

**SKRIPSI**

**ANALISIS KUALITAS AIR DAN BEBAN PENCEMARAN  
BERDASARKAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA  
DI DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**MUSDALIFAH  
K011181018**



*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  
BERDASARKAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA  
DI DANAU UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**Disusun dan diajukan oleh**

**MUSDALIFAH  
K011181018**

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 15 Juni 2022  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan

Menyetujui,

Pembimbing Utama

Pembimbing Pendamping

  
**Prof. Dr. Anwar Daud, SKM., M.Kes**      
**Nip. 19661012 199303 1 002**    **Nip. 19820803 200812 1 003**

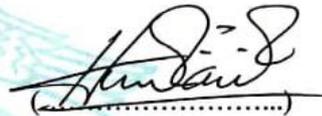
Ketua Program Studi,

  
**Dr. Suriah, SKM, M.Kes**  
**Nip. 197405202002122001**

## PENGESAHAN TIM PENGUJI

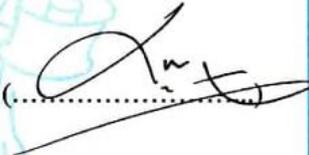
Skripsi ini telah di pertahankan dihadapan Tim Penguji Ujian Skripsi Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin Makassar pada hari Rabu Tanggal 15 Juni 2022.

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



(.....)

Sekretaris : Dr. Agus Bintara Birawida, S.Kel., M.Kes



(.....)

Anggota :

1. Basir, SKM., M.Sc



(.....)

2. dr. M. Furqan Naiem, M.Sc, PhD



(.....)

## SURAT PERNYATAAN BEBAS PLAGIAT

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Musdalifah

Nim : K011181018

Fakultas : Kesehatan Masyarakat

No.Hp : 085395268016

E-mail : musdalifah110301@gmail.com

Dengan ini menyatakan bahwa judul skripsi **“ANALISIS KUALITAS AIR DAN BEBAN PENCEMARAN BERDASARKAN PARAMETER FISIKA DAN KIMIA DI DANAU UNHAS”** 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, 28 Juni 2022



Musdalifah

## RINGKASAN

Universitas Hasanuddin  
Fakultas Kesehatan Masyarakat  
Kesehatan Lingkungan

### Musdalifah

**“Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Danau Universitas Hasanuddin (xvi + 121 Halaman, 19 Tabel, 17 Gambar, 15 Lampiran)**

Kualitas air merupakan syarat untuk kualitas kesehatan manusia, karena tingkat kualitas air dapat digunakan sebagai indikator kesehatan masyarakat. BPS menyatakan bahwa pencemaran air di provinsi Sulawesi Selatan tahun 2018 sebanyak 400 desa/kelurahan. Data dari Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar tahun 2018, menyatakan bahwa terdapat 149 Unit IPAL Komunal dengan kapasitas 30 - 100 sambungan rumah. Pemanfaatan IPAL hanya sekitar 60% unit dari 149 unit IPAL yang telah dibangun sedangkan sisanya dalam keadaan rusak. Kurangnya IPAL di kota Makassar dapat menyebabkan beban pencemaran semakin tinggi. 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 yang digunakan adalah *purposive sampling* dengan memperhatikan kriteria inklusi yang telah ditentukan. Sampel dalam penelitian ini diambil dari 5 titik yaitu titik 1 (outlet), titik 2 (inlet 1), titik 3 (inlet 2), titik 4 (penyadapan) dan titik 5 (inlet 3). Pengambilan sampel dilakukan secara *grab sample*. Pengolahan dan analisis data dilakukan secara statistik deskriptif dan data disajikan dalam bentuk grafik dan tabel.

Hasil pengukuran kualitas air di danau Unhas diperoleh hasil pengukuran parameter fisika yaitu TDS berkisar antara 80 mg/L – 163 mg/L. Parameter kimia yaitu pH berkisar antara 6,02 – 8,12, BOD berkisar antara <1,10 mg/L – 6,44 mg/L, COD berkisar antara <0,10 mg/L – 31,56 mg/L, DO berkisar antara <0,04 mg/L – 4,63 mg/L, Nitrit (NO<sub>2</sub>) berkisar antara 0,050 mg/L – 4,809 mg/L, Mangan berkisar antara 0,0155 mg/L – 0,4372 mg/L, dan Ammonia (NH<sub>3</sub>) antara 0,064 mg/L – 15,75 mg/L. Parameter yang melampaui atau tidak sesuai dengan baku mutu yaitu BOD, DO, dan Nitrit (NO<sub>2</sub>). Status mutu air Danau Unhas berdasarkan metode STORET tergolong dalam kategori tercemar ringan hingga tercemar sedang dengan total skoring -10 sampai -20. Debit air danau Unhas berkisar antara 0,001 m<sup>3</sup>/det sampai dengan 3,61 m<sup>3</sup>/det.

Berdasarkan perhitungan beban pencemaran di Danau Unhas, diperoleh hasil bahwa beban pencemar aktual BOD yang dihitung pada titik 1 diwaktu pagi lebih tinggi dibandingkan beban pencemar maksimum. Beban pencemar aktual DO yang dihitung pada titik 4 (penyadapan) diwaktu pagi lebih tinggi dibandingkan beban pencemar maksimum. Sedangkan beban pencemar aktual Nitrit (NO<sub>2</sub>) secara keseluruhan melebihi beban pencemar maksimum, hal

tersebut menunjukkan bahwa beban pencemar aktual Nitrit (NO<sub>2</sub>) sudah mencemari danau Unhas.

Perlunya dilakukan pengontrolan dan pemantauan kualitas air danau Unhas secara berkelanjutan dari pihak berwenang. Pemantauan harus terus menerus dilakukan agar danau Unhas dapat dimanfaatkan sebagaimana mestinya dan tidak mengalami pencemaran. Perlu adanya penelitian lebih lanjut dengan pengambilan sampel yang berdasarkan hari, bulan, tahun ataupun musim untuk mengetahui perubahan kualitas air yang terjadi pada Danau Unhas. Selain itu, diperlukan IPAL terpadu sehingga limbah limbah yang dihasilkan tidak langsung dibuang ke lingkungan maupun perairan.

**Kata Kunci : Kualitas Air, Beban Pencemaran, Danau**

**Daftar Pustaka : 101 (2003-2022)**

## SUMMARY

**Hasanuddin University  
Faculty of Public Health  
Environmental Health**

**Musdalifah**

**“Analysis of Water Quality and Pollution Load Based on Physical and Chemical Parameters in Hasanuddin University Lake”  
(xvi + 121 Pages, 19 Tables, 17 Figures, 15 Appendices)**

Water quality is a requirement for the quality of human health because the level of water quality can be used as an indicator of public health. BPS stated that water pollution in South Sulawesi province in 2018 was 400 villages/kelurahan. Data from the Makassar City Public Works Agency in 2018 said that there were 149 Communal IPAL Units with a capacity of 30 - 100 house connections. Utilization of WWTPs is only about 60% of the 149 WWTPs that have been built, while the rest are in a state of disrepair. The lack of WWTP in Makassar city can cause the pollution load to be higher. This study aims to determine the quality of water and the allocation of pollution loads on the water in Hasanuddin University Lake..

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 (tapping), and point 5 (inlet 3). Sampling is done by grabbing a sample. Descriptive statistics carried out data processing and analysis, and the data were presented in graphs and tables.

The results of water quality measurements in Unhas lake measured physical parameters, namely TDS ranging from 80 mg/L – to 163 mg/L. Chemical parameters, namely pH ranged from 6.02 to 8.12, BOD ranged from <1.10 mg/L – 6.44 mg/L, COD ranged from <0.10 mg/L – 31.56 mg/L, DO ranged from <0.04 mg/L – 4.63 mg/L, Nitrite (NO<sub>2</sub>) ranged from 0.050 mg/L – 4.809 mg/L, Manganese ranged from 0.0155 mg/L – 0.4372 mg/L , and Ammonia (NH<sub>3</sub>) between 0.064 mg/L – 15.75 mg/L. Parameters that exceed or do not comply with quality standards are BOD, DO, and Nitrite (NO<sub>2</sub>). The water quality status of Unhas Lake based on the STORET method is classified as lightly polluted to moderately polluted with a total score of -10 to -20. Unhas lake water discharge ranges from 0.001 m<sup>3</sup>/s to 3.61 m<sup>3</sup>/s.

Based on the calculation of the pollution load in Unhas Lake, the results showed that the actual BOD pollutant load calculated at point 1 in the morning was higher than the maximum pollutant load. The actual DO pollutant load calculated at point 4 (tapping) in the morning is higher than the full pollutant load. While the actual pollutant load of Nitrite (NO<sub>2</sub>) exceeds the maximum pollutant

load, this shows that the actual pollutant load of Nitrite (NO<sub>2</sub>) has polluted the Unhas lake.

It is necessary to control and monitor the water quality of Unhas lake on an ongoing basis by the authorities. Monitoring must be carried out continuously so that the Unhas lake can be used properly and does not experience pollution. Further research is needed with sampling based on day, month, year, or season to determine changes in water quality that occur in Lake Unhas.

**Keywords : Water Quality, Pollution Load, Lake**

**Bibliography : 101 (2003-2022)**

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

*Assalamu 'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.*

Segala puji bagi Allah *Subahanahu Wa Ta'ala*, karena berkat rahmat dan ridha-Nya sehingga tugas akhir (skripsi) penulis dapat terselesaikan. Shalawat serta salam tidak lupa dihaturkan kepada Baginda Rasulullah *Shallallahu 'Alaihi Wa Sallam* yang merupakan sebaik-baiknya suri tauladan bagi umat manusia.

Alhamdulillah dengan segala usaha dan kerja keras serta dukungan dan doa dari keluarga, kerabat dan seluruh pihak yang telah berpartisipasi sehingga skripsi yang berjudul **“Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika dan Kimia di Danau Universitas Hasanuddin”** dapat diselesaikan. Skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat. Penulis dedikasikan skripsi ini kepada kedua orang tua tercinta (**Manna dan Muliati**) yang selama ini telah memberikan semangat dan dukungan sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Kasih sayang orang tua tidak pernah tergantikan sampai akhir hayat, semoga bapak dan ibu bangga dengan pencapaian ini. Penulis juga persembahkan skripsi ini kepada Saudara Kandung penulis (**Rahmat.M**) yang telah memberikan semangat selama pengerjaan skripsi.

Pengerjaan skripsi ini tentunya penulis mendapat bantuan, semangat, doa serta motivasi, sehingga penulis dapat melewati hambatan dan tantangan tersebut dengan mudah. Dengan rahmat dan segala kerendahan 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 Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Ernawati Ibrahim, S.KM., 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 Dr. Agus Bintara Birawida S,Kel., M.Kes selaku pembimbing II yang telah membimbing dan meluangkan waktu ditengah kesibukannya demi terselesaikannya skripsi ini.
5. Bapak Basir SKM., M.Sc selaku penguji dari Departemen Kesehatan Lingkungan dan Bapak dr. M. Furqan Naiem, M.Sc,PhD 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. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah mengajarkan berbagai hal dan pengalaman berharga yang berhubungan dengan ilmu kesehatan masyarakat selama mengikuti perkuliahan.

8. Seluruh staf dan pegawai di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin yang telah membantu dalam pengurusan dalam pelaksanaan perkuliahan baik secara langsung maupun tidak langsung. Ibu Tika selaku Staf Departemen Kesehatan Lingkungan banyak membantu dan memfasilitasi untuk kelancaran perkuliahan dan kemudahan dalam menyelesaikan skripsi ini.
9. Terkhusus kepada bestie MEMORA (Cici, Kiyu, Uppi, dan Tiara) yang selalu menjadi *support system* dan telah membantu saya untuk mengukir kenangan indah dalam sejarah hidup saya selama menempuh pendidikan S1 di FKM Unhas. Terima kasih sudah selalu kuat dan cerita randomnya yang tidak pernah habis **#Nanti Kita Cerita Tentang Hari Ini Yahh**. Semoga kita bisa sama-sama terus dan semoga kita semua bisa sukses dunia akhirat.
10. Sobat JOFISA (Miftah dan Sartika) yang telah memberikan motivasi dan semangat serta menjadi tempat keluh kesah selama proses perkuliahan di FKM Unhas.
11. Sobat danau (Eni, Angel, Hezty, Nadiya, Miftah dan Risqal) yang sudah membantu dan mau bekerjasama serta saling support dalam penyelesaian skripsi ini.
12. Teman-teman BST (Dinda, Kania, Cici, Kiyu, Uppi, Ika, Ana, Lia, Desi, Ulfa, Nufit, Hikma, Pitti, Rifdah, Ani, Incess, Astisa) yang telah memberikan semangat dan dukungan dalam penyelesaian skripsi ini.
13. Teman-teman BELAJAR YUK (Cici, Kiyu, Dinda, Astisa, Rani, Jihan, Intan, Yuan, Ulfa, Fia, Hezty, Nadiya, Miftah dan Ken) yang telah membantu dan

bisa diajak kerjasama dalam proses perkuliahan di Departemen Kesehatan Lingkungan FKM Unhas.

14. Teman-teman Kesmas A (Amal, Indri, Defa, Ida, Arman, Maftur, Uni, Syahri Wahyuni) yang banyak membantu selama saya berproses di FKM Unhas.
15. Saudari Lia yang sudah membantu dan selalu meluangkan waktunya untuk berdiskusi dalam penyelesaian skripsi ini.
16. Teman-teman mahasiswa Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Hasanuddin angkatan 2018, terkhusus Departemen Kesehatan Lingkungan angkatan 2018 yang telah kebersamai serta membantu dalam proses perkuliahan.
17. Teman-teman Posko 20 PBL di Kelurahan Lae-Lae Kecamatan Ujung Pandang Kota Makassar (Dinda, Siska, Fani, Army, Intan dan Rizki) yang memberikan pengalaman sangat berharga dan sulit untuk dilupakan terutama momen menyebrangi pulau untuk mengabdikan kepada masyarakat di tengah-tengah pandemi Covid-19.
18. Teman-teman KKN Profesi Kesehatan Angkatan 60 di Desa Kayuloe Barat, Kecamatan Turatea, Kabupaten Jeneponto yang telah memberikan pengalaman yang tidak terlupakan dalam pengabdian masyarakat.
19. Kepada seluruh teman-teman penghuni Pondok Dahlia yang terus memberikan semangat.
20. Kepada seluruh teman-teman dan senior dalam kepengurusan LD Al-‘Aafiyah FKM Unhas pada periode 2020-2021 yang telah memberikan banyak pengalaman dalam berorganisasi.

21. Kepada petugas Laboratorium Balai Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BTKLPP) yang telah membantu dalam pemeriksaan sampel penelitian dan telah memberikan izin untuk ikut belajar dalam pemeriksaan sampel.

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN SAMPUL</b> .....	<b>i</b>
<b>LEMBAR PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>v</b>
<b>SUMMARY</b> .....	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>xiv</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>xvi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xvii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xviii</b>
<b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....	<b>xix</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
A. Latar Belakang Masalah .....	1
B. Rumusan Masalah.....	7
C. Tujuan Penelitian .....	7
D. Manfaat Penelitian .....	8
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>9</b>
A. Tinjauan Umum tentang Air Danau.....	9
B. Tinjauan Umum tentang Kualitas Air.....	9
C. Tinjauan Umum tentang Beban Pencemaran.....	13
D. Tinjauan Umum tentang Parameter yang Diteliti .....	15
1. TDS ( <i>Total Dissolved Solid</i> ) .....	15
2. pH ( <i>Power of Hydrogen</i> ).....	16
3. BOD ( <i>Biological Oxygen Demand</i> ) .....	18
4. COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	21
5. DO ( <i>Dissolved Oxygen</i> ) .....	22
6. Nitrit (NO <sub>2</sub> ).....	25
7. Mangan (Mn).....	26
8. Ammonia (NH <sub>3</sub> ) .....	27
E. Kerangka Teori .....	29
<b>BAB III KERANGKA KONSEP</b> .....	<b>31</b>

A. Dasar Pemikiran Variabel Penelitian .....	31
B. Kerangka Konsep Penelitian.....	32
C. Definisi Operasional dan Kriteria Objektif.....	33
<b>BAB IV METODE PENELITIAN .....</b>	<b>39</b>
A. Jenis Penelitian.....	39
B. Waktu dan Tempat Penelitian .....	40
C. Populasi dan Sampel Penelitian .....	40
D. Pengambilan Sampel.....	42
E. Pengumpulan Data .....	46
F. Instrumen Penelitian .....	47
G. Pengolahan dan Analisis Data .....	48
H. Penyajian Data .....	48
<b>BAB V HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>49</b>
A. Gambaran Umum Lokasi Penelitian .....	49
B. Hasil .....	54
C. Pembahasan.....	80
<b>BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN.....</b>	<b>111</b>
A. Kesimpulan .....	111
B. Saran .....	112
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>113</b>
<b>LAMPIRAN</b>	

## DAFTAR TABEL

Tabel 3.1	Definisi Operasional dan Kriteria Objektif .....	33
Tabel 4.1	Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air .....	39
Tabel 4. 1	Sistem Nilai untuk Menentukan Status Mutu Air .....	39
Tabel 5.1	Hasil Pengukuran Kualitas Air Danau Unhas .....	54
Tabel 5.2	Hasil Uji BOD Air Danau Unhas .....	57
Tabel 5.3	Hasil Uji COD Air Danau Unhas .....	57
Tabel 5.4	Hasil Uji DO Air Danau Unhas .....	58
Tabel 5.5	Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 1 (Outlet).....	62
Tabel 5.6	Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 2 (Inlet 1) .....	63
Tabel 5.7	Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 3 (Inlet 2) .....	64
Tabel 5.8	Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 4 (Penyadapan) .....	64
Tabel 5.9	Hasil Skoring Kualitas Air di Titik 5 (Inlet 3) .....	65
Tabel 5.10	Hasil Perhitungan Debit Air .....	66
Tabel 5.11	Beban Pencemar Maksimum BOD .....	69
Tabel 5.12	Beban Pencemar Aktual BOD.....	70
Tabel 5.13	Beban Pencemar Maksimum DO .....	73
Tabel 5.14	Beban Pencemar Aktual DO .....	74
Tabel 5.15	Beban Pencemar Maksimum Nitrit (NO <sub>2</sub> ) .....	77
Tabel 5.16	Beban Pencemar Aktual Nitrit (NO <sub>2</sub> ).....	78

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Kerangka Teori .....	29
Gambar 3. 1	Kerangka Konsep Penelitian .....	32
Gambar 5.1	Peta Digitasi Danau Unhas .....	49
Gambar 5.2	Titik 1 (Outlet).....	51
Gambar 5.3	Titik 2 (Inlet 1) .....	51
Gambar 5.4	Titik 3 (Inlet 2) .....	52
Gambar 5.5	Titik 4 (Penyadapan) .....	52
Gambar 5.6	Titik 5 (Inlet 3) .....	53
Gambar 5.7	Hasil Uji TDS Air Danau Unhas .....	55
Gambar 5.8	Hasil Uji pH Air Danau unhas.....	56
Gambar 5.9	Hasil Uji Nitrit (NO <sub>2</sub> ) Air Danau Unhas .....	59
Gambar 5.10	Hasil Uji Mangan (Mn) Air Danau Unhas .....	60
Gambar 5.11	Hasil Uji Amonia (NH <sub>3</sub> )Air Danau Unhas.....	61
Gambar 5.12	Hasil Skoring Status Mutu Air .....	66
Gambar 5.13	Beban Pencemar Maksimum dan Beban Pencemar Aktual Parameter BOD di Danau Unhas.....	71
Gambar 5.14	Beban Pencemar Maksimum dan Beban Pencemar Aktual Parameter DO si Danau Unhas.....	75
Gambar 5.15	Beban Pencemar Maksimum dan Beban Pencemar .....	79

## DAFTAR LAMPIRAN

- Lampiran 1 Lokasi Penelitian
- Lampiran 2 Lembar Observasi
- Lampiran 3 Surat Izin Permintaan Data Awal
- Lampiran 4 Lembar Perbaikan Proposal
- Lampiran 5 Surat Izin Penelitian dari Kampus
- Lampiran 6 Surat Izin Penelitian dari PTSP
- Lampiran 7 Lembar Disposisi Surat Izin Penelitian dari UNHAS
- Lampiran 8 Kartu Disposisi Surat Izin 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 Surat Izin Wawancara
- Lampiran 14 Dokumentasi Penelitian
- Lampiran 15. Riwayat Hidup

## DAFTAR SINGKATAN

PBB	= Perserikatan Bangsa-Bangsa
IPAL	= Instalasi Pengolahan Air Limbah
APBN	= Anggaran Pendapatan Belanja Negara
APBD	= Anggaran Pendapatan Belanja Daerah
DAS	= Daerah Aliran Sungai
DTA	= Daerah Tangkapan Air
UNHAS	= Universitas Hasanuddin
TDS	= <i>Total Dissolved Solid</i>
pH	= <i>Power of Hydrogen</i>
BOD	= <i>Biological Oxygen Demand</i>
COD	= <i>Chemical Oxygen Demand</i>
DO	= <i>Dissolved Oxygen</i>
TPS	= Titik Pengambilan Sampel
US-EPA	= <i>United States Environmental Protection Agency</i>
PerMen LH	= Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup
BPS	= Badan Pusat Statistik
BPM	= Beban Pencemar Maksimum
BPA	= Beban Pencemaran Aktual
ppm	= <i>part per million</i>
BTKLPP	= Balai Teknik Kesehatan Lingkungan Dan Pengendalian Penyakit
LPPM	= Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat
PA	= Penyadapan air
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
SSA	= <i>Spektrofotometri Serapan Atom</i>
GPS	= <i>Global Positioning System</i>
STORET	= <i>Storage and Retrieval of Water Quality Data System</i>
ATU	= Inhibitor nitrifikasi Allylthiourea
ICP	= <i>Inductively Coupled Plasma</i>
SNI	= Standar Nasional Indonesia
DTBPA	= Daya Tampung Beban Pencemaran Air

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **A. Latar Belakang Masalah**

Air merupakan sumber daya alam yang memiliki peranan penting dalam kehidupan semua makhluk hidup, sehingga keberadaannya perlu untuk dilindungi agar dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya (Mokodompit, dkk, 2020). Umumnya 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 sistem akuatik yang cukup banyak dimanfaatkan oleh manusia. Danau adalah badan air yang dikelilingi oleh daratan baik terbentuk secara alami maupun buatan dan berbentuk cekungan berisi air. Air danau di beberapa daerah banyak dimanfaatkan sebagai sumber air baku, sehingga sebelum pemanfaatan air danau terlebih dahulu perlu memperhatikan kualitas air danau (Kayame, dkk, 2021).

Fenomena yang terjadi saat ini adalah meningkatnya pencemaran yang dapat menurunkan kualitas air seperti air danau. Pencemaran pada air danau dapat berasal dari dua sumber yaitu *point sources* (limbah terpusat) dan *non-point sources* (limbah tersebar). Limbah terpusat berasal dari limbah industri, limbah rumah sakit, limbah usaha peternakan dan limbah perhotelan. Limbah tersebut sering dijumpai dalam volume yang besar sehingga dapat mempengaruhi kualitas air (Muliyadi, 2020).

Kualitas air merupakan syarat untuk kualitas kesehatan manusia, karena tingkat kualitas air dapat digunakan sebagai indikator kesehatan masyarakat (Prasetya and Saptomo, 2018). Karakteristik kualitas air danau dapat dilihat pada teknik pengelolaan danau yang berkelanjutan. Kualitas air yang baik berperan penting dalam mendukung kehidupan biota air. Kondisi kualitas air menjadi faktor penentu ketersediaan pakan alami bagi ikan seperti plankton, bentos, dan tumbuhan air lainnya (Muhtadi *et al.*, 2017).

Data dari Direktorat bendungan dan danau tahun 2019 menyatakan bahwa jumlah danau di Indonesia yaitu 932. Jumlah danau terbanyak yaitu di pulau Jawa yakni 811 dan paling sedikit yaitu di pulau Kalimantan yaitu sebanyak 3 danau (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2020). Berdasarkan laporan dari Pembangunan Air Dunia (PBB) tahun 2020, suatu industri menghasilkan berbagai macam limbah seperti limbah organik pelarut, limbah logam berat, limbah beracun, limbah berlumpur, dan limbah lainnya. Limbah yang dihasilkan sebesar 300 - 500 juta ton (272 - 545 juta ton) (Paul and Lama, 2020).

Data dari Badan Pusat Statistik Indonesia mengenai banyaknya desa/kelurahan menurut jenis pencemaran lingkungan hidup pada tahun 2018, diketahui bahwa pencemaran air di provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2018 sebanyak 400 desa/kelurahan. Berdasarkan data Daerah Pengelolaan Air Limbah (2018) Dinas Pekerjaan Umum Kota Makassar, terdapat 149 Unit IPAL Komunal pada tahun 2018 dengan kapasitas 30 - 100 sambungan rumah yang dibangun dari berbagai sumber dan program seperti APBN dan APBD

Kota Makassar yang dikelola oleh masyarakat. Pemanfaatan IPAL hanya sekitar 60% unit dari 149 unit IPAL yang telah dibangun sedangkan sisanya dalam keadaan rusak (Bahri, 2020). Kurangnya IPAL di kota Makassar dapat menyebabkan beban pencemaran semakin tinggi.

Beban pencemaran yaitu jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air ataupun air limbah. Jumlah beban pencemaran yang masuk ke perairan danau perlu untuk dihitung dengan memperhatikan berbagai kondisi seperti kondisi ekonomi dan konservasi sumber air dalam jangka waktu panjang. Penentuan beban pencemaran air danau perlu kajian dengan memperhatikan kelestarian dan pemanfaatan air danau serta cara pengendaliannya pada beberapa sumber pencemar pada kegiatan di DAS dan DTA (Permen LH, 2009).

Beban pencemaran yang ada di danau harus diturunkan, maka perlu diketahui terlebih dahulu beban pencemaran eksisting melalui inventarisasi dan mengidentifikasi sumber pencemar. Berdasarkan data dari Direktorat Jenderal Pengendalian Pencemaran dan Kerusakan Lingkungan (2019) beban pencemaran masing-masing 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%.

Pemantauan kualitas air dan beban pencemaran danau secara terus-menerus perlu dilakukan untuk menjaga dan melestarikan keberadaan air.

Salah satu danau yang telah mengalami degradasi akibat dari adanya pencemaran yaitu danau Unhas. Berdasarkan hasil observasi, danau Unhas terlihat keruh, berlumut, warna hijau, ditumbuhi banyak tanaman eceng gondok yang tentunya merusak estetika danau. Danau Unhas saat ini sangat tidak memungkinkan dijadikan sebagai sumber air baku untuk keperluan sehari-hari masyarakat sekitar.

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 tersebut 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. Limbah yang dialirkan ke dalam danau Unhas semakin banyak seperti berasal dari rumah sakit, kegiatan laboratorium, gedung registrasi, gedung pusat kegiatan penelitian, dan berasal dari aktivitas masyarakat sekitarnya (Lestari DW, *et.al* 2020).

Pembangunan sarana dan prasarana di kampus Unhas dalam beberapa tahun terakhir ini semakin meningkat seperti pembangunan hotel dan gedung perkuliahan 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. Danau Unhas memiliki saluran air tetap yang berasal dari aktivitas masyarakat sekitar sehingga bahan buangan domestik dapat

masuk ke dalam danau yang memungkinkan terjadinya pencemaran sehingga diperlukan pemeriksaan kualitas air danau.

Kualitas air danau Unhas dapat diketahui dengan melakukan pengujian seperti parameter fisika dan kimia. Parameter fisika meliputi *Total Dissolved Solid* (TDS). Parameter kimia terdiri dari pH, *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), *Dissolved Oxygen* (DO), nitrit, mangan dan amonia (Noor, Supriyanto and Rhomadhona, 2019).

Penelitian yang dilakukan oleh Hardiyanti T (2014) tentang kuantitas dan kualitas air Danau Unhas yang dilakukan pada lima stasiun, diperoleh hasil pengukuran TDS secara keseluruhan berada dibawah 1000 (mg/L) yakni berkisar 130 (mg/L) - 140 (mg/L) dan hasil pengukuran pH berkisar antara 6,89 - 7,13. Hasil pengukuran BOD<sub>5</sub> pada perairan Danau Unhas berkisar 40 (mg/L) - 88 (mg/L), sedangkan hasil pengukuran COD pada perairan Danau Unhas yaitu berkisar 100 (mg/L) - 220 (mg/L). Hasil pengukuran DO pada perairan Danau Unhas yaitu berkisar 5,6 (mg/L) - 6,4 (mg/L). Selain itu, hasil pengukuran kadar nitrit yaitu berkisar 0,03 (mg/L) - 0,09 (mg/L) dan kadar amonia yaitu berkisar 0,5 (mg/L) - 1,88 (mg/L). Berdasarkan hasil uji parameter fisika dan kimia air Danau Unhas menunjukkan parameter yang memenuhi standar baku mutu kelas III sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup adalah TDS. Sedangkan parameter yang tidak memenuhi standar baku mutu kelas III sesuai Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan

Pengelolaan Lingkungan hidup yaitu BOD<sub>5</sub>, COD, DO, Nitrit, Ammonia (Hardiyanti, 2015).

Penelitian kadar mangan yang dilakukan oleh Garno (2020) tentang kualitas air danau Toba di 3 TPS yaitu diperoleh hasil bahwa kadar Mn di TPS 1 - 3 < 0,007. Kualitas air danau Toba tidak sesuai dengan standar baku mutu kelas III dalam Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup adalah 0,5 mg/L. Namun, konsentrasi mangan terlarut di 3 TPS danau Toba tercatat baku mutu maksimum untuk air kelas 1 yakni 0,4 mg/L, hal ini menunjukkan bahwa air danau Toba layak digunakan sebagai sumber air baku untuk air minum karena belum terjadi pencemaran air (Garno, Nugroho and Hanif, 2020).

Pencemaran air dapat berdampak pada kesehatan manusia, namun efek yang ditimbulkan tidak terlihat secara langsung, akan tetapi sangat berbahaya setelah paparan terjadi dalam jangka waktu yang panjang. Beberapa penyakit yang dapat menyerang kesehatan manusia akibat pencemaran air yaitu diare, Demam Berdarah, hepatitis A dan hepatitis E, lesi kulit, kanker kulit, kandung kemih dan kanker paru-paru. Tingkat pencemaran air yang tinggi dapat pula mengganggu kehidupan biota air seperti ikan, dimana kandungan amonia yang tinggi di perairan dapat merusak insang ikan. Air yang tingkat pencemarannya tinggi akan terlihat keruh dan ditumbuhi banyak eceng gondok.

Pentingnya untuk melakukan pemantauan kualitas air danau agar pemanfaatannya bisa dimaksimalkan, khususnya dalam memenuhi kebutuhan air bersih di kampus Unhas. Berdasarkan latar belakang tersebut maka perlu dilakukan **“Analisis Kualitas Air dan Beban Pencemaran di Danau Unhas Berdasarkan Parameter TDS, pH, BOD, COD, DO, Nitrit, Mangan, Ammonia”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang diatas, maka dapat dirumuskan masalah yang akan diteliti yaitu “Apakah kualitas air Danau Unhas memenuhi standar baku mutu dan berapakah beban pencemar maksimum dan beban pencemar aktual di Danau Unhas?”

## **C. Tujuan Penelitian**

### **1. Tujuan Umum**

Untuk mengetahui kualitas air dan beban pencemar maksimum dan aktual pada air di Danau Universitas Hasanuddin.

### **2. Tujuan Khusus**

- a. Untuk mengetahui jumlah kandungan TDS, pH, BOD, COD, DO, Nitrit ( $\text{NO}_2$ ), Mangan (Mn) dan Amonia ( $\text{NH}_3$ ) di Danau Universitas Hasanuddin.
- b. Untuk mengetahui status mutu air di Danau Universitas Hasanuddin.
- c. Untuk mengetahui debit air di Danau Universitas Hasanuddin
- d. Untuk mengetahui beban pencemar maksimum dan beban pencemar aktual yang masuk di Danau Universitas Hasanuddin.

## **D. Manfaat Penelitian**

### **1. Manfaat Ilmiah**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi salah satu sumber referensi khususnya mengenai kualitas air dan beban pencemaran berdasarkan parameter TDS, pH, BOD, COD, DO, Nitrit, Mangan, dan Amonia di Danau Universitas Hasanuddin.

### **2. Manfaat bagi Institusi**

Penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi yang berguna untuk pihak institusi yang bersangkutan dan dapat menjadi referensi ilmiah dalam upaya peningkatan status mutu perairan dan kesehatan masyarakat.

### **3. Manfaat bagi Peneliti**

Penelitian ini dapat menambah dan memperluas wawasan serta keterampilan peneliti sehingga dapat mengaplikasikan ilmu dan teori yang telah diperoleh di bangku perkuliahan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **A. Tinjauan Umum tentang Air Danau**

Air merupakan sumber daya alam yang memiliki peranan penting dalam kehidupan semua makhluk hidup, sehingga keberadaannya perlu untuk dilindungi agar dapat digunakan sesuai dengan peruntukannya. Danau adalah badan air yang dikelilingi oleh daratan baik terbentuk secara alami maupun buatan dan berbentuk cekungan berisi air. Danau termasuk salah satu sistem akuatik yang bermanfaat dalam mendukung perikehidupan manusia, meskipun danau menempati daerah yang relatif sempit (Kayame, Indrawati and Mulyani, 2021).

Air danau merupakan air permukaan yang memiliki arus dan bergerak ke berbagai arah. Perairan air tawar seperti air danau umumnya memiliki stratifikasi kualitas air secara vertikal dalam badan air. Stratifikasi secara vertikal ini ditentukan berdasarkan perbedaan suhu, kandungan unsur hara dan intensitas cahaya. Danau merupakan tubuh perairan yang terletak di daerah cekungan dan dikelilingi oleh daratan. Danau memiliki ciri seperti arus yang sangat lambat atau tidak ada arus sama sekali, sehingga waktu tinggal air dapat berlangsung lama (Komala, Nur and Nazhifa, 2019).

Air danau pada umumnya mengandung unsur fosfat anorganik terlarut, fitoplankton dan tanaman lainnya yang akan mengabsorpsi fosfat dan membentuk senyawa seperti *adenosine trifosfat*. Senyawa fosfat yang memasuki air danau berasal dari limbah domestik, kotoran hewan, sisa

pertanian dan sisa tanaman serta hewan yang mati. Keberadaan fosfat secara berlebihan pada air danau dan disertai dengan adanya nitrogen mampu menstimulasi ledakan pertumbuhan *algae* (*algae bloom*). Keberadaan *algae* yang melimpah dalam perairan dapat membentuk lapisan permukaan air, serta dapat mengurangi cahaya matahari masuk ke perairan dan menghambat penetrasi oksigen sehingga berdampak negatif bagi ekosistem perairan (Lihawa and Mahmud, 2017).

Kementerian Lingkungan Hidup tahun 2010 menyebutkan bahwa kualitas air danau dapat dipengaruhi oleh cara pemanfaatan danau itu sendiri ataupun pemanfaatan kawasan sekitar danau serta daerah tangkapan airnya. Kualitas air dapat terpengaruh apabila telah terjadi kerusakan di daerah tangkapan air (DTA) dan wilayah perairan. Kualitas air danau yang buruk menggambarkan bahwa daerah tangkapan air di sekitarnya rusak, hal tersebut terjadi karena pemanfaatan lahan yang tidak konservatif (Eki Oktaria, Edi Suharto and Program, 2021).

## **B. Tinjauan Umum tentang Kualitas Air**

Kualitas air merupakan syarat untuk kualitas kesehatan manusia, karena tingkat kualitas air dapat digunakan sebagai indikator kesehatan masyarakat, sehingga pentingnya menjaga penurunan kualitas air yang akan berdampak bagi kesehatan manusia maupun berdampak pada biota air (Prasetya and Saptomo, 2018). Air dikatakan memiliki kualitas yang baik apabila memenuhi karakteristik fisik, kimia dan biologi. Karakteristik fisik terdiri dari kekeruhan, warna, suhu, kandungan zat padat, bau, dan rasa.

Karakteristik kimia meliputi pH, DO (*Dissolved Oxygen*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), kesadahan, senyawa kimia beracun seperti Fe dan Mn. Karakteristik biologi seperti total *coliform*, dan *fecal coliform*. Air yang tidak memenuhi karakteristik air dapat mengganggu kualitas air sehingga terjadi pencemaran (Anggraini, 2019).

Kualitas air danau umumnya dipengaruhi oleh kualitas pasokan air yang berasal dari daerah tangkapannya. Aktivitas manusia mempengaruhi kualitas pasokan air pada daerah tangkapannya. Penurunan kualitas air dapat menurunkan daya dukung, produktivitas serta daya tampung sumber daya air yang nantinya menurunkan sumber daya alam itu sendiri (Mokodompit, Umboh and Pinontoan, 2020).

Penentuan status mutu air dapat menggunakan metode STORET yang dilakukan dengan membandingkan antara data kualitas air dan baku mutu air sesuai dengan peruntukannya. Apabila hasil pengukuran yang diperoleh sesuai dengan nilai baku mutu air, maka hasil pengukuran  $\leq$  baku mutu dan diberi skor 0. Namun, jika hasil pengukuran yang diperoleh tidak sesuai dengan nilai baku mutu air, maka hasil pengukuran  $>$  baku mutu. Parameter yang dihitung akan ditentukan berdasarkan jumlah skor yang diperoleh dengan menggunakan sistem nilai. 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 *et al.*, 2017):

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 I, air yang diperuntukkan sebagai sumber air baku dan air minum serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sesuai dengan kegunaannya.
2. Kelas II, air yang diperuntukkan 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 III, air yang diperuntukkan untuk pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air yang mengairi tanaman, serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sesuai dengan kegunaannya.
4. Kelas IV, air yang diperuntukkan untuk mengairi tanaman serta peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air sesuai dengan kegunaannya.

Pencemaran air dapat berdampak pada kesehatan manusia. Efek yang ditimbulkan tidak terlihat secara langsung, akan tetapi sangat berbahaya setelah paparan terjadi dalam jangka waktu yang panjang (Badan Pusat Statistik/BPS-Statistik Indonesia, 2020). Beberapa penyakit yang dapat menyerang kesehatan manusia akibat pencemaran air, yaitu:

1. Diare

2. Demam Berdarah
3. Hepatitis A dan Hepatitis E
4. Lesi kulit
5. Kanker kulit, kandung kemih dan kanker paru-paru

### **C. Tinjauan Umum tentang Beban Pencemaran**

Pencemaran air merupakan suatu proses masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, energi, zat atau komponen lainnya ke dalam air oleh manusia. Pencemaran ini menyebabkan kualitas air menurun sehingga tidak sesuai dengan peruntukannya. Penetapan baku mutu air pada sumber air harus memperhatikan kondisi airnya, sehingga dapat dihitung jumlah beban pencemar yang dapat ditanggung dan dapat dimanfaatkan sesuai peruntukannya (Sutisna, 2018).

Beban pencemaran yang masuk ke dalam perairan berasal dari berbagai sumber dan akan meningkat seiring dengan pertumbuhan jumlah penduduk serta kegiatan lainnya. Oleh sebab itu, jumlah beban pencemar maksimum dan beban pencemar yang masuk ke danau perlu untuk dihitung dengan memperhatikan berbagai kondisi seperti kondisi ekonomi dan konservasi sumber air dalam jangka waktu yang panjang. Perhitungan beban pencemaran air danau perlu kajian dengan memperhatikan kelestarian dan pemanfaatan air danau serta cara pengendaliannya pada beberapa sumber pencemar pada kegiatan di DAS dan DTA (Permen LH, 2009).

Beban pencemaran yaitu jumlah suatu unsur pencemar yang terkandung dalam air ataupun air limbah. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 28 Tahun 2009 tentang daya tampung beban pencemaran air danau dan waduk, menjelaskan bahwa kondisi kualitas air danau dan/atau waduk diklasifikasikan berdasarkan eutrofikasi yang disebabkan karena adanya peningkatan kadar unsur hara dalam air. Faktor penentu eutrofikasi pada perairan yaitu unsur fosfat dan nitrogen. Rata-rata tumbuhan air mengandung nitrogen dan fosfat masing-masing 0,7% dan 0,09% dari berat basa (Dewinta Heriza, Abdi Sukmono, 2018).

Perhitungan beban pencemar dilakukan dengan menghitung beban pencemar maksimum (BPM) dan beban pencemaran aktual (BPA). Beban pencemar aktual tidak boleh melebihi beban pencemar maksimum yang terhitung (Siregar, 2019). Perhitungan BPM dan BPA dapat dilakukan apabila telah mendapatkan data debit, data kelas air sungai, dan data kualitas air sungai. 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 (Rahayu, 2018).

Beban pencemar aktual merupakan beban pencemar yang dihasilkan di suatu danau atau sungai pada saat kondisi eksisting. Perhitungan beban pencemaran dilakukan setelah dilakukannya pengukuran debit air. Debit air adalah suatu ukuran banyaknya volume air yang mengalir dalam suatu tempat

maupun yang dapat ditampung 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 mengetahui potensi sumber daya air pada suatu aliran sungai atau danau. Selain itu, untuk mengevaluasi ketersediaan air pada suatu daerah, serta sebagai bentuk pengawasan terhadap munculnya limpasan air yang berlebihan atau banjir (Siregar, 2019).

#### **D. Tinjauan Umum tentang Parameter yang Diteliti**

##### **1. TDS (*Total Dissolved Solid*)**

TDS merupakan zat padat yang larut dalam air, baik berupa senyawa, ion ataupun koloid. Air yang mengandung senyawa zat padat terlarut bentuk senyawa nitrit, fosfat berupa nutrisi dapat mendukung kehidupan organisme. Air yang mengandung tinggi senyawa zat padat terlarut berupa nutrisi disebut *eutrofik*, sedangkan air yang mengandung sedikit zat padat terlarut disebut *oligotrofik* karena memiliki daya dukung rendah terhadap organisme (Situmorang, 2017).

TDS adalah konsentrasi jumlah ion kation (bermuatan positif) dan anion (bermuatan negatif) di dalam air. Analisis TDS dilakukan pengukuran kualitatif dari jumlah ion terlarut, akan tetapi tidak dapat menjelaskan pada sifat atau hubungan ion. Pengujian TDS tidak memberikan wawasan dalam penentuan kualitas air secara spesifik. Analisa TDS digunakan sebagai uji indikator dalam menentukan kualitas

umum dari air. Sumber utama untuk TDS dalam perairan yaitu limbah pertanian, rumah tangga, dan industri. Kandungan TDS yang berbahaya yaitu pestisida yang timbul dari aliran permukaan (Tumpu, 2021)

TDS dalam air perlu diketahui untuk melihat produktivitas air, karena produktivitas air sangat ditentukan oleh kelarutan zat padat di dalamnya. Zat padat terlarut di dalam air juga dapat mengindikasikan ketidaknormalan air, karena telah terjadi penyimpangan air. Penyimpangan air disebabkan oleh kegiatan manusia, seperti masuknya buangan berupa kotoran hewan dan manusia, limbah industri, limbah rumah tangga, dan limbah lainnya ke dalam air (Situmorang, 2017).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dinyatakan bahwa batas TDS pada air kelas III yaitu 1000 (mg/l). Pengukuran TDS dapat dilakukan melalui percobaan di laboratorium, yaitu dengan menguapkan air yang dianalisis pada volume tertentu di dalam oven, kemudian diukur berat *beker* sebelum dan sesudah pengeringan air. Selisih antara berat *beker* sebelum dan setelah pengeringan air dinyatakan sebagai berat total zat padat terlarut dengan satuan (mg/liter) air atau *part per million* (ppm) (Situmorang, 2017).

## 2. pH (*Power of Hydrogen*)

*Power of hydrogen* (pH) adalah jumlah konsentrasi ion hidrogen ( $H^+$ ) pada larutan yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman dan

kebasaaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Nilai pH dapat diukur pada skala 0 sampai 14. Air bersifat asam jika Nilai  $pH < 7$ , dan bersifat basa jika nilai  $pH > 7$  serta bersifat netral jika nilai  $pH = 7$  (Ngafifuddin, Sunarno and Susilo, 2017). Derajat keasaman atau pH dikenal sebagai logaritma basis - 10 dari konsentrasi ion hidrogen. Nilai pH akan berubah tidak menentu bergantung kepada faktor-faktor yang mempengaruhinya diantaranya suhu, proses dekomposisi bahan organik, fotosintesis maupun adanya unsur lain yang terendam ke dalam air (Sudewa and Hadiatna, 2018).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air. Peraturan tersebut menjelaskan bahwa pH air yang masuk kategori kelas III yaitu 6 - 9, artinya kualitas air tersebut dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan tawar, peternakan, air yang mengairi tanaman, serta peruntukan lain. Nilai pH pada air dapat dipengaruhi oleh kotoran organisme air yang mengandung amonia yang dapat meningkatkan derajat keasaman (pH) menjadi basa (Alfionita, Patang and Kaseng, 2019).

Perubahan pH pada badan air berperan penting terhadap proses fisika, kimia, biologi ataupun organisme yang hidup didalamnya. Nilai pH berpengaruh terhadap adanya racun bahan pencemaran dan kelarutan oleh beberapa gas, serta menentukan bentuk zat yang larut dalam air. Nilai pH air dapat menentukan konsentrasi ion *hydrogen* air yang dapat berperan

sebagai antioksidan. Antioksidan ion *hydrogen* dapat melawan radikal bebas didalam tubuh sehingga melindungi sel dari efek stress oksidatif yang dapat menyebabkan inflamasi dan berbagai jenis penyakit seperti kanker (Ningrum, 2018)

Alat ukur derajat keasaman (pH) adalah pH meter yang merupakan alat elektronik untuk mengukur pH dari suatu cairan. Alat ukur pH meter terdiri dari *probe* pengukuran yang terhubung langsung pada alat elektronik. Prinsip dasar pengukuran yaitu sebagai potensial elektrokimia yang terdiri antara larutan yang terdapat didalam elektroda gelas. Alat ukur pH meter menggunakan sebuah *probe* yang terbuat dari silinder kaca non konduktor yang dapat berfungsi sebagai sensornya. Penggunaan alat ini masih terdapat beberapa permasalahan pada saat proses penggunaan alat ukur tersebut, diantaranya proses kalibrasi, *lifetime* alat ukur, tingkat akurasi hasil pengukuran dan sebagainya (Barus, Pingak and Louk, 2018).

### **3. BOD (*Biological Oxygen Demand*)**

BOD adalah salah satu parameter kimia yang digunakan dalam menentukan kualitas limbah cair pada perairan. Nilai BOD menunjukkan bahwa banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengurai bahan organik secara biologis di dalam limbah cair. Parameter BOD yang diukur menunjukkan adanya tingkat penurunan mutu air akibat dari tingginya polutan organik pada badan air. Polutan organik yang cukup tinggi tersebut akan mengalami penguraian karena adanya aktivitas dari

bakteri. Aktivitas tersebut membutuhkan oksigen, semakin banyak zat organik yang larut dalam air limbah maka kebutuhan oksigen juga akan semakin tinggi pula sehingga kadar DO akan semakin rendah (Mulyadi, 2020).

Metode pengukuran BOD yang sering dilakukan cukup sederhana, yaitu dengan mengukur kandungan oksigen terlarut awal ( $DO_i$ ) dari sampel saat pengambilan sampel, kemudian melakukan pengukuran kandungan oksigen terlarut kembali setelah sampel diinkubasi selama 5 hari pada kondisi gelap dan suhu tetap yang sering disebut dengan  $DO_5$ . Pengukuran oksigen dapat dilakukan secara analitik melalui metode *winkler*, iodometri dengan cara titrasi (Santoso, 2018).

Pemeriksaan BOD ini dilakukan sebagai prosedur dalam proses oksidasi. Organisme dalam proses oksidasi bertindak sebagai medium dalam mengurai bahan organik menjadi  $CO_2$  dan  $H_2O$  sehingga dapat diketahui jumlah bahan organik yang mudah diurai (*biodegradable*) di dalam air. Pengukuran BOD ini banyak dilakukan untuk mengukur kualitas pencemaran suatu perairan (Yulis, Desti and Febliza, 2018).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dinyatakan bahwa batas BOD pada air kelas III yaitu 6 (mg/l). Kadar BOD yang tinggi di perairan biasanya ditandai dengan adanya kandungan mikroorganisme yang tinggi pula. Mikroorganisme

yang terdapat di dalam air dapat menyebabkan masalah kesehatan. Bakteri kelompok *Coliform*, *Escherichia coli*, dan *Streptococcus faecalis*. *E-coli* ketika masuk kedalam saluran pencernaan dalam jumlah yang banyak dapat berbahaya bagi kesehatan seperti mengalami gangguan pencernaan (diare). Infeksi bakteri jenis *Streptococcus faecalis* biasanya masuk ke pori-pori kulit sehingga dapat menyebabkan iritasi kulit karena adanya kontak langsung dengan bahan pencemar (Rachmawati, 2019).

Pengukuran BOD dalam perairan melibatkan mikroorganisme (bakteri) yang bertindak sebagai pengurai bahan organik, sehingga analisis BOD memerlukan jangka waktu yang relatif lebih lama. Waktu oksidasi biokimia yang dilakukan oleh bakteri dalam perairan sangat dipengaruhi oleh suhu perairan itu sendiri. Metode standar yang sering digunakan saat melakukan analisis pada suhu air yaitu suhu 20<sup>0</sup>C. Suhu rata-rata perairan di indonesia sekitar 25 - 30<sup>0</sup>C sehingga dapat mempengaruhi lamanya masa inkubasi dan aktivitas bakteri pengurai. Pengukuran BOD diperlukan ketelitian karena air sampel yang akan dianalisis biasanya tidak dilakukan secara langsung, namun terlebih dahulu harus melakukan penetralan pH, aerasi, pengenceran, ataupun penambahan jumlah bakteri (Santoso, 2018).

Kualitas pencemaran air limbah pada perairan dapat diminimalisir dengan melakukan pengolahan. Tujuan utama pengolahan air limbah adalah untuk menurunkan kadar BOD, bahan beracun, menghilangkan nutrisi, partikel terlarut, dan membunuh bakteri patogen untuk melindungi

lingkungan perairan serta mencegah adanya penyebaran penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Pengolahan air limbah dapat dilakukan dengan pengolahan biologis yang dapat menghilangkan bahan organik dan menurunkan BOD, menggunakan bantuan mikroorganisme seperti bakteri, fungi dan virus, yang ada dalam limbah cair tersebut. Pengolahan limbah yang berlangsung dengan baik dapat menurunkan kadar BOD antara 90% - 95% (Timpua TK, 2019).

#### **4. COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan dalam mengurai bahan organik yang terkandung dalam air. Seluruh bahan organik di dalam air akan diurai karena pengukuran COD umumnya menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga bahan organik yang mudah urai ataupun kompleks dan sulit urai akan teroksidasi. Nilai COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada di dalam perairan (Santoso, 2018).

Nilai COD biasanya lebih tinggi dibandingkan nilai BOD, hal ini terjadi karena bahan yang tidak terurai dalam uji BOD dapat teroksidasi dalam uji COD, misalnya selulosa. Umumnya nilai COD dua kali lebih besar daripada nilai BOD, karena senyawa kimia yang dapat dioksidasi secara kimia lebih besar dibandingkan oksidasi secara biologis. Semakin besar nilai BOD dan atau COD, maka semakin tinggi pula tingkat pencemaran suatu perairan (Manik, 2003).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup, dinyatakan bahwa batas COD pada air kelas tiga yaitu 40 (mg/l). Metode pengukuran COD menggunakan peralatan khusus yaitu *reflux*, pemanasan, penggunaan asam pekat, dan titrasi. Peralatan *reflux* digunakan untuk menghindari berkurangnya air sampel karena pemanasan. Pengukuran COD pada prinsipnya dilakukan penambahan kalium bikromat ( $K_2Cr_2O_7$ ) sebagai oksidator pada sampel (dengan volume diketahui) yang telah ditambahkan katalis perak sulfat dan asam pekat, kemudian dipanaskan dalam beberapa waktu. Kalium bikromat yang terpakai dalam proses oksidasi bahan organik dalam sampel dapat dihitung dan ditentukan nilai COD (Santoso, 2018).

##### **5. DO (*Dissolved Oxygen*)**

DO merupakan salah satu parameter kimia yang diamati untuk mengetahui beban pencemaran pada lingkungan air. Nilai DO yang sering diukur yaitu dalam bentuk konsentrasi yang menunjukkan ketersediaan jumlah oksigen ( $O_2$ ) dalam suatu perairan. Nilai DO yang tinggi pada air menunjukkan bahwa air tersebut memiliki kualitas yang bagus sehingga aman bagi lingkungan. Oksigen terlarut digunakan oleh semua makhluk hidup untuk pernapasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang nantinya menghasilkan suatu energi yang dapat digunakan untuk pertumbuhan dan pembiakan. Oksigen juga berperan dalam proses

oksidasi dan reduksi bahan-bahan organik maupun anorganik dalam perairan (Yulis, Desti and Febliza, 2018).

Oksigen berperan penting dalam menguraikan komponen atau bahan kimia menjadi komponen yang lebih sederhana. Oksigen dapat teroksidasi dengan berbagai macam zat pencemar seperti komponen organik sehingga zat pencemar tersebut tidak berbahaya. Peranan oksigen dalam kondisi aerobik adalah untuk mengoksidasi bahan organik dan anorganik yang menghasilkan nutrisi sehingga dapat memberikan kesuburan pada perairan. Peranan oksigen dalam kondisi anaerobik yaitu mereduksi senyawa dalam air dan membantu mikroorganisme untuk menguraikan kandungan bahan kimia yang larut dalam air (Aruan and Siahaan, 2017).

Kandungan oksigen terlarut dalam perairan berbeda-beda, semakin dalam perairan maka kandungan oksigen terlarut semakin menurun. Lapisan permukaan perairan memiliki kandungan oksigen terlarut yang lebih tinggi dibandingkan dengan dasar perairan dengan selisih antar lapisan sekitar 0,5 mg/l. Perbedaan tersebut terjadi karena berkurangnya intensitas cahaya yang masuk untuk proses fotosintesis. Lapisan dasar air akan mengalami penurunan kadar oksigen terlarut karena kurangnya cahaya matahari yang masuk sehingga mengganggu proses fotosintesis dan oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik dalam perairan tersebut .

Oksigen terlarut dalam air termasuk indikator penting untuk kesehatan ekosistem perairan, tingkat DO dalam air menentukan kualitas dan kuantitas habitat yang tersedia untuk organisme air. Kadar DO yang rendah dapat menyebabkan organisme akuatik mengalami stres akut dan akhirnya menyebabkan kematian, kadar oksigen terlarut didorong oleh adanya lingkungan fisik dan proses biogeokimia yang kompleks, karena kelarutan oksigen dalam air bergantung pada suhu air. Oksigen terlarut juga didorong oleh banyaknya produsen utama, dengan demikian prediksi berbasis data perlu dilakukan dan mempertimbangkan variabel yang menjelaskan lingkungan fisik perairan dan biogeokimia (Zhang *et al.*, 2019).

Oksigen terlarut dalam air dapat berasal dari dua proses, yakni dari proses fotosintesis yang telah dilakukan oleh fitoplankton ataupun tanaman air lainnya serta dari proses difusi atau pelarutan yang berasal dari udara. Suhu dan salinitas kadar  $Cl^-$  termasuk dalam faktor yang dapat mempengaruhi tingkat kelarutan suatu oksigen dalam perairan. Suhu air yang semakin tinggi dan salinitas perairan yang tinggi dapat menyebabkan tingkat kelarutan oksigen dalam air semakin rendah (Ikhtifari MN, Yudo Prasetyo, 2020).

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, dinyatakan bahwa batas DO pada air kelas tiga yaitu 3

(mg/l). Penentuan angka DO dapat dilakukan dengan cara titrasi atau metode *winkler* yang menggunakan metode elektrokimia, yaitu menggunakan alat DO meter. Metode titrasi dengan cara *winkler* ini umumnya digunakan untuk menentukan kadar oksigen terlarut dalam perairan dengan menggunakan prinsip titrasi iodometri (Sutisna, 2018).

## 6. Nitrit (NO<sub>2</sub>)

Nitrit (NO<sub>2</sub>) adalah bentuk nitrogen yang teroksidasi hanya sebagian. Nitrit tidak ditemukan dalam jumlah yang besar pada air limbah yang segar, akan tetapi ditemukan pada limbah yang sudah lama. Kadar Nitrit di perairan tidak tetap, relatif sedikit dan dapat berubah menjadi amonia atau dioksidasi menjadi nitrat. Kadar Nitrit yang sedikit di perairan biasanya disebabkan karena senyawa tersebut berada pada fase pertengahan proses nitrifikasi dan denitrifikasi (Saputro, Sunaryo and Fahdiran, 2020).

Nitrit mempunyai bilangan oksidasi antara nitrogen dalam proses oksidasi biokimia amonia menjadi nitrat. Nitrit juga terbentuk karena adanya reaksi reduksi nitrat pada keadaan oksigen yang rendah. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dinyatakan bahwa batas Nitrit pada air kelas tiga yaitu 0,06 (mg/L). Air yang tercemar umumnya memiliki kadar nitrit yang dijumpai jarang kadar nitritnya lebih dari 0,1 mg/liter. Keberadaan nitrit sebagai N pada perairan

berkaitan dengan nilai amonia yang tinggi dari adanya pencemaran limbah (Angelina, 2021)

## **7. Mangan (Mn)**

Mangan (Mn) merupakan unsur kimia, di dalam tabel periodik mangan memiliki nomor atom 25 dan bisa ditemui di lingkungan perairan, di udara, di tanah dan pada tubuh mikroorganisme. Mangan pada kondisi bebas di lingkungan tidak ditemukan karena bersenyawa dengan unsur lain. Umumnya mangan di lingkungan bersenyawa dengan unsur-unsur seperti klorin, sulfur dan  $O_2$  (Angelina, 2021). Jumlah Mangan (Mn) dalam perairan relatif rendah, akan tetapi konsentrasi yang tinggi dapat memberikan dampak bagi kesehatan manusia. Mangan dengan konsentrasi yang tinggi dalam perairan menyebabkan warna air menjadi kuning atau coklat, bau yang tidak enak, sehingga dapat menimbulkan bercak kuning pada bak mandi ataupun pakaian (Emilia, Destiarti and Adhitiyawarman, 2021).

Mangan termasuk nutrien renik yang sangat penting bagi hewan dan tumbuhan. Selain itu, mangan juga merupakan unsur penting pada proses metabolisme dan sistem enzim. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup, dinyatakan bahwa batas Mangan (Mn) pada air kelas tiga yaitu 0,5 (mg/L). Kadar mangan yang tinggi biasanya terjadi pada danau yang dalam, serta dapat menyerang

saraf sehingga menyebabkan sindrom Parkinson bagi orang lanjut usia (Angelina, 2021).

## **8. Ammonia (NH<sub>3</sub>)**

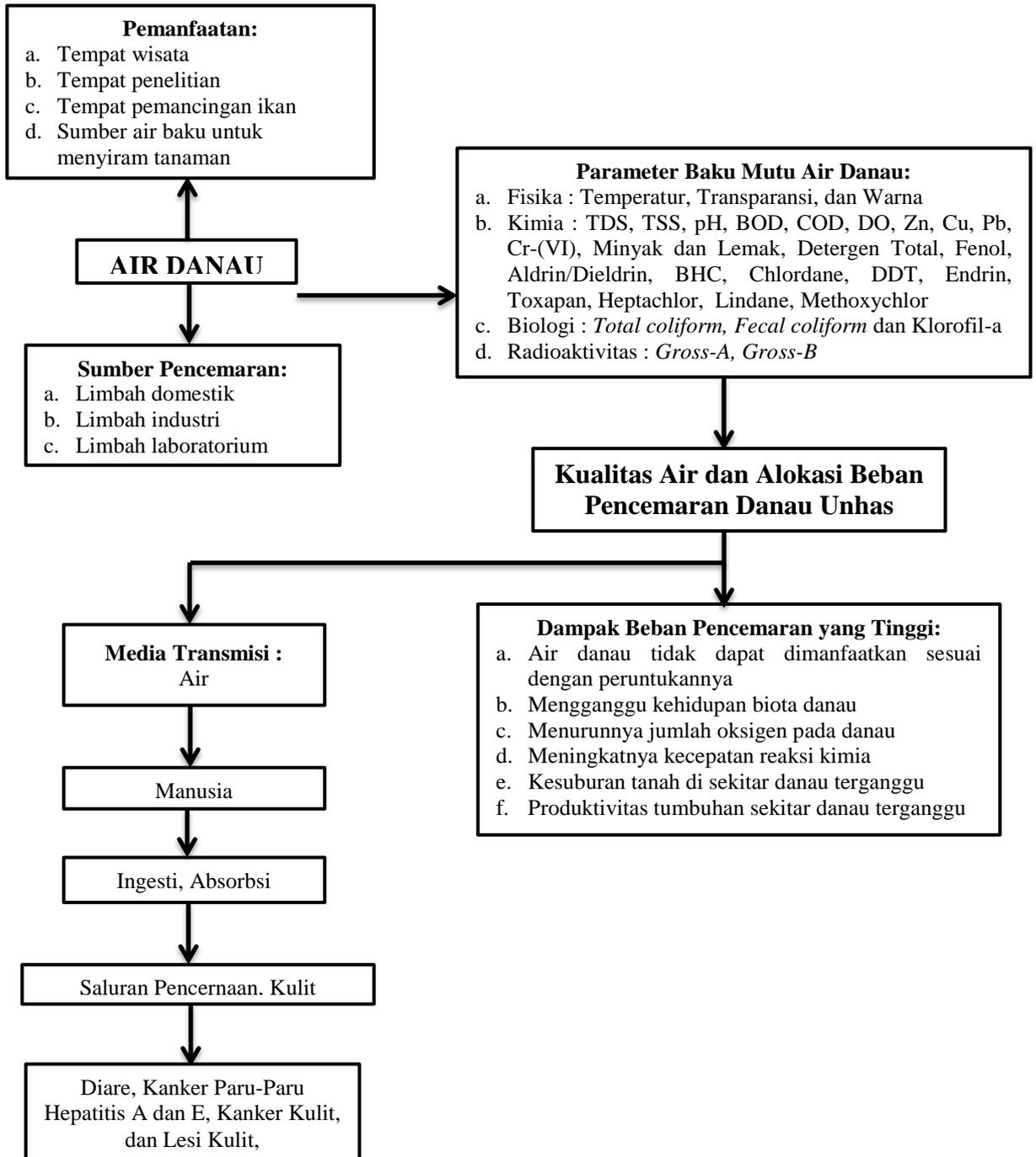
Ammonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH<sub>3</sub>, di perairan dapat berasal dari adanya sisa metabolisme (ekskresi) hewan dan proses dekomposisi bahan organik oleh mikroorganisme. Keberadaan ammonia pada kegiatan budidaya dihasilkan dari adanya aktivitas ekskresi biota itu sendiri serta proses dekomposisi bahan organik dari sisa-sisa pakan dan kotoran selama pemeliharaan. Selain itu, ammonia di perairan juga berasal dari gas nitrogen karena adanya proses difusi udara yang tereduksi di dalam air (Tarigan, 2019).

Ammonia di perairan dijumpai dalam bentuk ammonia total yang terdiri dari ammonia bebas (NH<sub>3</sub>) dan ion ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>). Ammonia bentuk ion ammonium lebih banyak ditemukan di perairan apabila pH kurang dari 7, sedangkan pH perairan lebih dari 7 ammonia bebas yang bersifat toksik lebih banyak. Kondisi pH dan suhu perairan menentukan kesetimbangan antara kedua bentuk ammonia di atas. Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, dinyatakan bahwa batas Ammonia (NH<sub>3</sub>) pada air kelas tiga yaitu tidak dipersyaratkan. Konsentrasi NH<sub>3</sub> yang tinggi dapat menyebabkan kerusakan pada insang ikan, meningkatkan kadar ammonia

dalam darah dan jaringan tubuh ikan, sehingga dapat mengganggu kestabilan membran sel serta mengurangi kemampuan darah untuk mengangkut oksigen (Tarigan, 2019).

## E. Kerangka Teori

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



Gambar 2. 1 Kerangka Teori

**Sumber** : *Lestari DW, et.al 2020; Anggraini, 2019; Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 tentang Penyelenggaraan Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan hidup; Badan Pusat Statistik/BPS-Statistik Indonesia, 2020.*