

**STATUS PENCEMARAN LOGAM BERAT  
TIMBAL DAN KADMIUM DI SUNGAI TALLO MENGGUNAKAN  
BIOINDIKATOR IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) YANG DI  
KULTUR DI KERAMBA JARING APUNG**

**SKRIPSI**

**OLEH**

**ZULKARNAIN MUSADA**

**45 18 034 012**



**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN  
JURUSAN PERIKANAN FAKULTAS PERTANIAN  
UNIVERSITAS BOSOWA  
MAKASSAR**

**2020**

HALAMAN JUDUL

STATUS PENCEMARAN LOGAM BERAT TIMBAL DAN KADMIUM DI  
SUNGAI TALLO MENGGUNAKAN BIOINDIKATOR IKAN NILA  
(*Oreochromis niloticus*) YANG DI KULTUR DI KERAMBA JARING  
APUNG.

SKRIPSI

Di Susun Oleh :

Zulkarnain Musada

4518034013

PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN

FAKULTAS PERTANIAN

UNIVERSITAS BOSOWA

MAKASSAR

2020

**HALAMAN PENGESAHAN**

**Status Pencemaran Logam Berat Timbal dan Kadmium  
Di Sungai Tallo Menggunakan Bioindikator Ikan Nila (*Oreochromis  
niloticus*) Yang Di Kultur Di Keramba Jaring Apung**

**Zulkarnain Musada**

**45 18 034 012**

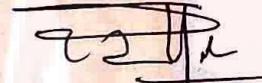
**Skripsi Telah Diperiksa dan Disetujui Oleh :**

**Pembimbing I**



**Prof. Dr. Ir. Andi Gusti Tantu, M.P**

**Pembimbing II**



**Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P**

**Mengetahui :**

**Dekan Fakultas Pertanian**



**Dr. Ir. Syariffudin, S.Pt, M.P**

**Ketua Jurusan Perikanan**



**Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P**

**Tanggal Lulus : 22 September 2020**

## ABSTRAK

ZULKARNAIN MUSADA. 4518034012. Status Pencemaran Logam Berat Timbal dan Kadmium Di Sungai Tallo Menggunakan Bioindikator Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Di Kultur Di Keramba Jaring Apung di bawah bimbingan Andi Gusti Tantu sebagai Pembimbing Utama dan Erni Indrawati sebagai Pembimbing Anggota.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisa status pencemaran logam berat timbal dan kadmium di perairan Sungai Tallo dengan menggunakan bioindikator ikan Nila yang di kultur di keramba jaring apung. Penelitian dilaksanakan di perairan Sungai Tallo, Kota Makassar pada bulan November 2019 sampai Februari 2020. Analisis sampel air serta organ hati dan insang ikan Nila dilakukan di Laboratorium Balai Besar Industri Hasil Perkebunan Makassar.

Parameter kualitas air yang diukur meliputi parameter fisika yakni suhu, kekeruhan, kecerahan, kecepatan arus dan kedalaman. Sedangkan parameter kimia meliputi pH, oksigen terlarut, salinitas, BOD, amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Selanjutnya parameter biologi organ ikan Nila yaitu organ hati dan insang.

Hasil penelitian menyimpulkan bahwa indeks pencemaran (IP) parameter yang masuk dalam kategori cemar ringan yaitu oksigen terlarut (DO), timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Cemar sedang yaitu suhu dan *biochemical oxygen demand* (BOD), serta cemar berat yaitu amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ). Sedangkan kategori baik yaitu kedalaman, kecepatan arus, kecerahan, pH, dan salinitas. Nilai biokonsentrasi faktor (BCF) tertinggi yaitu timbal (Pb) pada organ insang dengan umur pemeliharaan satu bulan dan yang terendah umur pemeliharaan empat bulan. Sedangkan BCF pada kadmium (Cd) pada organ insang dan hati memiliki nilai yang sama untuk semua umur pemeliharaan.

**Kata Kunci** : Pencemaran, Timbal, Kadmium, Sungai Tallo, Bioindikator, *Oreochromis niloticus*.

## **ABSTRACT**

ZULKARNAIN MUSADA. 4518034012. The Status of Heavy Metal Lead and Cadmium Pollution in the Tallo River Using Bioindicators of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) cultured in floating net cages under the guidance of Andi Gusti Tantu as the Main Guide and Erni Indrawati as Member Advisor.

The purpose of this study was to analyze the contamination status of lead and cadmium heavy metals in the waters of the Tallo River using bioindicators cultured in floating net cages. The research was conducted in the waters of the Tallo River, Makassar City from November 2019 to February 2020. Analysis of water samples and the liver and gills of Tilapia was carried out at the Laboratory of the Makassar Plantation Products Industry Center.

Water quality parameters measured include physical parameters, namely temperature, turbidity, brightness, current velocity and depth. Meanwhile, chemical parameters include pH, dissolved oxygen, salinity, BOD, ammonia (NH<sub>3</sub>-N), nitrat (NO<sub>3</sub>), lead (Pb) and cadmium (Cd). Furthermore, the biological parameters of the Tilapia fish organs are the liver and gills.

The results of the study concluded that the pollution index (IP) parameters included in the light polluted category were dissolved oxygen (DO), lead (Pb) and cadmium (Cd). Medium pollutant is temperature and biochemical oxygen demand (BOD), and heavy pollutant is ammonia (NH<sub>3</sub>-N). While the good categories are depth, current velocity, brightness, pH, and salinity. The highest value of bioconcentration factor (BCF) was lead (Pb) in the gills with a one month maintenance age and the lowest was four months. Meanwhile, BCF in cadmium (Cd) in gills and liver has the same value for all maintenance ages.

**Keywords** : Pollution, Lead, Cadmium, Tallo River, Bioindicator, *Oreochromis niloticus*.

## KATA PENGANTAR

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas Rahmat dan Berkat-NYA, maka penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi dengan judul **Status Pencemaran Logam Berat Timbal dan Kadmium Menggunakan Bioindikator Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Di Kultur Di Keramba Jaring Apung.**

Penyusunan skripsi ini tidak terlepas atas bantuan dan bimbingan dari berbagai pihak, oleh karena itu pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Syarifuddin, S.Pt., M.P, selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa Makassar.
2. Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P, selaku Ketua Program Studi Budidaya Perairan.
3. Prof. Dr. Ir. A. Gusti Tantu, M.P, Selaku Pembimbing I
4. Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P, Selaku Pembimbing II
5. Paman tersayang Moh. Halik Itjen Musada, S.Pd, MM, yang telah merawat dan membesarkan penulis.
6. Keluarga tercinta yang senantiasa memberi dukungan dalam doa dan bimbingan penyemangat.
7. Sahabat se almamater Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Pertanian atas kerjasama serta dukungan.

8. Kawan-kawan mahasiswa (i) KKN Tematik Angkatan 47 Desa Bantimurung Kabupaten Pangkep atas dedikasi dukungan di salah-salah aktivitas penelitian.
9. Untuk semua teman, kawan dan sahabat yang tak bisa disebutkan satu per satu, dengan segala keikhlasan dan kerendahan hati memberi semangat dan bantuan tersendiri kepada penulis.
10. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Akhir kata, penulis berharap semoga skripsi ini dapat memberi manfaat serta acuan bagi pembaca. Atas segala kekurangan, saya sangat mengharapkan segala kritik dan saran demi kesempurnaan dari skripsi ini.

Makassar, Februari 2020

Penulis

Zulkarnain Musada  
4518034012

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>ABSTRAK</b> .....	iii
<b>ABSTRACT</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	ix
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Tujuan .....	5
1.3 Kegunaan .....	5
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>	
2.1 Pencemaran .....	6
2.1.1 Pencemaran Logam Berat Dalam Perairan .....	7
2.1.2 Resiko Pencemaran dan Toksisitas .....	10
2.2 Logam Berat .....	12
2.2.1 Logam Timbal (Pb) .....	13
2.2.1.1 Dampak Timbal (Pb) Pada Ikan dan Manusia ..	15
2.2.2 Logam Kadmium (Cd) .....	18
2.2.2.1 Proses masuknya Kadmium (Cd) .....	19
2.2.3 Kandungan Logam Berat Dalam Biota Air .....	23
2.3 Bioindikator .....	25
2.4 Kualitas Air Untuk Budidaya Ikan .....	28
2.4.1 Fisika .....	29
2.4.2 Kimia .....	31
2.4.3 Kriteria dan Baku Mutu Air .....	34
2.5 Sungai Tallo .....	37

2.6 Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	40
<b>BAB III METODE PENELITIAN</b>	
3.1 Waktu dan Tempat.....	45
3.2 Alat dan Bahan .....	45
3.3 Prosedur Penelitian .....	48
3.4 Analisis Data .....	54
3.4.1 Indeks Pencemaran Lingkungan .....	54
3.4.2 Biokonsentrasi Faktor (BCF) .....	54
<b>BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	
4.1 Indeks Pencemaran (IP) Di Sungai Tallo .....	55
4.2 <i>Biokonsentrasi Faktor</i> (BCF) .....	57
4.3 Kualitas Air Di Sungai Tallo .....	60
4.3.1 Suhu .....	60
4.3.2 Kecepatan Arus .....	61
4.3.3 Kecerahan .....	62
4.3.4 Oksigen Terlarut (DO) .....	62
4.3.5 Derajat Asam (pH) .....	63
4.3.6 Salinitas .....	64
4.3.7 <i>Biochemical Oxygen Demand</i> (BOD) .....	64
4.3.8 Amonia .....	65
4.3.9 Logam Berat Pb dan Cd .....	65
<b>BAB V KESIMPULAN DAN SARAN</b>	
5.1 Kesimpulan .....	67
5.2 Saran .....	67
<b>DAFTAR PUSTAKA</b> .....	68
<b>LAMPIRAN</b> .....	74

## DAFTAR TABEL

Tabel 1. Konsentrasi Beberapa Logam Berat Dalam Air Laut dan Air Sungai Secara Alamiah .....	9
Tabel 2. Konsentrasi Ion Logam (mg/l) yang Mematikan Beberapa Biota Laut Pada Pernapasan 96 Jam .....	11
Tabel 3. Baku Mutu Air Untuk Budidaya Ikan .....	29
Tabel 4. Kriteria Mutu Air Berdasarkan PP 82 Tahun 2001 .....	35
Tabel 5. Kriteria Kelayakan Lokasi Untuk Kesesuaian Budidaya Ikan Nila Di Perairan Air Tawar .....	43
Tabel 6. Alat dan Bahan Penelitian .....	45
Tabel 7. Analisis Indeks Pencemaran (IP) Pada Setiap Stasiun .....	55

**BUSUWA**

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Skema Metabolisme Pb dalam Tubuh Manusia .....	17
Gambar 2. Peta Administrasi Kecamatan Tallo .....	38
Gambar 3. Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) .....	41
Gambar 4. Peta Lokasi Penelitian .....	53
Gambar 5. <i>Biokonsentrasi Faktor (BCF)</i> Logam Berat Timbal (Pb) .....	58
Gambar 6. <i>Biokonsentrasi Faktor (BCF)</i> Logam Berat Kadmium (Cd) .....	59

**BOSOWA**

## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Pengukuran Kualitas Air Pada Setiap Stasiun .....	75
Lampiran 2. Hasil Kualitas Air Pada Setiap Stasiun Di Sungai Tallo .....	76
Lampiran 3. Hasil Uji Kualitas Air Sungai Tallo Di Laboratorium BBIHP .....	78
Lampiran 4. Hasil Uji Organ Hati Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) Di Laboratorium BBIHP .....	87
Lampiran 5. Hasil Uji Organ Hati Ikan Nila ( <i>Oreochromis niloticus</i> ) Di Laboratorium BBIHP .....	99
Lampiran 6. Dokumentasi Aktivitas Penelitian .....	111

**BOSOWA**

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Logam berat merupakan logam yang mempunyai berat jenis (*specific gravity*) 5,0 atau lebih, dengan nomor atom antara 21 (*scandium*) dan 92 (*uranium*) dari sistem periodik bahan kimia (Nursyamsiyah, Thoha, Sampurna Jaya, & Bakri, 2015).

Manfaat logam berat yaitu digunakan untuk kerja sistem enzim, misalnya seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), dan beberapa unsur lainnya seperti kobalt (Co), dan mangan (Mn). Dalam industri logam sebagai pelapis, penguat, campuran logam, bantalan logam, pembuatan solder, baterai, ekstraksi logam mulia. Untuk industri kimia sebagai bahan antara pembuatan pigmen dan penstabil plastik, pembuatan fungisida, cat, keramik, gelas (penjernih dari kotoran noda besi) dan kertas dinding. Sedangkan pada industri pertanian sebagai rodentisida, insektisida, dan herbisida, dan juga sebagai bahan adiktif bahan bakar bensin dalam bentuk timbal tetra etil (*Tetra Ethyl lead/TEL*) yang berfungsi untuk meningkatkan daya pelumasan, juga meningkatkan efisiensi pembakaran sehingga kinerja kendaraan bermotor meningkat (Puspasari, 2017).

Logam berat pada umumnya mempunyai sifat toksik dan berbahaya bagi organisme hidup, walaupun beberapa diantaranya diperlukan dalam jumlah kecil. Beberapa logam berat banyak digunakan dalam berbagai kehidupan sehari-hari. Secara langsung maupun tidak langsung toksisitas

dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran pada lingkungan sekitarnya. Apabila kadar logam berat sudah melebihi ambang batas yang ditentukan dapat membahayakan bagi kehidupan (Erfandy, 2013).

Logam berat merupakan unsur pencemar perairan yang bersifat toksik dan harus terus diwaspadai keberadaannya. Penyebab utama logam berat menjadi bahan pencemar berbahaya yaitu logam berat tidak dapat dihancurkan (*non degradable*) oleh organisme hidup di lingkungan dan terakumulasi ke lingkungan, terutama mengendap di dasar perairan membentuk senyawa kompleks bersama bahan organik dan anorganik secara absorpsi dan kombinasi (Muslimah, S.Si, 2015).

Diantara jenis logam berat yang mencemari lingkungan perairan adalah timbal (Pb) dan kadmium (Cd). Timbal (Pb) adalah logam lunak kebiruan atau kelabu keperakan yang lazim terdapat dalam kandungan endapan sulfat yang tercampur mineral-mineral lain, terutama seng dan tembaga. Penggunaan Pb terbesar adalah industri baterai, kendaraan bermotor seperti timbal metalik dan komponen-komponennya. Timbal digunakan pada bensin untuk kendaraan, cat dan pestisida. Pencemaran timbal ke dalam perairan dapat melalui pengendapan, jatuhnya debu, aliran buangan industri, limbah pemukiman dan erosi. Konsentrasi rata-rata logam Pb dalam perairan air tawar alami 0,3 mg/L, sedangkan konsentrasi rata-rata logam Pb pada perairan laut sekitar 0,03 mg/L, selain itu waktu tinggal logam Pb dalam air dapat mencapai 2000 tahun, sedangkan kadar

standar baku mutu logam Pd pada organisme ikan yaitu 0,1 ppm (Dawud, Namara, Chayati, & Muhammad, 2016).

Kadmium (Cd) adalah logam berat yang merupakan hasil samping dari ekstraksi Pb, Zn dan Cu. Kebanyakan Cd berasal dari produk sampingan pengecoran seng, timah atau tembaga kadmium yang banyak digunakan berbagai industri terutama plating logam, pigmen, baterai dan plastik (Setiawan, 2014). Kadmium adalah logam toksik yang umumnya ditemukan dalam pekerjaan-pekerjaan industri, logam kadmium digunakan secara intensif dalam proses electroplating, kadmium juga ditemukan dalam industri cat. Masuknya kadmium di perairan melalui pembuangan sampah dan aliran air hujan air buangan. Kadar standar baku mutu logam Cd pada organisme ikan yaitu 0,01 ppm (Dawud, Namara, Chayati, & Muhammad, 2016).

Limbah logam berat yang masuk ke lingkungan perairan akan mengalami proses pengendapan dan absorpsi. Pengendapan akan meningkatkan konsentrasi logam dalam sedimen, sedangkan absorpsi oleh organisme perairan akan menyebabkan terakumulasinya logam-logam tersebut ke dalam tubuh organisme (Alam, 2019). Akumulasi logam berat dalam tubuh organisme perairan berbeda-beda tergantung dari konsentrasi logam yang masuk, kondisi perairan dan kondisi organisme. Begitu pula konsentrasi logam berat pada setiap organ bagi suatu organisme juga berbeda-beda tergantung fisiologi organ tersebut (Yulaipi & Aunurohim, 2013).

Salah satu organisme perairan yang dapat digunakan sebagai bioindikator tingkat pencemaran perairan adalah golongan ikan. Jika di dalam tubuh ikan telah terkandung kadar logam berat yang tinggi dan melebihi batas normal yang telah ditentukan dapat dijadikan indikator terjadinya suatu pencemaran lingkungan perairan (Nurfitriani, 2017). Ikan sebagai pemangsa puncak (*top predator*) di perairan akan mendapatkan (*intake*) pencemar secara aktif dari rantai makanan, dan atau terserap secara pasif melalui lingkungan yaitu proses pengaturan tekanan osmose cairan tubuh (osmoregulasi) (Budiman, Dhahiyat, & Hamdani, 2012).

Sungai Tallo merupakan salah satu sungai utama di Kota Makassar yang mengalir ke Selat Makassar, membelah dua wilayah yaitu Kabupaten Gowa dan Kota Makassar. Sungai Tallo dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sarana transportasi air, pariwisata, sumber air baku, dan kawasan perikanan tangkap serta budidaya perairan tawar dengan sistem keramba jaring apung (Niti Suparjo, 2010).

Perairan muara Sungai Tallo mengalami tekanan dari lingkungan di sepanjang aliran sungai, berupa pemukiman, pertambangan, dan pertanian. Disamping itu, enam perusahaan diduga melakukan pencemaran dengan membuang limbah cair serta bahan berbahaya dan beracun (B3) di sepanjang Daerah Aliran Sungai (DAS) Sungai Tallo tanpa melalui proses pengolahan. Keenam perusahaan tersebut yakni Pembangkit Listrik Tenaga Uap (PLTU) Tallo, PT IA, PT ST, PT MT, PT KTC, dan RIS IS. Rata-rata perusahaan ini terindikasi belum mempunyai fasilitas Instalasi

Pengolahan Limbah (IPAL) dan Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPLC) yang secara langsung bermuara di Sungai Tallo. Tidak hanya itu, pencemaran limbah domestik, pertanian dan industri dari kegiatan di darat maupun di laut turut menambah beban kelangsungan ekosistem di Sungai Tallo (Selmi, Wiharto, & Patang, 2019).

Tentu ini akan menjadi perhatian khusus dalam pemanfaatan Sungai Tallo sebagai zona penangkapan ikan dan budidaya perikanan air tawar yang telah dilakukan oleh masyarakat setempat sejak puluhan tahun yang silam (Niti Suparjo, 2010). Berdasarkan hal tersebut, maka peneliti akan melakukan penelitian dengan judul status pencemaran logam berat timbal dan cadmium di Sungai Tallo menggunakan bioindikator ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang di kultur di keramba jaring apung.

## **1.2 Tujuan**

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisa status pencemaran logam berat timbal dan cadmium di perairan Sungai Tallo.

## **1.3 Kegunaan**

Kegunaan dari penelitian ini dijadikan sebagai informasi tentang status pencemaran logam berat timbal dan cadmium di Sungai Tallo, sehingga dapat dijadikan acuan dalam upaya pengelolaan Sungai Tallo sebagai perairan yang berpotensi untuk pengembangan budidaya keramba jaring apung.

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pencemaran

Pencemaran lingkungan hidup adalah masuk atau dimasukkannya makhluk hidup, zat, energi, dan atau komponen lain ke dalam lingkungan hidup oleh kegiatan manusia sehingga melampaui baku mutu lingkungan hidup yang telah ditetapkan (UU No. 32 Tahun 2009 pasal 1 butir 14). Sedangkan pengertian Perusakan Lingkungan Hidup adalah tindakan orang yang menimbulkan perubahan langsung atau tidak langsung terhadap sifat fisik, kimia, dan atau hayati lingkungan hidup sehingga melampaui kriteria baku kerusakan lingkungan hidup (Alam, 2019).

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Pada awal digunakannya logam sebagai alat, belum diketahui pengaruh pencemaran pada lingkungan. Proses oksidasi dari logam yang menyebabkan perkaratan sebetulnya merupakan tanda-tanda adanya hal tersebut di atas. Tahun demi tahun ilmu kimia berkembang dengan cepat dan dengan mulai ditemukannya garam logam ( $\text{HgNO}_3$ ,  $\text{PbNO}_3$ ,  $\text{HgCl}$ ,  $\text{CdCl}_2$ ), karena diperjual-belikannya garam tersebut untuk industri, maka tanda-tanda pencemaran lingkungan mulai timbul (Erfandy, 2013).

Aktifitas manusia dapat meningkatkan konsentrasi logam menjadi lebih tinggi. Pertambangan dan pengolahan biji, limbah domestik, limbah

air, limpasan air hujan dan pembuangan limbah industri merupakan sumber utama pencemaran logam berat. Dalam banyak kasus, logam berat terdapat secara alami dalam badan air pada tingkat dibawah ambang batas beracun, namun sifat logam yang tidak bisa didegradasi walaupun dalam konsentrasi rendah masih mungkin menimbulkan resiko kerusakan melalui penyerapan dan bioakumulasi oleh organisme (Yulaipi & Aunurohim, 2013).

Logam dinyatakan polutan atau pencemar yang sangat toksik karena logam bersifat tidak mudah terurai, banyak bahan pencemar logam yang digunakan oleh industri seperti raksa (Hg), kromium heksavalen (Cr) (VI), arsen (As), kadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), seng (Zn) dan Nikel (Ni) (Muslimah, S.Si, 2015).

Beban pencemar (polutan) adalah bahan-bahan yang bersifat asing bagi alam atau bahan yang berasal dari alam itu sendiri yang memasuki suatu tatanan ekosistem sehingga mengganggu peruntukan ekosistem tersebut. Sumber pencemaran yang masuk ke badan perairan dibedakan atas pencemaran yang disebabkan oleh alam polutan (alamiah) dan pencemaran karena kegiatan manusia atau biasa disebut polutan antropogenik (Garvano, Saputro, & Hariadi, 2017).

### **2.1.1 Pencemaran Logam Berat dalam Perairan**

Logam berat bisa masuk ke lingkungan perairan secara alami melalui pelapukan, erosi batuan dan tanah, atau melalui limpasan perkotaan dan kota, air hujan, limbah, limbah industri, operasi

pertambangan, atmosfer deposisi dan aktivitas pertanian (Maddusa, Paputungan, Syarifuddin, Maambuat, & Alla, 2017).

Penelitian (Sudarmaji Sudarmaji, J. Mukono, 2006) yang berjudul “Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan” membagi sumber bahan pencemar logam berat menjadi tiga yaitu sebagai berikut :

a. Sumber dari Alam

Keberadaan logam berat dapat dijumpai secara alami, misalnya dalam bebatuan maupun pada air hujan serta pada udara. Timbal (Pb) misalnya yang secara alami dapat ditemukan dalam bebatuan sekitar 13 mg/kg, Merkuri (Hg) dapat dijumpai dari gas gunung berapi dan penguapan dari air laut.

b. Sumber dari Industri

Industri adalah salah satu penghasil logam berat yang paling berpotensi mencemari lingkungan. Misalnya pada industri yang memakai timbal (Pb) sebagai bahan baku, seperti industri pengecoran yang dapat menghasilkan timbal konsentrat (*Primary lead*) maupun *secondary lead* yang berasal dari potongan logam (*scrap*), industri baterai yang banyak menghasilkan timbal terutama *lead antimony alloy* dan *lead oxides* sebagai bahan dasarnya serta industri kabel yang dapat menghasilkan logam Cd, Fe, Cr, Au dan arsenik yang juga membahayakan kehidupan makhluk hidup.

### c. Sumber dari Transportasi

Hasil pembakaran dari bahan tambahan (*aditive*), Pb pada bahan bakar kendaraan bermotor yang menghasilkan emisi Pb inorganik. Logam berat Pb tersebut yang bercampur dengan bahan bakar akan bercampur dengan oli dan melalui proses di dalam mesin maka logam berat Pb akan keluar dari knalpot bersama dengan gas buangan lainnya.

Tabel 1. Konsentrasi beberapa logam berat dalam air laut dan air sungai secara alamiah.

Logam	Air Laut ( $\mu\text{g/l}$ )	Air Sungai( $\mu\text{g/l}$ )
Logam Ringan (Makro) :		
- K	392.000	2300
- Na	10.800.000	6300
- Ca	411.000	15000
- Mg		4100
Logam Berat (Mikro) :		
- As	2,6	2
- Cd	0,11	Tt
- Cr	0,2	1
- Cu	2,0	7
- Fe	3,4	670
- Pb	0,03	3
- Hg	0,15	0,07
- Ni	2,0	0,3
- Ag	0,28	0,3
- Zn	2,0	20

Sumber : Waldichuk, 1974 dalam Yuniarti (2003).

Lingkungan perairan tercemar karena pemukiman manusia yang begitu pesat berkembang, pariwisata, kegiatan pelabuhan, pengoperasian jumlah berlebihan perahu mekanik, pertanian dan praktek budidaya. Degradasi yang sedang berlangsung juga terkait dengan endapan besar

banjir, limpasan badai, atmo-deposisi bulat dan tekanan lainnya yang mengakibatkan perubahan kualitas air, berkurangnya sumber daya perikanan, tersedak dari muara sungai dan inlet, dan hilangnya keanekaragaman hayati sebagai keseluruhan jelas dalam beberapa tahun terakhir (Dawud, Namara, Chayati, & Muhammad, 2016).

Logam berat dapat masuk ke lingkungan perairan dan mengalami akumulasi dalam rantai makanan. Akumulasi logam berat pada ikan dapat mempengaruhi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya melalui biomagnifikasi (Puspasari, 2017).

### **2.1.2 Resiko Pencemaran dan Toksisitas**

Resiko toksisitas berarti besarnya kemungkinan zat kimia untuk menimbulkan keracunan. Hal ini tergantung dari besarnya dosis, konsentrasi, lama dan seringnya pemaparan, juga cara masuk dalam tubuh, serta gejala keracunan antara lain disebabkan oleh adanya pencemaran (Setiawan, 2014).

Pencemaran merupakan keadaan yang berubah menjadi lebih buruk, keadaan yang berubah karena akibat masuknya bahan-bahan pencemar. Bahan pencemar umumnya mempunyai sifat toksit (racun) yang berbahaya bagi organisme hidup. Toksisitas atau daya racun dari polutan itulah yang kemudian menjadi pemicu terjadinya pencemaran (Supriyantini, Sedjati, & Nurfadhli, 2016).

Kegiatan toksisitas antara lain adalah menguji sifat-sifat dari efek negatif yang ditimbulkan oleh bahan kimia dan fisika, memperkirakan efek

negatif yang mungkin akan timbul karena keberadaan suatu bahan kimia dan fisika (Pitoy, 2015).

Tabel 2. Konsentrasi ion logam (mg/l) yang mematikan beberapa biota laut pada pernapasan 96 jam.

Jenis Logam Berat	Jenis Biota Laut			
	Ikan	Udang	Kerang	Polycheta
Cd	22 – 25	0,15 – 47	22 – 35	2,5 – 12,1
Cr	91	10	14 – 105	2,0 – 9,0
Cu	2,5 – 3,5	0,17 – 100	0,14 – 2,4	0,16 – 0,5
Hg	0,23 – 0,8	0,05 – 0,5	0,58 – 32	0,20 - 0,09
Ni	350	6 – 47	722 – 320	25 – 72
Pb	188	-	-	7,7 – 20
Zn	60	0,5 – 50	10 – 50	1,8 – 55

Sumber : (Palar, 2004 dalam Nurfitriani, 2017).

Klasifikasi toksisitas dapat digolongkan menurut :

1. Berdasarkan durasi waktu timbulnya efek. Toksisitas dapat dikelompokkan menjadi : toksisitas akut sifatnya mendadak, dalam waktu singkat, efeknya *reversibel*, serta toksisitas kronis, durasi waktu lama, konstan serta terus menerus, efeknya atau *irreversibel*.
2. Berdasarkan tempat bahan kimia (toksitan) tersebut berefek : toksitan lokal (efek terjadi pada tempat aplikasi atau *exposure*, di antara toksikan dan sistem biologis), serta toksisitas sistemik (toksikan diabsorpsi ke dalam tubuh dan di distribusi melalui aliran darah dan mencapai organ dimana akan terjadi efek).
3. Berdasar respon yang terjadi dan organ dimana bahan kimia tersebut mempunyai efek, toksisitas dibedakan : *hepatotoksin*, *nefrotoksin*, *neurotoksin*, *imunotoksin*, *teratogenik* *karsinogenik* serta *allergen*

*sensitizers* (bahan kimia dan fisika yang bisa merangsang timbulnya reaksi alergi), karsinogenik.

Logam berat dapat masuk ke lingkungan perairan dan mengalami akumulasi dalam rantai makanan. Akumulasi logam berat pada ikan dapat mempengaruhi kesehatan manusia yang mengkonsumsinya melalui biomagnifikasi (Puspasari, 2017).

## **2.2 Logam Berat**

Logam berat dapat didefinisikan sebagai unsur-unsur yang mempunyai nomor atom 22-92 dan terletak pada periode 4-7 dalam susunan berkala Mendeleev. Logam berat mempunyai efek racun terhadap manusia dan makhluk hidup lainnya. Logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), kadmium (Cd), kromium (Cr), dan nikel (Ni). Logam-logam tersebut dapat menggumpal di dalam tubuh organisme dan tetap tinggal dalam tubuh dengan jangka waktu yang lama sebagai racun yang terakumulasi.

Logam berasal dari kerak bumi yang berupa bahan-bahan murni, organik, dan anorganik. Logam mula-mula diambil dari pertambangan di bawah tanah (kerak bumi), yang kemudian dicairkan dan dimurnikan dalam pabrik menjadi logam-logam murni. Dalam proses perwujudan logam tersebut yaitu dari pencairan sampai menjadi logam, sebagian darinya terbuang ke dalam lingkungan (Masriadi *et al.*, 2019).

Menurut (Corel dan Miller, 1995 dalam Alam, 2019). kegiatan manusia merupakan sumber utama masuknya logam berat ke dalam perairan yang melalui buangan langsung berbagai jenis limbah yang beracun. Umumnya logam-logam yang terdapat dalam tanah dan perairan dalam bentuk persenyawaan, seperti senyawa hidroksida, senyawa oksida, senyawa karbonat, dan senyawa sulfida. Senyawa-senyawa itu sangat mudah larut dalam air. Namun dengan demikian pada badan perairan yang mempunyai derajat keasaman mendekati normal atau pada daerah kisaran pH 7 sampai 8, kelarutan dari senyawa-senyawa ini cenderung stabil (Selmi *et al.*, 2019).

Logam berat dalam perairan mudah terserap dan tertimbun dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan, selanjutnya melalui rantai makanan sampai ke organisme lainnya. Kadar logam berat dalam perairan selalu berubah-ubah tergantung pada saat pembuangan limbah, tingkat kesempurnaan, pengelolaan limbah, dan musim. Logam berat yang terikat dalam sedimen relatif sukar untuk lepas kembali melarut dalam air, sehingga semakin banyak jumlah sedimen maka semakin besar pula kandungan logam berat di dalamnya perairan (Riyanto, Supriyadi, Suparmo, & Heruwati, 2014).

### **2.2.1 Logam Timbal (Pb)**

Timbal (Pb) secara alami terdapat di dalam kerak bumi. Keberadaan timbal dapat juga berasal dari kegiatan manusia yang mencapai 300 kali lebih banyak dibandingkan Pb alami. Pb adalah logam lunak berwarna

abu-abu kebiruan, memiliki titik lebur rendah, mudah dibentuk, memiliki sifat kimia yang aktif, sehingga bisa digunakan untuk melapisi logam agar tidak timbul perkaratan (Tuslinah, Hikmawan, Yeni Aprilia Program Studi S-, & STIKes Bakti Tunas Husada, 2016). Keracunan Pb timbul akibat masuknya senyawa Pb ke dalam tubuh. Proses masuknya Pb ke dalam tubuh dapat melalui beberapa jalur, yaitu melalui makanan dan minuman, udara serta perembesan atau penetrasi pada selaput atau lapisan kulit. Sekitar 5-10% senyawa Pb masuk ke dalam tubuh melalui makanan, dan 30% terhirup pada saat bernafas akan diserap oleh tubuh, dimana hanya 15% yang mengendap pada jaringan tubuh dan sisanya akan terbuang bersama sisa metabolisme seperti urin dan feses (Windusari, Aini, Setiawan, & Aetin, 2019).

Secara alami logam Pb masuk ke badan perairan melalui pengkristalan logam Pb di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi pada batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber logam Pb akan masuk ke dalam badan perairan (Palar, 1994). Selanjutnya, dijelaskan lagi bahwa badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion Pb, menyebabkan jumlah logam Pb yang ada dalam badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, sehingga mengakibatkan kematian bagi organisme perairan tersebut. Perkins dalam Tetelepta (1990) menyatakan bahwa sumber-sumber air alami untuk masyarakat tidak boleh

mengandung logam Pb lebih dari 0,05 mg/l (0,05 ppm), sedangkan WHO menetapkan batas logam Pb di dalam air sebesar 0,1 mg/l.

Toksisitas Pb secara akut dapat menyebabkan gangguan intestinal seperti kram perut, kolik, sembelit, mual, dan muntah, gangguan neurologi seperti sakit kepala, sering pingsan dan koma, serta gangguan fungsi ginjal (Setiawan, 2014).

#### **2.2.1.1 Dampak Timbal (Pb) Pada Ikan dan Manusia**

Menurut (Ruslan Umar & Liong, 2014), akumulasi logam berat sebagai logam beracun pada suatu perairan merupakan akibat dari muara aliran sungai yang mengandung limbah. Meskipun kadar logam dalam aliran sungai itu relatif kecil akan tetapi sangat mudah diserap dan terakumulasi secara biologis oleh tanaman atau hewan air dan akan terlibat dalam sistem jaring makanan. Hal tersebut menyebabkan terjadinya proses bioakumulasi, yaitu logam berat akan terkumpul dan meningkat kadarnya dalam tubuh organisme air yang hidup, termasuk ikan. Selanjutnya melalui biotransformasi akan terjadi pemindahan dan peningkatan kadar logam berat tersebut secara tidak langsung melalui rantai makanan. Proses rantai makanan ini akan sampai pada jaringan tubuh manusia sebagai satu komponen dalam sistem rantai makanan.

Proses akumulasi Pb pada ikan terjadi setelah absorpsi Pb dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi. Pb akan terbawa oleh sistem darah dan didistribusikan melalui jaringan. Timbal dalam tubuh akan terikat oleh gugus S-H dalam molekul protein dan menyebabkan aktivitas

kerja sistem enzim menjadi terhambat. Timbal mengganggu sistem sintesis haemoglobin (Hb) dan gangguan metabolik dari pembentukan Hb merupakan tanda-tanda keracunan Pb (Budiman *et al.*, 2012). Timbal diabsorpsi ikan dari lingkungan air atau pakan yakni fitoplankton, zooplankton dan tumbuhan renik yang sudah terakumulasi timbal dan akan terikat dengan protein (*ligand binding*) pada jaringan tubuhnya. Pengambilan awal timbal oleh organisme air dapat melalui tiga proses utama yakni melalui alat pernapasan (insang), permukaan tubuh, dan dari makanan atau air melalui sistem pencernaan (Robin, Nirmala, Harris, Affandi, & Jusadi, 2017).

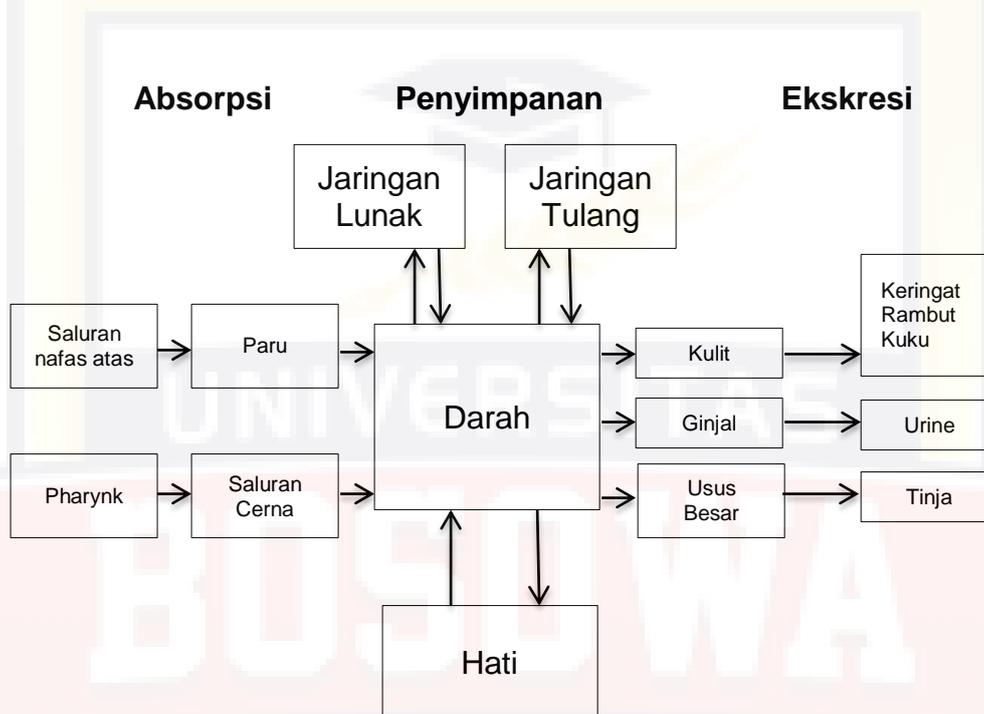
Timbal dapat menimbulkan efek toksik pada ikan baik secara kronis maupun akut. Efek secara kronis ditandai dengan menurunnya berat badan yang disertai gangguan pada sistem pencernaan, sedangkan efek akut ditandai dengan kerusakan sel darah merah, penurunan kandungan hemoglobin, serta gangguan pada sistem saraf pusat dan tepi. Pb terikat pada berbagai macam jaringan seperti hati, limpa, otak, dan sumsum tulangn (Yusuf, 2011).

Ciri-ciri ikan yang terkena racun timbal menurut Meletev *et al.*, (1983) dalam (Nurfitriani, 2017) adalah sebagai berikut :

1. Gerakan sangat aktif
2. Aktivitas respirasi meningkat
3. Kehilangan keseimbangan
4. Kerusakan pada saluran pernapasan (*bronchi*)

5. Insang dan kulit tertutup oleh membran mucus yang mengalami pembekuan

6. Terjadinya hemolisis dan kerusakan pada eritrosit



Gambar 1. Skema Metabolisme Pb dalam tubuh manusia (Hemberg dalam Zens C, 1994, dengan modifikasi) dalam (Nurfitriani, 2017).

Seperti halnya pada ikan, jalur masuknya timbal ke dalam tubuh manusia melalui saluran pernapasan (respirasi), juga melalui saluran pencernaan (gastrointestinal), kemudian didistribusikan ke dalam darah, dan terikat pada sel darah. Sebagian Pb disimpan dalam jaringan lunak dan tulang, sebagian diekskresikan lewat kulit, ginjal dan usus besar, skematis dapat dilihat di bawah ini :

Timbal bersirkulasi dalam darah setelah diabsorpsi dari usus, terutama berhubungan dengan sel darah merah (eritrosit). Pertama

didistribusikan ke dalam jaringan lunak dan berinkorporasi dalam tulang, gigi dan rambut untuk dideposit (*storage*). Timbal 90% dideposit dalam tulang dan sebagian kecil tersimpan dalam otak, pada tulang timbal dalam bentuk Pb fosfat ( $Pb_3(PO_4)$ ). Secara teori selama timbal terikat dalam tulang tidak akan menyebabkan gejala sakit pada penderita. Tetapi yang berbahaya adalah toksisitas Pb yang diakibatkan gangguan absorpsi Ca karena terjadi desorpsi Ca dari tulang yang menyebabkan penarikan deposit timbal dari tulang tersebut (Parinding, Djajakusli, & Russeng, 2014).

### **2.2.2 Logam Kadmium (Cd)**

Kadmium (Cd) adalah logam berwarna putih perak, lunak, mengkilap, tidak larut dalam basa, mudah bereaksi dan menghasilkan kadmium oksida bila dipanaskan. Cd umumnya terdapat dalam kombinasi dengan klor atau belerang (Masriadi, Patang, & Ernawati, 2019). Logam Cd dapat ditemukan di daerah-daerah pembuangan sampah dan aliran air hujan serta air buangan. Logam Cd membawa sifat racun yang sangat merugikan bagi semua organisme hidup, dan sangat berbahaya untuk manusia. Dalam badan perairan, kelarutan Cd dalam konsentrasi tertentu dapat membunuh biota perairan (Palar, 2008 *dalam* Nurfitriani, 2017).

Peristiwa keracunan Cd akut memiliki gejala timbulnya rasa sakit dan panas pada bagian dada yang muncul 4-10 jam setelah penderita terpapar oleh uap logam Cd ataupun CdO yang dapat menimbulkan penyakit paru-paru akut, sementara keracunan yang bersifat kronis

disebabkan masuknya logam Cd ke dalam tubuh dalam jumlah kecil sehingga masih dapat ditolerir oleh tubuh, namun jika terjadi secara terus-menerus maka tubuh tidak lagi mampu memberikan toleransi terhadap daya racun logam Cd tersebut (Palar, 2008 dalam Masriadi *et al.*, 2019).

### **2.2.2.1 Proses masuknya Kadmium (Cd)**

Kadmium yang masuk kedalam lingkungan, tumbuhan dan manusia memiliki batasan toleransi dan memiliki jalur pendedahan yang berbeda-beda. Pencemar logam berat tidak dapat didegradasi secara kimia maupun secara biologi. Oleh karena itu, polutan logam berat di dalam tanah, air maupun udara harus dikurangi atau dihilangkan untuk menghindari terjadinya dampak negatif terhadap proses kehidupan.

#### **1. Masuknya kadmium kedalam lingkungan**

Kadmium merupakan zat kimia yang tidak dapat didegradasi di alam. Cd bebas berada di lingkungan dan akan tetap berada didalam sirkulasi atau udara. Cd yang berikatan dengan senyawa logam berat lainnya biasanya akan mempengaruhi pembentukannya di air. Sumber utama Cd yang berasal dari alam adalah dari lapisan bumi atau kerak bumi seperti gunung berapi dan pelarutan batuan. Kadmium yang ada di udara bisa dibawa dengan proses yang berbeda-beda dan masuk kedalam lingkungan. Sumber utama kadmium dari alam masuk kedalam udara di lingkungan yaitu dari pegunungan, evaporasi, partikel tanah yang terbawa ke udara, dan kebakaran hutan. Sumber lainnya bisa berasal dari manusia seperti asap kendaraan dan rokok.

Kadmium yang ada di air berasal dari berbagai proses yaitu kadmium masuk kedalam perairan karena adanya proses erosi tanah, pelapukan batuan induk. Kadmium lebih banyak masuk kedalam air karena kegiatan manusia seperti perindustrian dimana limbah hasil dari pabrik tersebut dibuang langsung kedalam perairan yang akan terakumulasi di dasar perairan yang membentuk sedimen. Cd juga dapat masuk kedalam organisme yang hidup di air dimana Cd dapat masuk melalui oral, inhalasi atau dermal. Cd yang masuk kedalam tubuh suatu organisme contohnya seperti ikan, logam Cd akan terakumulasi pada ginjal dan hati karena kedua organ tersebut sangat spesifik untuk melawan racun yang masuk kedalam dalam tubuh.

Manusia juga berkontribusi dalam proses masuknya kadmium kedalam lingkungan seperti penggunaan pupuk kimia, kotoran yang mengendap karena aktivitas manusia. Kadmium yang ada didalam tanah akan lebih lama terbawa atau terdistribusi dibandingkan kadmium yang ada pada udara dan air. Kadmium yang terakumulasi di dalam tanah akan mengganggu organisme yang hidup di dalamnya seperti mikroorganisme, makroorganisme dan mollusca. Tanah yang mengandung kadmium akan terserap kandungan logamnya oleh organisme yang hidup pada lingkungan tanah tersebut seperti tanaman dan hewan.

## 2. Masuknya kadmium kedalam tanaman

Logam Cd kemungkinan dapat dibawa keseluruhan bagian tanaman biasanya akumulasi dapat ditemukan apada bagian akar karena akar

merupakan gerbang awal masuknya zat-zat kimia. Zat-zat yang akan masuk kedalam tubuh tumbuhan akan terseleksi begitu juga dengan logam Cd. Apabila Cd yang diperlukan hanya sedikit maka akan lebih banyak Cd yang terakumulasi dibagian akar tumbuhan. Beberapa tanaman mempunyai kemampuan yang sangat tinggi untuk menghilangkan berbagai pencemaran yang ada (*multiple uptake hyperaccumulator plant*), dan memiliki kemampuan menghilangkan pencemaran yang bersifat tunggal (*specific uptake hyperaccumulator*). Tanaman hiperakumulator adalah spesies tanaman yang mampu mentranslokasikan pencemar atau logam pencemar ke bagian pucuk tanaman lebih banyak daripada ke bagian akar tanpa mengalami gejala toksisitas. Tanaman ini dapat mengakumulasi lebih dari 10 ppm Hg, 100 ppm Cd, 1000 ppm Co, Cr, Cu, dan Pb, 10.000 ppm Ni dan Zn (Aiyen, 2004; Baker, *dkk*, 2000) dalam (Selmi *et al.*, 2019).

Penarikan/penyerapan polutan oleh akar tumbuhan berbeda untuk polutan organik dan anorganik. Polutan organik pada umumnya adalah buatan manusia dan xenobiotik pada tumbuh-tumbuhan. Akibatnya tidak ada pembawa untuk senyawa-senyawa organik ke dalam membran tumbuhan. Polutan organik cenderung berpindah masuk ke jaringan tumbuhan melalui difusi sederhana dan juga bergantung pada sifat-sifat bahan kimia tersebut (Briggs, *et al.* 1982) dalam (Masriadi *et al.*, 2019).

Sebaliknya polutan anorganik diserap dengan proses biologi lewat membran protein pembawa. Membran protein pembawa ini terjadi secara

alamiah sebab polutan-polutan anorganik biasanya bergabung dengan nutrien-nutrien itu sendiri (nitrat, fosfat, Cu, Mn, Zn). Polutan anorganik pada umumnya berada dalam bentuk ion sehingga tidak dapat melewati membran tanpa bantuan membran protein pembawa. Pencemar anorganik yang terakumulasi dalam jaringan tumbuhan sering menyebabkan keracunan dan sekaligus merusak struktur dinding sel tumbuhan. Kadmium juga mengurangi penyerapan nitrat dan pengangkutannya dari akar ke pucuk, juga menghambat aktivitas enzim nitrat reduktase di dalam pucuk-pucuk tanaman (Pilon-Smits, 2005) dalam (Selmi *et al.*, 2019).

### 3. Masuknya kadmium kedalam tubuh manusia

Kadmium adalah logam yang sangat toksik dan dapat terakumulasi cukup besar pada organisme hidup karena mudah diadsorpsi dan mengganggu sistem pernapasan serta pencernaan. Jika teradsorpsi ke dalam sistem pencernaan dan sistem paru-paru, kadmium akan membentuk kompleks dengan protein sehingga mudah diangkut dan menyebar ke hati dan ginjal bahkan sejumlah kecil dapat sampai ke pankreas, usus, dan tulang. Selain itu, kadmium juga akan mengganggu aktivitas enzim dan sel. Kadmium masuk kedalam tubuh bisa melalui berbagai cara yaitu dari pernafasan (dari asap rokok dan kendaraan), bisa melalui oral (makanan), dan bisa melalui suntikan kedaerah kulit.

Menurut WHO jumlah Cd yang dapat diterima oleh tubuh manusia adalah sebanyak 400-500 mikrogram setiap kilogram berat badan setiap

hari. Batasan toleransi Cd dalam ginjal pada manusia adalah 200 ppm, bila batas tersebut terlewati akan timbul efek-efek tertentu. Keracunan Cd pada hewan akan membuat Cd tertimbun didalam hati dan korteks ginjal. Apabila terjadi keracunan akut akan ditemukan penimbunan logan Cd di dalam hati. Keracunan kronis Cd akan ditimbun di dalam bermacam-macam organ tubuh terutama di dalam ginjal, hati, dan paru-paru, tetapi juga ditimbun di dalam pankreas, jantung, limpa, alat kelamin dan jaringan adiposa. Kadmium yang masuk ke dalam tubuh biasanya akan tertimbun di dalam organ target yang paling banyak menyerap Cd yaitu hati dan ginjal (Murniasih & Taftazani, 2013).

### **2.2.3 Kandungan Logam Berat dalam Biota Air**

Kebanyakan logam berat secara biologis terkumpul dalam tubuh organisme, menetap untuk waktu yang lama dan berfungsi sebagai racun kumulatif (Darmono, 1995). Keberadaan logam berat yang terikat dalam tubuh organisme yaitu pada ikan mempengaruhi aktivitas organisme tersebut.

Menurut Darmono, 1995, logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernafasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit. Di dalam tubuh hewan, logam diabsorpsi darah, berikatan dengan protein darah yang kemudian didistribusikan ke seluruh jaringan tubuh. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal).

Dinata (2004) mengatakan terdapat beberapa pengaruh toksisitas logam pada ikan. Pertama, pengaruh toksisitas logam pada insang. Insang selain sebagai alat pernapasan ikan, juga digunakan sebagai alat pengatur tekanan antara air dan dalam tubuh ikan (osmoregulasi). Oleh sebab itu, insang merupakan organ yang penting pada ikan dan sangat peka terhadap pengaruh toksisitas logam. Logam-logam seperti Pb, Cd, Hg, Cu, Zn, dan Ni sangat reaktif terhadap logam sulfur dan nitrogen, sehingga ikatan logam tersebut sangat penting bagi fungsi normal metaloenzim dan juga metabolisme terhadap sel. Di samping adanya gangguan biokimiawi tersebut, perubahan struktur morfologi insang juga terjadi. Pada spesies ikan *Fundulus heteroclitus* yang diekspose 50 mg/l Cd selama 20 jam, terjadi hipertrofi filamen insang. Terlihat hiperplasia pada bagian lamela dan interlamela epitel filamen. Terjadinya hiperplasia tersebut juga diikuti gambaran nekrotik sel. Nekrotik sel epitel respirasi terjadi setelah 20 jam perlakuan. Perubahan tersebut hanya terjadi pada daerah sambungan filamen insang dan hanya terjadi fokal (lokal) saja, sedangkan bagian lain insang tidak terjadi perubahan (Gardner dan Yevich, 1970 dalam Darmono, 2001).

Kedua, pengaruh toksisitas logam pada alat pencernaan. Toksisitas logam dalam saluran pencernaan terjadi melalui pakan yang terkontaminasi logam. Toksisitas logam pada saluran pencernaan juga terjadi melalui air yang mengandung dosis toksik logam. (Gardner dan Yevich, 1970 dalam Darmono, 2001) melaporkan, ikan *Fundulus*

*heteroclitus* yang dipelihara dalam air yang mengandung 50 mg/l Cd, perubahan patologi terjadi setelah satu jam. Dalam waktu satu jam setelah ikan hidup dalam air yang mengandung 50 mg/l Cd yaitu mukosa usus membengkak, aktivitas sel mukosa meningkat terutama usus bagian depan.

Ketiga, pengaruh logam pada ginjal ikan. Ginjal ikan berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresikan bahan yang biasanya tidak dibutuhkan oleh tubuh, termasuk bahan racun seperti logam berat. Hal ini menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan akibat daya toksik logam. Ikan *Fundulus heteroclitus* yang dipelihara dalam air yang mengandung 50 mg/l Cd, perubahan patologik pada ginjal terjadi setelah 20 jam. Pada awalnya terjadi kerusakan pada tubulus bagian proksimal yang kemudian menyebar ke bagian distal. Setelah itu, terlihat degenerasi pada sel tubulus ginjal dan endapan dalam lumen yang berwarna eosin/*pink*/kemerahan (Gardner dan Yevich, 1970 dalam Darmono, 2001).

Keempat, pengaruh akumulasi logam dalam bioakumulasi. Proses akumulasi ini terjadi setelah absorpsi logam dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi. Kondisi ini berpengaruh terhadap nilai ekonomi, terutama dalam sistem perikanan komersial baik ikan air tawar maupun air laut.

### **2.3 Bioindikator**

Bioindikator berasal dari dua kata yaitu bio dan indikator, bio artinya makhluk hidup seperti hewan, tumbuhan dan mikroba. Sedangkan indikator

artinya variable yang dapat digunakan untuk mengevaluasi keadaan atau status dan memungkinkan dilakukannya pengukuran terhadap perubahan-perubahan yang terjadi dari waktu ke waktu. Jadi bioindikator adalah komponen biotik (mahluk hidup) yang dijadikan sebagai indikator.

Bioindikator juga merupakan indikator biotik yang dapat menunjukkan waktu dan lokasi, kondisi alam (bencana alam), serta perubahan kualitas lingkungan yang telah terjadi karena aktifitas manusia (Retno, 2014).

Bioindikator sebagai organisme yang keberadaannya dapat menunjukkan suatu kondisi dari kualitas lingkungan. Bioindikator didefinisikan juga sebagai organisme yang menyediakan bukti adanya bahan pencemar di suatu lingkungan melalui keberadaan atau kepunahan, frekuensi kejadian, atau variasi secara fisiologis dan tingkah laku organisme tersebut (Hadiputra & Damayanti, 2013).

Menurut (Soegiyanto, 2014), bioindikator merupakan komponen yang penting dalam biomonitoring lingkungan. Bioindikator yang ideal mempunyai beberapa ciri-ciri seperti :

1. Dapat mengakumulasi bahan pencemar dengan konsentrasi yang tinggi tanpa menyebabkan kematian.
2. Mempunyai cara hidup yang menetap atau tidak melakukan migrasi, sehingga dapat mewakili lokasi tertentu dari daerah yang tercemar.

3. Kelimpahannya tinggi dengan distribusi yang luas sehingga dapat dilakukan pengulangan sampling dan perbandingan.
4. Mempunyai umur yang panjang sehingga dapat dibandingkan antara variasi umur dari organisme tersebut.
5. Dapat dilakukan percobaan untuk tingkat mikroskopik.
6. Mudah penanganannya di lapangan dan di laboratorium.
7. Mampu bertahan dalam air.
8. Bagian dan berperan penting dalam rantai makanan.
9. Dapat diamati perubahannya pada beberapa variasi konsentrasi dari bahan pencemar.

Namun demikian, sangat sulit untuk mendapatkan organisme yang memenuhi semua kriteria di atas, sehingga pemilihan bioindikator ini dapat disesuaikan dengan tujuan khusus dari program monitoring lingkungan dan yang paling penting bahwa bioindikator yang dipilih harus dapat diaplikasikan di lapangan dengan hasil yang didapat memenuhi tujuan dari monitoring. Organisme yang hidup dengan kelimpahan yang tinggi di perairan seperti plankton, organisme bentos, ikan dan bakteri merupakan organisme yang berpotensi sebagai bioindikator dalam biomonitoring lingkungan karena kualitas perairan secara langsung mempengaruhi populasi, spesies, kelimpahan dan cara hidup organisme-organisme tersebut (Masriadi *et al.*, 2019).

Bioindikator dapat dibagi menjadi dua, yaitu bioindikator pasif dan bioindikator aktif. Bioindikator pasif adalah suatu spesies organisme,

penghuni asli di suatu habitat, yang mampu menunjukkan adanya perubahan yang dapat diukur (misalnya perilaku, kematian, morfologi) pada lingkungan yang berubah di biotop (detektor). Bioindikator aktif adalah suatu spesies organisme yang memiliki sensitivitas tinggi terhadap polutan, yang mana spesies organisme ini umumnya diintroduksi ke suatu habitat untuk mengetahui dan memberi peringatan dini terjadinya polusi (Pratiwi, Sunarsih, & Windi, 2012).

#### **2.4 Standar Kualitas Air untuk Budidaya Ikan**

Kualitas air secara luas dapat diartikan sebagai faktor fisika, kimia dan biologi yang mempunyai manfaat dan penggunaan air bagi manusia baik secara langsung maupun tidak langsung. Sedangkan menurut Efendi (2003) dalam (Yulaipi & Aunurohim, 2013) kualitas air secara umum menunjukkan mutu atau kondisi air yang dikaitkan dengan suatu kegiatan atau keperluan tertentu.

Irwan (2000) dalam (Erfandy, 2013) mengatakan bahwa kualitas air yang baik untuk budidaya ikan meliputi berbagai parameter yang semuanya berpengaruh pada penyelenggaraan homeostasis yang diperlukan untuk pertumbuhan dan reproduksi pada ikan. Apabila dari berbagai parameter tersebut tidak memenuhi syarat ataupun terjadi perubahan yang melebihi dari batas normal, maka dapat menyebabkan stres dan penyakit, bahkan berdampak kematian.

Tabel 3. Baku mutu air untuk budidaya ikan.

Jenis Ikan		Parameter			
		Suhu (°C)	pH	DO (ppm)	Kecerahan (cm)
Mas	Benih	25 – 30	6,5 - 8,5	>5	10 – 30
	Besar	25 – 30	6,5 - 8,5	>5	50 – 70
Nila	Benih	25 – 30	6,5 - 8,5	>5	30 – 40
	Besar	25 – 30	6,5 - 8,5	>5	30 – 40
Lele	Benih	25 – 30	6,5 - 8,5	>4	25 – 35
	Besar	25 – 30	6,5 - 8,5	>4	25 – 35
Gurame	Benih	25 – 30	6,5 - 8,5	>3	40 – 60
	Besar	25 – 30	6,5 - 8,5	>3	40 – 60
Patin	Benih	25 – 28	6,5 - 8,5	>5	30 – 50
	Besar	27 – 32	6,5 - 8,5	>3	50 – 70
Udang	Benih	28 – 30	6,5 - 8,5	>5	50 – 70
Galah	Besar	28 – 30	6,5 - 8,5	>5	70 – 100

Sumber : BBPBAT (2016).

## 2.4.1 Fisika

### a. Suhu air

Suhu dapat mempengaruhi aktivitas-aktivitas penting ikan seperti pernapasan, pertumbuhan dan reproduksi (Huet, 1971 dalam Muslimah, S.Si, 2015). Suhu tinggi dapat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dan mempengaruhi selera makan ikan. Menurut Asmawi (1983) dalam (Garvano, Saputro, & Hariadi, 2017) suhu air mempunyai pengaruh besar terhadap pertukaran zat atau metabolisme makhluk hidup di perairan. Selain berpengaruh terhadap pertukaran zat, suhu juga berpengaruh terhadap kadar oksigen yang terlarut dalam air. Semakin tinggi suhu suatu perairan semakin cepat pula perairan itu mengalami kejenuhan oksigen.

Djangkaru dan Djajadireja *et al* (1976) dalam Suhartman (2001) mengatakan bahwa suhu optimum 28°C - 30°C ikan akan dicapai pada

pagi dan sore hari. Meskipun ikan dapat beraklimatisasi pada suhu yang relatif tinggi, tetapi pada suatu derajat tertentu kenaikan dapat menyebabkan kematian.

#### **b. Kecerahan**

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan secchi disk. Kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh keberadaan padatan tersuspensi, zat-zat terlarut, partikel-partikel dan warna air. Satuan untuk nilai kecerahan dari suatu perairan dengan alat tersebut adalah satuan meter.

Cahaya matahari didalam air berfungsi terutama untuk kegiatan asimilasi fito/tanaman didalam air. Oleh karena itu daya tembus cahaya kedalam air sangat menentukan tingkat kesuburan air. Dengan diketahuinya intensitas cahaya pada berbagai kedalaman tertentu, kita dapat mengetahui sampai dimanakah masih ada kemungkinan terjadinya proses asimilasi di dalam air (Gusrina, 2008) makin tinggi kecerahan. Menurut Asmawai (1993), nilai kecerahan perairan yang baik untuk kelangsungan organism yang hidup di dalamnya adalah lebih besar dari 45 cm. Bila kecerahan lebih kecil dari 45 cm, maka pandangan ikan akan terganggu. Kecerahan perairan berdasarkan standar baku mutu perikanan lebih besar dari 45 cm.

### **c. Kecepatan arus**

Arus air sangat membantu proses pertukaran air, dapat membersihkan timbunan sisa-sisa sampah organik, rumah tangga dan pabrik arus juga berfungsi untuk membawa oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh ikan. Namun, arus air yang berlebihan juga tidak baik, karena dapat merusak wadah untuk budidaya ikan serta dapat menyebabkan ikan menjadi stres, energinya banyak terbuang dan selera makan akan berkurang jika ikan stres. Kecepatan arus yang ideal untuk penempatan KJA adalah 20 cm – 50 cm/detik (Kordi, 2005).

## **2.4.2 Kimia**

### **a. Oksigen terlarut (DO)**

Oksigen diperairan sangat berpengaruh bagi kehidupan ikan. Menurut Lingga (1985) bahwa oksigen terlarut sangat penting untuk kehidupan ikan dan hewan air lainnya untuk bernafas dan proses metabolisme tubuh. Selanjutnya Soeseno (1974) mengemukakan konsentrasi oksigen di perairan dipengaruhi oleh difusi dari udara, aliran air yang masuk, hujan, proses asimilasi tumbuh-tumbuhan hijau, pengambilan oksigen oleh organisme benthos dan plankton serta adanya oksidasi kimiawi dalam perairan. Sedangkan Boyd dan Lichtkopper (1979) dalam Rusdiana (1990) mengemukakan, kehilangan oksigen diperairan dapat disebabkan oleh proses respirasi organisme yang ada diperairan seperti benthos, zooplankton dan phytoplankton (pada malam hari), difusi

ke udara dan reaksi kimiawi dalam proses perombakan bahan organik yang terdapat diperairan. Menurut PP Nomor 82 (2001) angka batas minimum DO untuk budidaya ikan adalah 4 mg/L.

#### **b. Derajat asam (pH) air**

Menurut Huet (1971) air yang baik untuk budidaya adalah netral atau sedikit alkalis dengan pH antara 7,0-8,0. Sedangkan Cholik (1986) mengemukakan bila pH air kolam sekitar 6,5-9,0 pada waktu tertentu adalah kondisi yang baik untuk produksi ikan. Soeseno (1978) menjelaskan apabila selama 24 jam pH air tidak mengalami pergolcangan yang terlalu besar air kolam tersebut dinyatakan baik. Derajat keasaman air yang berkisar antara 4,0-6,5 menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi lambat, sedangkan pH di bawah 4 dan diatas 11 merupakan titik asam dan alkalis yang mematikan (Swingle, 1968 *dalam* Armayadi, 1997).

#### **c. Salinitas**

Menurut Dahuri *et al.*, (1996) menyatakan bahwa salinitas merupakan gambaran jumlah garam dalam suatu perairan. Salinitas berhubungan erat dengan tekanan osmotik air. Semakin tinggi salinitas, semakin tinggi pula tekanan osmotik air (Boyd, 1982). Salinitas yang tidak sesuai dengan kebutuhan ikan dapat mengganggu kesehatannya, karena secara fisiologis salinitas akan mempengaruhi fungsi organ osmoregulator ikan.

Sebagian besar energi yang tersimpan didalam tubuh ikan digunakan untuk penyesuaian diri terhadap kondisi yang kurang mendukung tersebut, sehingga dapat merusak sistem pencernaan dan transportasi zat-zat makanan didalam darah (Hafiz *et al.*, 2000). Perubahan salinitas yang mendadak akan mengakibatkan terjadinya perubahan tekanan osmotik pada tubuh ikan. Perubahan salinitas melebihi daya toleransi adaptasi ikan dapat mengakibatkan kematian ikan (Putro *et al.*, 2000).

#### **d. BOD (Kebutuhan Oksigen Biokimia)**

BOD didefinisikan sebagai banyaknya oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme pada saat pemecahan bahan organik (biasanya bakteri) pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh mikroorganisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Pascod, 1973).

Mays (1996) dalam Hariyadi (2004) mengartikan bahwa BOD sebagai suatu ukuran jumlah oksigen yang digunakan oleh populasi mikroba yang terkandung didalam perairan sebagai respon terhadap masuknya bahan organik yang dapat diurai. Dari pengertian-pengertian ini dapat dikatakan bahwa walaupun nilai BOD mengartikan jumlah oksigen, tetapi untuk mudahnya dapat juga diartikan gambaran jumlah bahan organik yang mudah terurai (*biodegradable organics*) yang ada di perairan (Hariyadi, 2004). Menurut Salmin (2005) parameter BOD secara umum

banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air. Tingkat pencemaran perairan berdasarkan nilai BOD 0-10 (rendah), 10-20 (sedang), dan 25 (tinggi) (Wirosarjono, 1974 dalam Salmin, 2005). Nilai BOD dinyatakan dalam satuan mg/L, menurut PP Nomor 82 (2001) BOD untuk budidaya ikan adalah 3 mg/L.

#### **e. COD (Kebutuhan Oksigen Kimia)**

COD adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikarbonat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga segala macam bahan organik yang mudah urai maupun kompleks dan sulit urai akan teroksidasi. Dengan demikian, selisih nilai antara COD dan BOD memberikan gambaran besarnya bahan organik yang sulit urai yang ada diperairan. Jadi COD menggambarkan jumlah total bahan organik yang ada (Boyd, 1990). Menurut PP Nomor 82 (2001) nilai COD untuk budidaya ikan direkomendasikan 25 mg/L.

#### **2.4.3 Kriteria dan Baku Mutu Air**

Pasal 8 peraturan pemerintah no 82 tahun 2001, menggolongkan air berdasarkan 4 (empat) kelas :

- a. Kelas satu, air yang diperuntukkannya dapat digunakan untuk air baku air minum, dan atau peruntukkan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

- b. Kelas dua, air yang diperuntukkannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c. Kelas tiga, air yang diperuntukkannya dapat digunakan untuk pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman, dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.
- d. Kelas empat, air yang diperuntukkannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut.

Table 4. Kriteria mutu air berdasarkan PP 82 Tahun 2001.

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
<b>Fisika</b>						
Temperatur	°C	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 3	deviasi 5	Deviasi temperatur dari keadaan alamiahnya
Residu terlarut	mg/L	1000	1000	1000	1000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, residu tersuspensi ≤ 5000 mg/L
Residu tersuspensi	mg/L	50	50	400	400	
<b>Kimia Anorganik</b>						
pH		6-9	6-9	6-9	6-9	
BOD	mg/L	2	3	6	12	
COD	mg/L	10	25	50	100	
DO	mg/L	6	4	3	0	Angka batas minimum
Total Posfat sbg P	mg/L	0,2	0,2	1	5	
No <sub>3</sub> sebagai N	mg/L	10	10	20	20	
NH <sub>3</sub> -N	mg/L	0,5	(-)	(-)	(-)	Bagi perikanan, kandungan ammonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH <sub>3</sub>
Arsen	mg/L	0,05	1	1	1	
Kobalt	mg/L	0,2	0,2	0,2	0,2	
Barium	mg/L	1	(-)	(-)	(-)	

Parameter	Satuan	Kelas				Keterangan
		I	II	III	IV	
Selenium	mg/L	0,01	0,05	0,05	0,05	
Kadmium	mg/L	0,01	0,01	0,01	0,01	
Khrom (VI)	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	
Tembaga	mg/L	0,02	0,02	0,02	0,2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Cu ≤ 1 mg/L
Besi	mg/L	0,3	(-)	(-)	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Fe ≤ 5 mg/L
Timbal	mg/L	0,03	0,03	0,03	1	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Pb ≤ 0,1 mg/L
Mangan	mg/L	0,1	(-)	(-)	(-)	
Air raksa	mg/L	0,001	0,002	0,002	0,005	
Seng	mg/L	0,05	0,05	0,05	2	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, Zn ≤ 5 mg/L
Khlorida	mg/L	600	(-)	(-)	(-)	
Sianida	mg/L	0,02	0,02	0,02	(-)	
Fluorida	mg/L	0,5	1,5	1,5	(-)	
Nitrit sebagai N	mg/L	0,06	0,06	0,06	(-)	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, NO <sub>2</sub> ≤ 0,1 mg/L
Sulfat	mg/L	400	(-)	(-)	(-)	
Khlorin bebas	mg/L	0,03	0,03	0,03	(-)	Bagi ABAM tidak tidak dipersyaratkan
Belereeng sbg H <sub>2</sub> S	mg/L	0,002	0,002	0,002	(-)	
<b>Mikrobiologi</b>						
Fecal coliform	Jlm/100ml	100	1000	2000	2000	Bagi pengolahan air minum secara konvensional, S sebagai H <sub>2</sub> S ≤ 0,1 mg/L
Total coliform	Jlm/100ml	1000	5000	10000	10000	
<b>Radioaktivitas</b>						
- Gross –A	Bq/L	0,1	0,1	0,1	0,1	
- Gross –B	Bq/L	1	1	1	1	
<b>Kimia Organik</b>						
Minyak dan lemak	ug/L	1000	1000	1000	1000	
Detergen sbg MBAS	ug/L	200	200	200	(-)	
Senyawa fenol sbg fenol	ug/L	1	1	1	(-)	
BHC	ug/L	210	210	210	(-)	
Aldrin/Dieldrin	ug/L	17	(-)	(-)	(-)	
Chlordane	ug/L	3	(-)	(-)	(-)	
DDT	ug/L	2	2	2	2	
Heptachlor dan Heptachlor epoxide	ug/L	18	(-)	(-)	(-)	
Lindane	ug/L	56	(-)	(-)	(-)	
Methoxychlor	ug/L	35	(-)	(-)	(-)	
Endrin	ug/L	1	4	4	(-)	
Toxaphan	ug/L	5	(-)	(-)	(-)	

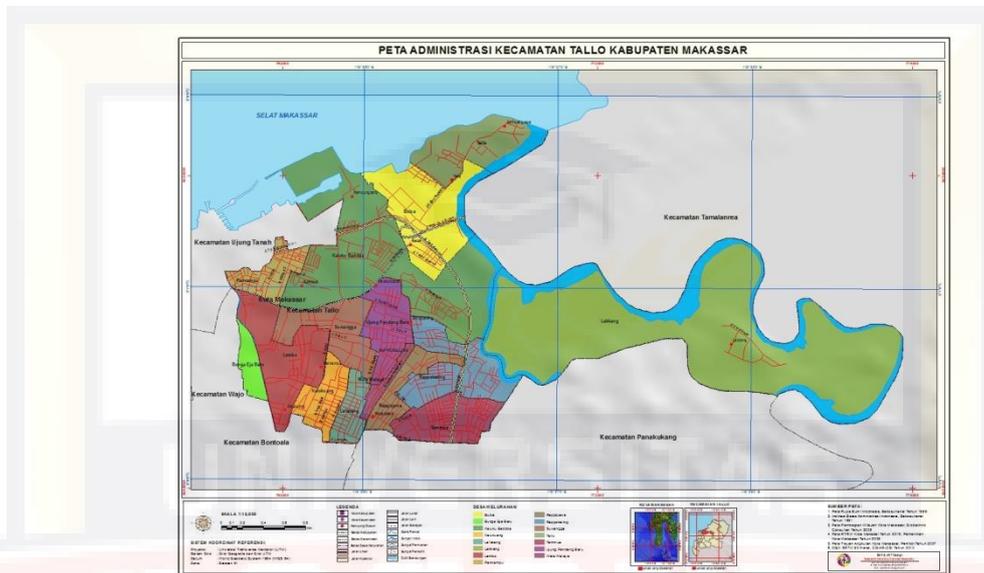
## 2.5 Sungai Tallo

Secara fisik historis kota Makassar terbentuk dari batuan sedimen sebagai endapan alluvial dari dua sungai besar yaitu Sungai Jeneberang

dan Sungai Tallo. Selanjutnya, kota Makassar berasal dari sebuah kampung kecil yang tumbuh di sepanjang garis pantai berawal dari terbentuknya dua kota yaitu Tallo sebagai ibukota Kerajaan Tallo di muara Sungai Tallo dan Somba-opu sebagai ibukota Kerajaan Gowa di muara Sungai Jeneberang (Yudono, *et al*, 1998). Sungai Tallo yang bermuara di utara kota, dan Sungai Jeneberang yang bermuara di barat kota. Sungai Tallo memiliki dua anak sungai yaitu Sungai Sinassara dan Sungai Pampang. Sungai Tallo mengalir di sekitar daerah Nipah, Kantisan, Bontosungi, Kera-kera, Lakkang, dan di sekitar jalan tol. Kondisi tersebut berpotensi menjadi prasarana transportasi sungai unik. Proses membangun yang semakin besar saat ini dikhawatirkan berpotensi negatif terhadap semakin berkurangnya kualitas lingkungan sungai Tallo.

Berdasarkan data BPS (2013), Kecamatan Tallo merupakan yang memiliki jumlah kelurahan terbanyak (15 kelurahan), dengan luas wilayah 5,83 km<sup>2</sup> atau 3,32% dari luas keseluruhan wilayah Kota Makassar. Topografi wilayahnya merupakan dataran rendah dengan elevasi 1-3 m di atas permukaan laut. Potensi penggunaan lahan yang dimiliki terdiri dari sektor pertanian yakni 25 ha (lahan sawah dan tegalan/kebun) dan sektor perikanan darat (tambak) 293 ha. Total produksi pertanian tahun 2008 sebesar 49,15 ton sedangkan di subsektor perikanan 2.585,90 ton. Potensi bencana di Kecamatan Tallo berupa banjir, karena kecamatan ini merupakan Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo yang berpotensi terjadinya luapan Sungai Tallo ke pemukiman sekitarnya. Potensi pencemaran dan

pendangkalan pada muara Sungai Tallo sebagai akibat limbah buangan industri yang tidak terkontrol pada anak-anak Sungai Tallo.



Gambar 1. Peta Administrasi Kecamatan Tallo. (Sumber Google).

Pantai Kecamatan Sungai Tallo merupakan pantai yang berbatasan dengan laut dan bagian muara Sungai Tallo. Sebagian besar tipe pantai di lokasi ini merupakan pantai berlumpur dan vegetasi mangrove sangat minim serta merupakan pantai yang landai. Pada bagian barat pantai kecamatan ini sudah ada kegiatan reklamasi pantai sekitar sepanjang 200 m sebagai lahan kegiatan industri pengolahan kayu. Dilihat dari segi stabilitas pantai, maka pantai ini dapat dikatakan relatif stabil dan tenang, sekalipun cenderung maju ke arah laut memperpanjang Tanjung Tallo akibat sedimentasi di muara Sungai Tallo. Di tinjau dari pemanfaatannya, maka pantai ini sebagian dimanfaatkan untuk kegiatan industri galangan

kapal dan pemukiman pantai (pinggir muara Sungai Tallo) dan pantai paling barat Kelurahan Tallo (Werorilangi *et al.*, 2019).

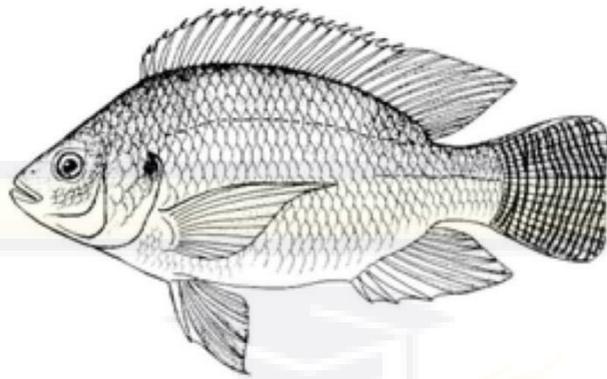
Aliran Sungai Tallo dan cabang-cabangnya masuk ke berbagai wilayah Kota Makassar sampai ke pinggir kampus Unhas, kampus UMI, kampus Unibos, Kantor Gubernur dan melewati jembatan-jembatan jalan arteri maupun lokal, sangat berpotensi dikembangkan menjadi pra-sarana transportasi sungai. Menurut buku Laporan Pengendalian Banjir Sungai Tallo, Dinas PU Pengairan Propinsi Sulsel (1999), sungai ini berhulu di Gunung Kallapolompo pada ketinggian  $\pm 1.100$  m di atas permukaan laut dengan luas Daerah Pengaliran Sungai (DPS)  $\pm 368$  km<sup>2</sup> dan panjang sungai  $\pm 61,50$  km. Dengan kemiringan dasar saluran sangat landai, menyebabkan kecepatan aliran lambat yang berimplikasi pada tingginya sedimentasi. Morfologi di bagian hilir berbentuk meander dan berkelok mengakibatkan proses pengendapan yang mendangkalan sungai. Kedalaman sungai arah hulu sampai jembatan Tallo kurang lebih 4.00 m dan ke muara sampai 6 m. Pada muara sungai telah berkembang perumahan sejak zaman Kerajaan Tallo, yang ditandai dengan adanya situs sejarah dan makam raja-raja Tallo. Pada kawasan ini telah berkembang kegiatan jasa dan industri kapal, industri kayu dan pergudangan. Di sepanjang bibir sungai Tallo dan Sungai Sinassara di sekitar jembatan Tol telah berkembang perumahan nelayan yang menjorok sampai badan sungai. Terjadi proses alih fungsi lahan dari rawa menjadi tambak yang dilanjutkan dengan proses penimbunan lahan

tambak menjadi lahan untuk bangunan gedung. Hal ini menyebabkan daya alir Sungai Tallo bagian hilir berkurang sehingga berpeluang menjadi banjir pada saat hujan yang disertai dengan desakan pasang air laut (Sirajuddin, 2016).

## **2.6 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)**

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) sangat dikenal oleh masyarakat penggemar air tawar. Ikan nila merupakan jenis ikan pendatang yang diintroduksi ke Indonesia. Ikan ini tergolong ikan pemakan segala atau omnivora (mengkonsumsi hewan dan tumbuhan), sehingga ikan ini mudah dibudidayakan. Makanan yang disukai ikan nila ketika masih benih adalah *zooplankton*, serta alga atau lumut yang menempel pada benda-benda di habitatnya. Ikan nila juga memakan tanaman air yang tumbuh di kolam budidaya, jika sudah dewasa ikan ini diberi pelet sebagai makan tambahannya (Djunaedi *et al.*, 2016).

Produksi ikan nila di Indonesia menduduki urutan ketiga untuk ikan kolam air tawar setelah ikan mas dan tawes (Marliani, 2014). Ikan nila sangat cocok dipelihara di perairan tenang, kolam, maupun reservoir. Ikan nila disukai masyarakat karena memiliki tekstur daging yang kesat dan rasa yang lezat serta harga yang terjangkau (Susanti, Zuki, & Syaputra, 2011).



Gambar 1 : Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*), (Sumber : FAO 2012).

Berikut kedudukan taksonomi ikan nila :

Filum	: Chordata
Subfilum	: Craniata
Superkelas	: Gnathostomata
Kelas	: Actinopterygii
Subkelas	: Neopterygii
Divisi	: Teleostei
Subdivisi	: Euteleostei
Superordo	: Acanthopterygii
Seri	: Percomorpha
Ordo	: Perciformes
Subordo	: Labroidei
Famili	: Cichlidae
Subfamili	: Pseudocrenilabrinae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758).

Ikan Nila memiliki ciri-ciri bentuk tubuh yang memanjang, ramping dan relatif pipih. Ikan nila mampu hidup di perairan luas, dalam, sempit, dangkal, aliran sungai yang deras, waduk, danau, rawa, sawah, tambak, kolam dan jaring terapung. Ikan Nila bersifat herbivora, omnivora dan pemakan plankton. Sifat penting lain dari ikan nila adalah pertumbuhan relatif cepat dibandingkan ikan jenis lainnya (Selmi, Wiharto, & Patang, 2019).

Ikan Nila merupakan genus ikan yang dapat hidup dalam kondisi lingkungan yang memiliki toleransi tinggi terhadap kualitas air yang rendah, sering kali ditemukan hidup normal pada habitat-habitat yang ikan dari jenis lain tidak dapat hidup (Husain, Putri, & Supono, 2014). Bentuk badan ikan Nila ialah pipih ke samping memanjang, mempunyai garis vertikal pada badan sebanyak 9-11 buah, sedangkan garis-garis pada sirip berwarna merah berjumlah 6-12 buah. Mata kelihatan menonjol dan relatif besar dengan bagian tepi mata berwarna putih (Arifin & Kurniasih, 2016).

Ikan Nila hidup baik didataran rendah atau di pegunungan dengan kisaran ketinggian antara 0-1.000 meter di atas permukaan air laut (Pramleonita, Yuliani, Arizal, & Wardoyo, 2018). Ditambahkan oleh (Mustofa & Fansuri, 2016) bahwa ikan Nila mempunyai toleransi yang tinggi terhadap perubahan lingkungan. Sesuai dengan sifat dan daya tahan terhadap perubahan lingkungan, maka ikan Nila mudah dipelihara

dan dibudidayakan di kolam-kolam dengan pemberian makanan tambahan berupa pakan buatan (*pellet*).

Tabel 5. Kriteria kelayakan lokasi untuk kesesuaian budidaya Ikan Nila di perairan air tawar.

Parameter	BBT	Kelas/Tingkat kesesuaian					
		SS (S1)	Skr	AS (S2)	Skr	TS (N)	Skr
Fisika - Kimia							
Suhu (°C)	3	28 - 30	5	25<28 >30-32	3	<25->32	1
Kecerahan (cm)	3	>80	5	60 - 80	3	<60	1
Kedalaman (cm)	2	>300	5	300 - 200	3	<200	1
pH	3	7,0 - 8,0	5	6,5-<7,0 >8,0-9,0	3	<6,5->9,0	1
DO (mg/l)	3	>5	5	3 - 5	3	<3	1
Ammonia (mg/l)	2	<0,02	5	0,02-0,05	3	>0,05	1
Nitrit (mg/l)	2	<0,04	5	0,04-0,06	3	>0,06	1
Sulfida (mg/l)	2	<0,002	5	0,002-0,005	3	>0,005	1

Sumber : (Hartani, 2008 *dalam* Husain, Putri, & Supono, 2014).

Keterangan :

BBT = Bobot  
 SS = Sangat Sesuai (S1)  
 AS = Agak Sesuai (S2)  
 TS = Tidak Sesuai (N)

Ikan Nila mempunyai kemampuan menyesuaikan diri yang baik dengan lingkungan sekitarnya. Ikan ini memiliki toleransi yang tinggi terhadap lingkungan hidupnya, sehingga bisa dipelihara di dataran rendah yang berair payau maupun dataran yang tinggi dengan suhu yang rendah. Ikan Nila mampu hidup pada suhu 14-38°C dengan suhu terbaik adalah 25-30°C dan dengan nilai pH air antara 6-8,5. Hal yang paling berpengaruh dengan pertumbuhannya adalah salinitas atau kadar garam dengan jumlah 0-29% sebagai kadar maksimal untuk tumbuh dengan

baik. Meski Nila bisa hidup pada kadar garam sampai 35%, namun ikan sudah tidak dapat berkembang dengan baik (Mansyur & Mangampa, 2011).

Ikan Nila memiliki toleransi tinggi terhadap perubahan lingkungan hidup. Keadaan pH air antara 5-11 dapat ditoleransi oleh ikan Nila, tetapi pH optimal untuk perkembangan dan pertumbuhan ikan Nila adalah 7-8. Ikan Nila masih dapat tumbuh dalam keadaan air asin pada kadar salinitas 0-35 per mil. Oleh karena itu, ikan dapat dibudidayakan di perairan payau, tambak, dan perairan laut, terutama untuk tujuan usaha pembesaran (Salsabila & Suprpto, 2019).

**BOSOWA**



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan selama dua bulan, pada bulan November 2019 sampai dengan bulan Februari 2020, bertempat di Keramba Jaring Apung (KJA) Sungai Tallo Kota Makassar dan Laboratorium Balai Besar Industri Hasil Perkebunan (BBIHP) Kementerian Perindustrian RI, Makassar.

#### 3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel

6 :

Tabel 6. Alat dan bahan penelitian.

No	Alat dan Bahan	Satuan	Kegunaan
1	<i>Atomic Absorption Spectrophotometer (AAS)</i>	mg/kg	Menganalisa logam berat pada air serta organ insang dan hati ikan
2	<i>Cutter</i>	buah	Memotong/membedah ikan
3	Timbangan digital	gram	Menimbang berat organ ikan
4	Kertas label	pcs	Memberi label organ ikan
5	Pingset	buah	Mengangkat organ ikan
6	Talenan	buah	Untuk meletakkan ikan
7	Plastik klip	pcs	Untuk menyimpan organ ikan
8	Tissue	pcs	Untuk membersihkan proses pembedahan ikan
9	<i>Stryfoam</i>	buah	Untuk penyimpanan organ sampel ikan
10	Refregator	buah	Untuk mengawetkan organ ikan
11	Termometer	°C	Mengukur suhu air
12	Refraktometer	‰	Mengukur salinitas air
13	pH meter	-	Mengukur pH air

14	Bola pelampung	-	Mengukur kecepatan arus air
15	Hp – <i>Stopwatch</i>	detik	Mengukur waktu
16	<i>Secchi disk</i>	cm	Mengukur kecerahan air
17	Botol sampel 1500	ml	Sebagai wadah sampel air
18	Aquades	-	Untuk membersihkan alat setiap kali mengukur parameter
19	Lampu holow katoda Pb	-	Sebagai alat untuk uji logam timbal (Pb) pada air (SNI 06-6989.8-2004)
20	Gelas piala 250	ml	
21	Pipet ukur 1, 5, 10, 15, dan 20	ml	
22	Labu ukur 100	ml	
23	Corong gelas	-	
24	Pemanas listrik	-	
25	Kertas saring <i>whatman</i> 40, dengan ukuran pori $\phi$ 0,42	$\mu\text{m}$	
26	Labu semprot	-	Sebagai bahan untuk menguji logam timbal (Pb) pada air (SNI 06-6989.8-2004)
27	Air suling	-	
28	Asam nitrat $\text{HNO}_3$	-	
29	Larutan standar logam Pb	-	
30	Gas asetilen $\text{C}_2\text{H}_2$	-	
31	Lampu katoda berongga ( <i>Hollow Cathode Lamp/HCL</i> ) cadmium	-	Sebagai alat untuk uji logam kadmium (Cd) pada air (SNI 6989.16:2009)
32	Gelas piala 100 dan 250	ml	
33	Pipet volumetrik 10,0 dan 50,0	ml	
34	Labu ukur 50,0; 100,0; 1000,0	ml	
35	<i>Erlenmeyer</i> 100	ml	
36	Corong gelas	-	
37	Kaca arloji	-	
38	Pemanas listrik	-	
39	Seperangkat alat saring vakum	-	
40	Saringan membran dengan ukuran pori $\phi$ 0,45	$\mu\text{m}$	
41	Timbangan analitik dengan ketelitian 0,0001	g	
42	Air bebas mineral	-	Sebagai bahan untuk menguji logam kadmium (Cd)
43	Asam nitrat ( $\text{HNO}_3$ ) pekat p.a	-	

44	Logam kadmium (Cd) dengan kemurnian minimum 99,5	%	pada air (SNI 6989.16:2009)
45	Gas asetilen (C <sub>2</sub> H <sub>2</sub> ) HP dengan tekanan minimum 100	psi	
46	Larutan pengencer HNO <sub>3</sub> 0,05	m	
47	Larutan pencuci HNO <sub>3</sub> 5%	v/v	
48	Udara tekan HP atau udara tekan dari kompresor	-	
49	Aluminium foil	-	
50	Gelas beaker 25, 100 dan 250	ml	
51	<i>Blender/homogenizer</i>	-	
52	Botol <i>polypropylene</i>	-	
53	Cawan porselen bertutup	-	
54	Corong plastic	-	
55	Desikator	-	
56	Gelas ukur 25 dan 50	ml	
57	<i>Hot plate</i>	-	
58	Labu takar 50 ( <i>polypropylene</i> ) dan 1000	ml	Sebagai alat untuk uji logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan (SNI 2354.5:2011)
59	Labu takar 100	ml	
60	Mikropipet	-	
61	Oven	-	
62	Pipet tetes	-	
63	Pipet volumetrik 10, 5 dan 1	ml	
64	Pisau	-	
65	<i>Refrigerator</i> atau <i>freezer</i>	-	
66	Sendok plastic	-	
67	Timbangan analitik dengan ketelitian ± 0,0001	g	
68	Tungku pengabuan ( <i>furnace</i> )	-	
69	Wadah <i>polystyrene</i>	-	
70	Camera Hp	-	Untuk dokumentasi
71	ATK	-	Untuk mencatat dan menulis
72	Sampel Air	-	Sebagai bahan penelitian
73	Ikan Nila	-	Sebagai bahan penelitian

### 3.3. Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam 2 (dua) tahapan yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan :

1. Tahapan persiapan
  - a. Survei lokasi untuk mengetahui kondisi perairan serta keramba jaring apung (KJA) secara langsung dan mengetahui lingkungan sekitar sungai yang memiliki kontribusi masuknya logam berat ke dalam badan sungai dan mengakumulasi organ ikan.
  - b. Penentuan stasiun penelitian dilakukan dengan mengamati karakteristik lingkungan sekitar perairan. Penentuan letak titik sampling air di sungai menggunakan GPS (*Global Positioning System*) pada Gambar 4.
  - c. Penentuan unit keramba jaring apung (KJA) yang akan disampling ditentukan berdasarkan waktu pemeliharaan ikan yaitu 1 bulan, 2 bulan, 3 bulan dan 4 bulan.
2. Tahapan pelaksanaan
  - a. Pengukuran sampel air untuk parameter pH, suhu, salinitas, kecerahan dan kecepatan arus pada setiap stasiun dilakukan secara insitu.
  - b. Pengambilan sampel air untuk analisis parameter DO, BOD, Amoniak ( $\text{NH}_3$ ), timbal (Pb) dan kadmium (Cd) dilakukan pada awal, pertengahan dan akhir penelitian, dengan menggunakan

botol sampel sebanyak 1500 ml. Selanjutnya sampel air dibawa ke laboratorium untuk analisis parameter DO, BOD, Amoniak ( $\text{NH}_3$ ), timbal (Pb) dan kadmium (Cd).

- c. Pengambilan sampel ikan nila pada keramba jaring apung (KJA) berdasarkan waktu pemeliharaan ikan, masing-masing : 13 ekor waktu pemeliharaan 1 bulan, 9 ekor waktu pemeliharaan 2 bulan, 9 ekor waktu pemeliharaan 3 bulan, dan 6 ekor waktu pemeliharaan 4 bulan. Selanjutnya sampel ikan dipreparasi untuk mengambil organ insang dan hati masing-masing berbobot 10 gram. Sampel organ insang dan hati disimpan pada plastik sampel, kemudian dibawa ke laboratorium untuk analisis kadar logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada insang dan hati.

3. Tahapan prosedur analisis logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd)

- a. Analisis logam berat timbal (Pb) pada air (SNI 06-6989.8-2004) :
- Masukkan 100 ml contoh uji yang sudah dikocok sampai homogen ke dalam gelas piala.
  - Tambahkan 5 ml asam nitrat.
  - Panaskan di pemanas listrik sampai larutan contoh uji hampir kering.
  - Tambahkan 50 ml air suling, masukan ke dalam labu ukur 100 ml, melalui kerta saring yang ditetapkan 100 ml dengan air suling.

- Pipet 10 ml larutan induk logam timbal, Pb 1000 mg/L ke dalam labu ukur 100 ml.
  - Tepatkan dengan larutan pengencer sampai tanda tera.
  - Pipet 0 ml; 5 ml; 10 ml; 15 ml; dan 20 ml larutan baku timbal, Pb 10,0 mg/l masing-masing ke dalam labu ukur 100 ml.
  - Tambahkan larutan pengencer sampai tepat tanda tera sehingga diperoleh konsentrasi logam timbal 0,0 mg/l; 1,0 mg/l; 5,0 mg/l; 10,0 mg/l; 15,0 mg/l dan 20,0 mg/l.
- b. Analisis logam berat kadmium (Cb) pada air (SNI 6989.16:2009) :
- Homogenkan contoh uji, pipet 50,0 mL contoh uji dan masukkan ke dalam gelas piala 100 mL atau *Erlenmeyer* 100 mL.
  - Tambahkn 5 mL HNO<sub>3</sub> pekat, bila menggunakan gelas piala, tutup dengan kaca arloji dan bila dengan *Erlenmeyer* gunakan corong sebagai penutup.
  - Panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 mL sampai dengan 20 mL.
  - Jika destruksi belum sempurna (tidak jernih), maka tambahkan lagi 5 mL NHO<sub>3</sub> pekat, kemudian tutup gelas piala dengan kaca arloji atau tutup *Erlenmeyer* dengan corong dan panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna

endapan dalam contoh uji menjadi agak putih atau contoh uji menjadi jernih.

c. Analisis logam berat timbal (Pb) dan kadmium (Cd) pada produk perikanan (SNI 2354.5:2011) :

- Timbang produk basah sebanyak 5 gram atau produk kering sebanyak 0,5 g dalam cawan porselen dan catat beratnya (W).

- Buat kontrol positif Pb dan Cd

Contoh pembuatan *spiked* 0,05 mg/kg Pb dan Cd :

- Tambahkan sebanyak 0,25 ml larutan standar Pb 1 mg/l ke dalam contoh sebelum dimasukkan ke tungku pengabuan.
- Tambahkan sebanyak 0,25 ml larutan standar Pb 1 mg/l ke dalam contoh sebelum dimasukkan ke tungku pengabuan.
- Uapkan *spiked* di atas *hot plate* pada suhu 100 °C sampai kering.
- Masukkan contoh dan *spiked* ke dalam tungku pengabuan dan tutup separuh permukaannya. Naikkan suhu tungku pengabuan secara bertahap 100 °C setiap 30 menit sampai mencapai 450 °C dan pertahankan selama 18 jam.
- Keluarkan contoh dan *spiked* dari tungku pengabuan dan dinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin ditambahkan 1 ml  $\text{NH}_3$  65%, goyangkan secara hati-hati sehingga semua abu

terlarut dalam asam dan selanjutnya uapkan diatas *hot plate* pada suhu 100 °C sampai kering.

- Setelah kering masukkan kembali contoh dan *spiked* ke dalam tungku pengabuan. Naikkan suhu secara bertahap 100 °C setiap 30 menit sampai mencapai 450 °C dan pertahankan selama 3 jam.
- Setelah abu terbentuk sempurna berwarna putih, dinginkan contoh dan *spiked* pada suhu ruang. Tambahkn 5 ml HCL 6 M ke dalam masing-masing contoh dan *spiked*, goyangkan secara hati-hati sehingga semua abu larut dalam asam. Uapkan diatas *hot plate* pada suhu 100 °C sampai kering.
- Tambahkan 10 ml HNO<sub>3</sub> 0,1 M dan dinginkan pada suhu ruang selama 1 jam, pindahkan larutan ke dalam labu takar *polypropylene* 50 ml dan tambahkan larutan *matrik modifier*, tempatkan sampai tanda batas dengan menggunakan HNO<sub>3</sub> 0,1 M.



Gambar 4. Peta lokasi penelitian.

Keterangan :

- Stasiun 1 : S5°9'44.3124" E119°30'49.842" Inspeksi Pam No.J/19,RT.001/RE.01, Manggala, Kota Makassar Sulawesi Selatan 90234, Indonesia.
- Stasiun 2 : S5°8'30.0264" E119°28'15.7476" Ko. Citra Permai No. A. 1/19, RT.001/RW.01, Tallo Baru, Kec. Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90233, Indonesia.
- Stasiun 3 : S5°7'1.1496" E119°27'18.864" Lakang, Kec. Tallo, Kota Makassar, Sulawesi Selatan, Indonesia.
- KJA : S5°8'30.0264" E119°28'15.7476" Ko. Citra Permai No. A. 1/19, RT.001/RW.01, Tallo Baru, Kec. Panakukang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90233, Indonesia.

### 3.4 Analisis Data

#### 3.4.1 Indeks Pencemaran Lingkungan

Indeks pencemaran logam timbal (Pb) dan kadmium (Cd) di perairan Sungai Tallo, dianalisis menggunakan Kepmen Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Tahun 2017.

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

Keterangan :

- PI<sub>j</sub> : Indek pencemaran bagi peruntukan j
- C<sub>i</sub> : Konsentrasi parameter kualitas air i
- L<sub>ij</sub> : Konsentrasi parameter kualitas air I yang tercantum dalam baku peruntukan j
- m : Maksimum
- r : Rata-rata

#### 3.4.2 Biokonsentrasi Faktor (BCF)

Adapun rumus yang digunakan dalam menentukan nilai biokonsentrasi faktor (BCF) adalah sebagai berikut (LaGrega *dkk*, 2001).

$$BCF = C_{org} / C$$

Dimana :

- C<sub>org</sub> = Konsentrasi logam berat dalam organisme (mg/kg atau ppm)
- C = Konsentrasi logam berat dalam air (ppm)

Selanjutnya nilai indeks pencemaran lingkungan dan biokonsentrasi faktor dianalisis secara deskriptif.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kualitas Air Di Sungai Tallo

Analisa kondisi perairan Sungai Tallo dilakukan dengan membandingkan hasil analisa laboratorium dengan baku mutu air pada PP No. 82/2001 tentang pengelolaan kualitas air. Penentuan status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) yang mengacu kepada Kepmen LH No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai Indeks Pencemaran (IP). Hubungan antara nilai Indeks Pencemaran dengan mutu perairan adalah 0-1,0 untuk kondisi baik, 1,1-5,0 untuk kondisi tercemar ringan, 5,0-10,0 untuk kondisi tercemar sedang dan nilai IP diatas 10,0. Hasil analisis kualitas air pada setiap stasiun dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metode indeks pencemaran (IP), yang disajikan pada Tabel 7.

Pada Tabel 8 kualitas air yang diukur menunjukkan bahwa nilai Indeks Pencemaran (IP) dikategorikan cemar ringan hingga cemar berat. Adapun parameter yang masuk ke dalam kategori cemar ringan yaitu oksigen terlarut (DO), logam berat timbal (Pb), dan kadmium (Cd), cemar sedang yaitu suhu dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), serta cemar berat yaitu amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ). Sedangkan kategori baik yaitu kedalaman, kecepatan arus, kecerahan, pH, dan salinitas.

Tabel 7. Analisis Indeks Pencemaran (IP) di Perairan Sungai Tallo pada setiap stasiun.

Parameter	Stasiun			Parameter	Stasiun			Parameter	Stasiun			Parameter		
	1				2				3					
	Ci/Lij	IP	IP Baru		Ci/Lij	IP	IP Baru		Ci/Lij	IP	IP Baru			
Suhu	26.97	8.99	5.77	Cemar sedang	Suhu	27.57	9.19	5.82	Cemar sedang	Suhu	28.2	9.14	5.87	Cemar sedang
Kedalaman	2.00	0.40	0.40	Kondisi baik	Kedalaman	2.83	0.57	0.57	Kondisi baik	Kedalaman	4.8	0.95	0.95	Kondisi baik
Kecepatan Arus	0.09	0.02	0.02	Kondisi baik	Kecepatan Arus	0.13	0.03	0.03	Kondisi baik	Kecepatan Arus	0.3	0.01	0.01	Kondisi baik
Kecerahan	0.21	0.01	0.01	Kondisi baik	Kecerahan	0.5	0.02	0.02	Kondisi baik	Kecerahan	0.3	0.01	0.01	Kondisi baik
DO	4.54	1.51	1.9	Cemar ringan	DO	4.11	1.37	1.68	Cemar ringan	DO	3.95	1.32	1.60	Cemar ringan
pH	4.37	0.58	0.58	Kondisi baik	pH	6.5	0.87	0.87	Kondisi baik	pH	5.7	0.76	0.76	Kondisi baik
Salinitas	0.00	0.00	0.00	Kondisi baik	Salinitas	0.00	0.00	0.00	Kondisi baik	Salinitas	0.00	0.00	0.00	Kondisi baik
BOD	17.81	5.94	4.87	Cemar ringan	BOD	15.78	5.26	4.60	Cemar sedang	BOD	25.14	8.38	5.62	Cemar sedang
Amoniak	2.51	2.507	18.0	Cemar berat	Amoniak	1.66	1.663	17.1	Cemar berat	Amoniak	3.29	3.290	18.6	Cemar berat
Timbal (Pb)	0.002	0.067	0.067	Kondisi baik	Timbal (Pb)	0.002	0.067	0.067	Kondisi baik	Timbal (Pb)	0.002	0.067	0.067	Kondisi baik
Kadmium (Cd)	0.003	0.30	0.30	Kondisi baik	Kadmium (Cd)	0.003	0.30	0.30	Kondisi baik	Kadmium (Cd)	0.003	0.30	0.30	Kondisi baik

Sumber : Hasil Penelitian 2019-2020

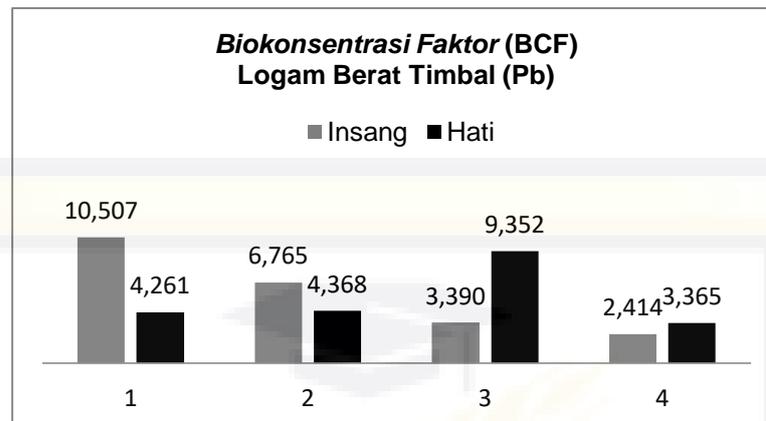
\* PPRI No. 82 Tahun 2001

\*\* Kepmen LH No. 115 Tahun 2003

#### 4.2 *Biokonsentrasi Faktor (BCF)*

Keberadaan logam berat di perairan dapat menimbulkan proses akumulasi di dalam tubuh organisme air. Akumulasi dapat terjadi melalui absorpsi langsung terhadap logam berat yang terdapat dalam air dan melalui rantai makanan. Menurut Tillitt *dkk* (1992) dalam Van der Oost (2003), menyatakan bahwa logam berat yang bersifat hidrofobik mengakumulasi dalam organisme air melalui beberapa mekanisme yaitu secara langsung dari air melalui insang atau kulit (biokonsentrasi), melalui penyerapan dari partikel tersuspensi (pencernaan) dan melalui makanan yang terkontaminasi (biomagnifikasi). Biokonsentrasi adalah akumulasi logam berat yang diambil secara langsung dari air oleh organisme seperti ikan atau tumbuhan air, sedangkan bioakumulasi adalah pengambilan logam berat melalui air dan makanan, sementara biomagnifikasi adalah meningkatnya kandungan logam berat dalam jaringan organisme berdasarkan rantai makanan.

Bioakumulasi logam berat dalam organisme air secara umum dipengaruhi oleh kandungan logam berat dalam air, pakan, jenis ikan, ekskresi dan metabolisme. Ikan Nila merupakan jenis ikan pemakan segala (omnivora), artinya selain memakan pelet yang diberikan, ikan nila juga memakan organisme yang ada seperti *fitoplankton*, *zooplankton* atau ikan kecil yang ada. Berdasarkan hasil perhitungan nilai biokonsentrasi faktor (BCF) pada organ insang dan hati ikan Nila yang di kultur pada keramba jaring apung (KJA) di Sungai Tallo, disajikan pada Gambar 5.



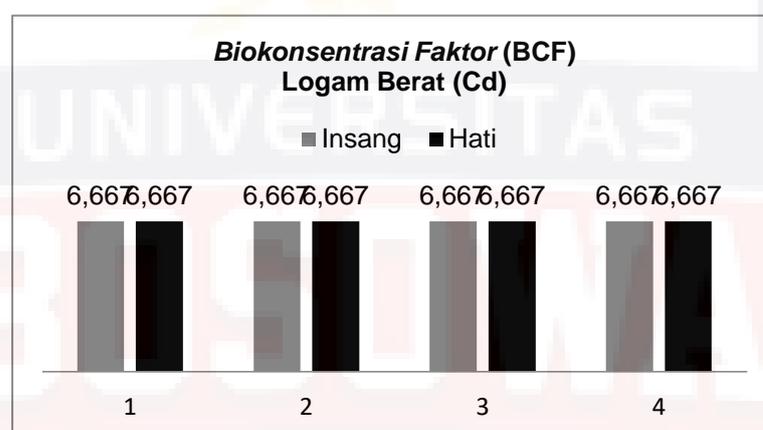
Gambar 5. *Biokonsentrasi Faktor (BCF)* logam berat timbal (Pb).

Kemampuan organ tubuh dalam mengakumulasi logam berat ditentukan oleh nilai *Biokonsentrasi Faktor (BCF)*. Semakin tinggi nilai BCF pada suatu organisme menunjukkan semakin tinggi organisme tersebut mengakumulasi logam berat. Berdasarkan kategori nilai BCF menurut Van Esch (1977) dalam Suprpti (2008) mengelompokkan sifat polutan ke dalam tiga urutan yaitu: sangat akumulatif ( $BCF > 1000$ ), akumulatif sedang ( $BCF 100-1000$ ) dan akumulatif rendah ( $BCF < 100$ ).

Pada Gambar 5, dijelaskan bahwa akumulasi logam Pb pada insang Ikan Nila tertinggi pada ikan yang umur pemeliharaan satu bulan yakni 10.57 % dan yang terendah berada pada umur pemeliharaan empat bulan yakni 2.414 %. Sedangkan nilai BCF logam Pb tertinggi pada organ hati ikan Nila berada di umur pemeliharaan tiga bulan yakni 9.352 % dan yang terendah berada pada umur pemeliharaan empat bulan yakni 3.365 %.

Menurut Darmono (2001) bahwa hal ini dikarenakan logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh ikan melalui jaringan pernafasan dan

jaringan kulit kemudian terjadi penyimpanan sementara di dalam jaringan seperti hati, otot maupun ginjal untuk kemudian dikeluarkan dari tubuh ikan. Akumulasi logam Pb pada ikan Nila berasal dari buangan bahan bakar yang mengandung logam Pb dari perahu motor yang digunakan untuk kegiatan pariwisata maupun alat transportasi oleh nelayan. Tidak hanya itu diduga juga berasal dari air maupun pakan ikan yang telah terkontaminasi serta bahan organik, limbah industri dan masyarakat.



Gambar 6. *Biokonsentrasi Faktor* (BCF) logam berat kadmium (Cd).

Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa logam Cd pada organ insang dan hati ikan Nila memiliki nilai yang sama pada masing-masing umur pemeliharaan yakni 6.667 %. Walaupun demikian, nilai BCF logam Cd ini masuk dalam kategori tercemar, dimana nilai kandungan logam berat Cd pada insang dan hati yaitu 0.02 mg/kg yang melewati baku mutu SNI 7387:2009 (0.01 mg/kg). Kandungan logam berat Cd berasal air akibat erosi maupun pakan ikan yang telah terkontaminasi, limbah pertanian dan limbah rumah tangga yang masuk ke dalam perairan

sungai. Pupuk fosfat yang sering digunakan biasanya mengandung Cd tidak kurang dari 20 mg/kg (Widowati dkk, 2008).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan Nila di keramba jaring apung (KJA) di Sungai Tallo lebih mudah mengakumulasi logam Pb dibandingkan dengan logam Cd. Urutan akumulasi logam berat pada ikan Nila yang dibudidayakan di keramba jaring apung (KJA) di Sungai Tallo adalah  $Pb > Cd$ .

### **4.3 Kualitas Air Di Perairan Sungai Tallo**

Hasil kualitas air di perairan Sungai Tallo untuk parameter fisika dan kimia air di setiap stasiun 1, 2 dan 3 disajikan pada lampiran 2.

#### **4.3.1 Suhu**

Nilai suhu pada setiap stasiun berkisar 26 - 28°C, suhu tertinggi berada pada stasiun 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena waktu pengukuran yang berbeda, hal ini sejalan dengan pendapat Sari dan Haylan (2005) bahwa adanya variasi suhu berbeda dalam perairan disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran, dimana waktu pengukuran erat kaitannya dengan intensitas cahaya matahari yang diserap oleh air. Faktor lainnya yang mempengaruhi suhu air adalah kedalaman, musim, lintang dan tutup awan (Novita Pangruruk, dkk, 2019).

Suhu juga berpengaruh pada toksisitas logam berat terhadap biota. Apabila terjadi peningkatan suhu, proses pemasukan logam berat dalam tubuh akan meningkat dan reaksi pembentukan ikatan antara logam berat

dengan protein dalam tubuh semakin cepat (Budiastuti *et al*, 2016). Hal ini juga diperkuat oleh Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Tahun 2016 mengenai baku mutu air untuk budidaya ikan nila 25 – 30 °C.

#### **4.3.2 Kecepatan Arus**

Nilai kecepatan arus di Sungai Tallo pada stasiun 1 rata-rata 0.09 m/s, stasiun 2 rata-rata 0.13 m/s, dan pada stasiun 3 rata-rata 0.4 m/s. Kecepatan arus tertinggi yaitu sebesar 0.13 m/s pada stasiun 2 yaitu daerah pertengahan Sungai Tallo berdekatan dengan jembatan Tallo dan lokasi KJA dan kecepatan arus terendah pada stasiun 3 yang merupakan dermaga Lakang, dimana kedalamannya lebih daripada stasiun 2. Perbedaan arus ini umumnya dipengaruhi oleh perbedaan substrat. Menurut Nybakken (1992) dalam Wijaya dan Riche (2010) bahwa kecepatan arus dapat dipengaruhi oleh keberadaan angin dan substrat yang terdapat di dasar perairan. Substrat ini dapat berupa lumpur, pasir, atau batu.

Arus air sangat membantu proses pertukaran air, dapat membersihkan timbunan sisa-sisa sampah organik, rumah tangga dan pabrik, arus juga berfungsi untuk membawa oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh ikan. Namun, arus air yang berlebihan juga tidak baik, karena dapat merusak wadah untuk budidaya ikan serta dapat menyebabkan ikan menjadi stres, energinya banyak terbuang dan selera

makan akan berkurang jika ikan stres. Kecepatan arus yang ideal untuk penempatan KJA adalah 20 cm – 50 cm/detik (Kordi, 2005).

#### 4.3.3 Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh keberadaan padatan tersuspensi, zat-zat terlarut, partikel-partikel dan warna air. Nilai rata-rata kecerahan yakni pada stasiun (1) 0.21 cm, stasiun (2) 0.5 cm dan stasiun (3) 0.3 cm, nilai kecerahan dapat dipengaruhi oleh aktifitas yang ada pada stasiun dan juga kedalaman perairan. Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (*turbidity*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan di Sungai Tallo masih rendah dan kurang cocok untuk pembudidayaan ikan. Hal ini sesuai dengan baku mutu air untuk budidaya ikan nila oleh Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Tahun 2016 yaitu nilai kekeruhan 30 – 40 cm. Sumich (1992) dalam Asmara (2005) juga menerangkan bahwa semakin tinggi kedalaman *secchi disk* semakin dalam penetrasi cahaya ke dalam air, yang selanjutnya akan meningkatkan ketebalan lapisan air yang produktif. Tebalnya lapisan air yang produktif memungkinkan terjadinya pemanfaatan unsur hara secara kontinyu oleh produsen primer.

#### 4.3.4 Oksigen Terlarut (DO)

Kandungan DO dalam air setiap stasiun berbeda, DO tertinggi berada pada stasiun (1) 4.54 mg/l, dan stasiun (2) 4.11 mg/l. Sedangkan yang terendah pada stasiun (3) 3.95 mg/L. Angka ini memperlihatkan bahwa nilai DO pada stasiun 1 dan 2 melebihi nilai baku mutu minimum (PPRI No.82 Tahun 2001 untuk Kelas II, DO 4 mg/l), rendahnya DO pada stasiun 3 yang terletak di dermaga Lakang ini diduga karena daerah ini dekat dengan kawasan industri dan pelabuhan (dermaga).

Nilai DO ini sejalan dengan penelitian Patang, *dkk*, (2019) di Sungai Tallo dengan hasil DO yaitu 4,14 mg/l. Hal Ini juga sejalan dengan pendapat Budiastuti *et al*, (2016) bahwa penurunan kadar oksigen terlarut di dalam air merupakan indikasi kuat adanya pencemaran.

#### 4.3.5 Derajat Asam (pH)

Hasil pengukuran rata-rata pH air pada setiap stasiun menunjukkan bahwa kisaran pH masih pada taraf kategori baik sesuai standar Indeks Pencemaran (IP), meskipun secara umum terjadi fluktuasi tetapi masih dalam batas normal. Konsentrasi pH terendah berada pada stasiun 1 yaitu 4.37, karena dipengaruhi oleh hutan mangrove yang ada pada tempat tersebut. Kemudian disusul oleh stasiun stasiun 3 yaitu 5.7.

Supriyatini *et al*, (2017) mengatakan bahwa nilai pH yang tinggi menyebabkan toksisitas logam berat membentuk senyawa kompleks dengan senyawa lain yang ada di perairan sehingga akan mengendap di dasar perairan bersama sedimen. Sebaliknya, pH rendah akan

menyebabkan logam berat larut dalam air sehingga toksisitas tinggi. Nilai optimum pH sesuai dengan baku mutu air untuk budidaya ikan Nila oleh Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Tahun 2016 yaitu nilai pH 6.8-8.5.

#### **4.3.6 Salinitas**

Hasil pengukuran konsentrasi salinitas pada setiap stasiun menunjukkan bahwa nilai salinitas sama yaitu 0.00 ppt, jika melihat nilai pada setiap stasiun tersebut karena daerah stasiun masih merupakan aliran sungai air tawar. Salinitas yang tinggi menyebabkan kandungan logam berat di perairan juga tinggi, begitu pula sebaliknya salinitas rendah menyebabkan logam berat di perairan rendah. Rendahnya salinitas di perairan menyebabkan daya toksisitas dan akumulasi logam berat meningkat (Supriyantini *et al*, 2017).

Salinitas yang tinggi menyebabkan kation alkali dan alkalin bersaing untuk mendapatkan tempat pada partikel padat dengan cara mengganti ion-ion logam berat yang telah diserap akan terlepas ke perairan dan menyebabkan kadar toksisitas logam berat semakin meningkat (Usman, 2015).

#### **4.3.7 Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata BOD pada stasiun 1 yakni 17.81 mg/l, stasiun 2 yakni 15.78 mg/l, dan stasiun 3 yakni 25.14 mg/l. Tingginya nilai BOD disebabkan banyaknya kandungan bahan organik

dari pembusukan tanaman enceng gondok maupun hasil buangan limbah domestik di sekitar wilayah perairan Sungai Tallo. Hal ini terlihat dengan karakteristik pada setiap stasiun, dimana stasiun 1 berada di lokasi pertanian dan pemukiman warga, stasiun 2 yang terletak dekat dengan kawasan padat pemukiman penduduk dan stasiun 3 yang berada di dermaga Lakang dekat dengan PT. KIMA. Menurut Salmin (2005) parameter BOD secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air. Tingkat pencemaran perairan berdasarkan nilai BOD 0-10 (rendah), 10-20 (sedang), dan 25 (tinggi) (Wirosarjono, 1974 dalam Salmin, 2005).

#### **4.3.8 Amonia**

Hasil analisa amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) pada perairan Sungai Tallo menunjukkan bahwa nilai amonia tertinggi pada stasiun 1 yakni 2.51 mg/l dan 3 yakni 3.29 mg/l, sedangkan terendah pada stasiun 2 yakni 1.66 mg/l. Nilai amonia ini tidak melebihi kriteria mutu air PPRI No. 82 Tahun 2001 (0.02 mg/l). Dipertegas oleh Fathurrahman dan Aunurohim (2014) bahwa amonia yang berada di perairan sebagian besar merupakan hasil dan proses metabolisme organisme akuatik dan proses pembusukan bahan organik atau sampah organik seperti sampah rumah tangga dan lain-lain oleh bakteri yang terbawa arus.

Hal ini sejalan dengan Hamuna *et al* (2018) bahwa tingginya konsentrasi amonia di perairan sebagian besar diduga berasal dari limbah pemukiman dan pembuangan manusia dan hewan dalam bentuk urin.

#### 4.3.9 Logam Berat Pb dan Cd

Dari hasil pengujian terlihat bahwa kandungan rata-rata logam berat Pb 0.002 mg/l dan nilai logam berat Cd 0.003 mg/l masih di bawah baku mutu PPRI No. 82 Tahun 2001 (Pb 0.03 mg/l dan Cd 0.01 mg/l). Namun nilai rata-rata logam berat Pb dan Cd ini jika di analisis menggunakan indeks pencemaran, maka nilai IP masing-masing logam berat tergolong cemaran ringan.

Sedangkan hasil penelitian Patang, dkk (2018) kualitas air di Sungai Tallo nilai logam berat timbal (Pb) yakni 26.8091 mg/l dan logam berat kadmium (Cd) yakni 0.0077 mg/l. Kondisi ini dipertegas oleh Novita Pangruruk, dkk (2019) yang melakukan penelitian di Sungai Tallo mengatakan bahwa logam berat timbal (Pb) pada air yakni 0.0139 mg/l dan logam berat kadmium (Cd) yakni 0.017. Hal ini sesuai dengan pendapat Satmoko (2006) bahwa kontaminasi logam berat dapat berasal dari faktor alam seperti aktifitas gunung merapi atau pembakaran hutan atau manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, pelabuhan, proses industri, pertanian, peternakan serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun Indeks Pencemaran (IP) parameter yang masuk ke dalam kategori cemar ringan yaitu oksigen terlarut (DO), logam berat timbal (Pb), dan kadmium (Cd), cemar sedang yaitu suhu dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), serta cemar berat yaitu amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ). Sedangkan kategori baik yaitu kedalaman, kecepatan arus, kecerahan, pH, dan salinitas.

Nilai biokonsentrasi faktor (BCF) tertinggi logam berat Pb pada organ insang yaitu umur pemeliharaan satu bulan dan yang terendah umur pemeliharaan empat bulan. Nilai biokonsentrasi faktor (BCF) logam berat Cd pada organ insang dan hati memiliki nilai yang sama untuk semua waktu pemeliharaan.

#### 5.2 Saran

Kondisi gambaran dari hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi pemerintah Kota Makassar agar melakukan langkah-langkah sosialisasi, pencegahan sampai pada tahap regulasi baik pada pengelolaan limbah maupun kelompok pembudidaya ikan Nila di Sungai Tallo. Serta perlu adanya riset lanjutan mengenai bioindikator di Sungai Tallo dengan metode dan pola penelitian yang teliti, terencana dan terukur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adack Jessy. (2013). Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup. *Jurnal Lex Administratum*.
- Alam, K. (2019). Implementasi Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Terhadap Pencemaran Limbah Air Oleh Pabrik Krupuk Desa Kenanga Kabupaten Indramayu. *Hermeneutika : Jurnal Ilmu Hukum*.  
<https://doi.org/10.33603/hermeneutika.v3i1.2002>
- Ardillah, Y. (2016). Faktor Risiko Kandungan Timbal di Dalam Darah. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*.
- Arifin, O. Z., & Kurniasih, T. (2016). Karakterisasi Morfologi Keturunan Pertama Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Get Dan Gift Berdasarkan Metode Truss Morphometrics. *Jurnal Riset Akuakultur*.  
<https://doi.org/10.15578/jra.2.3.2007.373-383>
- Budiman, B. T. P., Dhahiyat, Y., & Hamdani, H. (2012). Bioakumulasi Logam Berat Pb (Timbal) Dan Cd (Kadmium) Pada Daging Ikan Yang Tertangkap Di Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*.
- Dawud, M., Namara, I., Chayati, N., & Muhammad, F. (2016). Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat. *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*.
- Djunaedi, A., Pribadi, R., Hartati, R., Redjeki, S., Astuti, R. W., & Septiarani, B. (2016). Pertumbuhan ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) di Tambak dengan Pemberian Ransum Pakan dan Padat Penebaran yang Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*.  
<https://doi.org/10.14710/jkt.v19i2.840>
- Elrfadah, R. I. dan. (2015). Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Buatan Berbasis Kiambang. *Jurnal Ziraah*.
- Erfandy, D. dan J. I. (2013). Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim | 159 7. In *Teknologi Pengendalian Pencemaran Logam Berat pada lahan pertanian*.
- Gandhy, A. (2017). Analisis Peningkatkan Pendapatan Petani Keramba Jaring Apung Dengan Diversifikasi Spesies Ikan Budidaya Di Waduk Cirata. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*.  
<https://doi.org/10.18196/jesp.18.1.3778>

- Garvano, M. F., Saputro, S., & Hariadi. (2017). Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen Dasar Di Sekitar Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal. *Jurnal Oseanografi*.
- Hadiputra, M. A., & Damayanti, A. (2013). Kajian Potensi Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu) Di Kawasan Ekosistem Mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*.
- Husain, N., Putri, B., & Supono. (2014). Perbandingan Karbon dan Nitrogen pada Sistem Bioflok Terhadap Pertumbuhan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*.
- Irawan, D. dkk, Yulan, A., Anrosana, I. A., Gemaputri, A. A., Setiawati, M., Suprayudi, M., ... Hasim. (2015). Pengaruh Salinitas Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Merah (*Oreochromis Niloticus*) di Balai Benih Ikan Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*.
- Irawanto, R., Hendrian, R., & Mangkoedihardjo, S. (2015). Konsentrasi Logam Berat (Pb dan Cd) pada Bagian Tumbuhan Akuatik *Acanthus ilicifolius* (Jeruju). *Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*.
- Irwandi, Yanti, A. H., & Wulandari, D. (2017). Prevalensi dan Intensitas Ektoparasit pada Insang Ikan Nila Merah (*Oreochromis sp.*) di Keramba Apung Sungai Kapuas Desa Kapur Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Protobiont*.
- Kristianto, S., Wilujeng, S., & Wahyudiarto, D. (2017). Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Di Wilayah Sidoarjo. *Biota*. <https://doi.org/10.19109/biota.v3i2.1196>
- Maddusa, S. S., Papatungan, M. G., Syarifuddin, A. R., Maambuat, J., & Alla, G. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) Pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al-Sihah : Public Health Science Journal*.
- Mansyur, A., & Mangampa, M. (2011). Nila Merah Air Tawar, Peluang Budidayanya Di Tambak Air Payau. *Media Akuakultur*. <https://doi.org/10.15578/ma.6.1.2011.63-68>
- Marliani, L. E. (2014). Kajian Strategi Revitalisasi Pertanian Indonesia Dalam Rangka Menghadapi Asean Economic Community 2015. *Seminar Nasional Ekonomi Dan Bisnis (SNEB)*.

- Masriadi, M., Patang, P., & Ernawati, E. (2019). Analisis Laju Distribusi Cemaran Kadmium (Cd) di Perairan Sungai Jeneberang Kabupaten Gowa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. <https://doi.org/10.26858/jptp.v5i2.9624>
- Murniasih, S., & Taftazani, A. (2013). Evaluasi Hg, Cd, Co, Cr, dan As Dalam Sampelproduk Agroindustri Berdasarkan Keputusan BPOM dan ADI (ACCEPT DAILY INTAKE). *Ganendra Majalah IPTEK Nuklir*. <https://doi.org/10.17146/gnd.2013.16.1.480>
- Muslimah, S.Si, M. S. (2015). Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*.
- Mustofa, B., & Fansuri, N. (2016). Pengujian Ketahanan Salinitas Tiga Jenis Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) Berdasarkan Metode Uji Tantang LT-50. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*. <https://doi.org/10.15578/blta.14.2.2016.125-127>
- Niti Suparjo, M. (2010). Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L) Akibat Deterjen Detergent to Mortality Level and Structural Damage of Gill Tissues on Nila Fish (*Oreochromis niloticus* L.). *Jurnal Saintek Perikanan*.
- Nurfitriani, S. (2017). Bioakumulasi Logam Berat Timbel (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sekitar Tambak Muara Sungai Pangkajene Kabupaten Pangkep, 21–28.
- Nursyamsiyah, S., Thoha, M., Sampurna Jaya, B., & Bakri, S. (2015). Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Permukiman Kumuh Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Sains Dan Pendidikan*.
- Pandiangan, R., Maryunianta, B. I. Y., & Emalisa, I. (2014). Analisis Perbedaan Pendapatan Usaha Keramba Jaring Apung Ikan Nila Dengan Usaha Keramba Jaring Apung Ikan Campuran Di Perairan Danau Toba (Kasus. *Journal On Social Economic Of Agriculture And Agribusiness*.
- Parinding, G. F., Djajakusli, R., & Russeng, S. S. (2014). Hubungan antara Kadar Timbal dalam Darah dengan Kelelahan Kerja pada Tukang Ojek di Pangkalan Ojek BTP Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. *Universitas Hasanuddin*.
- Pasa, K., Achmad, M., & Faridah, S. N. (2017). Hydrograph Debit Banjir Rencana pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo Makassar dengan Model Hidrologi HEC-HMS. *Jurnal Agritechno*. <https://doi.org/10.20956/at.v10i2.68>

- Pitoy, M. M. (2015). Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis (Studi Pustaka). *Jurnal MIPA*.  
<https://doi.org/10.35799/jm.4.1.2015.6893>
- Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., & Wardoyo, S. E. (2018). Parameter Fisika Dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural*. <https://doi.org/10.31938/jsn.v8i1.107>
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., & Windi, W. F. (2012). Uji Toksisitas Limbah Cair Laundry Sebelum dan Sesudah Diolah dengan Tawas dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (*Cyprinus carpio* L). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*.
- Puspasari, R. (2017). Logam dalam ekosistem perairan. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*.  
<https://doi.org/10.15578/bawal.1.2.2006.43-47>
- Retno, R. S. (2014). Pemanfaatan Tubifex sp Sebagai Salah Satu Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Brantas Di Kota Malang. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*.  
<https://doi.org/10.25273/jems.v2i2.212>
- Riyanto, R., Supriyadi, S., Suparmo, S., & Heruwati, E. S. (2014). Persamaan Prediksi Umur Simpan Filet Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dikemas Vakum dalam HDPE. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*.  
<https://doi.org/10.15578/jpbkp.v7i2.74>
- Robin, , Nirmala, K., Harris, E., Affandi, R., & Jusadi, D. (2017). Application of gamal *Gliricidia sepium* leaves compost as depuration agent of leads (Pb) in the body organ of red tilapia *Oreochromis sp*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. <https://doi.org/10.19027/jai.16.1.83-91>
- Ruslan Umar, M., & Liong, D. S. (2014). Efektifitas Serbuk Biji Kelor *Moringa oleifera* Lamk. Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) PADA AIR. *Jurnal Alam Dan Lingkungan*.
- Salsabila, M., & Suprpto, H. (2019). Teknik Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Instalasi Budidaya Air Tawar Pandaan, Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*.  
<https://doi.org/10.20473/jafh.v7i3.11260>
- Selmi, S., Wiharto, W., & Patang, P. (2019). Analisis Air, Substrat Tanah dan Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Pada Waduk Tunggu Pampang Kelurahan Bitoa, Kota Makassar. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. <https://doi.org/10.26858/jptp.v5i2.9626>

- Setiawan, H. (2014). *Pencemaran Logam Berat di Perairan Pesisir Kota Makassar dan Upaya Penanggulangannya. Info Teknis EBONI.*
- Sirajuddin, I. A. (2016). Implementasi Kebijakan Pemerintah Daerah Dalam Pelayanan Publik Dasar Bidang Sosial Di Kota Makassar. *Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi Publik.* <https://doi.org/10.26858/JIAP.V4I1.1817>
- Soegiyanto. (2014). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Rawan Banjir. *Jurnal Geografi.*
- Sudarmaji Sudarmaji, J. Mukono, C. I. P. (2006). Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan.*
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2488>
- Supriyantini, E., Sedjati, S., & Nurfadhli, Z. (2016). Akumulasi Logam Berat Zn (seng) pada Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* di Perairan Pantai Kartini Jepara Endang Supriyantini, Sri Sedjati, Zidny Nurfadhli. *Buletin Oseanografi Marina.*
- Susanti, L., Zuki, M., & Syaputra, F. (2011). Pembuatan Mie Basah Berkalsium Dengan Penambahan Tulang Ikan Tenggiri (*Somberomorus lineolatus*). *Jurnal Agroindustri.* <https://doi.org/10.31186/j.agroind.1.1.35-44>
- Tamanampo, J. W. F. S., Kaligis, G. J. F., & Lumingas, L. J. L. (2017). Cumulatif valuation of physic-chemical water quality from Tondano Lake, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Platax.* <https://doi.org/10.35800/jip.5.2.2017.15533>
- Tuslinah, L., Hikmawan, I., Yeni Aprilia Program Studi S-, A., & STIKes Bakti Tunas Husada, F. (2016). Pengembangan Metode Analisis Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Menggunakan Metode Atomic Absorption Spectrophotometry. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada.*
- Wandari, D. W. T., Restu, I. W., & Suryaningtyas, E. W. (2018). THE Study Of Histopatology Gill Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn.) IN Terms Of Levels Of Ammonia (NH<sub>3</sub>) In Batur Lake, Bali. *Metamorfosa: Journal Of Biological Sciences.* <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2018.v05.i01.p01>

- Werorilangi, S., Noor, A., Samawi, M. F., Faizal, A., & Tahir, A. (2019). Sebaran Spasial LOGAM Pb, Cd, Cu, Zn dan Fraksi Geokimia Di Sedimen Perairan Pantai Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*. <https://doi.org/10.20956/jiks.v5i1.7029>
- Windusari, Y., Aini, I. N., Setiawan, A., & Aetin, E. N. (2019). Deteksi Frekuensi Distribusi Timbal Dalam Darah Pekerja Pengisi Bahan Bakar: Studi Kasus SPBU di Plaju, Sumatera Selatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.1.62-66>
- Yulaipi, S., & Aunurohim. (2013). Bioakumulasi Logam Berat Timbal ( Pb ) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair ( *Oreochromis mossambicus* ). *Sains Dan Seni Pomits*.
- Yusuf, Y. (2011). Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Ikan Mas Hasil Persilangan Yang Dibudidayakan Pada Keramba Jaring Apung Waduk Cirata Jawa Barat. *JRSKT - Jurnal Riset Sains Dan Kimia Terapan*. <https://doi.org/10.21009/jrskt.012.05>
- Zulkarnain, M., Purwanti, P., & Indrayani, E. (2013). Analysis of Aquaculture Production Value Effect To Gross Domestic Product of Fisheries Sector in. *Jurnal ECSOFiM*.



# LAMPIRAN

### Lampiran 1. Hasil pengukuran kualitas pada setiap stasiun.

STASIUN 1					
Parameter	Satuan	Awal, 17 Desember 2019	Pertengahan, 17 Januari 2020	Akhir, 27 Januari 2020	Rata-rata
<b>Fisika</b>					
Suhu	°C	26.90	26.90	27.10	26.97
Kedalaman	meter	1.60	2.90	1.50	2.00
Kecepatan arus	meter/detik	0.06	0.08	0.14	0.09
Kecerahan	meter	0.20	0.22	0.20	0.21
<b>Kimia</b>					
DO	mg/l	4.88	4.73	4.02	4.54
pH	-	5.10	4.30	3.70	4.37
Salinitas	ppt	0.00	0.00	0.00	0.00
BOD	mg/l	27.78	13.93	11.72	17.81
Amonia	mg/l	2.98	2.98	1.56	2.51
Timbal (Pb)	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
STASIUN 2					
Parameter	Satuan	Awal, 17 Desember 2019	Pertengahan, 17 Januari 2020	Akhir, 27 Januari 2020	Rata-rata
<b>Fisika</b>					
Suhu	°C	27.50	27.50	27.70	27.57
Kedalaman	meter	3.75	2.15	2.58	2.83
Kecepatan arus	meter/detik	0.10	0.11	0.17	0.13
Kecerahan	meter	0.2	0.55	0.6	0.45
<b>Kimia</b>					
DO	mg/l	4.47	4.93	2.93	4.11
pH	-	6.4	6.8	6.3	6.5
Salinitas	ppt	0	0	0	0
BOD	mg/l	23.71	15.69	7.93	15.78
Amonia	mg/l	2.27	2.16	0.56	1.66
Timbal (Pb)	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
STASIUN 3					
Parameter	Satuan	Awal, 17 Desember 2019	Pertengahan, 17 Januari 2020	Akhir, 27 Januari 2020	Rata-rata
<b>Fisika</b>					
Suhu	°C	28.3	28.1	28.3	28.2
Kedalaman	meter	4.2	4.4	5.7	4.8
Kecepatan arus	meter/detik	0.04	0.03	0.04	0.04
Kecerahan	meter	0.3	0.3	0.32	0.31
<b>Kimia</b>					
DO	mg/l	3.35	4.57	3.94	3.95
pH	-	6.2	5.3	5.7	5.7
Salinitas	ppt	0	0	0	0
BOD	mg/l	33.28	21.11	21.02	25.14
Amonia	mg/l	4.33	3.73	1.81	3.29
Timbal (Pb)	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Kualitas Air Di Sungai Tallo

Analisa kondisi perairan Sungai Tallo dilakukan dengan membandingkan hasil analisa laboratorium dengan baku mutu air pada PP No. 82/2001 tentang pengelolaan kualitas air. Penentuan status mutu air menggunakan metode Indeks Pencemaran (IP) yang mengacu kepada Kepmen LH No. 115 tahun 2003 tentang Pedoman Penentuan Status Mutu Air. Persamaan yang digunakan untuk menentukan nilai Indeks Pencemaran (IP). Hubungan antara nilai Indeks Pencemaran dengan mutu perairan adalah 0-1,0 untuk kondisi baik, 1,1-5,0 untuk kondisi tercemar ringan, 5,0-10,0 untuk kondisi tercemar sedang dan nilai IP diatas 10,0. Hasil analisis kualitas air pada setiap stasiun dalam penelitian ini ditentukan dengan menggunakan metode indeks pencemaran (IP), yang disajikan pada Tabel 7.

Pada Tabel 8 kualitas air yang diukur menunjukkan bahwa nilai Indeks Pencemaran (IP) dikategorikan cemar ringan hingga cemar berat. Adapun parameter yang masuk ke dalam kategori cemar ringan yaitu oksigen terlarut (DO), logam berat timbal (Pb), dan kadmium (Cd), cemar sedang yaitu suhu dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), serta cemar berat yaitu amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ). Sedangkan kategori baik yaitu kedalaman, kecepatan arus, kecerahan, pH, dan salinitas.

Tabel 7. Analisis Indeks Pencemaran (IP) di Perairan Sungai Tallo pada setiap stasiun.

Parameter	Stasiun			Parameter	Stasiun			Parameter	Stasiun			Parameter		
	1				2				3					
	Ci/Lij	IP	IP Baru		Ci/Lij	IP	IP Baru		Ci/Lij	IP	IP Baru			
Suhu	26.97	8.99	5.77	Cemar sedang	Suhu	27.57	9.19	5.82	Cemar sedang	Suhu	28.2	9.14	5.87	Cemar sedang
Kedalaman	2.00	0.40	0.40	Kondisi baik	Kedalaman	2.83	0.57	0.57	Kondisi baik	Kedalaman	4.8	0.95	0.95	Kondisi baik
Kecepatan Arus	0.09	0.02	0.02	Kondisi baik	Kecepatan Arus	0.13	0.03	0.03	Kondisi baik	Kecepatan Arus	0.3	0.01	0.01	Kondisi baik
Kecerahan	0.21	0.01	0.01	Kondisi baik	Kecerahan	0.5	0.02	0.02	Kondisi baik	Kecerahan	0.3	0.01	0.01	Kondisi baik
DO	4.54	1.51	1.9	Cemar ringan	DO	4.11	1.37	1.68	Cemar ringan	DO	3.95	1.32	1.60	Cemar ringan
pH	4.37	0.58	0.58	Kondisi baik	pH	6.5	0.87	0.87	Kondisi baik	pH	5.7	0.76	0.76	Kondisi baik
Salinitas	0.00	0.00	0.00	Kondisi baik	Salinitas	0.00	0.00	0.00	Kondisi baik	Salinitas	0.00	0.00	0.00	Kondisi baik
BOD	17.81	5.94	4.87	Cemar ringan	BOD	15.78	5.26	4.60	Cemar sedang	BOD	25.14	8.38	5.62	Cemar sedang
Amoniak	2.51	2.507	18.0	Cemar berat	Amoniak	1.66	1.663	17.1	Cemar berat	Amoniak	3.29	3.290	18.6	Cemar berat
Timbal (Pb)	0.002	0.067	0.067	Kondisi baik	Timbal (Pb)	0.002	0.067	0.067	Kondisi baik	Timbal (Pb)	0.002	0.067	0.067	Kondisi baik
Kadmium (Cd)	0.003	0.30	0.30	Kondisi baik	Kadmium (Cd)	0.003	0.30	0.30	Kondisi baik	Kadmium (Cd)	0.003	0.30	0.30	Kondisi baik

Sumber : Hasil Penelitian 2019-2020

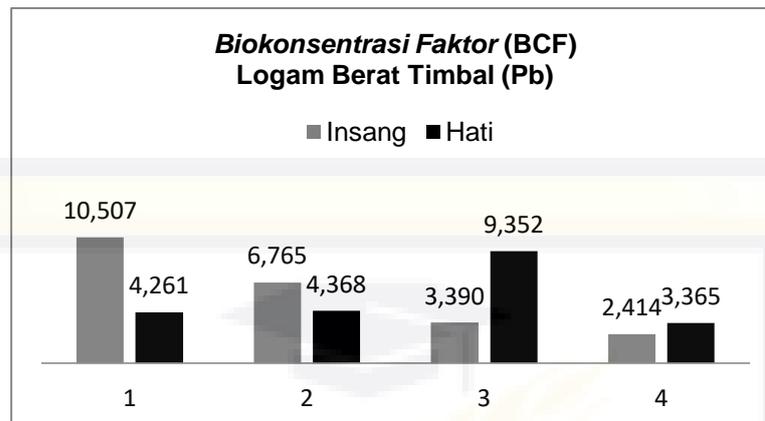
\* PPRI No. 82 Tahun 2001

\*\* Kepmen LH No. 115 Tahun 2003

#### 4.2 Biokonsentrasi Faktor (BCF)

Keberadaan logam berat di perairan dapat menimbulkan proses akumulasi di dalam tubuh organisme air. Akumulasi dapat terjadi melalui absorpsi langsung terhadap logam berat yang terdapat dalam air dan melalui rantai makanan. Menurut Tillitt *dkk* (1992) dalam Van der Oost (2003), menyatakan bahwa logam berat yang bersifat hidrofobik mengakumulasi dalam organisme air melalui beberapa mekanisme yaitu secara langsung dari air melalui insang atau kulit (biokonsentrasi), melalui penyerapan dari partikel tersuspensi (pencernaan) dan melalui makanan yang terkontaminasi (biomagnifikasi). Biokonsentrasi adalah akumulasi logam berat yang diambil secara langsung dari air oleh organisme seperti ikan atau tumbuhan air, sedangkan bioakumulasi adalah pengambilan logam berat melalui air dan makanan, sementara biomagnifikasi adalah meningkatnya kandungan logam berat dalam jaringan organisme berdasarkan rantai makanan.

Bioakumulasi logam berat dalam organisme air secara umum dipengaruhi oleh kandungan logam berat dalam air, pakan, jenis ikan, ekskresi dan metabolisme. Ikan Nila merupakan jenis ikan pemakan segala (omnivora), artinya selain memakan pelet yang diberikan, ikan nila juga memakan organisme yang ada seperti *fitoplankton*, *zooplankton* atau ikan kecil yang ada. Berdasarkan hasil perhitungan nilai biokonsentrasi faktor (BCF) pada organ insang dan hati ikan Nila yang di kultur pada keramba jaring apung (KJA) di Sungai Tallo, disajikan pada Gambar 5.



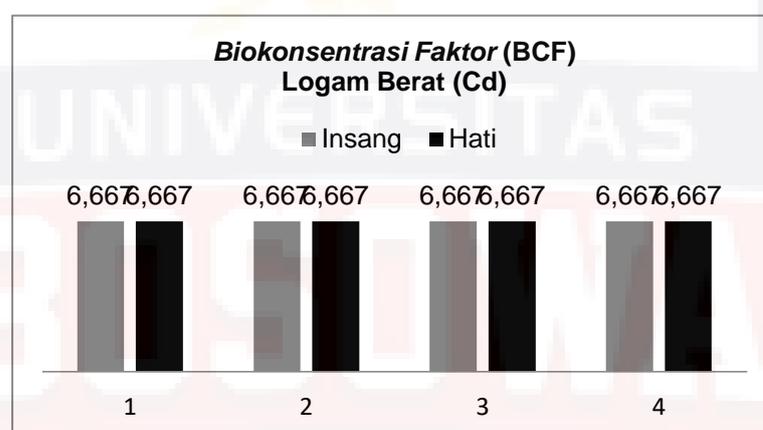
Gambar 5. *Biokonsentrasi Faktor (BCF)* logam berat timbal (Pb).

Kemampuan organ tubuh dalam mengakumulasi logam berat ditentukan oleh nilai *Biokonsentrasi Faktor (BCF)*. Semakin tinggi nilai BCF pada suatu organisme menunjukkan semakin tinggi organisme tersebut mengakumulasi logam berat. Berdasarkan kategori nilai BCF menurut Van Esch (1977) dalam Suprapti (2008) mengelompokkan sifat polutan ke dalam tiga urutan yaitu: sangat akumulatif ( $BCF > 1000$ ), akumulatif sedang ( $BCF 100-1000$ ) dan akumulatif rendah ( $BCF < 100$ ).

Pada Gambar 5, dijelaskan bahwa akumulasi logam Pb pada insang Ikan Nila tertinggi pada ikan yang umur pemeliharaan satu bulan yakni 10.57 % dan yang terendah berada pada umur pemeliharaan empat bulan yakni 2.414 %. Sedangkan nilai BCF logam Pb tertinggi pada organ hati ikan Nila berada di umur pemeliharaan tiga bulan yakni 9.352 % dan yang terendah berada pada umur pemeliharaan empat bulan yakni 3.365 %.

Menurut Darmono (2001) bahwa hal ini dikarenakan logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh ikan melalui jaringan pernafasan dan

jaringan kulit kemudian terjadi penyimpanan sementara di dalam jaringan seperti hati, otot maupun ginjal untuk kemudian dikeluarkan dari tubuh ikan. Akumulasi logam Pb pada ikan Nila berasal dari buangan bahan bakar yang mengandung logam Pb dari perahu motor yang digunakan untuk kegiatan pariwisata maupun alat transportasi oleh nelayan. Tidak hanya itu diduga juga berasal dari air maupun pakan ikan yang telah terkontaminasi serta bahan organik, limbah industri dan masyarakat.



Gambar 6. *Biokonsentrasi Faktor (BCF)* logam berat kadmium (Cd).

Analisis hasil penelitian menunjukkan bahwa logam Cd pada organ insang dan hati ikan Nila memiliki nilai yang sama pada masing-masing umur pemeliharaan yakni 6.667 %. Walaupun demikian, nilai BCF logam Cd ini masuk dalam kategori tercemar, dimana nilai kandungan logam berat Cd pada insang dan hati yaitu 0.02 mg/kg yang melewati baku mutu SNI 7387:2009 (0.01 mg/kg). Kandungan logam berat Cd berasal air akibat erosi maupun pakan ikan yang telah terkontaminasi, limbah pertanian dan limbah rumah tangga yang masuk ke dalam perairan

sungai. Pupuk fosfat yang sering digunakan biasanya mengandung Cd tidak kurang dari 20 mg/kg (Widowati dkk, 2008).

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan Nila di keramba jaring apung (KJA) di Sungai Tallo lebih mudah mengakumulasi logam Pb dibandingkan dengan logam Cd. Urutan akumulasi logam berat pada ikan Nila yang dibudidayakan di keramba jaring apung (KJA) di Sungai Tallo adalah  $Pb > Cd$ .

### **4.3 Kualitas Air Di Perairan Sungai Tallo**

Hasil kualitas air di perairan Sungai Tallo untuk parameter fisika dan kimia air di setiap stasiun 1, 2 dan 3 disajikan pada lampiran 2.

#### **4.3.1 Suhu**

Nilai suhu pada setiap stasiun berkisar 26 - 28°C, suhu tertinggi berada pada stasiun 2 dan 3. Hal ini disebabkan karena waktu pengukuran yang berbeda, hal ini sejalan dengan pendapat Sari dan Haylan (2005) bahwa adanya variasi suhu berbeda dalam perairan disebabkan oleh perbedaan waktu pengukuran, dimana waktu pengukuran erat kaitannya dengan intensitas cahaya matahari yang diserap oleh air. Faktor lainnya yang mempengaruhi suhu air adalah kedalaman, musim, lintang dan tutup awan (Novita Pangruruk, dkk, 2019).

Suhu juga berpengaruh pada toksisitas logam berat terhadap biota. Apabila terjadi peningkatan suhu, proses pemasukan logam berat dalam tubuh akan meningkat dan reaksi pembentukan ikatan antara logam berat

dengan protein dalam tubuh semakin cepat (Budiastuti *et al*, 2016). Hal ini juga diperkuat oleh Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Tahun 2016 mengenai baku mutu air untuk budidaya ikan nila 25 – 30 °C.

#### **4.3.2 Kecepatan Arus**

Nilai kecepatan arus di Sungai Tallo pada stasiun 1 rata-rata 0.09 m/s, stasiun 2 rata-rata 0.13 m/s, dan pada stasiun 3 rata-rata 0.4 m/s. Kecepatan arus tertinggi yaitu sebesar 0.13 m/s pada stasiun 2 yaitu daerah pertengahan Sungai Tallo berdekatan dengan jembatan Tallo dan lokasi KJA dan kecepatan arus terendah pada stasiun 3 yang merupakan dermaga Lakang, dimana kedalamannya lebih daripada stasiun 2. Perbedaan arus ini umumnya dipengaruhi oleh perbedaan substrat. Menurut Nybakken (1992) dalam Wijaya dan Riche (2010) bahwa kecepatan arus dapat dipengaruhi oleh keberadaan angin dan substrat yang terdapat di dasar perairan. Substrat ini dapat berupa lumpur, pasir, atau batu.

Arus air sangat membantu proses pertukaran air, dapat membersihkan timbunan sisa-sisa sampah organik, rumah tangga dan pabrik, arus juga berfungsi untuk membawa oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh ikan. Namun, arus air yang berlebihan juga tidak baik, karena dapat merusak wadah untuk budidaya ikan serta dapat menyebabkan ikan menjadi stres, energinya banyak terbuang dan selera

makan akan berkurang jika ikan stres. Kecepatan arus yang ideal untuk penempatan KJA adalah 20 cm – 50 cm/detik (Kordi, 2005).

#### 4.3.3 Kecerahan

Kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh keberadaan padatan tersuspensi, zat-zat terlarut, partikel-partikel dan warna air. Nilai rata-rata kecerahan yakni pada stasiun (1) 0.21 cm, stasiun (2) 0.5 cm dan stasiun (3) 0.3 cm, nilai kecerahan dapat dipengaruhi oleh aktifitas yang ada pada stasiun dan juga kedalaman perairan. Kemampuan cahaya matahari untuk menembus sampai ke dasar perairan dipengaruhi oleh kekeruhan (*turbidity*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kecerahan di Sungai Tallo masih rendah dan kurang cocok untuk pembudidayaan ikan. Hal ini sesuai dengan baku mutu air untuk budidaya ikan nila oleh Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Tahun 2016 yaitu nilai kekeruhan 30 – 40 cm. Sumich (1992) dalam Asmara (2005) juga menerangkan bahwa semakin tinggi kedalaman *secchi disk* semakin dalam penetrasi cahaya ke dalam air, yang selanjutnya akan meningkatkan ketebalan lapisan air yang produktif. Tebalnya lapisan air yang produktif memungkinkan terjadinya pemanfaatan unsur hara secara kontinyu oleh produsen primer.

#### 4.3.4 Oksigen Terlarut (DO)

Kandungan DO dalam air setiap stasiun berbeda, DO tertinggi berada pada stasiun (1) 4.54 mg/l, dan stasiun (2) 4.11 mg/l. Sedangkan yang terendah pada stasiun (3) 3.95 mg/L. Angka ini memperlihatkan bahwa nilai DO pada stasiun 1 dan 2 melebihi nilai baku mutu minimum (PPRI No.82 Tahun 2001 untuk Kelas II, DO 4 mg/l), rendahnya DO pada stasiun 3 yang terletak di dermaga Lakang ini diduga karena daerah ini dekat dengan kawasan industri dan pelabuhan (dermaga).

Nilai DO ini sejalan dengan penelitian Patang, *dkk*, (2019) di Sungai Tallo dengan hasil DO yaitu 4,14 mg/l. Hal Ini juga sejalan dengan pendapat Budiastuti *et al*, (2016) bahwa penurunan kadar oksigen terlarut di dalam air merupakan indikasi kuat adanya pencemaran.

#### 4.3.5 Derajat Asam (pH)

Hasil pengukuran rata-rata pH air pada setiap stasiun menunjukkan bahwa kisaran pH masih pada taraf kategori baik sesuai standar Indeks Pencemaran (IP), meskipun secara umum terjadi fluktuasi tetapi masih dalam batas normal. Konsentrasi pH terendah berada pada stasiun 1 yaitu 4.37, karena dipengaruhi oleh hutan mangrove yang ada pada tempat tersebut. Kemudian disusul oleh stasiun stasiun 3 yaitu 5.7.

Supriyatini *et al*, (2017) mengatakan bahwa nilai pH yang tinggi menyebabkan toksisitas logam berat membentuk senyawa kompleks dengan senyawa lain yang ada di perairan sehingga akan mengendap di dasar perairan bersama sedimen. Sebaliknya, pH rendah akan

menyebabkan logam berat larut dalam air sehingga toksisitas tinggi. Nilai optimum pH sesuai dengan baku mutu air untuk budidaya ikan Nila oleh Balai Besar Pengembangan Budidaya Air Tawar (BBPBAT) Tahun 2016 yaitu nilai pH 6.8-8.5.

#### **4.3.6 Salinitas**

Hasil pengukuran konsentrasi salinitas pada setiap stasiun menunjukkan bahwa nilai salinitas sama yaitu 0.00 ppt, jika melihat nilai pada setiap stasiun tersebut karena daerah stasiun masih merupakan aliran sungai air tawar. Salinitas yang tinggi menyebabkan kandungan logam berat di perairan juga tinggi, begitu pula sebaliknya salinitas rendah menyebabkan logam berat di perairan rendah. Rendahnya salinitas di perairan menyebabkan daya toksisitas dan akumulasi logam berat meningkat (Supriyantini *et al*, 2017).

Salinitas yang tinggi menyebabkan kation alkali dan alkalin bersaing untuk mendapatkan tempat pada partikel padat dengan cara mengganti ion-ion logam berat yang telah diserap akan terlepas ke perairan dan menyebabkan kadar toksisitas logam berat semakin meningkat (Usman, 2015).

#### **4.3.7 Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

Berdasarkan hasil penelitian nilai rata-rata BOD pada stasiun 1 yakni 17.81 mg/l, stasiun 2 yakni 15.78 mg/l, dan stasiun 3 yakni 25.14 mg/l. Tingginya nilai BOD disebabkan banyaknya kandungan bahan organik

dari pembusukan tanaman enceng gondok maupun hasil buangan limbah domestik di sekitar wilayah perairan Sungai Tallo. Hal ini terlihat dengan karakteristik pada setiap stasiun, dimana stasiun 1 berada di lokasi pertanian dan pemukiman warga, stasiun 2 yang terletak dekat dengan kawasan padat pemukiman penduduk dan stasiun 3 yang berada di dermaga Lakang dekat dengan PT. KIMA. Menurut Salmin (2005) parameter BOD secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air. Tingkat pencemaran perairan berdasarkan nilai BOD 0-10 (rendah), 10-20 (sedang), dan 25 (tinggi) (Wirosarjono, 1974 dalam Salmin, 2005).

#### **4.3.8 Amonia**

Hasil analisa amonia ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ) pada perairan Sungai Tallo menunjukkan bahwa nilai amonia tertinggi pada stasiun 1 yakni 2.51 mg/l dan 3 yakni 3.29 mg/l, sedangkan terendah pada stasiun 2 yakni 1.66 mg/l. Nilai amonia ini tidak melebihi kriteria mutu air PPRI No. 82 Tahun 2001 (0.02 mg/l). Dipertegas oleh Fathurrahman dan Aunurohim (2014) bahwa amonia yang berada di perairan sebagian besar merupakan hasil dan proses metabolisme organisme akuatik dan proses pembusukan bahan organik atau sampah organik seperti sampah rumah tangga dan lain-lain oleh bakteri yang terbawa arus.

Hal ini sejalan dengan Hamuna *et al* (2018) bahwa tingginya konsentrasi amonia di perairan sebagian besar diduga berasal dari limbah pemukiman dan pembuangan manusia dan hewan dalam bentuk urin.

#### 4.3.9 Logam Berat Pb dan Cd

Dari hasil pengujian terlihat bahwa kandungan rata-rata logam berat Pb 0.002 mg/l dan nilai logam berat Cd 0.003 mg/l masih di bawah baku mutu PPRI No. 82 Tahun 2001 (Pb 0.03 mg/l dan Cd 0.01 mg/l). Namun nilai rata-rata logam berat Pb dan Cd ini jika di analisis menggunakan indeks pencemaran, maka nilai IP masing-masing logam berat tergolong cemaran ringan.

Sedangkan hasil penelitian Patang, dkk (2018) kualitas air di Sungai Tallo nilai logam berat timbal (Pb) yakni 26.8091 mg/l dan logam berat kadmium (Cd) yakni 0.0077 mg/l. Kondisi ini dipertegas oleh Novita Pangruruk, dkk (2019) yang melakukan penelitian di Sungai Tallo mengatakan bahwa logam berat timbal (Pb) pada air yakni 0.0139 mg/l dan logam berat kadmium (Cd) yakni 0.017. Hal ini sesuai dengan pendapat Satmoko (2006) bahwa kontaminasi logam berat dapat berasal dari faktor alam seperti aktifitas gunung merapi atau pembakaran hutan atau manusia seperti pembakaran minyak bumi, pertambangan, pelabuhan, proses industri, pertanian, peternakan serta limbah buangan termasuk sampah rumah tangga.

## BAB V

### KESIMPULAN DAN SARAN

#### 5.1 Kesimpulan

Adapun Indeks Pencemaran (IP) parameter yang masuk ke dalam kategori cemar ringan yaitu oksigen terlarut (DO), logam berat timbal (Pb), dan kadmium (Cd), cemar sedang yaitu suhu dan *Biochemical Oxygen Demand* (BOD), serta cemar berat yaitu amoniak ( $\text{NH}_3\text{-N}$ ). Sedangkan kategori baik yaitu kedalaman, kecepatan arus, kecerahan, pH, dan salinitas.

Nilai biokonsentrasi faktor (BCF) tertinggi logam berat Pb pada organ insang yaitu umur pemeliharaan satu bulan dan yang terendah umur pemeliharaan empat bulan. Nilai biokonsentrasi faktor (BCF) logam berat Cd pada organ insang dan hati memiliki nilai yang sama untuk semua waktu pemeliharaan.

#### 5.2 Saran

Kondisi gambaran dari hasil penelitian ini dapat dijadikan acuan bagi pemerintah Kota Makassar agar melakukan langkah-langkah sosialisasi, pencegahan sampai pada tahap regulasi baik pada pengelolaan limbah maupun kelompok pembudidaya ikan Nila di Sungai Tallo. Serta perlu adanya riset lanjutan mengenai bioindikator di Sungai Tallo dengan metode dan pola penelitian yang teliti, terencana dan terukur.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adack Jessy. (2013). Dampak Pencemaran Limbah Pabrik Tahu Terhadap Lingkungan Hidup. *Jurnal Lex Administratum*.
- Alam, K. (2019). Implementasi Undang-Undang Nomor 32 Tahun 2009 Tentang Pengelolaan Lingkungan Hidup Terhadap Pencemaran Limbah Air Oleh Pabrik Krupuk Desa Kenanga Kabupaten Indramayu. *Hermeneutika : Jurnal Ilmu Hukum*.  
<https://doi.org/10.33603/hermeneutika.v3i1.2002>
- Ardillah, Y. (2016). Faktor Risiko Kandungan Timbal di Dalam Darah. *Jurnal Ilmu Kesehatan Masyarakat*.
- Arifin, O. Z., & Kurniasih, T. (2016). Karakterisasi Morfologi Keturunan Pertama Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Get Dan Gift Berdasarkan Metode Truss Morphometrics. *Jurnal Riset Akuakultur*.  
<https://doi.org/10.15578/jra.2.3.2007.373-383>
- Budiman, B. T. P., Dhahiyat, Y., & Hamdani, H. (2012). Bioakumulasi Logam Berat Pb (Timbal) Dan Cd (Kadmium) Pada Daging Ikan Yang Tertangkap Di Sungai Citarum Hulu. *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*.
- Dawud, M., Namara, I., Chayati, N., & Muhammad, F. (2016). Analisis Sistem Pengendalian Pencemaran Air Sungai Cisadane Kota Tangerang Berbasis Masyarakat. *Jurnal.Umj.Ac.Id/Index.Php/Semnastek*.
- Djunaedi, A., Pribadi, R., Hartati, R., Redjeki, S., Astuti, R. W., & Septiarani, B. (2016). Pertumbuhan ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) di Tambak dengan Pemberian Ransum Pakan dan Padat Penebaran yang Berbeda. *Jurnal Kelautan Tropis*.  
<https://doi.org/10.14710/jkt.v19i2.840>
- Elrfadah, R. I. dan. (2015). Pertumbuhan dan Efisiensi Pakan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diberi Pakan Buatan Berbasis Kiambang. *Jurnal Ziraah*.
- Erfandy, D. dan J. I. (2013). Konservasi Tanah Menghadapi Perubahan Iklim | 159 7. In *Teknologi Pengendalian Pencemaran Logam Berat pada lahan pertanian*.
- Gandhy, A. (2017). Analisis Peningkatkan Pendapatan Petani Keramba Jaring Apung Dengan Diversifikasi Spesies Ikan Budidaya Di Waduk Cirata. *Jurnal Ekonomi & Studi Pembangunan*.  
<https://doi.org/10.18196/jesp.18.1.3778>

- Garvano, M. F., Saputro, S., & Hariadi. (2017). Sebaran Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Sedimen Dasar Di Sekitar Perairan Muara Sungai Waridin, Kabupaten Kendal. *Jurnal Oseanografi*.
- Hadiputra, M. A., & Damayanti, A. (2013). Kajian Potensi Makrozoobentos Sebagai Bioindikator Pencemaran Logam Berat Tembaga (Cu) Di Kawasan Ekosistem Mangrove Wonorejo Pantai Timur Surabaya. *Seminar Nasional Manajemen Teknologi XVIII*.
- Husain, N., Putri, B., & Supono. (2014). Perbandingan Karbon dan Nitrogen pada Sistem Bioflok Terhadap Pertumbuhan Nila Merah (*Oreochromis niloticus*). *E-Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*.
- Irawan, D. dkk, Yulan, A., Anrosana, I. A., Gemaputri, A. A., Setiawati, M., Suprayudi, M., ... Hasim. (2015). Pengaruh Salinitas Berbeda terhadap Pertumbuhan dan Tingkat Kelangsungan Hidup Benih Ikan Nila Merah ( *Oreochromis Niloticus* ) di Balai Benih Ikan Kota Gorontalo. *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*.
- Irawanto, R., Hendrian, R., & Mangkoedihardjo, S. (2015). Konsentrasi Logam Berat (Pb dan Cd) pada Bagian Tumbuhan Akuatik *Acanthus ilicifolius* (Jeruju). *Seminar Nasional Konservasi Dan Pemanfaatan Sumber Daya Alam*.
- Irwandi, Yanti, A. H., & Wulandari, D. (2017). Prevalensi dan Intensitas Ektoparasit pada Insang Ikan Nila Merah ( *Oreochromis sp .* ) di Keramba Apung Sungai Kapuas Desa Kapur Kabupaten Kubu Raya. *Jurnal Protobiont*.
- Kristianto, S., Wilujeng, S., & Wahyudiarto, D. (2017). Analisis Logam Berat Kromium (Cr) Pada Kali Pelayaran Sebagai Bentuk Upaya Penanggulangan Pencemaran Lingkungan Di Wilayah Sidoarjo. *Biota*. <https://doi.org/10.19109/biota.v3i2.1196>
- Maddusa, S. S., Papatungan, M. G., Syarifuddin, A. R., Maambuat, J., & Alla, G. (2017). Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Merkuri (Hg), Zink (Zn) dan Arsen (As) Pada Ikan dan Air Sungai Tondano, Sulawesi Utara. *Al-Sihah : Public Health Science Journal*.
- Mansyur, A., & Mangampa, M. (2011). Nila Merah Air Tawar, Peluang Budidayanya Di Tambak Air Payau. *Media Akuakultur*. <https://doi.org/10.15578/ma.6.1.2011.63-68>
- Marliani, L. E. (2014). Kajian Strategi Revitalisasi Pertanian Indonesia Dalam Rangka Menghadapi Asean Economic Community 2015. *Seminar Nasional Ekonomi Dan Bisnis (SNEB)*.

- Masriadi, M., Patang, P., & Ernawati, E. (2019). Analisis Laju Distribusi Cemaran Kadmium (Cd) di Perairan Sungai Jeneberang Kabupaten Gowa. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. <https://doi.org/10.26858/jptp.v5i2.9624>
- Murniasih, S., & Taftazani, A. (2013). Evaluasi Hg, Cd, Co, Cr, dan As Dalam Sampelproduk Agroindustri Berdasarkan Keputusan BPOM dan ADI (ACCEPT DAILY INTAKE). *Ganendra Majalah IPTEK Nuklir*. <https://doi.org/10.17146/gnd.2013.16.1.480>
- Muslimah, S.Si, M. S. (2015). Dampak Pencemaran Tanah Dan Langkah Pencegahan. *Jurnal Penelitian Agrisamudra*.
- Mustofa, B., & Fansuri, N. (2016). Pengujian Ketahanan Salinitas Tiga Jenis Ikan Nila (*Oreochromis sp.*) Berdasarkan Metode Uji Tantang LT-50. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*. <https://doi.org/10.15578/blta.14.2.2016.125-127>
- Niti Suparjo, M. (2010). Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L) Akibat Deterjen Detergent to Mortality Level and Structural Damage of Gill Tissues on Nila Fish (*Oreochromis niloticus* L.). *Jurnal Saintek Perikanan*.
- Nurfitriani, S. (2017). Bioakumulasi Logam Berat Timbel (Pb) pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Sekitar Tambak Muara Sungai Pangkajene Kabupaten Pangkep, 21–28.
- Nursyamsiyah, S., Thoha, M., Sampurna Jaya, B., & Bakri, S. (2015). Faktor-Faktor Yang Menyebabkan Permukiman Kumuh Di Kota Bandar Lampung. *Jurnal Sains Dan Pendidikan*.
- Pandiangan, R., Maryunianta, B. I. Y., & Emalisa, I. (2014). Analisis Perbedaan Pendapatan Usaha Keramba Jaring Apung Ikan Nila Dengan Usaha Keramba Jaring Apung Ikan Campuran Di Perairan Danau Toba (Kasus. *Journal On Social Economic Of Agriculture And Agribusiness*.
- Parinding, G. F., Djajakusli, R., & Russeng, S. S. (2014). Hubungan antara Kadar Timbal dalam Darah dengan Kelelahan Kerja pada Tukang Ojek di Pangkalan Ojek BTP Kecamatan Tamalanrea Kota Makassar. *Universitas Hasanuddin*.
- Pasa, K., Achmad, M., & Faridah, S. N. (2017). Hydrograph Debit Banjir Rencana pada Daerah Aliran Sungai (DAS) Tallo Makassar dengan Model Hidrologi HEC-HMS. *Jurnal Agritechno*. <https://doi.org/10.20956/at.v10i2.68>

- Pitoy, M. M. (2015). Sianida: Klasifikasi, Toksisitas, Degradasi, Analisis (Studi Pustaka). *Jurnal MIPA*.  
<https://doi.org/10.35799/jm.4.1.2015.6893>
- Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., & Wardoyo, S. E. (2018). Parameter Fisika Dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural*. <https://doi.org/10.31938/jsn.v8i1.107>
- Pratiwi, Y., Sunarsih, S., & Windi, W. F. (2012). Uji Toksisitas Limbah Cair Laundry Sebelum dan Sesudah Diolah dengan Tawas dan Karbon Aktif Terhadap Bioindikator (*Cyprinus carpio* L). *Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III*.
- Puspasari, R. (2017). Logam dalam ekosistem perairan. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*.  
<https://doi.org/10.15578/bawal.1.2.2006.43-47>
- Retno, R. S. (2014). Pemanfaatan Tubifex sp Sebagai Salah Satu Bioindikator Kualitas Perairan Sungai Brantas Di Kota Malang. *Jurnal Edukasi Matematika dan Sains*.  
<https://doi.org/10.25273/jems.v2i2.212>
- Riyanto, R., Supriyadi, S., Suparmo, S., & Heruwati, E. S. (2014). Persamaan Prediksi Umur Simpan Filet Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dikemas Vakum dalam HDPE. *Jurnal Pascapanen dan Bioteknologi Kelautan dan Perikanan*.  
<https://doi.org/10.15578/jpbkp.v7i2.74>
- Robin, , Nirmala, K., Harris, E., Affandi, R., & Jusadi, D. (2017). Application of gamal *Gliricidia sepium* leaves compost as depuration agent of leads (Pb) in the body organ of red tilapia *Oreochromis sp*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. <https://doi.org/10.19027/jai.16.1.83-91>
- Ruslan Umar, M., & Liong, D. S. (2014). Efektifitas Serbuk Biji Kelor *Moringa oleifera* Lamk. Dalam Menurunkan Kadar Kadmium (Cd) PADA AIR. *Jurnal Alam Dan Lingkungan*.
- Salsabila, M., & Suprpto, H. (2019). Teknik Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Instalasi Budidaya Air Tawar Pandaan, Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*.  
<https://doi.org/10.20473/jafh.v7i3.11260>
- Selmi, S., Wiharto, W., & Patang, P. (2019). Analisis Air, Substrat Tanah dan Cemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Cadmium (Cd) Pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Pada Waduk Tunggu Pampang Kelurahan Bitoa, Kota Makassar. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. <https://doi.org/10.26858/jptp.v5i2.9626>

- Setiawan, H. (2014). *Pencemaran Logam Berat di Perairan Pesisir Kota Makassar dan Upaya Penanggulangannya. Info Teknis EBONI.*
- Sirajuddin, I. A. (2016). Implementasi Kebijakan Pemerintah Daerah Dalam Pelayanan Publik Dasar Bidang Sosial Di Kota Makassar. *Jurnal Ilmiah Ilmu Administrasi Publik.* <https://doi.org/10.26858/JIAP.V4I1.1817>
- Soegiyanto. (2014). Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Rawan Banjir. *Jurnal Geografi.*
- Sudarmaji Sudarmaji, J. Mukono, C. I. P. (2006). Toksikologi Logam Berat B3 dan Dampaknya Terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan.*
- Sugianti, Y., & Astuti, L. P. (2018). Respon Oksigen Terlarut Terhadap Pencemaran dan Pengaruhnya Terhadap Keberadaan Sumber Daya Ikan di Sungai Citarum. *Jurnal Teknologi Lingkungan.* <https://doi.org/10.29122/jtl.v19i2.2488>
- Supriyantini, E., Sedjati, S., & Nurfadhli, Z. (2016). Akumulasi Logam Berat Zn (seng) pada Lamun *Enhalus acoroides* dan *Thalassia hemprichii* di Perairan Pantai Kartini Jepara Endang Supriyantini, Sri Sedjati, Zidny Nurfadhli. *Buletin Oseanografi Marina.*
- Susanti, L., Zuki, M., & Syaputra, F. (2011). Pembuatan Mie Basah Berkalsium Dengan Penambahan Tulang Ikan Tenggiri (*Somberomorus lineolatus*). *Jurnal Agroindustri.* <https://doi.org/10.31186/j.agroind.1.1.35-44>
- Tamanampo, J. W. F. S., Kaligis, G. J. F., & Lumingas, L. J. L. (2017). Cumulatif valuation of physic-chemical water quality from Tondano Lake, North Sulawesi. *Jurnal Ilmiah Platax.* <https://doi.org/10.35800/jip.5.2.2017.15533>
- Tuslinah, L., Hikmawan, I., Yeni Aprilia Program Studi S-, A., & STIKes Bakti Tunas Husada, F. (2016). Pengembangan Metode Analisis Kadar Timbal (Pb) Dalam Darah Menggunakan Metode Atomic Absorption Spectrophotometry. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada.*
- Wandari, D. W. T., Restu, I. W., & Suryaningtyas, E. W. (2018). THE Study Of Histopatology Gill Tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linn.) IN Terms Of Levels Of Ammonia (NH<sub>3</sub>) In Batur Lake, Bali. *Metamorfosa: Journal Of Biological Sciences.* <https://doi.org/10.24843/metamorfosa.2018.v05.i01.p01>

- Werorilangi, S., Noor, A., Samawi, M. F., Faizal, A., & Tahir, A. (2019). Sebaran Spasial LOGAM Pb, Cd, Cu, Zn dan Fraksi Geokimia Di Sedimen Perairan Pantai Kota Makassar. *Jurnal Ilmu Kelautan SPERMONDE*. <https://doi.org/10.20956/jiks.v5i1.7029>
- Windusari, Y., Aini, I. N., Setiawan, A., & Aetin, E. N. (2019). Deteksi Frekuensi Distribusi Timbal Dalam Darah Pekerja Pengisi Bahan Bakar: Studi Kasus SPBU di Plaju, Sumatera Selatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. <https://doi.org/10.14710/jkli.18.1.62-66>
- Yulaipi, S., & Aunurohim. (2013). Bioakumulasi Logam Berat Timbal ( Pb ) dan Hubungannya dengan Laju Pertumbuhan Ikan Mujair ( *Oreochromis mossambicus* ). *Sains Dan Seni Pomits*.
- Yusuf, Y. (2011). Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Ikan Mas Hasil Persilangan Yang Dibudidayakan Pada Keramba Jaring Apung Waduk Cirata Jawa Barat. *JRSKT - Jurnal Riset Sains Dan Kimia Terapan*. <https://doi.org/10.21009/jrskt.012.05>
- Zulkarnain, M., Purwanti, P., & Indrayani, E. (2013). Analysis of Aquaculture Production Value Effect To Gross Domestic Product of Fisheries Sector in. *Jurnal ECSOFiM*.



# LAMPIRAN

### Lampiran 1. Hasil pengukuran kualitas pada setiap stasiun.

		STASIUN 1			
Parameter	Satuan	Awal, 17 Desember 2019	Pertengahan, 17 Januari 2020	Akhir, 27 Januari 2020	Rata-rata
<b>Fisika</b>					
Suhu	°C				
Kedalaman	meter	26.90			
Kecepatan arus	meter/detik	1.60	26.90	27.10	26.97
Kecerahan	meter	0.06	2.90	1.50	2.00
<b>Kimia</b>					
DO	mg/l	0.20	0.22	0.20	0.21
pH	-	4.88	4.73	4.02	4.54
Salinitas	ppt	5.10	4.30	3.70	4.37
BOD	mg/l	0.00	0.00	0.00	0.00
Amonia	mg/l	27.78	13.93	11.72	17.81
Timbal (Pb)	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
		STASIUN 2			
Parameter	Satuan	Awal, 17 Desember 2019	Pertengahan, 17 Januari 2020	Akhir, 27 Januari 2020	Rata-rata
<b>Fisika</b>					
Suhu	°C	27.50	27.50	27.70	27.57
Kedalaman	meter	3.75	2.15	2.58	2.83
Kecepatan arus	meter/detik	0.10	0.11	0.17	0.13
Kecerahan	meter	0.2	0.55	0.6	0.45
<b>Kimia</b>					
DO	mg/l	4.47	4.93	2.93	4.11
pH	-	6.4	6.8	6.3	6.5
Salinitas	ppt	0	0	0	0
BOD	mg/l	23.71	15.69	7.93	15.78
Amonia	mg/l	2.27	2.16	0.56	1.66
Timbal (Pb)	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
		STASIUN 3			
Parameter	Satuan	Awal, 17 Desember 2019	Pertengahan, 17 Januari 2020	Akhir, 27 Januari 2020	Rata-rata
<b>Fisika</b>					
Suhu	°C	28.3	28.1	28.3	28.2
Kedalaman	meter	4.2	4.4	5.7	4.8
Kecepatan arus	meter/detik	0.04	0.03	0.04	0.04
Kecerahan	meter	0.3	0.3	0.32	0.31
<b>Kimia</b>					
DO	mg/l	3.35	4.57	3.94	3.95
pH	-	6.2	5.3	5.7	5.7
Salinitas	ppt	0	0	0	0
Salinitas	ppt	33.28	21.11	21.02	25.14
BOD	mg/l	4.33	3.73	1.81	3.29
Amonia	mg/l	< 0.002	< 0.002	< 0.002	< 0.002
Timbal (Pb)	mg/l	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Kadmium (Cd)	mg/l	< 0.003	< 0.003	< 0.003	< 0.003

## Lampiran 2. Hasil Kualitas Air Pada Setiap Stasiun Di Sungai Tallo.

Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Stasiun 1					
			Waktu Pengukuran			Hasil Pengukuran		
			Awal	Tengah	Akhir	Maksimum	Minimum	Rata-rata
<b>Fisika</b>								
Suhu	°C	deviasi 3	26.90	26.90	27.10	27.10	26.90	26.97
Kedalaman	meter	5	1.60	2.90	1.50	2.90	1.50	2.00
Kecepatan Arus	meter/detik	5	0.06	0.08	0.14	0.14	0.06	0.09
Kecerahan	cm	30	0.20	0.22	0.20	0.22	0.20	0.21
<b>Kimia</b>								
DO	mg/l	4	4.88	4.73	4.02	4.88	4.02	4.54
Salinitas	ppt	-	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
BOD	mg/l	3	27.78	13.93	11.72	27.78	11.72	17.81
Amoniak	mg/l	0.02	2.98	2.98	1.56	2.98	1.56	2.51
Timbal (Pb)	mg/l	0.03	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	0.01	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
<b>Stasiun 2</b>								
Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Waktu Pengukuran			Hasil Pengukuran		
			Awal	Tengah	Akhir	Maksimum	Minimum	Rata-rata
<b>Fisika</b>								
Suhu	°C	deviasi 3	27.50	27.50	27.70	27.70	27.50	27.57
Kedalaman	Meter	5	3.75	2.15	2.58	3.75	2.15	2.83
Kecepatan Arus	meter/detik	5	0.10	0.11	0.17	0.17	0.10	0.13
Kecerahan	Cm	30	0.2	0.55	0.6	0.6	0.2	0.5
<b>Kimia</b>								
DO	mg/l	4	4.47	4.93	2.93	4.93	2.93	4.11
pH	-	6-9	6.4	6.8	6.3	6.8	6.3	6.5
Salinitas	Ppt	-	0	0	0	0	0	0
BOD	mg/l	3	23.71	15.69	7.93	23.71	7.93	15.78
Amoniak	mg/l	0.02	2.27	2.16	0.56	2.27	0.56	1.66
Timbal (Pb)	mg/l	0.03	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	0.01	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
<b>Stasiun 3</b>								
Parameter	Satuan	Baku Mutu*	Waktu Pengukuran			Hasil Pengukuran		
			Awal	Tengah	Akhir	Maksimum	Minimum	Rata-rata
<b>Fisika</b>								
Suhu	°C	deviasi 3	28.3	28.1	28.3	28.3	28.1	28.2
Kedalaman	meter	5	4.2	4.4	5.7	5.7	4.2	4.8
Kecepatan Arus	meter/detik	5	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03	0.04
Kecerahan	meter	30	0.3	0.3	0.32	0.3	0.3	0.3

## Lampiran 2. Hasil Kualitas Air Pada Setiap Stasiun Di Sungai Tallo.

Kimia								
DO	mg/l	4	3.35	4.57	3.94	4.57	3.35	3.95
pH	-	6-9	6.2	5.3	5.7	6.2	5.3	5.7
Salinitas	ppt	-	0	0	0	0	0	0
BOD	mg/l	3	33.28	21.11	21.02	33.28	21.02	25.14
Amoniak	mg/l	0.02	4.33	3.73	1.81	4.33	1.81	3.29
Timbal (Pb)	mg/l	0.03	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
Kadmium (Cd)	mg/l	0.01	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

Sumber : Hasil penelitian 2019-2020.

\*PPRI No. 82 Tahun 2001 (Kelas II).

UNIVERSITAS

**BOSOWA**



# Lampiran 3. Hasil Uji Kualitas Air Sungai Tallo di Laboratorium BBIHP.



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP**

Jalan Prof. Dr. H. Abdulrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbhp.kememperin.go.id E-mail: bbhp@kememperin.go.id



## LAPORAN PENGUJIAN Nomor : 1.00209/LU-BBIHP/2020

Nomor Analisis : P. 10801  
 Tanggal Penerimaan : 17 Desember 2019  
 Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yabus  
 Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
 Nama Contoh : Air Sungai  
 Keterangan Contoh : Kode 2038.2388.1, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun A, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 17 Desember 2019  
 Tanggal Penerbitan : 06 Januari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	27,7778	2	3	6	SNI 6989.72:2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	4,8813	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,0522	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	2,9759	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16:2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	741,00	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I  
<sup>3)</sup> II  
<sup>4)</sup> III

Manajer Teknis 1.  
NASARIUS SALSUS YABUS  
SARKIYAH

**Catatan :**  
 - Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas  
 - Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**  
 Nomor : 1.00210/LU-BBIHP/2020

Nomor Analisis : P. 10802  
 Tanggal Penerimaan : 17 Desember 2019  
 Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
 Alamat : Jl. Sukania Raya No. 13, Makassar  
 Nama Contoh : Air Sungai  
 Keterangan Contoh : Kode 2038.2388.2, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun B, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 17 Desember 2019  
 Tanggal Penerbitan : 06 Januari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	23,7120	2	3	6	SNI 6989.72-2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	4,4672	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	< 0,04	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	2,2733	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16-2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	651,00	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III


**Catatan :**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 1.00211/LU-BBIHP/1/2020

Nomor Analisis : P. 10803  
Tanggal Penerimaan : 17 Desember 2019  
Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
Nama Contoh : Air Sungai  
Keterangan Contoh : Kode 2038.2388.3, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun C, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 17 Desember 2019  
Tanggal Penerbitan : 08 Januari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	33,2840	2	3	6	SNI 6989.72-2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	3,3504	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	< 0,04	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	4,3274	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16-2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	565,00	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III



**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 1.00219/LU-BBIHP/1/2020

Nomor Analisis : P. 10831  
 Tanggal Penerimaan : 18 Desember 2019  
 Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
 Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
 Nama Contoh : Air Sungai  
 Keterangan Contoh : Kode 2055.2406.1, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun A, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 18 Desember 2019  
 Tanggal Penerbitan : 06 Januari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	13,9261	2	3	6	SNI 6989.72:2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	4,7322	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,3406	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	2,9844	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16:2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	99,10	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III




**Kementerian  
Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbihp.kemennper.go.id E-mail: bbihp@kemennper.go.id



**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor: 1.00220/LU-BBIHP/2020

Nomor Analisis : P. 10832  
Tanggal Penerimaan : 18 Desember 2019  
Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
Nama Contoh : Air Sungai  
Keterangan Contoh : Kode 2055.2406.2, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun B, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 18 Desember 2019  
Tanggal Penerbitan : 06 Januari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	15,6881	2	3	6	SNI 6989.72:2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	4,9289	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,2652	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	2,1552	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16:2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	84,70	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III



**Catatan:**  
- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas  
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

### LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : 1.00221/LU-BBIHP/2020

Nomor Analisis : P. 10833  
Tanggal Penerimaan : 18 Desember 2019  
Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
Nama Contoh : Air Sungai  
Keterangan Contoh : Kode 2055.2406.3, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Staslun C, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 18 Desember 2019  
Tanggal Penerbitan : 06 Januari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	21,1111	2	3	6	SNI 6989.72:2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	4,5740	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,3345	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	3,7287	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16:2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	82,60	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III



**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 1.00689/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 402  
Tanggal Penerimaan : 27 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
Nama Contoh : Air Sungai  
Keterangan Contoh : Kode 114.136.1, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun A, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 27 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 04 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	11,7157	2	3	6	SNI 6989.72:2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	4,0224	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,0724	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	1,5564	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16:2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	58,30	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III



Manajer Teknis 1,

SARKYAH

**Catatan :**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 1.00690/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 403  
 Tanggal Penerimaan : 27 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
 Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
 Nama Contoh : Air Sungai  
 Keterangan Contoh : Kode 114.136.2, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun B, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 27 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 04 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	7,9322	2	3	6	SNI 6989.72:2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	2,5633	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,1139	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	0,5637	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16:2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	30,35	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III


 Manajer Teknis 1,  
 S. SARKIYAH

**Catatan:**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**  
 Nomor : 1.00691/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 404  
 Tanggal Penerimaan : 27 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Nasarius Salsus Yadus  
 Alamat : Jl. Sukaria Raya No. 13, Makassar  
 Nama Contoh : Air Sungai  
 Keterangan Contoh : Kode 114.136.3, Kemasan Botol 1500 ml, Keadaan Contoh Baik, Stasiun C, Untuk Analisis Fisika dan Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 27 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 04 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Syarat Mutu <sup>1)</sup>			Metode Uji
			Syarat Mutu <sup>2)</sup>	Syarat Mutu <sup>3)</sup>	Syarat Mutu <sup>4)</sup>	
BOD	mg/L	21,0171	2	3	6	SNI 6989.72:2009
Oksigen terlarut (DO)	mg/L	3,9435	Min. 6	Min. 4	Min. 3	SNI 06-6989.14-2004
Nitrat sebagai N (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	0,0589	10	10	20	SNI 06-2480-1991
Amoniak (NH <sub>3</sub> )	mg/L	1,8054	0,5	-	-	SNI 06-6989.30-2005
Kadmium (Cd)	mg/L	< 0,003	0,01	0,01	0,01	SNI 6989.16:2009
Timbal (Pb)	mg/L	< 0,002	0,03	0,03	0,03	SNI 06-6989.8-2004
Kekeruhan	Skala NTU	5,60	-	-	-	SNI 06-6989.25-2005

<sup>1)</sup> Persyaratan: PP. RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air Kelas

<sup>2)</sup> I

<sup>3)</sup> II

<sup>4)</sup> III

  
 Manajer Teknis 1,  
 S. SARKIYAH

**Catatan:**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

# Lampiran 4. Hasil Uji Organ Hati Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Laboratorium BBIHP.



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

## BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp. (0411) 441207 Fax. (0411) 441135 Website: www.bbhip.kemenperin.go.id E-mail: bbhip@kemenperin.go.id

### LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : 2.00738/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 409  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.1, Keadaan Contoh Balk, 1 A, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	< 0,10	AAS

Wakil Manajer Teknis 1,

**Catatan :**  
- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas  
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00739/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 410  
 Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
 Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
 Nama Contoh : Hali Ikan Nila  
 Keterangan Contoh : Kode 118.140.2, Keadaan Contoh Baik, 1 B, Untuk Analisis Kimia  
 Pengambilan Contoh :  
 Berita Acara :  
 Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	< 0,10	AAS





**Kementerian  
Perindustrian**  
REPUBLIC OF INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbihp.kemperin.go.id E-mail: bbihp@kemperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00740/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 411  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.3, Keadaan Contoh Baik, 1 C, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	25,0368	AAS



**Catatan :**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00741/LU-BBIHP/1/2020

Nomor Analisis : P. 412  
 Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
 Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
 Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
 Keterangan Contoh : Kode 118.140.4, Keadaan Contoh Baik, 2 A, Untuk Analisis Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	9,5685	AAS



**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 2.00742/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 413  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.5, Keadaan Contoh Baik, 2 B, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	7,9415	AAS



**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor: 2.00743/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 414  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.6, Keadaan Contoh Baik, 2 C, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	8,6981	AAS

(Wakil Manajer Teknis 1,  
*Susarkiyah*  
SUSARKIYAH



**Catatan:**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 2.00744/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 415  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hali Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.7, Keadaan Contoh Baik, 3 A, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh :  
Berita Acara :  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	10,4843	AAS



**Catatan :**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh teraebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 2.00745/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 416  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hali Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.8, Keadaan Contoh Baik, 3 B, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	40,7413	AAS





Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbhip.kemopern.go.id E-mail: bbhip@kemopern.go.id

LAPORAN PENGUJIAN

Nomor: 2.00746/LU-BBIHP/1/2020

Nomor Analisis : P. 417  
 Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
 Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
 Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
 Keterangan Contoh : Kode 118.140.9, Keadaan Contoh Baik, 3 C, Untuk Analisis Kimia  
 Pengambilan Contoh :  
 Berita Acara :  
 Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	4,8890	AAS



**Catatan:**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 2.00747/LU-BBIHP/1/2020

Nomor Analisis : P. 418  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.10, Keadaan Contoh Baik, 4 A, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh :  
Berita Acara :  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	5,9465	AAS

Wakil Manajer Teknis 1,  
  
S. SARKIYAH



**Catatan:**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian lai hasil uji ini



Kementerian  
Perindustrian

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbhip.kemenerin.go.id E-mail: bbhip@kemenerin.go.id

LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : 21.00748/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 419  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.140.11, Keadaan Contoh Baik, 4 B, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	6,0741	AAS



**Catatan :**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00749/LU-BBIHP/1/2020

Nomor Analisis : P. 420  
 Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
 Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
 Nama Contoh : Hati Ikan Nila  
 Keterangan Contoh : Kode 118.140.12, Keadaan Contoh Baik, 4 C. Untuk Analisis Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	8,1664	AAS



**Catatan:**

- Hasil Uji hanya berlaku untuk contoh tersebut di atas
- Dilarang mengutip/menyalin sebagian isi hasil uji ini

# Lampiran 5. Hasil Uji Organ Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di Laboratorium BBIHP.



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbhp.kemendperin.go.id E-mail: bbihp@kemendperin.go.id

## LAPORAN PENGUJIAN

Nomor : 2.00750/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisa : P. 421  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.1, Keadaan Contoh Baik, 1 A. Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	23,0421	AAS



**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 2.00751/1U-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 422  
 Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
 Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
 Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
 Keterangan Contoh : Kode 118.141.2, Keadaan Contoh Baik, 1 B, Untuk Analisis Kimia  
 Pengambilan Contoh :  
 Berita Acara :  
 Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020  
 Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :



Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	12,8446	AAS

Wakil Manajer Teknis 1,  
  
 SRI SARKIYAH  




**Kementerian  
Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbhip.kemenperin.go.id E-mail: bbhip@kemenperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00752/LU-BBIHP/IV/2020

Nomor Analisis : P. 423  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.3, Keadaan Contoh Baik, 1 C, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	27,1550	AAS





Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbihp.kemenperin.go.id E-mail: bbihp@kemenperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor: 2.00753/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 424  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zuikamain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.4, Keadaan Contoh Baik, 2 A, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	18,3720	AAS





**Kementerian  
Perindustrian**  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbihp.kemenperin.go.id E-mail: bbihp@kemenperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 2.00755/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 426  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.6, Keadaan Contoh Baik, 2 C, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	15,7589	AAS

Wakil Manajer Teknis 1,  
*[Signature]*  
SUSARKIYAH



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIC OF INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbhip.kemendperin.go.id E-mail: bbhip@kemendperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00756/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 427  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.7, Keadaan Contoh Baik, 3 A, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	8,2460	AAS

Wakil Manajer Teknis 1,  
*[Signature]*  
SARKIYAH

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor : 2.00757/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 428  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.8, Keadaan Contoh Baik, 3 B. Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh :  
Berita Acara :  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 08 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	6,9867	AAS

PERINDUSTRIAN  
REPUBLIC OF INDONESIA  
KEMENTERIAN PERINDUSTRIAN  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR  
Manajer Teknis 1,  
*Sisarkiyah*  
SISARKIYAH



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIK INDONESIA

**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basralah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbihp.kemenperin.go.id E-mail: bbihp@kemenperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00758/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 429  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.9, Keadaan Contoh Baik, 3 C, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	5,1086	AAS



Manajer Teknis 1,

SARKIYAH

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00759/LU-BBIHP/11/2020

Nomor Analisis : P. 430  
 Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
 Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
 Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
 Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
 Keterangan Contoh : Kode 118.141.10, Keadaan Contoh Baik, 4 A, Untuk Analisis Kimia  
 Pengambilan Contoh : -  
 Berita Acara : -  
 Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
 Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	3,9120	AAS

Praktisi Manajer Teknis 1,  
  
 S. SARKIYAH



Kementerian  
Perindustrian  
REPUBLIC OF INDONESIA

BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbhip.kemiperin.go.id E-mail: bbhip@kemiperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**

Nomor : 2.00760/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 431  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.11, Keadaan Contoh Baik, 4 B, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	6,2925	AAS



Wakil Manajer Teknis 1,

SI BARKIYAH



**BADAN PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN INDUSTRI  
LABORATORIUM PENGUJI BBIHP MAKASSAR**

Jalan Prof. Dr. H. Abdurrahman Basalamah, MA No. 28 Makassar 90231  
Telp: (0411) 441207 Fax: (0411) 441135 Website: www.bbihp.kemendperin.go.id E-mail: bbihp@kemendperin.go.id

**LAPORAN PENGUJIAN**  
Nomor: 2.00761/LU-BBIHP/II/2020

Nomor Analisis : P. 432  
Tanggal Penerimaan : 28 Januari 2020  
Nama Pelanggan : Zulkarnain Musada  
Alamat : Fakultas Pertanian Jurusan Budidaya Perairan Universitas Bosowa  
Nama Contoh : Insang Ikan Nila  
Keterangan Contoh : Kode 118.141.12, Keadaan Contoh Baik, 4 C, Untuk Analisis Kimia  
Pengambilan Contoh : -  
Berita Acara : -  
Tanggal Analisis : 28 Januari 2020  
Tanggal Penerbitan : 06 Februari 2020



Setelah dilakukan pengujian, diperoleh hasil sebagai berikut :

Parameter	Satuan	Hasil	Metode Uji
Kadmium (Cd)	mg/kg	< 0,02	AAS
Timbal (Pb)	mg/kg	4,2698	AAS



**Lampiran 5. Dokumentasi Aktivitas Penelitian.**



**Survei lokasi keramba jaring apung (KJA), sampel ikan Nila.**



**Survei lokasi stasiun sampel air.**



**pengukuran sampel air di stasiun 1.**



**Pengukuran sampel air di stasiun 2.**



**Pengukuran sampel air di stasiun 3.**



**Hasil pengambilan sampel air.**



**Proses penyortiran sampel ikan Nila.**



**Sampel ikan Nila.**



**Proses pembedahan sampel organ ikan Nila.**



**Proses penimbangan sampel organ ikan Nila.**



**Proses penyimpanan sampel organ ikan Nila.**



**Sampel siap di uji laboratorium.**