

SKRIPSI

**ANALISIS KUALITAS AIR dan BEBAN PENCEMARAN
di DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN di TINJAU
DARI PARAMETER FISIK DAN KIMIA
TAHUN 2022**

**ANGEL DWI GUSTI LINTING
K011181361**



*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 AIR dan BEBAN PENCEMARAN
di DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN di TINJAU
DARI PARAMETER FISIK DAN KIMIA
TAHUN 2022**

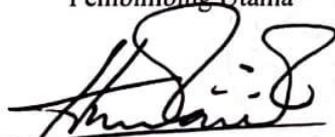
Disusun dan diajukan oleh

**ANGEL DWI GUSTI LINTING
K011181361**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelaksanaan 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



Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes
NIP. 19661012 1993031002

Pembimbing Pendamping



Basir, SKM., M.Sc
NIP. 199405072021073001

Ketua Program Studi,



Dr. Suriah, 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



(.....)

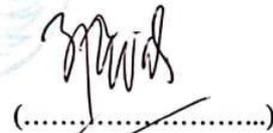
Sekretaris : Basir, SKM., M.Sc



(.....)

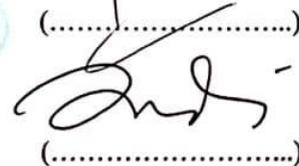
Anggota :

1. Dr. Erniwati Ibrahim, SKM., M.Kes



(.....)

2. Awaluddin, SKM., M.Kes



(.....)

SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Angel Dwi Gusti Linting

Nim : K011181361

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

No.Hp : 081244204776

E-mail : angellinting06@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi “**ANALISIS KUALITAS AIR dan BEBAN PENCEMARAN di DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN di TINJAU DARI PARAMETER FISIK DAN KIMIA TAHUN 2022**” 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, 05 Juli 2022
Yang membuat pernyataan



Angel Dwi Gusti Linting

RINGKASAN

Universitas Hasanuddin
Fakultas Kesehatan Masyarakat
Kesehatan Lingkungan

Angel Dwi Gusti Linting

**“Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran di Danau Universitas Hasanuddin di Tinjau Dari Parameter Fisik dan Kimia Tahun 2022”
(xii + 111 Halaman, 34 Tabel, 9 Gambar, 13 Lampiran)**

Kualitas pada air danau sangat penting dalam pengelolaan danau yang berkelanjutan dan kualitas air yang baik memiliki peran penting dalam mendukung keberlangsungan hidup biota air. Kualitas air danau Unhas dapat diketahui dengan melakukan pengujian seperti parameter fisika dan kimia, hasil pengujian tersebut digunakan sebagai data untuk menghitung beban pencemar. Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2018 terdapat 400 desa/kelurahan di provinsi Sulawesi Selatan yang mengalami pencemaran air.

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

Hasil pengukuran kualitas air Danau Universitas Hasanuddin, berdasarkan lima titik sampling pada waktu pagi dan sore hari dengan parameter uji yaitu, TSS, Pb, Cd, Cr-VI, Co dan F⁻ diperoleh hasil bahwa seluruh parameter uji memenuhi standar baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021. Penentuan status mutu air menggunakan metode STORET tergolong dalam kategori baik yaitu memenuhi standar baku mutu atau tidak tercemar. Adapun beban pencemaran aktual (BPA) tidak melebihi beban pencemar maksimum (BPM) yang terhitung pada Danau Universitas Hasanuddin.

Perlunya dilakukan pemantauan secara berkala agar kualitas air danau Unhas tetap memenuhi standar baku mutu yang ditetapkan. Hal tersebut sesuai dengan Permen LH No 1 Tahun 2010 yaitu pemantauan kualitas air pada sumber air dilakukan paling sedikit 1 kali setiap 6 bulan. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan pengambilan sampel yang berdasarkan bulan, tahun ataupun musim untuk mengetahui perubahan kualitas air yang terjadi pada Danau Unhas.

Kata Kunci : Kualitas Air, Beban Pencemaran, Danau

Daftar Pustaka : 69 (2001-2022)

SUMMARY

*Hasanuddin University
Faculty of Public Health
Environmental Health*

Angel Dwi Gusti Linting

***“Analysis of Water Quality and Pollution Load in Lake Hasanuddin University in Review of Physical and Chemical Parameters in 2022”
(xii + 111 Pages, 34 Tables, 9 Figures, 13 Appendices)***

The quality of lake water is very important in sustainable lake management and good water quality has an important role in supporting the survival of aquatic biota. The water quality of Unhas lake can be known by conducting tests such as physical and chemical parameters, the results of these tests are used as data to calculate the pollutant load. Based on data from the Indonesian Central Statistics Agency, in 2018 there were 400 villages/kelurahan in South Sulawesi province that experienced water pollution.

The type of research used is analytic observational, the determination of the sampling location used is purposive sampling by taking into account the inclusion criteria that have been determined. The sample in this study was taken from 5 points, namely point 1 (outlet), point 2 (inlet 1), point 3 (inlet 2), point 4 (outlet) and point 5 (inlet 3). Sampling is done by grab sample. The data processing and analysis were carried out by descriptive statistics and the data were presented in the form of tables and narratives.

The results of measuring the water quality of Hasanuddin University Lake, based on five sampling points in the morning and evening with test parameters, namely, TSS, Pb, Cd, Cr-VI, Co and F-, the results show that all test parameters meet quality standards based on Government Regulations. Republic of Indonesia No. 22 of 2021. Determination of water quality status using the STORET method is in the good category, namely meeting quality standards or not being polluted. The actual pollution load (BPA) does not exceed the maximum pollutant load (BPM) calculated at Hasanuddin University Lake.

It is necessary to carry out regular monitoring so that the water quality of the Unhas lake still meets the quality standards set. This is in accordance with the Minister of Environment Regulation No. 1 of 2010 which states that water quality monitoring at water sources is carried out at least once every 6 months. Further research is needed with sampling based on month, year or season to determine changes in water quality that occur in Unhas Lake.

Keywords : Water Quality, Pollution Load, Lake

Bibliography : 69 (2001-2022)

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) yang berjudul **“Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran di Danau Universitas Hasanuddin di Tinjau dari Parameter Fisik dan Kimia Tahun 2022”**. 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. Erniwati 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 Basir SKM.,M.Sc selaku pembimbing II yang telah meluangkan waktu dalam membimbing serta mengarahkan penulis demi kelancaran dan terselesaikannya skripsi ini.

5. Ibu Erniwati Ibrahim S.KM., Kes selaku penguji dari Departemen Kesehatan Lingkungan dan Bapak Awaluddin, S.KM, M.Kes selaku penguji dari Departemen Keselamatan dan Kesehatan Kerja yang telah memberikan saran dan kritik serta arahan perbaikan dalam penyelesaian skripsi ini.
6. Bapak Dr. H. Muhammad Alwy Arifin, M.Kes selaku pembimbing akademik yang telah memberikan nasehat, motivasi, serta dukungan selama mengenyam pendidikan dunia perkuliahan di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin.
7. Kepada Kedua Orang Tua yang senantiasa mendoakan, mendampingi, memberi motivasi dan semangat, serta memberi dukungan baik secara moral maupun material.
8. Kepada Sobat Danau (Heztiya, Musdalifah, Eni, Miftah dan Risqal) yang senantiasa membantu dalam proses penelitian ini.
9. Kepada Mabestiee Intan Parumbuan Rombeallo dan Agustin Palide yang senantiasa mendoakan, memberi semangat dan dukungan.
10. Kepada Sisterhood (Meylisyah, Devy, Gaby, Biya dan Uci) yang senantiasa memberikan dukungan.

Makassar, 20 Mei 2022

Penulis

DAFTAR ISI

SAMPUL	
LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
RINGKASAN.....	v
SUMMARY	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
DAFTAR ISI.....	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
DAFTAR SINGKATAN	xv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian	7
D. Manfaat Penelitian	7
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	9
A. Tinjauan Umum tentang Air Danau.....	10
B. Tinjauan Umum tentang Kualitas Air	10
C. Tinjauan Umum tentang Beban Pencemaran	13
D. Tinjauan Umum tentang Parameter yang Diteliti	17
1. Parameter Fisik.....	17
a. TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	17
2. Parameter kimia	19
a. Timbal (Pb).....	19
b. Kadmium (Cd)	20
c. Kromium Heksavalen (Cr-VI).....	22
d. Kobalt (Co).....	23
e. Fluorida (F).....	23
E. Kerangka Teori	27

BAB III KERANGKA KONSEP	27
A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian	28
B. Kerangka Konsep Penelitian	31
C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif	32
BAB IV METODE PENELITIAN	35
A. Jenis Penelitian	35
B. Waktu dan Tempat Penelitian	35
C. Populasi dan Sampel Penelitian.....	37
D. Pengambilan Sampel.....	38
E. Mekanisme Pemeriksaan Laboratorium.....	40
F. Pengumpulan Data.....	57
G. Instrumen Penelitian	58
H. Pengolahan dan Analisis Data	59
I. Penyajian Data.....	59
BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN	60
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian.....	60
B. Hasil	64
C. Pembahasan	97
BAB VI PENUTUP	111
A. Kesimpulan.....	111
B. Saran.....	112

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Sistem Nilai unntuk Menentukan Status Mutu Air	12
Tabel 3.1 Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	32
Tabel 5.1 Hasil Pengukuran Kualitas Air Danau Unhas.....	64
Tabel 5.2 Hasil Uji TSS Air Danau Unhas	65
Tabel 5.3 Hasil Uji Timbal Air Danau Unhas	66
Tabel 5.4 Hasil Uji Kadmium Air Danau Unhas.....	66
Tabel 5.5 Hasil Uji Kromium Heksavalen Air Danau Unhas	67
Tabel 5.6 Hasil Uji Kobalt Air Danau Unhas	68
Tabel 5.7 Hasil Uji Fluorida Air Danau Unhas	68
Tabel 5.8 Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 1 (Outlet)	70
Tabel 5.9 Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 2 (Inlet 1).....	70
Tabel 5.10 Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 3 (Inlet 2).....	71
Tabel 5.11 Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 4 (Outlet)	71
Tabel 5.12 Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 5 (Inlet 3).....	72
Tabel 5.13 Hasil Status Mutu Air/Titik Sampling.....	73
Tabel 5.14 Hasil Perhitungan Debit Air.....	74
Tabel 5.15 Beban Pencemar Maksimum TSS	75
Tabel 5.16 Beban Pencemar Aktual TSS.....	77
Tabel 5.17 Perbandingan BPA dan BPM TSS	77
Tabel 5.18 Beban Pencemar Maksimum Pb	79
Tabel 5.19 Beban Pencemar Aktual Pb	81
Tabel 5.20 Perbandingan BPA dan BPM Pb.....	81

Tabel 5.21 Beban Pencemar Maksimum Cd	83
Tabel 5.22 Beban Pencemar Aktual Cd	84
Tabel 5.23 Perbandingan BPA dan BPM Cd	85
Tabel 5.24 Beban Pencemar Maksimum Cr-VI	87
Tabel 5.25 Beban Pencemar Aktual Cr-VI	88
Tabel 5.26 Perbandingan BPA dan BPM Cr-VI	89
Tabel 5.27 Beban Pencemar Maksimum Co	91
Tabel 5.28 Beban Pencemar Aktual Co	92
Tabel 5.29 Perbandingan BPA dan BPM Co	93
Tabel 5.30 Beban Pencemar Maksimum F-	94
Tabel 5.31 Beban Pencemar Aktual F-	96
Tabel 5.32 Perbandingan BPA dan BPM F-	97

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Kerangka Teori.....	27
Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian	31
Gambar 4.1 Peta Lokasi Penelitian.....	36
Gambar 5.1 Peta Digitasi Danau Unhas.....	60
Gambar 5.2 Titik 1 (Outlet).....	61
Gambar 5.3 Titik 2 (Inlet 1)	61
Gambar 5.4 Titik 3 (Inlet 2)	62
Gambar 5.5 Tiitik 4 (Outlet).....	63
Gambar 5.6 Titik 5 (Inlet 3)	63

DAFTAR LAMPIRAN

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

DAFTAR SINGKATAN

LHK RI	= Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia)
DTA	= Daerah Tangkapan Air
PerMen LH	= Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup
DAS	= Daerah Aliran Sungai
PPKL	= Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan)
Unhas	= Universitas Hasanuddin
TSS	= <i>Total Suspended Solid</i>
Pb	= Timbal
Cd	= Kadmium
Cr-VI	= Kromium Heksavalen
Co	= Kobalt
F ⁻	= Fluorida
Hb	= Hemoglobin
Dkk	= dan kawan-kawan
STORET	= <i>Storage and Retrieval of Water Quality Data System</i>
US-EPA	= <i>United States Environmental Protection Agency</i>
BPM	= Beban Pencemar Maksimum
BPA	= Beban Pencemaran Aktual
Q	= Debit Terukur
C _{BM}	= Konsentrasi Baku Mutu
C _M	= Konsentrasi Terukur
Kromium (III)	= Kromium trivalent
NaF	= Natrium Fluorida
AgF	= Perak (I) Fluorida

KF	= Kalium Fluorida
CaF ₂	= Kalsium Fluorida
PbF ₂	= Timbal (II) Fluorida
IKA	= Indeks Kualitas Air
SSA	= <i>Spektrofotometri Serapan Atom</i>
SPADNS	= <i>(Sodium-2 (parasulfophe nylazo)-dihydroxy-3,6-napthalene disulfonate)</i>
BTKLPP	= Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit
LPPM	= Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
Ha	= Hektar
Puslitbang LH	= Pusat Penelitian dan Pengembangan Lingkungan Hidup
GPI	= Gedung Pertemuan Ilmiah
P2KP	= Pusat Pengembangan Kebijakan Pembangunan
LP2M	= Gedung bagian Program
GPA	= Gedung Pertemuan Alumni
GPS	= <i>Global Positionong System</i>
Nm	= Nanometer
CRM	= Bahan Acuan Bersertifikat
ICP	= <i>Inductively Coupled Plasma</i>

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Air merupakan komponen lingkungan hidup yang berperan penting dalam suatu keberlangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Air memiliki fungsi yang dapat digunakan pada pertanian, hortikultura, peternakan, perikanan, konsumsi rumah tangga, industri, generator energi dan rekreasi (Sukmawati, 2019). Air terbagi menjadi 2 jenis yaitu air tanah dan air permukaan. Air permukaan adalah air hujan yang mengalir di permukaan bumi dan terbagi menjadi 2 jenis yaitu air sungai dan air danau/waduk (Elvita, 2018).

Danau merupakan salah satu sumber daya alam yang strategis bagi pembangunan yang berperan terhadap keberlangsungan makhluk hidup (Hasim, 2018). Danau diartikan sebagai perairan yang tergenang berbentuk cekungan berisi air yang dikelilingi oleh daratan baik secara alami maupun secara buatan (Mokodompit, 2020). Air danau dikatakan baik apabila air tersebut dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya yang dimana kondisi air tidak terkontaminasi oleh material atau zat lain yang bersumber dari berbagai aktivitas manusia yang dapat menyebabkan kualitas air tidak dapat mendukung kehidupan biota air di dalam perairan (Santoso, 2018).

Kualitas air merupakan karakteristik mutu yang sangat dibutuhkan dalam pemanfaatannya sebagai sumber-sumber air (Sanjaya, 2018). Ketersediaan air semakin tidak seimbang seiring dengan meningkatnya

jumlah penduduk. Jumlah penduduk yang semakin meningkat pada luas lahan yang tidak berubah maka akan menyebabkan jumlah tekanan pada lingkungan tersebut semakin berat (Demus, 2019). Kementerian Lingkungan Hidup telah mengeluarkan Pedoman Pengelolaan Ekosistem Danau yang memuat parameter yang berpengaruh terhadap status ekosistem perairan danau mengenai penentuan status mutu air dan daya tampung beban pencemaran air danau sangat penting untuk dilakukan dalam menunjang pemanfaatannya (Muhtadi, 2017).

Berdasarkan data dari Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Republik Indonesia Tahun 2020 mengenai Pemeliharaan, pemulihan dan konservasi melalui revitalisasi danau diutamakan pada 15 danau prioritas nasional, antara lain danau Toba, danau Singkarak, danau Maninjau, danau Kerinci, Danau Rawa Pening, Danau Rawa, Danau Batur, Danau Sentarum, Danau Kaskade Mahakam (Semayang-Melintang-Jeumpang), Danau Tondano, Danau Limboto, Danau Poso, Danau Tempe, Danau Matano, dan Danau Sentani. Indeks Kualitas Air di Indonesia pada tahun 2019 termasuk dalam kategori kurang baik yakni 52.62%. Hasil pemantauan pada kualitas air permukaan dengan 537 titik pantau di 78 air permukaan, 34 provinsi mengungkapkan bahwa secara umum kualitas air di Indonesia termasuk kategori tinggi paparan beban pencemaran (Peraturan LHK RI 2020).

Berdasarkan data Direktorat bendungan dan danau tahun 2019 menyatakan bahwa jumlah danau di Indonesia sebanyak 932. Adapun jumlah danau yang tersebar ditiap pulauanya yaitu Jawa 811, Sulawesi 57, Sumatera

48, Maluku 5, Papua dan Balnusra 4 dan yang paling sedikit di pulau Kalimantan yaitu sebanyak 3 danau (Rakyat, 2020). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Indonesia pada tahun 2018 tentang banyaknya desa/kelurahan berdasarkan jenis pencemaran lingkungan hidup yakni terdapat 400 desa/kelurahan provinsi Sulawesi Selatan yang mengalami pencemaran air.

Beban pencemaran yang masuk kedalam perairan yang berasal dari berbagai sumber akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk dan kegiatan lainnya. Oleh sebab itu, jumlah beban pencemaran yang masuk ke perairan danau perlu untuk ditentukan alokasinya. Penentuan alokasi beban pencemaran air danau perlu kajian dengan memperhatikan kelestarian dan pemanfaatan air danau serta cara pengendaliannya pada beberapa sumber pencemar (Permen LH 2009).

Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan pada tahun 2019 beban pencemaran masing-masing DAS Jeneberang yaitu 2117,45 kg/hari yakni di Kota Makassar 701,45 kg/hari, Kab. Takalar 31,42 kg/hari, dan Kab. Gowa 1348,59 kg/hari. Adapun sumber pencemaran yang mempengaruhi DAS Jeneberang berasal dari sampah 10%, rumah tangga 28%, hotel 1%, rumah sakit 2%, industri 8%, peternakan 2% dan pertanian 49% (Direktorat Jenderal PPKL 2019).

Danau Universitas Hasanuddin (Unhas) merupakan salah satu perairan air tawar hasil buatan yang memiliki kandungan unsur biotik dan abiotik (Islaeni, 2015). Danau Unhas terletak sekitar 100 m dari pintu 1 kampus Unhas Kota Makassar yang memiliki luas 4,9525 Ha dan 1,2006 Ha (Data

Digitasi Danau Unhas). Pemanfaatan Danau Unhas dapat dilihat dalam bidang ekologis, ekonomi, pendidikan dan sebagainya. Adapun, sumber air Danau Unhas berasal dari lingkungan Universitas Hasanuddin, kegiatan laboratorium, kegiatan Rumah Sakit Universitas Hasanuddin, serta kegiatan masyarakat sekitar. Jadi secara alami air yang mengisi danau Universitas Hasanuddin banyak mengandung bahan pencemar limbah yang dapat mempengaruhi kualitas air (Lestari, 2020).

Pembangunan sarana dan prasana di kampus Unhas dalam beberapa tahun terakhir ini semakin meningkat seperti pembangunan hotel yang berpotensi meningkatkan pencemaran masuk ke dalam danau. Limbah yang dihasilkan dari pembangunan tersebut bermacam-macam seperti limbah padat dan limbah cair. Limbah tersebut secara alamiah mengandung banyak bahan pencemar yang sangat merugikan perairan maupun lingkungan. Selain itu, danau Unhas memiliki saluran air tetap yang berasal dari aktivitas masyarakat sekitar sehingga bahan buangan domestik dapat masuk ke danau yang memungkinkan terjadinya pencemaran, maka dari itu diperlukan pemeriksaan kualitas air danau.

Berdasarkan hasil observasi, danau Unhas terlihat keruh, berlumut, warna hijau, ditumbuhi banyak tanaman eceng gondok yang tentunya merusak keindahan pada danau tersebut. Kualitas air danau Unhas dapat diketahui dengan melakukan pengujian yang dinyatakan dengan beberapa parameter yaitu fisik dan kimia. Parameter fisik meliputi *Total Suspended*

Solid (TSS). Parameter kimia terdiri dari Timbal, Kadmium (Cd), Kromium Heksavalen (Cr-VI), Kobalt (Co) dan Fluorida (F⁻).

Parameter fisik berupa *Total Suspended Solid* (TSS) merupakan salah satu faktor penting yang dapat mempengaruhi kualitas air sehingga dapat menyebabkan perubahan secara fisik pada perairan. Perubahan secara fisik dapat dipengaruhi oleh penambahan bahan organik dan anorganik kedalam perairan sehingga kadar TSS mengalami peningkatan dan akan menyebabkan terjadinya peningkatan kekeruhan yang bisa menghambat proses penyerapan cahaya matahari pada perairan (Rinawati, 2016). Tingginya kadar TSS akan menghalangi cahaya matahari masuk kedalam perairan sehingga dapat mempengaruhi keadaan suhu pada perairan (Winnarsih, 2016). TSS yang mengalami peningkatan dapat secara langsung mempengaruhi biota perairan seperti ikan dan menghambat pertumbuhan fitoplankton (Rinawati, 2016). Maka dari itu perlu untuk dilakukan pemeriksaan *Total Suspended Solid* (TSS) yang menjadi sumber utama yang dapat mempengaruhi suatu keadaan pada perairan di danau Unhas.

Parameter kimia yang terdiri dari Timbal, Kadmium (Cd), Kromium Heksavalen (Cr-VI), Kobalt (Co) dan Fluorida (F⁻) sangat penting untuk dilakukan dalam pemantauan kualitas air. Danau Unhas seringkali 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, 2020).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hardiyanti T., dkk (2015) tentang analisis kuantitas dan kualitas air danau Universitas Hasanuddin (Unhas) diperoleh hasil pengukuran *Total Suspended Solid* (TSS) pada dua titik pengukuran masing-masing adalah 60 mg/l dan 90 mg/l (Hardiyanti, 2015). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Yaqin K., dkk (2018) kualitas air dan kandungan beberapa logam yang ada di Danau Unhas diperoleh hasil untuk kandungan Timbal (Pb) di lima titik lokasi hasil rata-rata 3,906, Kadmium (Cd) sebesar 0 mg/L, Kromium (Cr) di titik pertama sebesar 2.02 mg/l (Yaqin, 2018). Berdasarkan hasil uji parameter fisik dan kimia air Danau Unhas menunjukkan parameter yang memenuhi standar baku mutu kelas III sesuai Peraturan Pemerintah RI Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup yaitu TSS dan parameter yang tidak memenuhi standar baku mutu kelas III yaitu Pb dan Cr.

Pentingnya untuk melakukan pemantauan kualitas air danau agar dapat dimanfaatkan sesuai dengan peruntukkan air danau Unhas. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan **“Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran di Danau Unhas Berdasarkan Parameter TSS, Timbal, Kadmium, Kromium Heksavalen, Kobalt dan Fluorida”**.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang diatas, maka peneliti dapat merumuskan masalah sebagai berikut: “Apakah kualitas air Danau Unhas memenuhi standar baku mutu dan berapakah beban pencemaran di Danau Unhas?”

C. Tujuan Penelitian

1. Tujuan Umum

Untuk mengetahui kualitas air dan alokasi beban pencemaran pada air di Danau Universitas Hasanuddin melalui karakteristik fisik dan kimia.

2. Tujuan Khusus

- a. Untuk mengetahui kadar *Total Suspended Solid* (TSS), Timbal, Kadmium, Kromium Heksavalen, Kobalt, dan Fluorida pada tingkat kualitas air danau Unhas.
- b. Untuk mengetahui status mutu air danau Universitas Hasanuddin.
- c. Untuk mengetahui jumlah beban pencemaran *Total Suspended Solid* (TSS), Timbal, Kadmium, Kromium Heksavalen, Kobalt, dan Fluorida pada air Danau Unhas.

D. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Ilmiah

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi khususnya mengenai kualitas air dan beban pencemaran air.

2. Manfaat bagi Institusi

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi bagi instansi mengenai gambaran kualitas air dan beban pencemaran pada air danau Unhas dalam mengambil kebijakan untuk melakukan Langkah-langkah strategis penanggulangan pencemaran.

3. Manfaat Bagi Pemerintah

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

4. Manfaat Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan pembelajaran dan pengalaman bagi peneliti sehingga dapat memperluas wawasan mengenai gambaran kualitas air dan beban pencemaran

5. Manfaat Bagi Masyarakat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat meningkatkan wawasan dan pengetahuan kepada masyarakat terkait kualitas air dan beban pencemar pada danau Unhas.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Tinjauan Umum tentang Air Danau

Air merupakan komponen lingkungan hidup yang berperan penting dalam suatu keberlangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya. Hal tersebut bisa dilihat pada fakta yang menunjukkan bahwa 70% permukaan bumi tertutup oleh air dan dua per tiga tubuh manusia terdiri dari air (Najib, 2019). Pentingnya sumber daya air bagi seluruh makhluk hidup, maka keberadaannya perlu untuk diperhatikan agar dapat dimanfaatkan oleh manusia dan makhluk hidup lainnya (Lihawa and Mahmud, 2017).

Air memiliki berbagai fungsi yang dapat digunakan seperti dalam pertanian, holtikultura, peternakan, perikanan, konsumsi rumah tangga, industri, generator energi dan rekreasi. Air sangat erat kaitannya dengan kesehatan pada manusia. Sekitar 80% pada negara berkembang, penyakit muncul disebabkan karena sulitnya akses pada air bersih. Sekitar 25 juta orang meninggal setiap tahunnya dengan mengidap penyakit diare, kolera dan tifoid akibat dari mengkonsumsi air yang tercemar (Sukmawati, 2019).

Danau merupakan salah satu sumber mata air yang memegang peran penting dalam masyarakat, baik dalam ekonomi maupun sosial (Sukmawati, 2019). Danau memiliki karakteristik arus yang sangat lambat atau tidak memiliki arus sama sekali, sehingga waktu tinggal air dapat berlangsung lama. Air danau merupakan air permukaan yang jika mempunyai arus maka aliran tersebut bergerak ke berbagai arah. Perairan air tawar seperti danau

pada umumnya mengalami stratifikasi kualitas air secara vertikal dalam badan air. Stratifikasi kualitas air secara vertikal tersebut ditentukan berdasarkan perbedaan suhu, intensitas cahaya dan kandungan unsur hara (Komala and dkk, 2019).

Danau merupakan salah satu sumber daya alam yang strategis bagi pembangunan yang berperan terhadap keberlangsungan makhluk hidup (Hasim, 2018). Air danau dikatakan baik apabila air tersebut dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya yang dimana kondisi air tidak terkontaminasi oleh material atau partikel atau zat lain yang bersumber dari berbagai aktivitas manusia yang dapat menyebabkan kualitas air tidak dapat mendukung kehidupan biota air di dalam perairan (Santoso, 2018). Oleh karena itu, pengelolaan sumber daya danau harus diperhatikan agar tidak terjadi penurunan kualitas air (Hasim, 2018).

B. Tinjauan Umum tentang Kualitas Air

Kualitas air merupakan karakteristik mutu yang sangat dibutuhkan dalam pemanfaatannya sebagai sumber-sumber air (Sanjaya, 2018). Ketersediaan air semakin tidak seimbang seiring dengan meningkatnya jumlah penduduk. Jumlah penduduk yang semakin meningkat pada luas lahan yang tidak berubah maka akan menyebabkan jumlah tekanan pada lingkungan tersebut semakin berat (Demus, 2019).

Berbagai aktivitas manusia yang menghasilkan limbah sangat mempengaruhi peningkatan konsentrasi zat pencemar yang dapat melampaui batas maksimum yang telah ditetapkan. Konsentrasi zat pencemar yang

melampaui ambang batas akan mengakibatkan dampak negative pada kualitas air seperti kematian biota air, rusaknya rantai makanan, timbulnya penyakit bagi manusia dan dapat merusak ekosistem perairan (Demus, 2019).

Karakteristik kualitas pada air danau sangat penting dalam pengelolaan danau yang berkelanjutan. Kualitas air yang baik sangat penting dalam mendukung keberlangsungan hidup biota air. Kondisi kualitas air menentukan adanya ketersediaan pakan alami bagi ikan seperti plankton, bentos dan tumbuhan air (Muhtadi, 2017).

Air dikategorikan memiliki kualitas yang baik apabila memenuhi persyaratan antara lain fisik, kimia dan bakteriologi. Secara fisik, air yang berkualitas apabila tidak berwarna, tidak berasa dan tidak berbau. Syarat kualitas air secara kimia yaitu tidak melebihi konsentrasi zat-zat yang berada dalam air. Secara bakteriologi, bakteri-bakteri di dalam air tidak melampaui ambang batas yang telah ditentukan (Sanjaya, 2018).

Penentuan status mutu air dapat menggunakan metode STORET yang dilakukan dengan membandingkan antara data kualitas air dan baku mutu air sesuai dengan peruntukannya. Status mutu air tersebut ditentukan dengan menggunakan sistem nilai dari *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) yang termuat dalam PerMen LH No. 115 Tahun 2003 dengan klasifikasi sebagai berikut (**Muhtadi**):

1. Skor 0 = memenuhi baku mutu
2. Skor -1 sampai -10 = tercemar ringan
3. Skor -11 sampai -30 = tercemar sedang

4. Skor ≤ -31 = tercemar berat

Tabel 2.1 Sistem Nilai unntuk 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

Sember: *KepMen LH No. 115 Tahun 2003*

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 (Peraturan Pemerintah RI 2001):

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.

Adapun standar mengenai kualitas air danau berdasarkan parameter fisik, kimia dan biologi diatur dalam Peraturan Pemerintah RI No. 22 Tahun 2021. Status mutu air merupakan tingkat kondisi mutu air yang menunjukkan bahwa air tersebut dikategorikan tercemar atau dalam kondisi baik dalam waktu tertentu dengan membandingkan baku mutu yang ditetapkan (Hamakonda and dkk, 2019). Penentuan status mutu air menggunakan metode storet yaitu dengan membandingkan antara data kualitas air dan baku mutu air yang disesuaikan dengan peruntukannya. Jika hasil pengukuran memenuhi nilai baku mutu air, maka hasil pengukuran \leq baku mutu diberi skor 0. Namun, jika hasil pengukuran tidak memenuhi nilai baku mutu air, maka hasil pengukuran $>$ baku mutu. Status mutu air tersebut ditentukan dengan menggunakan sistem nilai dari *United States Environmental Protection Agency* (US-EPA) yang termuat dalam PerMen LH No. 115 Tahun 2003 (Muhtadi, 2017).

C. Tinjauan Umum tentang Beban Pencemaran

Pencemaran air merupakan proses masuk atau dimasukkannya suatu makhluk hidup, zat, energi dan atau unsur lain ke dalam air yang berasal dari kegiatan manusia. Hal tersebut dapat menurunkan kualitas air sehingga menyebabkan air tidak berfungsi sesuai dengan peruntukannya. Penetapan baku mutu air pada sumber air harus memperhatikan kondisi airnya, sehingga

dapat dihitung jumlah beban pencemar yang dapat di tanggung dan dimanfaatkan sesuai peruntukannya (Sutisna, 2018).

Beban pencemaran merupakan jumlah suatu unsur pencemar yang berada pada air ataupun air limbah. Pencemaran air menjadi suatu masalah pada lingkungan setempat maupun lingkungan yang luas yang dapat dipengaruhi oleh pencemaran udara dan penggunaan lahan tanah atau daratan. Meskipun air merupakan sumber daya alam yang dapat diperbaharui kembali, namun air dapat dengan mudah terkontaminasi oleh berbagai aktivitas manusia (Hamakonda and dkk, 2019).

Sumber pencemaran terdiri dari sumber domestic seperti pada limbah rumah tangga, rumah sakit dan pasar. Sumber nondomestic juga merupakan sumber pencemaran dari pabrik, industry, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi dan sumber lainnya. Adapun sumber bahan pencemar yang masuk dalam perairan dapat berasal dari buangan yang diklasifikasikan (Yuwono and dkk, 2017):

1. Point source discharges (sumber titik) yaitu sumber titik pencemar yang diketahui secara pasti bahwa limbah tersebut berasal dari hasil pembuangan seperti industry, domestic dan saluran drainase.
2. Non point source (sebar meneyebar) yaitu sumber titik pencemaran tidak diketahui secara pasti. Pencemaran masuk ke perairan melalui limpasan yang bisa berasal dari wilayah pertanian dan pemukiman.

Beban pencemaran yang masuk kedalam perairan yang berasal dari berbagai sumber akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah

penduduk dan kegiatan lainnya. Perhitungan beban pencemar didapatkan dari hasil menghitung beban pencemar maksimum (BPM) dan beban pencemar actual (BPA). Adapun BPA tidak boleh melebihi ambang batas dari BPM yang telah terhitung (Siregar AMS, 2019). Perhitungan BPM dan BPA dapat dilakukan apabila telah mendapatkan data debit, data kelas air, dan data kualitas air. Beban pencemar maksimum adalah beban pencemar yang diperbolehkan di suatu danau berdasarkan peruntukannya. Perhitungan tersebut bertujuan untuk mengetahui kondisi awal danau sebelum adanya masukan sumber pencemar, dengan menggunakan rumus perhitungan sebagai berikut (Rahayu Y dkk, 2018) :

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

Keterangan:

BPM : Beban pencemar maksimum (kg/hari)

Q : Debit terukur (m³ /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 merupakan beban pencemar yang dihasilkan di suatu danau atau sungai pada saat kondisi eksisting, rumus yang digunakan dalam menghitung beban pencemar aktual sebagai berikut:

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

Keterangan:

BPA : Beban Pencemaran aktual (kg/hari)

Q : Debit Air (m^3/s)

C_M : Konsentrasi terukur (mg/L)

Perhitungan beban pencemaran dapat dihitung setelah melakukan pengukuran debit air. Debit air adalah suatu ukuran banyaknya volume air yang mengalir dalam suatu tempat maupun yang dapat di tampung dalam suatu tempat pada tiap satuan waktu. Satuan debit air dalam sistem satuan (SI) yaitu meter kubik per detik (m^3/dt) (Tarigan, 2019). Pengukuran debit air dilakukan untuk mengevaluasi ketersediaan air pada suatu daerah, serta sebagai bentuk pengawasan terhadap munculnya limpasan air yang berlebihan atau banjir. Debit aliran air dapat diukur menggunakan rumus berikut ini (Tarigan, 2019).

$$Q = A \times V$$

Keterangan :

Q = debit air (m^3/det)

A = luas penampang (m^2)

V = kecepatan aliran (m/det)

Untuk mendapatkan nilai A maka dapat dihitung menggunakan rumus berikut ini:

$$A = L \times H$$

Keterangan :

A = luas penampang (m^2)

L = lebar danau (m)

H = Kedalaman danau (m)

D. Tinjauan Umum tentang Parameter yang Diteliti

1. Parameter Fisik

Parameter yang harus diukur untuk menentukan kualitas air yaitu dengan menggunakan parameter fisik. Pengukuran parameter fisik digunakan sebagai langkah awal dalam menganalisis suatu kualitas air pada wilayah tertentu. Adapun parameter fisika yang digunakan dalam penelitian ini yaitu *Total Suspended Solid (TSS)* (Mukarromah, 2016).

a. TSS (*Total Suspended Solid*)

TSS merupakan suatu materi yang berbentuk padat seperti pasir, lumpur, tanah hingga logam berat yang tersuspensi di daerah perairan akibat dari pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Nilai TSS yang tinggi akan menunjukkan tingginya suatu tingkat pencemaran di daerah perairan tersebut. Tingginya pencemaran TSS pada suatu perairan dapat mempengaruhi kondisi fisik perairan sehingga menyebabkan terganggunya proses fotosintesis pada biota air di perairan tersebut (Fathiyah and dkk, 2017).

TSS yang mengalami peningkatan akan menyebabkan terjadinya peningkatan kekeruhan sehingga menghambat terjadinya penetrasi cahaya matahari masuk ke dalam perairan. Kurangnya cahaya matahari yang masuk ke perairan akan mengakibatkan tingginya kadar TSS sehingga menghambat pertumbuhan fitoplankton. Padatan tersuspensi ini juga bisa berdampak negatif pada ekosistem perairan. Tingginya suatu nilai kadar TSS maka

menunjukkan nilai produktivitas perairan yang semakin rendah (Kamajaya and dkk, 2021). Konsentrasi TSS dalam perairan juga dapat mempengaruhi kandungan logam berat, kadar TSS yang tinggi atau mengalami kenaikan akan menyebabkan kadar pada logam berat menurun. TSS dapat mempengaruhi proses adsorpsi logam berat terlarut. Logam berat yang diadsorpsi oleh partikel tersuspensi akan menuju dasar perairan, sehingga menyebabkan kandungan logam di air lebih rendah (Rachmaningrum M dkk, 2015).

Salah satu parameter air yang penting dalam menunjukkan tingkat pencemaran dan layak tidaknya air tersebut dimanfaatkan yaitu dengan menggunakan parameter *suspended solid* (Anggraini and dkk, 2019). TSS diukur berdasarkan berat kering partikel yang terperangkap pada filter yang telah digunakan, umumnya filter yang digunakan mempunyai ukuran pori dengan diameter 0.45 μm (Novita and dkk, 2019). Penurunan kadar TSS akan memperbaiki suatu kondisi lingkungan perairan sehingga kadar oksigen terlarut pada air menjadi meningkat (Fidiastuti and dkk, 2017). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Hidup yakni baku mutu air danau pada parameter TSS untuk kelas 3 sebesar 100 mg/l, artinya jika melebihi dari baku mutu yang ditentukan maka perairan tersebut memiliki kadar TSS yang tinggi (Peraturan Pemerintah RI 2021).

2. Parameter kimia

Parameter kimia merupakan senyawa kimia berupa unsur organik dan unsur anorganik. Pada umumnya unsur organik berupa limbah dapat membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme. Unsur anorganik merupakan unsur kimia yang dapat larut (Paramata, 2018). Adapun parameter fisika yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Pb, Cd, Cr-VI, Co dan F (Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan., 2016).

a. Timbal (Pb)

Timbal (Pb) mempunyai nomor atom 82 dengan bobot atom 207,21. Secara alami timbal ditemukan pada tanah, memiliki sifat tidak berbau dan tidak berasa. Timbal dapat bereaksi dengan senyawa lainnya yang dapat membentuk berbagai senyawa-senyawa timbal yaitu senyawa-senyawa organik seperti timbal oksida (PbO), timbal klorida (PbCl₂) dan lainnya. Timbal dapat berasal dari berbagai sumber seperti debu, udara, air, tanah yang terkontaminasi. Penggunaan timbal yang semakin bertambah dapat menyebabkan kontaminasi pada lingkungan dan timbulnya masalah kesehatan (SNI 2009).

Timbal pada umumnya terbentuk melalui proses alam, namun pada saat ini konsentrasi timbal di lingkungan berasal dari kegiatan manusia. Penggunaan bahan bakar menggunakan timbal akan membentuk garam timbal (klorin, bromin dan oksida). Partikel garam timbal yang berukuran lebih besar akan segera jatuh ke tanah dan

kemudian mencemari tanah atau permukaan air, sedangkan partikel timbal yang berukuran lebih kecil akan berada di atmosfer dan jatuh kembali ke tanah ketika hujan sehingga dapat menyebabkan polusi timbal (Irianti and dkk, 2017).

Pencemaran oleh logam lebih mudah dan sering terjadi pada perairan tawar karena mengandung berbagai bahan organik dan anorganik yang mampu mengabsorpsi logam. Logam berat seperti timbal jika dalam konsentrasi yang kecil akan memiliki manfaat bagi organisme, namun jika melebihi dari konsentrasinya akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang dapat mempengaruhi metabolisme suatu organisme bahkan memberi dampak kematian (Lestari, 2020). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Hidup yakni baku mutu air danau pada parameter Timbal (Pb) untuk kelas 3 sebesar 0.03 mg/l, artinya jika melebihi dari baku mutu yang ditentukan maka perairan tersebut memiliki kadar timbal yang tinggi (Peraturan Pemerintah RI 2021).

b. Kadmium (Cd)

Logam kadmium (Cd) mempunyai nomor atom 48 dengan bobot atom 112.41. Kadmium merupakan logam yang berasal dari alam yang terdapat di dalam kerak bumi. Ciri-ciri kadmium murni berbentuk logam lunak yang berwarna putih perak, sedangkan pada kadmium biasa ditemukan sebagai mineral yang terikat bersama unsur

lain seperti oksigen, klorin ataupun sulfur (SNI 2009). Kadmium terdapat juga pada lingkungan seperti emisi pembuangan industri, pupuk dan cat (Gama, 2017).

Cd termasuk dalam logam non esensial bagi organisme perairan. Peningkatan kadmium disebabkan karena adanya aktivitas yang memanfaatkan kadmium seperti pada bidang industri dalam penggunaannya sebagai pembuatan baterai, plastic pigmen, pelapisan logam, cat dan pestisida. Limbah kadmium jika telah berada pada lingkungan, maka akan terakumulasi dengan tanaman dan hewan yang ada pada perairan yang selanjutnya dapat juga mempengaruhi tubuh manusia baik secara langsung maupun tidak langsung (Fachruddin and dkk, 2019).

Logam berat salah satunya kadmium secara normal terdapat pada tanah dan air dalam konsentrasi yang masih rendah. Konsentrasi kadmium yang tinggi akan berdampak pada manusia yang dapat menyebabkan keracunan kronik, contohnya jika mengkonsumsi ikan hasil tangkapan di perairan yang telah tercemar oleh logam berat berupa kadmium (Piranti, Rahayu and dkk, 2018). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Hidup yakni baku mutu air danau pada parameter Kadmium (Cd) untuk kelas 3 sebesar 0.01 mg/l, artinya jika melebihi dari baku mutu yang ditentukan maka

perairan tersebut memiliki kadar Cd yang tinggi (Peraturan Pemerintah RI 2021).

c. Kromium Heksavalen (Cr-VI)

Kromium terletak di golongan VI B pada tabel periodik yang mempunyai nomor atom 24 dan berat atom sebesar 51.996. Logam kromium mempunyai bilangan oksidasi +2, +3, dan +6. Bilangan kromium yang mempunyai oksidasi +2, +3, dan +6 dengan beberapa contoh senyawa seperti CrCl_2 , CrCl_3 dan K_3CrO_4 merupakan kromium yang paling sering ditemukan pada limbah. Kromium merupakan salah satu unsur logam yang kegunaannya sering dimanfaatkan dan banyak terdapat di alam (Maryudi, Rahayu and dkk, 2021).

Penyerapan pada senyawa kromium heksavalen lebih cepat melalui udara dan saluran pencernaan dibandingkan senyawa trivalent. Pencemaran kromium berasal dari limbah industri, pigmen sat, karet, semen, kertas dan penyamakan kulit (Adhani and Husaini, 2017). Pada umumnya kromium (III) ditemukan dengan jumlah yang kecil, tetapi jika berada pada jumlah yang besar maka akan sangat berbahaya karena bisa teroksidasi menjadi kromium (VI). Kromium (VI) yang berada dalam perairan mempunyai kelarutan yang cukup tinggi dan bersifat karsinogenik sehingga kromium trivalent lebih aman jika dibandingkan dengan Cr-VI. Oleh karena itu, kromium jika berada dalam lingkungan perairan dengan konsentrasi yang tinggi maka akan

menyebabkan masalah bagi lingkungan dan juga biota pada perairan (Maryudi, Rahayu and dkk, 2021).

Kromium merupakan logam berat yang sulit untuk terdegradasi sehingga bisa bertahan lama di dalam perairan yang kemudian mengendap pada sedimen dan berpotensi sebagai sumber polusi pada perairan. Peningkatan konsentrasi kromium yang tinggi pada perairan akan menjadi racun bagi biota hingga kematian akibat dari penumpukan logam pada organ biota seperti ikan (Jais, Ikhtiar and dkk, 2020). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Hidup yakni baku mutu air danau pada parameter Kromium heksavalen (Cr-(VI)) untuk kelas 3 sebesar 0.05 mg/l, artinya jika melebihi dari baku mutu yang ditentukan maka perairan tersebut memiliki kadar Cr-VI yang tinggi (Peraturan Pemerintah RI 2021).

d. Kobalt (Co)

Kobalt merupakan suatu unsur kimia dalam tabel periodik yang mempunyai lambang Co dengan nomor atom 27. Co merupakan salah satu unsur logam yang bersifat non esensial. Meskipun kobalt termasuk dalam unsur logam, tetapi kobalt berguna untuk kehidupan pada manusia dan hewan sebagai koenzim pembentuk vitamin B₁₂, pembentuk folat dan metabolisme asam lemak serta berguna bagi

kehidupan ganggang hijau biru, bakteri, tanaman leguminosa (Purbalisa and Dewi, 2019).

Logam Co dengan konsentrasi yang rendah akan meningkatkan pertumbuhan alga, namun pada konsentrasi yang tinggi Co akan menjadi racun yang bisa membahayakan kesehatan manusia seperti *kardiomyopathy* (Purbalisa and Dewi, 2019). Secara alamiah Co masuk ke suatu lingkungan sebagai akibat dari peristiwa alam yang berasal dari peristiwa pengikisan (erosi) dari batuan mineral dan dari partikulat Co yang ada pada lapisan udara dan turun bersama hujan (Indra, Nurhidayah and dkk, 2021). Secara non alamiah sumber pencemaran logam Co berasal dari beberapa aktivitas manusia yang menghasilkan limbah industry, limbah rumah tangga dan juga kegiatan pertanian (Purbalisa and Dewi, 2019).

Kobalt banyak digunakan dalam penggunaan industry logam, pigmen, plastic, farmasi, cat, tinta dan radionuclide dalam perawatan medis. Air limbah yang mengandung kobalt yang digunakan untuk mengairi lahan pertanian akan berpotensi menyebabkan akumulasi logam kobalt pada tumbuhan sehingga sangat berbahaya apabila masuk dalam rantai makanan (Purbalisa and Dewi, 2019). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Hidup yakni baku mutu air danau pada parameter Kobalt untuk kelas 3 sebesar 0.2 mg/l, artinya jika melebihi dari baku mutu yang ditentukan

maka perairan tersebut memiliki kadar Co yang tinggi (Peraturan Pemerintah RI 2021).

e. Fluorida (F^-)

Fluorin terletak pada golongan VII dan mempunyai nomor atom 9 pada tabel periodic (Mondal and Chattopadhyay, 2020). Fluor (F) merupakan halogen yang sangat reaktif sehingga mudah untuk membentuk senyawa. Unsur F ditemukan dalam bentuk ion fluoride (F^-). Fluor yang mudah larut yaitu fluor yang berikatan dengan kation monovalent contohnya NaF , AgF dan KF , sedangkan fluor yang tidak larut dalam air berikatan dengan kation divalent contohnya CaF_2 dan PbF_2 (Said and Salamah, 2017).

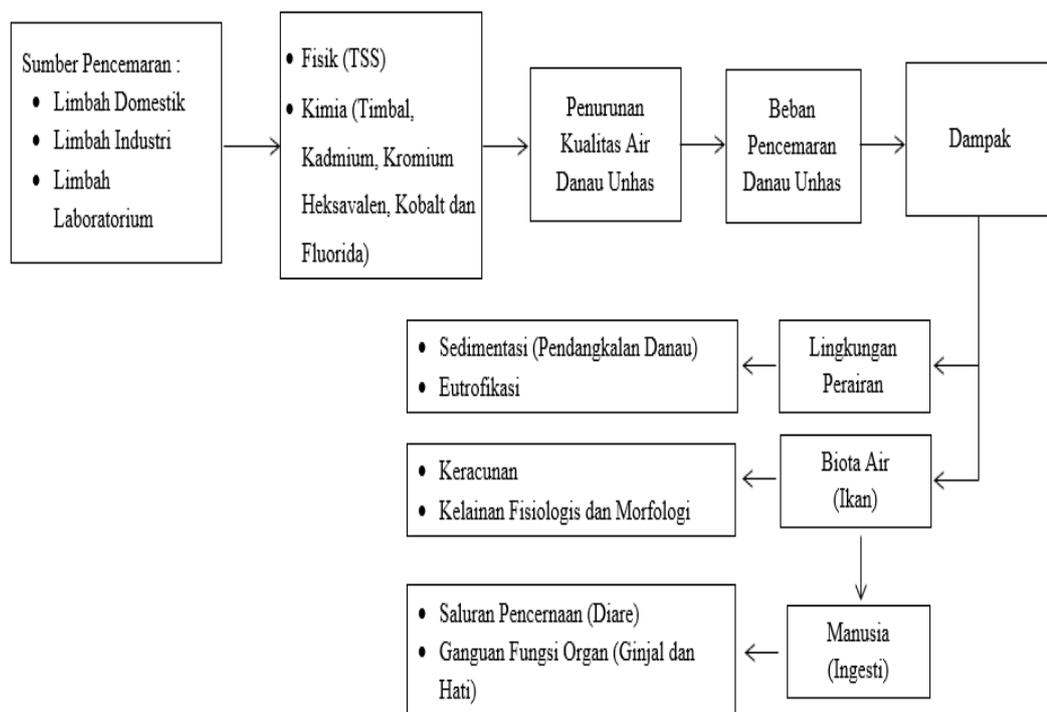
Fluorida merupakan elemen elektronegatif yang tersebar luas dan bisa ditemukan pada mineral-mineral di tanah, udara, air, tumbuhan dan binatang (Wulandari, Pinontoan and dkk, 2019). Kegiatan antropogenik merupakan salah satu sumber yang menghasilkan fluoride seperti pencemaran dari industri pupuk, aluminium, pembuatan batu bata dan pestisida. Fluorida dengan konsentrasi yang tinggi terdapat pada letusan gunung berapi, alat transportasi melalui udara dan air. Selain itu, fluoride memasuki air tanah melalui pelarutan batuan dan mineral yang mengandung fluoride tinggi (misalnya fluoroapatit, fluorspar, sellaite, dan villiaumite) (Lacson, Lu and dkk, 2021). Kandungan fluorida salah satunya

terdapat pada air minum dengan bahan baku yang kebanyakan berasal dari air tanah (Wulandari, Pinontoan and dkk, 2019).

Kadar fluorida jika melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka akan menyebabkan fluorosis gigi hingga fluorosis tulang, sedangkan kadar fluorida yang sesuai dengan baku mutu akan sangat berfungsi dalam pencegahan timbulnya karang gigi dan mencegah gigi berlubang (Najib, 2019). Air limbah fluorida yang dihasilkan dari beberap sumber pembuangan limbah harus diolah terlebih sebelum dilepaskan ke badan air agar tidak terjadi pencemaran lingkungan (Arianingtyas, Setiawan and dkk, 2019). Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Hidup yakni baku mutu air danau pada parameter Fluorida untuk kelas 3 sebesar 1.5 mg/l, artinya jika melebihi dari baku mutu yang ditentukan maka perairan tersebut memiliki kadar F^- yang tinggi (Peraturan Pemerintah RI 2021).

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 DW, et.al 2020; Hardiyanti, 2015; Yaqin, 2018; Haryanti and Martuti, 2020*

BAB III

KERANGKA KONSEP

A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian

Danau merupakan salah satu sumber daya alam yang strategis bagi pembangunan yang memiliki peran penting terhadap keberlangsungan makhluk hidup. Danau Universitas Hasanuddin merupakan salah satu danau yang memiliki banyak fungsi, misalnya berfungsi dalam bidang ekologis, ekonomi, pendidikan dan sebagainya. Sumber air Danau Universitas Hasanuddin berasal dari lingkungan Universitas Hasanuddin, kegiatan laboratorium, kegiatan Rumah Sakit Universitas Hasanuddin, serta kegiatan masyarakat sekitar.

Secara alami air yang mengisi danau Universitas Hasanuddin banyak mengandung bahan pencemar. Meningkatnya pemanfaatan perairan akibat aktivitas manusia maka dapat menghasilkan limbah yang tidak terkendali dan dapat menyebabkan perairan mengalami suatu tekanan sehingga mengarah pada terjadinya penurunan kualitas lingkungan perairan akibat dari keseimbangan alamnya yang terganggu. Salah satu cara untuk mengontrol pencemaran dalam suatu ekosistem dapat dilakukan dengan pemantauan kualitas air. Faktor-faktor yang mempengaruhi Indeks Kualitas Air (IKA) yaitu kadar TSS, Timbal, Kromium (VI), Kadmium, Kobalt dan Fluorida.

TSS merupakan suatu materi yang berbentuk padat seperti pasir, lumpur, tanah hingga logam berat yang tersuspensi di daerah perairan akibat dari pengikisan tanah/erosi yang terbawa ke badan air. TSS yang mengalami

peningkatan akan menyebabkan terjadinya peningkatan kekeruhan sehingga menghambat terjadinya penetrasi cahaya matahari. Tingginya pencemaran TSS pada perairan dapat mempengaruhi kondisi fisik perairan sehingga menyebabkan terganggunya proses fotosintesis pada biota air di perairan.

Timbal dapat berasal dari berbagai sumber seperti debu, udara, air, tanah yang terkontaminasi. Pencemaran oleh logam lebih sering terjadi pada perairan tawar karena mengandung berbagai bahan organik dan anorganik yang mampu mengabsorpsi logam. Logam berat seperti timbal jika dalam konsentrasi yang kecil akan memiliki manfaat bagi organisme, namun jika melebihi dari konsentrasinya akan menyebabkan pencemaran lingkungan yang dapat mempengaruhi metabolisme suatu organisme bahkan memberi dampak kematian.

Kadmium dapat berasal dari berbagai sumber seperti emisi pembuangan industri, pupuk, pestisida dan cat. Limbah kadmium jika telah berada pada lingkungan, maka akan terakumulasi dengan tanaman dan hewan yang ada pada perairan yang selanjutnya dapat mempengaruhi tubuh manusia baik secara langsung maupun tidak langsung.

Pencemaran kromium berasal dari limbah industry, pigmen sat, karet, semen, kertas dan penyamakan kulit. Kromium merupakan logam berat yang sulit untuk terdegradasi sehingga bisa bertahan lama di dalam perairan yang kemudian mengendap pada sedimen dan berpotensi sebagai sumber polusi pada perairan. Peningkatan konsentrasi kadmium yang tinggi pada perairan

akan menjadi racun bagi biota hingga kematian akibat dari penumpukan logam pada organ biota seperti ikan.

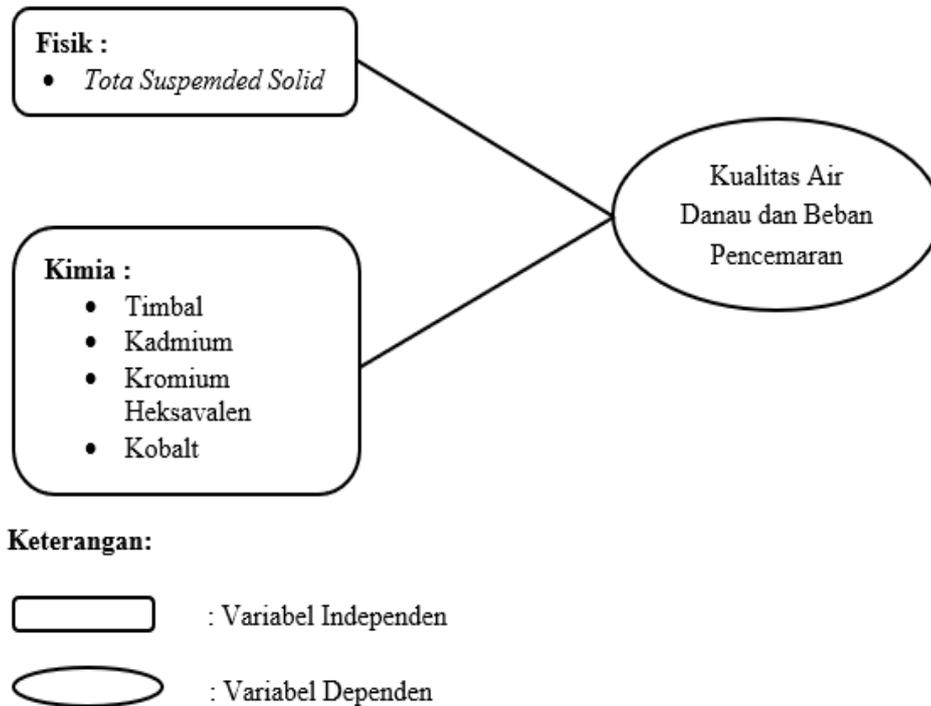
Kobalt banyak digunakan dalam penggunaan industri logam, pigmen, plastic, farmasi, cat, tinta dan radionuclide dalam perawatan medis. Air limbah yang mengandung kobalt biasa didapatkan dalam mengairi lahan pertanian. Hal tersebut berpotensi menyebabkan akumulasi logam kobalt pada tumbuhan sehingga sangat berbahaya apabila masuk dalam rantai makanan.

Fluorida merupakan elemen elektronegatif yang tersebar luas dan bisa ditemukan pada mineral-mineral di tanah, udara, air, tumbuhan dan binatang. Kegiatan antropogenik merupakan salah satu sumber yang menghasilkan fluoride seperti pencemaran dari industri pupuk, aluminium, pembuatan batu bata dan pestisida. Kadar fluorida jika melebihi ambang batas yang telah ditentukan maka akan menyebabkan fluorosis gigi hingga fluorosis tulang.

Pencemaran air dapat terjadi karena limbah yang dihasilkan dari segala bentuk aktifitas manusia dalam kehidupan sehari-hari. Tingkat pencemaran air yang tinggi dapat menurunkan kualitas air dan mengganggu kehidupan biota air. Oleh karena itu, perlu dilakukan pemeriksaan kualitas air dan beban pencemar di danau Universitas Hasanuddin berdasarkan parameter TSS, Timbal, Kadmium, Kromium Heksavalen, Kobalt dan Fluorida.

B. Kerangka Konsep Penelitian

Berikut adalah kerangka konsep dalam penelitian ini:



Gambar 3.1 Kerangka Konsep Penelitian

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	a. Kelas A (Skor 0): Memenuhi baku mutu b. Kelas B (Skor -1 s/d -10) : Tercemar ringan c. Kelas C (Skor -11 s/d -30) : Tercemar sedang d. Kelas D (Skor \geq 31) : Tercemar berat	Menggunakan metode Storet	-	Ordinal
2.	Beban pencemaran	Beban pencemaran yang dimaksud dalam penelitian ini yaitu jumlah suatu unsur pencemar TSS, Pb, Cd, Cr-VI, Co dan F yang terkandung	a. Beban pencemar aktual melebihi beban pencemaran maksimal b. Beban pencemar aktual tidak melebihi beban	Rumus beban pencemar maksimum adalah: $\mathbf{BPM = Q \times C_{BM}}$ Keterangan: BPM : Beban pencemar	-	Nominal

		dalam air pada setiap titik sampling.	pencemaran maksimal	<p>maksimum (kg/hari)</p> <p>Q : Debit terukur (m³/detik)</p> <p>C_{BM} : 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;"> $\mathbf{BPA = Q \times C_M}$ </div> <p>Keterangan:</p> <p>BPA : Beban Pencemaran aktual (kg/hari)</p> <p>Q : Debit Air (m³/s)</p> <p>C_M : Konsentrasi terukur (mg/L)</p>		
--	--	---------------------------------------	---------------------	---	--	--

3.	<i>Total Suspended Solid (TSS)</i>	Jumlah berat kering partikel yang telah mengalami penyaringan dengan ukuran pori filter sebesar 0.45 mikron yang diukur dalam satuan mg/liter pada air danau Unhas	<ul style="list-style-type: none"> a. Memenuhi syarat apabila kadar TSS sama dengan atau dibawah 100 mg/L. b. Tidak memenuhi syarat apabila kadar TSS diatas 100 mg/L. 	Menggunakan metode gravimetri	Gravimetri	Nominal
4.	Timbal (Pb)	Tinggi rendahnya kadar Pb yang diukur dalam satuan mg/liter pada air danau Unhas	<ul style="list-style-type: none"> a. Memenuhi syarat apabila kadar Pb sama dengan atau dibawah 0,03 mg/L. b. Tidak memenuhi syarat apabila kadar Pb diatas 0,03 mg/L. 	Menggunakan metode <i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	<i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	Nominal
5.	Kadmium (Cd)	Tinggi rendahnya kadar Cd yang diukur dalam satuan mg/liter pada air danau Unhas.	<ul style="list-style-type: none"> a. Memenuhi syarat apabila kadar Cd sama dengan atau dibawah 0,01 mg/L. b. Tidak memenuhi syarat apabila kadar Cd diatas 0,01 mg/L. 	Menggunakan metode <i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	<i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	Nominal

6.	Kromium Heksavalen (Cr-VI)	Tinggi rendahnya kadar Cr-VI yang yang diukur dalam satuan mg/liter pada air danau Unhas.	<ul style="list-style-type: none"> a. Memenuhi syarat apabila kadar (Cr-VI) sama dengan atau dibawah 0,05 mg/L. b. Tidak memenuhi syarat apabila kadar (Cr-VI) diatas 0,05 mg/l. 	Menggunakan metode <i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	<i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	Nominal
7.	Kobalt (Co)	Tinggi rendahnya kadar Co yang diukur dalam satuan mg/liter pada air danau Unhas.	<ul style="list-style-type: none"> a. Memenuhi syarat apabila kadar Co sama dengan atau dibawah 0,2 mg/L. b. Tidak memenuhi syarat apabila kadar Co diatas 0,2 mg/L 	Menggunakan metode <i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	<i>Spektrofotometri Serapan Atom (SSA)</i>	Nominal
8.	Fluorida (F ⁻)	Tinggi rendahnya kadar F ⁻ yang yang diukur dalam satuan mg/liter pada air danau Unhas.	<ul style="list-style-type: none"> a. Memenuhi syarat apabila kadar F⁻ sama dengan atau dibawah 1,5 mg/L. b. Tidak memenuhi syarat apabila kadar F⁻ diatas 1,5 mg/L 	Menggunakan metode <i>Spektrofotometri dengan SPADNS</i>	<i>Spektrofotometri dengan SPADNS</i>	Nominal