFTAR SINGKATAN

UNHAS	= Universitas Hasanuddin
PP	= Peraturan Pemerintah
PerMen LH	= Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup
MENLHK	= Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia
Puslitbang LH	= Pusat Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup
SDGs	= Sustainable Development Goal
BPS	= Badan Pusat Statistik
BTKLPP	= Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit
LPPM	= Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
GPI	= Gedung Pertemuan Ilmiah
P2KP	= Pusat Pengembangan Kebijakan Pembangunan
LP2M	= Gedung bagian Program
GPA	= Gedung Pertemuan Alumni
US-EPA	= <i>United States Environmental Protection Agency</i>
Zn	= Seng
Cd	= Kadmium
SO ₄	= Sulfat
Ba	= Barium
Cl ⁻	= Klorida
HNO ₃	= Asam Nitrat

KNO_3	= Kalium Nitrat
(CaCO_3)	= Kalsium karbonat
$\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	= Magnesium klorida heksahidrat
$\text{CH}_3\text{COoNa} \cdot 3\text{H}_2\text{O}$	= Natrium asetat trihidrat
CH_3COOH	= Asam asetat
K_2CrO_4	= Kalium Kromat
AgNO_3	= Perak Nitrat
BPM	= Beban Pencemar Maksimum
BPA	= Beban Pencemaran Aktual
Q	= Debit Terukur
SSA	= <i>Spektrofotometri Serapan Atom</i>
GPS	= <i>Global Positionong System</i>
STORET	= <i>Storage and Retrieval of Water Quality Data System</i>
ICP	= <i>Inductively Coupled Plasma</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Air dibutuhkan oleh manusia untuk memenuhi berbagai kebutuhan antara lain: masak, minum, mandi, mencuci, dan pertanian (Purnama and Arief, 2018). Negara maju membutuhkan ± 500 liter perorang perhari (lt/or/hr) sedangkan, di Indonesia (Kota Besar) sebanyak 200-400 (lt/or/hr) dan di daerah perdesaan ± 60 lt/or/hr (Direktorat Penyehatan Lingkungan, 2006). Penggunaan air di Indonesia pertahunnya $\pm 6,42\%$ dari total air yang didistribusikan perhari (Windarto *et al.*, 2019). Berdasarkan data Pusat Stastistik (BPS) menyebutkan capaian air bersih yang layak di Indonesia mencapai 72,55%, angka ini masih di bawah target Sustainable Development Goald (SDGs) yakni 100% (Badan Pusat Statistik, 2019).

Danau merupakan salah satu sumber daya air permukaan dengan ekosistem akuatik tawar, yang dapat menunjang kebutuhan makhluk hidup akan ketersediaan air. Danau diartikan sebagai perairan yang tergenang berbentuk cekungan berisi air yang dikelilingi oleh daratan terbentuk secara alami maupun secara buatan (Mokodompit, Umboh and Pinontoan, 2020). Berdasarkan data Direktorat Bendungan dan Danau tahun 2019 menyatakan bahwa jumlah danau di Indonesia sebanyak 932. Adapun jumlah danau yang tersebar ditiap pulaunya yaitu Jawa 811, Sulawesi 57, Sumatera 48, Maluku 5, Papau dan Balnusra 4 dan yang paling sedikit di pulau Kalimantan yaitu sebanyak 3 danau (KPUPR, 2020)

Pencemaran danau yang terus mengalami peningkatan, menyebabkan penurunan fungsi dan manfaat danau akibat beragamnya sumber pencemaran yang masuk ke badan air danau (Azwarman, 2020). Pencemaran dapat berasal dari dua sumber yakni limbah terpusat (*point sources*) dan limbah tersebar (*non-point sources*). Limbah terpusat berasal dari limbah industri, limbah rumah sakit, limbah usaha peternakan dan limbah perhotelan. Limbah tersebut sering dijumpai dalam volume yang besar (Mulyadi and Ajid, 2020)

Pencemaran danau dapat mempengaruhi kualitas air danau. Kualitas air juga sering kali menjadi ukuran suatu standardisasi terhadap kondisi kesehatan ekosistem air dan kesehatan manusia (Ikhtiar, 2017). Pengukuran kualitas perairan dilakukan bertujuan untuk melihat karakteristik perairan suatu danau yang berkaitan dengan kelayakan atau kesesuaian habitat bagi perkembangan dan budidaya biota perairan. Selain itu, pengukuran kualitas perairan perlu dilakukan untuk memonitoring kualitas air danau sebagai dasar dalam mengambil kebijakan pengelolaan sumber daya air (Kulla, Yuliana and Supriyono, 2020).

Indeks Pencemaran sesuai Surat Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, menyatakan bahwa status mutu air dan daya tampung beban pencemaran termasuk faktor utama dalam menentukan kualitas perairan danau (Muhtadi *et al.*, 2017). Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Beban pencemaran air

akan terus mengalami peningkatan dari berbagai sumber seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kegiatan lainnya (PERMEN LH, 2009).

Hasil Pemantauan terhadap kualitas air permukaan pada 537 titik pantau di 34 provinsi diketahui bahwa beberapa air permukaan di Indonesia termasuk kategori tinggi paparan beban pencemaran (MENLHK, 2020). Data dari Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan (2019) beban pencemaran masing-masing Daerah Aliran Sungai (DAS) Jeneberang yaitu 2117,45 kg/hari dengan rincian di Kota Makassar 701,45 kg/hari, Kab. Takalar 31,42 kg/hari, dan Kab.Gowa 1348,59 kg/hari. Sumber pencemaran yang mempengaruhi DAS Jeneberang adalah sampah 10%, rumah tangga 28%, hotel 1%, rumah sakit 2%, industri 8%, peternakan 2% dan pertanian 49% (KPUPR, 2020).

Kandungan Pencemaran di dalam suatu perairan danau dapat diketahui kadarnya melalui uji dan hasil pemeriksaan laboratorium. Standar baku mutu kadar pencemaran kimia pada air danau diatur dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup.

Analisis status mutu air danau dapat dihitung menggunakan rumus metode *Storet* sesuai dengan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air, sedangkan perhitungan beban pencemaran danau Unhas menggunakan rumus umum

perhitungan Alokasi beban pencemaran yang termuat dalam Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk.

Pencemaran air dapat berdampak terhadap lingkungan, biota perairan maupun manusia. Kandungan pencemaran yang tidak terurai dapat terakumulasi dalam lingkungan sedimen, menyebabkan pendangkalan dasar perairan, dan terjadinya peningkatan populasi tumbuhan air (eutrofikasi) (Prasetia and Auldry, 2021). Selain itu kandungan pencemar juga dapat bersifat toksik terhadap biota perairan apabila masuk ke dalam sistem metabolisme makhluk hidup dalam jumlah yang melebihi ambang batas (Muntaha, 2018)

Dampak pencemaran danau dapat terjadi secara langsung terhadap kesehatan manusia seperti mengkonsumsi air yang telah tercemar, kontak langsung melalui kulit yang bersifat iritan, dan melalui inhalasi yang menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan. Selain itu, dampak pencemaran perairan danau juga dapat terjadi secara tidak langsung melalui rantai makanan seperti mengkonsumsi ikan yang telah terkontaminasi dan terakumulasi bahan pencemar (Hayat, 2020).

Danau Unhas terletak sekitar 100 m dari pintu 1 kampus Unhas Kota Makassar dan memiliki luas 4,9525 Ha dan 1,2006 Ha (Data Digitasi Danau Unhas). Danau Unhas bersifat multifungsi karena seringkali digunakan sebagai tempat wisata, tempat pemancingan ikan, tempat penelitian, tempat pemeliharaan berbagai jenis ikan dan sumber air baku untuk menyiram

tanaman yang ada di Unhas. Adanya saluran sumber pencemaran yang dialirkan ke dalam danau Unhas berasal dari kegiatan laboratorium, gedung registrasi, gedung pusat kegiatan penelitian, dan berasal dari aktivitas masyarakat sekitar danau Unhas. Sehingga, secara alamiah air danau unhas tersebut mengandung banyak bahan pencemar maka, dianggap perlu dilakukannya pemantauan terhadap air danau Unhas (Lestari1 *et al.*, 2020).

Berdasarkan observasi, danau Unhas sering kali dimanfaatkan sebagai tempat pemancingan ikan oleh masyarakat sekitar. Apabila ikan hasil tangkapan tersebut mengandung bahan pencemar kimia dan dikonsumsi secara terus-menerus maka akan menimbulkan masalah terhadap kesehatan masyarakat. Hal ini dikarenakan, bahan pencemar kimia yang terkandung pada ikan dapat menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam proses pembentukan hemoglobin (Hb), dan juga dapat terakumulasi didalam ginjal serta hati yang dapat menyebabkan kerusakan pada sistem fisiologis tubuh (Haryanti and Martuti, 2020).

Penelitian yang telah dilakukan sebelumnya pada danau Unhas oleh (Yaqin, Karim and Fachruddin, 2018) dan (Islaeni, Lopa and Selitung, 2015) tentang kualitas air Danau Unhas terhadap bahan pencemar kimia diperoleh hasil uji, Krom (Cr) 0,4 mg/L, hasil uji Kadmium (Cd) 0 mg/L, hasil uji fosfat 0,279 mg/L, hasil uji Timbal (Pb) 3,9 mg/L, hasil uji Nitrit (NO^{2-}) 0,1 mg/L, hasil uji Nitrat (NO^{3-}) 0,3 mg/L dan hasil uji Amoniak (NH^3) 0,3 mg/L. Berdasarkan hasil uji konsentrasi Cr, Pb, dan NO^{2-} melebihi nilai ambang batas yaitu 0,05mg/L, 0,03mg/L, dan 0,06 mg/L. Penelitian yang telah

dilakukan sebelumnya, belum melakukan uji secara menyeluruh terhadap bahan pencemar kimia untuk itu, peneliti sebelumnya menyarankan untuk melakukan uji kualitas air danau Unhas dengan bahan pencemar kimia yang berbeda agar hasil uji kualitas air yang diperoleh lebih komprehensif.

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dituliskan di atas maka dianggap perlu untuk melakukan **“Analisis Kualitas dan Beban Pencemaran pada Air Danau Unhas ditinjau dari Parameter Seng (Zn), Barium (Ba), Kadmium (Cd), Sulfat (SO₄) dan Clorida (Cl⁻)”**

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang tersebut, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu “Apakah kualitas air Danau Unhas memenuhi standar baku mutu atau tidak dan berapakah alokasi beban pencemaran di Danau Unhas?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk Mengetahui kualitas dan alokasi beban pencemaran pada air danau Universitas Hasanuddin melalui karakteristik kimia.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui kadar Seng (Zn), Barium (Ba), Kadmium (Cd), Sulfat (SO₄) dan Clorida (Cl⁻) pada tingkat kualitas air danau Unhas.
- b. Untuk mengetahui status mutu Danau Universitas Hasanuddin
- c. Untuk mengetahui beban pencemaran aktual dan pencemaran maksimum Seng (Zn), Barium (Ba), Kadmium (Cd), Sulfat (SO₄) dan Clorida (Cl⁻) pada air danau Unhas.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini dapat menjadi sumber referensi dan sumber informasi bagi para pembaca dan penelitian selanjutnya terkait dengan kualitas dan beban pencemaran air.

2. Manfaat Bagi Institusi

Hasil penelitian ini dapat menjadi sumber informasi bagi institusi terkait dengan gambaran kualitas dan beban pencemaran pada air danau Unhas, dalam mengambil kebijakan untuk mengatasi permasalahan yang timbul.

3. Manfaat Bagi Pemerintah

Hasil penelitian ini dapat digunakan sebagai bahan masukan dan evaluasi bagi pemerintah terkait dengan kualitas air dan beban pencemaran pada air danau.

4. Manfaat Bagi Peneliti

Penelitian yang telah dilakukan dapat menambah wawasan serta keterampilan peneliti, sehingga dapat mengaplikasikan ilmu dan teori yang telah di peroleh selama proses pembelajaran.

5. Manfaat Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini dapat memberikan wawasan dan pengetahuan kepada masyarakat mengenai kualitas dan kadar pencemaran di danau Unhas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Danau

1. Definisi Danau

Danau merupakan salah satu ekosistem akuatik tawar yang dikelilingi oleh daratan dan dapat terbentuk secara alami. Air yang terkandung didalam danau dapat bersumber dari air hujan, mencairnya glester, aliran sungai, dan adanya mata air (Harmoko and Krisnawati, 2018). Danau juga dapat diartikan sebagai perairan yang tergenang berbentuk cekungan berisi air yang dikelilingi oleh daratan baik secara alami maupun secara buatan. Adapun sumber daya air danau sebagai air tawar dapat berupa air tanah dan air permukaan (Mokodompit, Umboh and Pinontoan, 2020).

2. Karakteristik Danau

Danau merupakan salah satu bentuk ekosistem air tawar yang ada di permukaan bumi dan berupa cekungan. Danau termasuk dalam tipe ekosistem lentik (tergenang) dengan kedalaman yang bervariasi sehingga membentuk stratifikasi secara vertikal akibat adanya perbedaan suhu, nutrien dan intensitas cahaya. Danau dicirikan dengan arus yang sangat lambat sekitar 0,001-0,01m/detik atau tidak ada arus sama sekali, yang dapat bergerak ke segala arah, sehingga waktu tinggal air dapat berlangsung lama. Berdasarkan luas permukaan, danau dapat dibedakan menjadi empat kategori yaitu danau sangat besar(>10.000

Km²), besar(100-10.000Km²),sedang (1-10.000Km²),dan kecil 0,1-1Km²) (Kusumastuti, Widyorini and Jati, 2020).

3. Jenis Danau

Berdasarkan proses terjadinya danau dapat dikelompokkan menjadi dua yaitu danau alami dan danau buatan. Danau alami merupakan danau yang terbentuk secara alamiah seperti akibat terjadinya bencana alam, sedangkan danau buatan adalah danau yang dibentuk dengan sengaja dengan tujuan tertentu misalnya membuat bendungan pada daerah dataran rendah. Berdasarkan proses terbentuknya maka jenis danau dapat dibedakan sebagai berikut (Atmoko and Ridarti, 2021) :

1. Danau Tektonik, terbentuk akibat adanya gerakan tektonik atau bergesernya lapisan kulit bumi, sehingga menimbulkan cekungan di permukaan kulit bumi. Kemudian cekungan tersebut terisi oleh air, contohnya Danau Tempe.
2. Danau Vulkanik, terbentuk akibat terjadinya bencana alam letusan gunung merapi yang membentuk kawah yang luas di puncaknya, contohnya Danau Gunung Kelud.
3. Danau Tektovulkanik, terbentuk akibat perpaduan tenaga vulkanik dan tektonik, contohnya Danau Toba.
4. Danau Kerst, terbentuk akibat adanya pelarutan batu kapur sehingga membuat cekungan. Jenis danau Kerst banyak di daerah Gunungkidul Yogyakarta.

5. Danau Glasial, terbentuk akibat proses erosi glasial atau erosi yang terjadi pada gletser hingga membentuk cekungan. Jenis danau ini banyak di jumpai pada daerah kutb, contohnya Danau *Michigan* di Amerika Serikat.
6. Danau Buatan, terbentuk akibat unsur kesengajaan dengan adanya tujuan tertentu seperti kepentingan irigasi atau PLTA. Danau buatan juga sering disebut sebagai waduk atau bendungan, contohnya Waduk Jatiluhur di Jawa Barat.

4. **Fungsi dan Manfaat Danau**

Danau pada dasarnya mempunyai dua fungsi utama yaitu, fungsi ekologi dan fungsi sosial-ekonomi-budaya. Fungsi ekologi danau dimanfaatkan sebagai habitat kehidupan organisme atau biota air (keanekaragaman hayati) seperti jenis-jenis ikan endemik dan sumber pakan hewan liar. Sedangkan fungsi sosial-ekonomi-budaya dimanfaatkan sebagai lokasi pariwisata. Pencemaran danau terus mengalami peningkatan yang menyebabkan penurunan fungsi dan manfaat danau akibat beragamnya sumber pencemaran yang masuk ke badan air danau (Azwarman, 2020).

5. **Sumber dan Dampak Pencemaran Danau**

Zat atau bahan yang dapat mengakibatkan pencemaran disebut polutan. Syarat suatu zat dapat disebut polutan apabila keberadaannya dapat menyebabkan kerugian terhadap makhluk hidup disekitarnya. Ditinjau dari asal polutan dan sumber pencemarannya, pencemaran

terhadap air dapat dibedakan antara lain 1) limbah industri, 2) limbah rumah tangga, 3) penangkapan ikan dengan menggunakan racun. Akibat yang dapat disebabkan oleh terjadinya pencemaran air antara lain, terganggunga kehidupan biota air, terjadinya peningkatan populasi ganggang dan tumbuhan air (eutrofikasi), dan pendangkalan dasar perairan (Prasetia and Auldry, 2021).

B. Tinjauan Umum tentang Analisis Kualitas Air

Analisis kualitas air merupakan suatu kajian terhadap pengukuran kondisi air yang dapat dilihat dari karakteristik parameter fisik, kimiawi maupun biologis. kualitas air dapat menunjukkan ukuran kondisi air relatif terhadap kebutuhan biota air maupun manusia. Kualitas air juga sering kali menjadi ukuran suatu standardisasi terhadap kondisi kesehatan ekosistem air dan kesehatan manusia. Kualitas air ini sangat dipengaruhi oleh kondisi ekologi seperti, adanya kegiatan industri dan domestik setempat yang dapat menjadi penyebab utama terjadinya perubahan kualitas air (Ikhtiar, 2017).

Perubahan pada kualitas air dapat menyebabkan terjadinya degradasi yaitu, penurunan kualitas dan kuantitas air, yang disebabkan oleh adanya pencemaran zat atau bahan berbahaya ke dalam badan air. Perairan merupakan satu kesatuan suatu komponen fisika, kimia dan biologi dalam suatu media air pada wilayah tertentu. Ketiga komponen ini saling berhubungan, jika terjadi perubahan terhadap salah satu komponen maka akan berpengaruh terhadap komponen lainnya (Patimah and Suratman, 2020).

Kualitas air dapat dikatakan baik apabila sesuai dengan standar mutu air berdasarkan karakteristik fisik yaitu, kekeruhan, warna, suhu, kandungan zat padat, bau, dan rasa. Karakteristik kimia meliputi pH, Suhu senyawa kimia beracun seperti besi (Fe), raksa (Hg), seng (Zn), Barium (Ba), Fosfat (P), Kadmium (Cd) dan mangan (Mn). Karakteristik biologi yaitu meliputi unsur mikrobiologi yang membahayakan seperti *coli* dan total *coliforms* (Wicaksono *et al.*, 2019). Dampak dari penurunan kualitas mutu air dapat menyebabkan terjadinya penurunan fungsi badan air yang berakibat pada penurunan kualitas dan kuantitas, daya guna, hasil guna, produktivitas, daya dukung dan daya tampung dari sumber daya air yang juga berhubungan dengan penurunan sumberdaya alam serta dampak kesehatan terhadap makhluk hidup (Patimah and Suratman, 2020).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, Klasifikasi mutu air yang ditetapkan menjadi 4 kelas, yaitu:

1. Kelas satu, air yang peruntukannya dapat digunakan sebagai sumber air baku dan air minum serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sesuai dengan kegunaannya.
2. Kelas dua, air yang peruntukannya digunakan sebagai sarana/prasarana air rekreasi, peternakan, air yang mengairi tanaman, pembudidayaan ikan tawar, serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sesuai dengan kegunaannya.

3. Kelas tiga, air yang peruntukannya digunakan untuk pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air yang mengairi tanaman, serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sesuai dengan kegunaannya.
4. Kelas empat, air yang peruntukannya digunakan untuk mengairi tanaman serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sesuai dengan kegunaannya.

Penentuan status mutu air menggunakan metode Storet dan Indeks Pencemaran sesuai dengan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 115 Tahun 2003. Secara prinsip metode Storet dilakukan dengan membandingkan antara data kualitas air dan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya untuk menentukan status mutu air. Jika hasil pengukuran \leq baku mutu maka diberi skor 0 karena memenuhi baku mutu. Sedangkan hasil pengukuran \geq baku mutu menunjukkan kualitas air tidak memenuhi baku mutu. Penentuan status mutu air menggunakan sistem dari US-EPA (*Environmental Protection Agency*) dengan mengklasifikasikan mutu air dalam empat kelas, yaitu sistem nilai dari *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) yang termuat dalam PerMen LH No. 115 Tahun 2003 dengan klasifikasi sebagai berikut, (Muhtadi *et al.*, 2017).

1. Skor 0 : memenuhi baku mutu
2. Skor -1 s/d -10 : tercemar ringan
3. Skor -11 s/d -30 : tercemar sedang
4. Skor \leq -31 : tercemar berat

Tabel 2.1 Sistem Nilai Untuk Menentukan Status Mutu Air

Sampel*	Nilai	Peramater		
		Fisika	Kimia	Biologi
< 10	Maksimum	-1	-2	-3
	Minimum	-1	-2	-3
	Rata-rata	-3	-6	-9
≥ 10	Maksimum	-2	-4	-6
	Minimum	-2	-4	-6
	Rata-rata	-6	-12	-18

Sumber: KepMen LH No. 115 Tahun 2003

*Jumlah parameter yang digunakan untuk penentuan status mutu air

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, kadar zat kimia pada air menjadi salah satu indikator untuk menentukan mutu air. Kualitas air dapat dinilai dari jumlah kadar zat kimia yang terkandung didalam suatu badan perairan. Keberadaan kandungan pencemaran zat kimia pada air dapat dijadikan sebagai penentu apakah air tersebut layak digunakan untuk keperluan tertentu seperti untuk air minum, air bersih, perikanan, peternakan, pertanian, dan lain-lain (Pemerintah, 2021).

C. Tinjauan Umum tentang Beban Pencemaran

Beban pencemaran adalah jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air atau air limbah. Beban pencemaran air akan terus mengalami peningkatan dari berbagai sumber seiring dengan bertambahnya jumlah penduduk dan kegiatan lainnya, sehingga perlu menentukan alokasi jumlah beban pencemaran yang masuk kedalam perairan dengan memperhatikan kondisi sosial ekonomi dan konservasi sumber daya air jangka panjang. (Menteri Negara Lingkungan Hidup, 2009).

Perhitungan beban pencemar yang dilakukan berupa beban pencemar maksimum (BPM) dan beban pencemaran aktual (BPA). Beban pencemar aktual tidak boleh melebihi beban pencemar maksimum yang terhitung. Perhitungan tersebut dapat dilakukan setelah mendapatkan data debit, data kelas air, dan data kualitas air. Beban pencemar maksimum adalah beban pencemar yang diperbolehkan di suatu Danau berdasarkan peruntukannya. Perhitungan ini dimaksudkan untuk mengetahui kondisi awal Danau tanpa adanya masukan sumber pencemar, dengan rumus perhitungan sebagai berikut (Siregar, 2019) :

$$\mathbf{BPM = Q \times C_{BM}}$$

Keterangan:

BPM : Beban pencemar maksimum (kg/hari)

Q : Debit terukur (m^3 /detik)

C_{BM} : Konsentrasi (Standar baku berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kelas III) (mg/Liter).

Beban pencemar aktual adalah beban pencemar yang dihasilkan di suatu Danau pada saat kondisi eksisting, rumus yang digunakan dalam menghitung beban pencemar aktual adalah :

$$\mathbf{BPA = Q \times C_M}$$

Keterangan:

BPA : Beban Pencemaran aktual (kg/hari)

Q : Debit Air (m^3 /s)

C_M : Konsentrasi terukur (mg/L)

D. Tinjauan Umum tentang Parameter Kimia

1. Seng (Zn)

Logam Zn (Seng) berwarna putih kebiruan, berkilau dan tergolong sebagai mineral mikronutrien atau esensial, yang artinya logam ini dibutuhkan sebagai nutrien yang oleh organisme, dalam kadar yang relatif lebih sedikit dibawah nilai ambang batas yang telah ditentukan. Jika kadar Zn tinggi maka akan membahayakan organisme dan bersifat toksik. Logam Zn dapat membahayakan apabila masuk ke dalam sistem metabolisme makhluk hidup dalam jumlah yang melebihi ambang batas (Muntaha, 2018).

Logam berat merupakan pencemaran yang tidak dapat terurai dan dapat terakumulasi dalam lingkungan sedimen dan organisme. Konsentrasi yang tinggi dapat mempengaruhi kehidupan organisme dan mengancam kesehatan manusia melalui rantai makanan (Pratama, Maslukah and Atmodjo, 2021). Masuknya logam berat Zn ke dalam sistem metabolisme manusia dan hewan dapat terjadi secara langsung atau tidak langsung. Masuknya logam Zn ke dalam dapat menyebabkan gangguan metabolisme atau menekan absorpsi Cu dan Fe, gejala *teratoma*, *seminoma* serta *choriopatheliome* (Muntaha, 2018)

Sumber cemaran logam Zn dapat berasal dari aktivitas manusia yang menghasilkan limbah buangan berupa pencemar seperti buangan limbah rumah tangga yaitu penggunaan Shampo, detergen, limbah pertanian yang memandung pestisida dan korosi dari pipa air. Standar

baku mutu air kelas III menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk logam berat Zn yaitu 0,05 mg/L (Jusuf, Roni and Rahayu, 2021).

2. **Kadmium (Cd)**

Logam Kadmium (Cd) salah satu logam berat yang berada dalam sistem tabel periodik kimia dengan nomor atom 48 dan masa atom 112,41. Logam kadmium berwarna putih keperakan, lunak dan berikatan dengan ion lain. Logam kadmium yang mengkontaminasi lingkungan, air serta makanan yang dapat bersifat toksik pada lingkungan maupun kesehatan makhluk hidup (Sofiana *et al.*, 2019).

Kadmium merupakan logam berat non esensial yang bersifat sangat toksik. Akumulasi kadar kadmium didalam tubuh organisme termasuk makhluk hidup dapat mengakibatkan keracunan dan dalam jangka waktu panjang dapat menimbulkan masalah kesehatan terhadap sistem pencernaan, pembuluh darah, hati dan ginjal. Kadar maksimum kadmium yang diperbolehkan di perairan adalah sebesar 0,01 mg/L berdasarkan Peraturan Pemerintah No.82 Tahun 2001 Tentang Kualitas Air (Wardani, Ridlo and Supriyantini, 2018), serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

Endapan logam kadmium dalam sedimen dapat diambil oleh alga sebagai *Phytoplankton* dan kemudian akan menjadi sumber makanan bagi berbagai spesies ikan (Husamah and Abdulkadir Rahardjanto, 2019). Pada ikan kadmium dapat terkumulasi dalam organ dan dapat mengganggu sistem organ sehingga menyebabkan kelainan fisiologis dan morfologi (Rahadian and Riani, 2018). Kandungan kadmium yang tidak terurai dapat terakumulasi dalam lingkungan sedimen, menyebabkan pendangkalan dasar perairan, dan terjadinya peningkatan populasi tumbuhan air (eutrofikasi) (Khairuddin, Yamin and Kusmiyati, 2022).

Sumber pencemaran logam kadmium dapat berasal dari aktivitas industri, buangan limbah rumah tangga dan domestik, bahan bakar minyak, perwarnaan cat, PVC/pelastik, buangan alat-alat elektronik rumah tangga, serta korosi pipa – pipa air yang mengandung kadmium (Masriadi, Patang and Ernawati, 2019) (Wardani, Ridlo and Supriyantini, 2018).

3. **Sulfat (SO₄)**

Salah satu ion yang dapat diketahui kandungannya didalam perairan adalah ion sulfat. Ion sulfat merupakan ion padatan dengan rumus empiris SO₄ dengan masa molekul 96.09 satuan massa atom. Sulfat terdiri dari atom pusat sulfur yang dikelilingi oleh empat atom oksigen dengan susunan tetrahidron ion sulfat bermuatan dua negatif (Erviana *et al.*, 2019)

Berdasarkan baku mutu air Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, untuk kadar Sulfat yaitu sebesar 400 mg/L, sedangkan menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk kadar Sulfat yaitu sebesar 300 mg/L.

Sumber pencemaran kontaminan sulfat dapat berasal dari limbah industri kertas, industri *detergent*, industri makanan serta pertambangan. Namun, yang paling banyak menyumbang sulfat adalah industri *detergent*. Sulfat dapat menyebabkan kematian flora dan fauna, dapat memicu pertumbuhan eceng gondok dan gulma air karena dengan bertambahnya jumlah tanaman ini dapat menutupi permukaan air sehingga akan menghambat masuknya sinar matahari dan oksigen ke dalam air. Selain itu kandungan pencemaran sulfat yang berlebih juga dapat menimbulkan bau busuk dan korosi pada saluran air yang dihasilkan oleh perubahan sulfat menjadi hidrogen sulfida dalam keadaan anaerob. Selain memiliki berbahaya di perairan, jika konsentari sulfat didalam tubuh tinggi maka akan menimbulkan efek laksatif dan dehidrasi pada mahluk hidup (Khotimah, 2018).

4. **Barium (Ba)**

Barium merupakan logam berwarna abu-abu perak dengan lambang Ba dan nomor atom 56. Senyawa barium banyak digunakan industri minyak dan gas untuk membuat lumpur pengeboran yang

dimanfaatkan untuk membuat cat, batu, bata, ubin, kaca dan karet. Selain itu, senyawa barium juga dapat digunakan pada industri rumah sakit untuk melakukan tes medis/kesehatan dan untuk mengambil *x-ray* perut (fiwka, 2019).

Seperti sifat logam lainnya barium juga bersifat tahan urai. sifat tahan urai inilah yang menyebabkan logam barium semakin terakumulasi didalam perairan. Logam barium yang terdapat pada perairan dapat masuk ke dalam tubuh manusia secara langsung maupun tidak langsung. Logam barium di perairan dapat masuk secara langsung ke dalam tubuh manusia apabila meminum air yang mengandung logam barium, sedangkan secara tidak langsung apabila memakan bahan makanan yang berasal dari perairan yang mengandung logam barium seperti ikan (Tompodung, 2014).

Senyawa barium biasanya tetap berada dipermukaan tanah pada suatu perairan atau didalam sedimen tanah air. Ketika ikan dan organisme air lainnya menyerap senyawa barium, barium akan terakumulasi didalam tubuh mereka (Ferdin, 2021). Dampak Logam barium pada manusia dalam konsentrasi tinggi dapat menyebabkan kelumpuhan dan kematian, sedangkan dalam konsentrasi kecil menyebabkan kesulitan bernafas, tekanan darah meningkat, perubahan detak jantung, iritasi lambung, kelemahan otot, pembengkakan hati dan ginjal, gangguan syaraf dan kerusakan jantung (Susanto *et al.*, 2021).

Berdasarkan baku mutu air Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, serta Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup untuk kadar Barium yaitu sebesar 1 mg/L.

5. **Klorida (Cl⁻)**

Klorida (Cl⁻) termasuk unsur golongan halogen (Golongan VII), pada suhu -34⁰c Klorida berbentuk cair dan pada suhu -103⁰c berbentuk padatan kristal kekuningan dan memiliki bau yang menyengat. Klorida umumnya terikat dengan senyawa lain yang membentuk garam natrium klorida (NaCl) atau ion klorida. Klorida merupakan salah satu bahan anorganik yang sering digunakan pada kegiatan produksi diberbagai sektor industri. Limbah yang mengandung Klorida dapat mengakibatkan pencemaran perairan dan ekosistem air apabila dibuang secara langsung ke badan air. Residu Klorida dengan konsentrasi yang lebih tinggi dapat menghasilkan senyawa Trihalomethans (THMs) dalam jumlah besar yang memiliki efek berbahaya bagi makhluk hidup dan lingkungan (Gumelar, 2020)

Bentuk limbah Klorida dapat berupa padat, cair dan gas yang dapat mencemari lingkungan. Limbah Klorida dapat dihasilkan dari industri kimia yang menggunakan Klorida seperti industri plastik, pelarut, semen, pulp, dan kertas, pestisida, logam metal serta

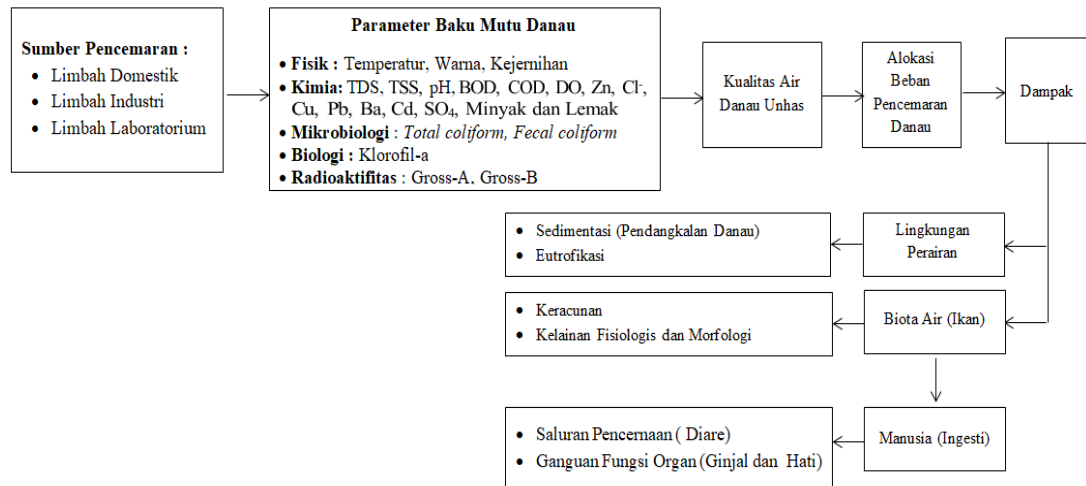
membangkit listrik. limbah yang mengandung Klorida juga dapat dihasilkan oleh aktifitas manusia (*Municipal wase*) dan limbah rumah sakit. Pencemaran Klorida dapat berdampak pada lingkungan dan juga kesehatan masyarakat (Hayat, 2020).

Dampak yang dapat ditimbulkan klorida pada lingkungan yaitu pengkaratan atau dekomposisi pada logam karena sifatnya korosif sehingga dapat menyebabkan kerusakan ekosistem pada perairan terbuka atau eutrofikasi. Pada konsentrasi yang tinggi, apabila klorida berikatan dengan Natrium (Na), Calsium (Ca) dan Magnesium (Mg) dalam air dapat menimbulkan rasa asin (Lindasari, S., Rudiyanasyah., Utomo, 2017).

Klorida dapat masuk ke dalam tubuh melalui kontak langsung melalui kulit bersifat iritan seperti iritasi kulit dan mata. Klorida melalui oral mengakibatkan iritasi saluran gastrointestinal. Klorida juga dapat masuk melalui inhalasi yang menyebabkan iritasi pada saluran pernapasan. Berdasarkan baku mutu air untuk Klorida sebesar 300 mg/L menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup (Hayat, 2020).

E. Kerangka Teori

Berikut ini adalah kerangka teori yang menjadi acuan dalam penelitian ini :



Gambar 2.1 Kerangka Teori

Sumber : (Susanto et al., 2021); (Lestari et al., 2020); (Haryanti and Martuti, 2020); (PP No. 22 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, 2021)

BAB III

KERANGKA KONSEP

A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian

Danau Unhas merupakan salah satu danau yang diduga telah mengalami pencemaran. Hal ini dikarenakan, kondisi air danau Unhas yang berbau, keruh, serta ditumbuhi eceng gondok. Danau Unhas yang bersifat multifungsi seringkali dimanfaatkan sebagai tempat budidaya ikan dan eko wisata. Kualitas air Danau yang tidak sesuai dengan standar baku mutu akibat adanya kandungan pencemar dapat berdampak negatif bagi biota air dan kesehatan manusia. Salah satu faktor yang dapat mempengaruhi Indeks Kualiras Air (IKA) adalah parameter kimia yaitu Seng (Zn), Kadmium (Cd), Sulfat (SO₄), Barium (Ba) dan Clorida (Cl⁻).

Logam seng (Zn) merupakan pencemaran yang tidak dapat terurai dan dapat terakumulasi dalam lingkungan sedimen dan organisme. Pada konsentrasi yang tinggi dapat mempengaruhi kehidupan organisme dan mengancam kesehatan manusia melalui rantai makana. Sumber cemaran logam Zn dapat berasal limbah rumah tangga yaitu penggunaan Shampo, detergen, pestisida dan korosi dari pipa air.

Kadar Kadmium (Cd) merupakan logam berat non esensial yang bersifat sangat toksik. Akumulasi kadar kadmium didalam tubuh organisme termasuk makhluk hidup dapat mengakibatkan keracunan dan dalam jangka waktu panjang dapat menimbulkan masalah kesehatan terhadap sistem pencernaan, pembuluh darah, hati dan ginjal. Sumber pencemaran

logam kadmium dapat berasal dari aktivitas industri, buangan limbah rumah tangga dan domestik, bahan bakar minyak, perwarnaan cat, PVC/pelastik, buangan alat-alat elektronik rumah tangga, serta korosi pipa – pipa air yang mengandung kadmium.

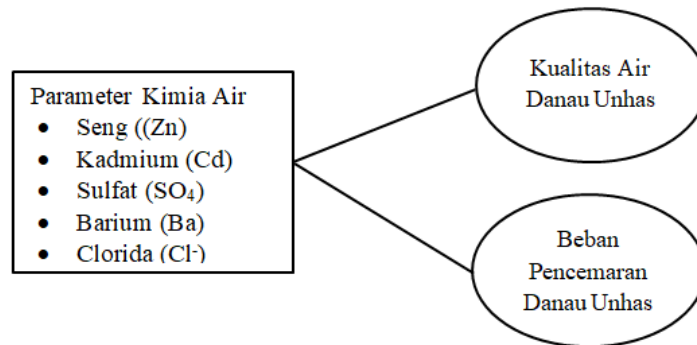
Kandungan pencemaran Sulfat (SO_4), yang berlebih juga dapat menimbulkan bau busuk, menyebabkan kematian flora dan fauna, dapat memicu pertumbuhan eceng gondok dan gulma air. Apabila konsentrasi sulfat didalam tubuh tinggi maka, akan menimbulkan efek laksatif dan dehidrasi pada mahluk hidup. Sumber pencemaran kontaminan sulfat dapat berasal dari limbah industri kertas, industri detergent, industri makanan serta pertambangan.

Logam Barium (Ba) bersifat tahan urai dan dapat terakumulasi dalam lingkungan sedimen dan organisme. Logam barium di perairan dapat masuk secara langsung ke dalam tubuh manusia apabila mengkonsumsi air yang mengandung logam barium, sedangkan secara tidak melalui rantai seperti ikan. Sumber pencemaran kontaminan barium dapat berasal dari cat, karet, minyak dan gas.


Residu Klorida (Cl^-) dengan konsentrasi yang lebih tinggi dapat menghasilkan senyawa Trihalomethans (THMs), yaitu senyawa yang dapat menyebabkan kanker yang terbentuk sebagai hasil samping proses khlorinasi. Pencemaran klorida dapat berasal dari pelastik, pelarut, semen, pulp, dan kertas, dan pestisida serta membangkit listrik. limbah yang mengandung Klorida juga dapat dihasilkan oleh aktifitas manusia.


B. Kerangka Konsep Penelitian

Berikut ini adalah kerangka konsep yang menjadi acuan dalam penelitian ini :



Keterangan:

 : Variabel Independen

 : Variabel Dependen

Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

Sumber: PermenLH No. 28 tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau dan/atau Waduk, 2009; PP No. 22 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup, 2021

C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

Mendefinisikan variabel penelitian untuk memudahkan peneliti menggunakan instrument penelitian:

Tabel 3.1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif

No.	Variabel Penelitian	Definisi Operasional	Kriteria Objektif	Cara Ukur	Alat Ukur	Skala Pengukuran
1.	Status Baku Mutu Air	Status mutu air yang dimaksud dalam penelitian ini adalah tingkat kondisi air Danau yang menunjukkan kondisi tercemar atau baik saat pemeriksaan dengan membandingkan baku mutu air yang ditetapkan	<ul style="list-style-type: none"> - Kelas A (Skor 0): Memenuhi baku mutu - Kelas B (Skor -1 s/d -10) : Tercemar ringan - Kelas C (Skor -11 s/d -30) : Tercemar sedang - Kelas D (Skor \geq 31) : Tercemar berat 	Menggunakan metode <i>Storet</i>	-	Ordinal
2.	Beban pencemaran	Beban pencemaran yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu jumlah suatu unsur pencemar Seng (Zn), Kadmium (Cd), Sulfat (SO ₄), Barum (Ba) dan Clorida (Cl ⁻) yang terkandung dalam air	<ul style="list-style-type: none"> - Beban pencemar aktual melebihi beban pencemaran maksimal - Beban pencemar aktual tidak melebihi beban pencemaran maksimal 	Rumus beban pencemar maksimum adalah: <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $\mathbf{BPM = Q \times C_{BM}}$ </div> Keterangan: BPM : Beban pencemar maksimum (kg/hari)	-	Nominal

				<p>Q : Debit terukur (m^3 /detik) C_M : Konsentrasi (Standar baku berdasarkan PP RI No. 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup Kelas III) (mg/Liter).</p> <p>Rumus beban pencemar aktual adalah :</p> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content; margin: 10px auto;"> $BPA = Q \times C_M$ </div> <p>Keterangan: BPA : Beban Pencemaran aktual (kg/hari) Q : Debit Air (m^3/s) C_M : Konsentrasi terukur (mg/L)</p>		
3.	Seng (Zn)	Seng (Zn) yang dimaksud dalam penelitian ini adalah konsentrasi Seng (Zn) terukur (mg/L) pada air danau Unhas	<p>a. Memenuhi syarat apabila kadar Seng $\leq 0,05$ mg/L b. Tidak memenuhi syarat apabila kadar Seng $> 0,05$ mg/L</p>	Menggunakan metode Spektrofotometer serapan Atom (SSA) Nyala berdasarkan SNI 60-6989.7:2009	<i>Spektrofotometer</i>	Nominal