

**ANALISIS MIKROANATOMI GINJAL IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) YANG TERCEMAR LOGAM
BERAT TIMBEL (Pb) DI DANAU TEMPE, KABUPATEN
WAJO**

SKRIPSI

A. NUR INDRI PARAMITA
O111 16 509



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

**ANALISIS MIKROANATOMI GINJAL IKAN MUJAIR
(*Oreochromis mossambicus*) YANG TERCEMAR LOGAM
BERAT TIMBEL (Pb) DI DANAU TEMPE, KABUPATEN
WAJO**

A. NUR INDRI PARAMITA

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2020**

HALAMAN PENGESAHAN

Judul Penelitian : Analisis Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo.

Bidang Studi : Kedokteran Hewan

Tempat Penelitian : Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar

Peneliti

Nama : A.Nur Indri Paramita

NIM : 0111 16 509

Program Studi : Kedokteran Hewan

Dengan Dosen Pembimbing :

No.	Nama Pembimbing	Status	Tanda Tangan
1.	<u>Dr. Drh. Dwi Kesuma Sari</u> NIP.19730216 199903 2 001	Pembimbing Utama	
2.	<u>Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc</u> NIP. 19590223 198811 1 001	Pembimbing Anggota	

Makassar, 25 juni 2020

Hasil penelitian ini telah diperiksa dan disetujui oleh:
Mengetahui, Peneliti, Pembimbing Utama



Dr. Drh. Dwi Kesuma Sari
NIP.197302161999032001



A.Nur Indri Paramita
NIM. 0111 16 509

Disetujui oleh,
Panitia Ujian Skripsi
Program Studi Kedokteran Hewan



Dr. Drh. Dwi Kesuma Sari
NIP.19730216 199903 2 001

ABSTRAK

A.NUR INDRI PARAMITA. **Analisis Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo.** Di bawah bimbingan DWI KESUMA SARI dan SHARIFUDDIN BIN ANDY OMAR

Ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) merupakan salah satu ikan perairan tawar yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo. Sampel ginjal yang digunakan berasal dari 21 ekor ikan mujair, masing-masing 7 ekor dari setiap stasiun. Pengukuran kadar logam berat dilakukan dengan *Atomic Absorption Spectrofotometri* dan preparat organ (ginjal) difiksasi menggunakan *neutral buffered formalin* 10%, dehidrasi menggunakan alkohol bertingkat, *embedding* dengan menggunakan parafin, pemotongan dengan ketebalan 4 μm dan diwarnai dengan menggunakan haematoksilin eosin, kemudian diamati. Analisis data yang digunakan adalah dekriptif kualitatif dan analisis regresi. Berdasarkan hasil pengamatan kadar logam berat yang terdapat pada ginjal ikan telah melebihi ambang batas maksimum. Analisis regresi menunjukkan panjang tubuh ikan dapat digunakan untuk menduga kandungan timbel di dalam ginjal. Kerusakan yang terjadi pada ginjal yaitu menunjukkan adanya nekrosis, edema, infiltrasi sel radang, hemoragi, dan perubahan jumlah melanomakrofag.

Kata kunci: Danau Tempe, ginjal, histopatologi, ikan mujair, timbel

ABSTRACT

A.NUR INDRI PARAMITA. **Analysis of Kidney Microanatomy of Tilapia Fish (*Oreochromis mossambicus*) Contaminated by Lead Metal (Pb) in Lake Tempe, Wajo Regency.** Supervised by DWI KESUMA SARI dan SHARIFUDDIN BIN ANDY OMAR

Tilapia fish (*Oreochromis mossambicus*) is a freshwater fish that is consumed by many people. The purpose of this study was to determine the Analysis of Kidney Microanatomy of tilapia fish (*Oreochromis mossambicus*) contaminated by Lead Metal (Pb) in Lake Tempe, Wajo Regency. The samples used were twenty-one tilapia fish with seven kidney samples in each station. Measurement of heavy metal content was carried out with Atomic Absorption. Kidney preparations were fixed using 10% neutral buffered formalin (NBF), dehydration using multilevel alcohol, embedding using paraffin, cutting with a thickness of 4 μm stained using haematoxylin eosin then observed. Data analysis used is qualitative descriptive. Based on the results of observations obtained by damage or histopathology that occurs in the kidneys which shows the presence of necrosis, inflammatory cell infiltration, edema, fatty degeneration hemorrhage and melanomacrophages and the level of damage to the tissue depends on the concentration of metal contaminated in the fish organs. Damages that occur allegedly due to exposure of heavy metals that are dissolved in the waters of the fish ecosystem that has passed the threshold.

Key words: histopathology, kidney, Lake Tempe, lead metal (Pb), tilapia fish

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, Sang Pemilik Kekuasaan dan Rahmat, yang telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “Analisis Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo” ini. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu, sejak persiapan, pelaksanaan hingga pembuatan skripsi setelah penelitian selesai.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat dalam menempuh ujian sarjana kedokteran hewan. Penulis menyadari bahwa penyusunan skripsi ini masih banyak terdapat kekurangan dan masih jauh dari kesempurnaan, hal ini dikarenakan keterbatasan kemampuan yang dimiliki penulis. Namun adanya doa, restu dan dorongan dari orang tua serta keluarga yang tidak pernah putus memotivasi dan mepercayai penulis dalam menentukan pilihan hidup menjadikan penulis bersemangat untuk melanjutkan penulisan skripsi ini. Untuk itu dengan segala bakti penulis memberikan penghargaan setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada mereka: ayahanda **H. Andi Sultan**, dan ibunda **Hj. Andi Fatmawati**, kakak tercinta **Andi Muhammad Arif Bijaksana dan Andi Billa Vini Fauziah**, kakek tercinta **H. Andi Zainuddin Caco dan H. Andi Baso Sessu (Alm)**, Nenek Tersayang **Hj. Andi Bau Marawati dan Hj. Andi Batu Edja (Alm)** serta keponakan tersayang **Andi Chayra Aileen Arilla**

Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi ini tidak akan terwujud tanpa adanya bantuan, bimbingan, motivasi dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala kerendahan hati, penyusun mengucapkan terima kasih kepada:

1. **Prof. dr. Budu, Ph.D., Sp.M (K), MMed.Ed**, selaku dekan fakultas kedokteran.
2. **Dr. Drh. Dwi Kesuma Sari** sebagai pembimbing skripsi utama serta **Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc.** sebagai dosen pembimbing skripsi anggota yang tak hanya memberikan bimbingan selama masa penulisan skripsi ini, namun juga menjadi tempat penulis berkeluh kesah.
3. **Prof. Dr. Akbar Tahir, M.Sc** dan **Drh. Nurul Sulfi Andini, M.Sc.** sebagai dosen pembahas dan penguji dalam seminar proposal yang telah memberikan masukan-masukan dan penjelasan untuk perbaikan penulisan ini.
4. Dosen pengajar yang telah banyak memberikan ilmu dan berbagi pengalaman kepada penulis selama mengikuti pendidikan di PSHK UH. Serta staf tata usaha PSKH UH khususnya **Ibu Ida dan Pak Tomo** yang mengurus kelengkapan berkas serta kakanda **Andi Rezky Muwardani** yang sudah memberikan bantuan selama proses penelitian.
5. Teman seperjuangan berbagi cerita: **Riri Apriani Jabbar, Jessica Tania Loto, Dwi Ainun Utari, Hasri Ainun, Nurul Saba, Andi Muhammad Taufan dan Achmad Yusril Ihzamahendra** sebagai sahabat seperjuangan dalam meraih gelar sarjana dan sahabat berbagi suka dan duka serta cerita selama menjalani perkuliahan di PSKH UH.

6. Kakanda **Andi Muhammad Ichlasul Akmal, S.KH.** yang senantiasa mendampingi dan memberikan bantuan selama proses penelitian.
7. Kakanda **Drh. Rusmin Indra, Drh. Cindy Hosea, Drh. Alpian Darmawan, dan Drh. Muhammad Fauzih Asjikin** yang senantiasa memberi dukungan dan bantuan selama ini.
8. **Dhiya Nabila Jafar** dan **Muhammad Alif Munir** sebagai teman seperjuangan dalam meraih gelar sarjana dan teman curhat serta berbagi suka duka membahagiakan orang tua selama menjalani perkuliahan di PSKH UH.
9. Kakanda **Andi Risna, S.KH., Besse Elviani, S.KH., Andi Rifqatul Ummah, S.KH.** yang sudah membantu memberikan masukan dalam pengerjaan skripsi.
10. Teman seangkatan 2016 **“COS7AVERA”**, sebuah wadah untuk menemukan jati diri, cinta, dan persahabatan.
11. Sahabat **“GE”** terima kasih atas dukungan dan kesediannya untuk selalu mendengarkan keresahan dan mengerti keadaan penulis.
12. Terima kasih kepada semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu yang telah ikut menyumbangkan pikiran dan tenaga untuk penulis.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan dan jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang sifatnya membangun agar dalam penyusunan karya berikutnya dapat lebih baik. Akhir kata, semoga karya ini dapat bermanfaat bagi setiap jiwa yang bersedia menerimanya.

Makassar, 20 Juli 2020



A.Nur Indri Paramita

PERNYATAAN KEASLIAN

1. Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : A.Nur Indri Paramita

NIM : O11116509

Program Studi : Kedokteran Hewan

Fakultas : Kedokteran

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa:

- a. Karya skripsi saya adalah asli
 - b. Apabila sebagian atau seluruhnya dari skripsi ini, terutama dalam bab hasil dan pembahasan, tidak asli atau plagiasi, maka saya bersedia dibatalkan dan dikenakan sanksi akademik yang berlaku
2. Demikian pernyataan keaslian ini dibuat untuk dapat digunakan seperlunya.

Makassar, 20 Juli 2020

Pembuat Pernyataan,



A.Nur Indri Paramita

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
ABSTRAK	iv
KATA PENGANTAR	vi
PERNYATAAN KEASLIAN	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xi
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	2
1.5. Hipotesis	3
1.6. Keaslian Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Danau Tempe	3
2.2. Ikan Mujair	6
2.3. Ginjal	8
2.4. Logam Berat	10
3. METODOLOGI PENELITIAN	13
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	13
3.2. Jenis Penelitian	14
3.3. Materi Penelitian	14
3.4. Metode Penelitian	14
3.4.1 Pengambilan Sampel	14
3.4.2 Pengukuran Logam Berat	15
3.4.3 Pembuatan Sediaan Histologi	16
3.4.4 Pengamatan Mikroskopik	16
3.5 Analisis Data	16
4. HASIL DAB PEMBAHASAN	17
4.1. Kandungan Logam Berat Timbel(Pb) pada Ginjal Ikan Mujair	17
4.2. Mikroanatomi Ikan Mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>)	23
4.1.1 Mikroanatomi Ikan Mujair stasiun 1	24
4.1.2 Mikroanatomi Ikan Mujair stasiun 2	25
4.1.3 Mikroanatomi Ikan Mujair stasiun 3	26
5. PENUTUP	29
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30
LAMPIRAN	34

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Hasil pengukuran parameter kualitas air dan analisis mutu air	6
2. Hasil pengamatan kandungan logam berat timbel ($\mu\text{g}\cdot\text{g}^{-1}$) pada organ ginjal ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dengan metode <i>Atomic Absorption Spectrofotometer</i>	17
3. Persamaan regresi hubungan antara kandungan timbel dan bobot tubuh serta antara kandungan timbel dan panjang tubuh ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) masing-masing stasiun dan gabungan seluruh stasiun	18
4. Kandungan timbel ($\mu\text{g/L}$) air Danau Tempe	23
5. Hasil pengamatan kerusakan yang terjadi pada ginjal ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dengan konsentrasi logam Pb yang berbeda dari setiap stasiun	27

DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Peta lokasi Danau Tempe	4
2. Ikan mujair, <i>Oreochromis mossambicus</i> dari Danau Tempe	7
3. Ginjal ikan mujair, <i>Oreochromis mossambicus</i> , dari Danau Tempe	9
4. Badan Malphigi	9
5. Gambaran histologi ginjal ikan nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	10
6. Struktur kimia $(\text{PbCO}_3)_2\text{BaF}_2$	11
7. Peta lokasi pengambilan sampel di Danau Tempe	13
8. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Stasiun 1	19
9. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Stasiun 1	19
10. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Stasiun 2	20
11. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Stasiun 2	20
12. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Stasiun 3	21
13. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) di Stasiun 3	21
14. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) gabungan seluruh stasiun di Danau Tempe	22
15. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) gabungan seluruh stasiun di Danau Tempe	22
16. Histopatologi ginjal ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dengan kandungan timbel (Pb) di stasiun 1	24
17. Histopatologi ginjal ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dengan kandungan timbel (Pb) di stasiun 2	25
18. Histopatologi ginjal ikan mujair (<i>Oreochromis mossambicus</i>) dengan kandungan timbel (Pb) di stasiun 3	26

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Dokumentasi kegiatan	34
2. Tahapan persiapan dan pembuatan preparat histologi	38
3. Tahapan persiapan dan pengujian <i>atomic absorption spectrofotometer</i>	40
4. Lampiran hasil	41

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan tingkat biodiversitas tertinggi setelah Brazil. Secara geografis, wilayah Indonesia berada di antara dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Samudera Pasifik, sehingga membuat keanekaragaman hayati melimpah. Sulawesi merupakan salah satu pulau di Indonesia yang memiliki kekayaan biota yang tinggi. Pulau ini termasuk dalam Kawasan Wallacea bersama dengan Filipina dan Nusa Tenggara, merupakan daerah peralihan antara zoogeografi Oriental dan Australia (Whitten AJ, 1987). Ada tiga tipe danau di Sulawesi, yaitu tipe danau vulkanik (D. Tondano dan D. Mooat), tipe danau tektonik (D. Matano, D. Towuti, dan D. Poso), dan tipe danau rawa banjiran (D. Tempe dan D. Sidenreng). Danau Tempe terletak di Kecamatan Tempe, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan (Nasrul, 2016).

Danau Tempe merupakan salah satu danau yang mempunyai potensi cukup besar di Sulawesi Selatan (Surur, 2011). Danau Tempe berdasarkan pembentukannya merupakan danau paparan banjir yang berasal dari depresi lempeng bumi Asia-Australia, terletak di antara Sungai Walanae dan Sungai Cenranae pada koordinat 4°00'00" - 4°15'00" LS dan 119°52'30" - 120°07'30" BT. Danau ini melintasi tujuh kecamatan yang tersebar pada tiga kabupaten. Luas D. Tempe mencapai 47.800 ha pada saat tinggi muka air (TMA) mencapai elevasi 10 m di atas permukaan laut (dpl) ke (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014).

Jumlah jenis ikan air tawar Indonesia berdasarkan koleksi yang ada di Museum Zoologi Bogor sekitar 1300 jenis. Sekitar 44% jumlah jenis ikan yang terdapat di Asia Tenggara berada di Indonesia. Jumlah setiap jenis ikan pada pulau-pulau besar di Indonesia berbeda. Jenis ikan di Kalimantan berjumlah sekitar 394 jenis dengan 149 jenis endemik (38%), di Sumatera ada 272 jenis dengan 30 jenis endemik (11%), di Jawa berjumlah 132 jenis dengan 52 jenis endemik (9%) dan di Sulawesi berjumlah 68 jenis dengan 52 jenis endemik (76%) (Kottelat, 1993).

Potensi sumber daya D. Tempe yang sudah dikelola dan dimanfaatkan sejak dahulu oleh masyarakat adalah potensi perikanan. Danau ini dikenal dengan produksi perikanan air tawar dan hasil ikan tersebut dipasarkan sampai keluar wilayah Kab. Wajo. Potensi perikanan ini telah memberikan manfaat kepada masyarakat dan pemerintah (Eragradhini, 2014). Pada tahun 1948-1969, produksi ikan D. Tempe mencapai 55.000 ton pertahun. Pada saat itu D. Tempe dijuluki sebagai "mangkuk ikannya" Indonesia (Haerunnisa, 2014).

Jenis ikan yang ada di perairan D. Tempe adalah gabus (*Channa striata*), betok (*Anabas testudineus*), sepat siam (*Trichopodus pectoralis*), tambakan (*Helostoma temmincki*), sepat rawa (*Trichopodus trichopterus*), lele (*Clarias batrachus*), mas (*Cyprinus carpio*), tawes (*Barbonymus gonionotus*), nilam (*Osteochilus vittatus*), mujair (*Oreochromis mossambicus*), nila (*Oreochromis niloticus*), bunaka (*Bunaka gyrinoides*), bungo (*Glossogobius sp*), masapi (*Anguilla marmorata*), belut (*Monopterus albus*), dan belanak (*Mugil cephalus*). Jenis ikan yang dominan tertangkap adalah ikan tawes (*B. gonionotus*), dan ikan mujair (*O. mossambicus*) (Nasrul, 2016).

Logam berat dalam jumlah kecil sangat dibutuhkan oleh jasad-jasad akuatik. Namun jika dalam jumlah yang melebihi kebutuhan untuk kehidupan normal jasad-jasad perairan, logam berat dapat menjadi racun yang sangat berbahaya bagi organisme akuatik (Haerunnisa, 2014). Logam berat merupakan logam toksik yang berbahaya bila masuk ke dalam tubuh melebihi ambang batasnya. Logam berat juga dapat menghambat laju pertumbuhan ikan. Logam berat merupakan salah satu limbah industri yang mengancam organisme air. Senyawa logam bisa masuk dengan sangat mudah dan cepat ke dalam tubuh dan dapat terakumulasi dalam jaringan tubuh organisme air. Hal ini juga dapat menjadi racun bagi manusia jika mengonsumsi ikan yang telah tercemar. (Hananingtyas, 2017). Menurut Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014 salah satu logam berat yang terdapat di perairan D. Tempe yaitu Timbel (Pb). Timbel merupakan salah satu logam berat non-esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup (Fadhlan, 2016). Semakin lama pemaparan timbel dan semakin tinggi konsentrasi timbel akan menurunkan laju pertumbuhan. Timbel dalam tubuh dengan konsentrasi yang tinggi akan menghambat aktivitas enzim (Hananingtyas, 2017),

Penurunan kualitas perairan yang terjadi akibat pencemaran dapat memicu kerusakan secara struktural dan fungsional pada berbagai organ ikan. Salah satu organ yang sensitif terhadap pencemaran adalah ginjal. Ginjal melakukan fungsi penting yang berkaitan dengan elektrolit dan keseimbangan air serta mempertahankan lingkungan internal yang stabil (osmoregulasi). Organ ginjal dapat dijadikan indikator adanya pencemaran perairan (Hinton dan Lauren, 1990). Untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi dapat diketahui dengan cara analisis kandungan logam berat yang terakumulasi di dalam biota air di perairan tersebut, di antaranya pada ikan mujair. Ikan mujair merupakan salah satu jenis ikan yang sering dikonsumsi oleh masyarakat di sekitar D. Tempe. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian untuk mengetahui keberadaan logam berat timbel (Pb) pada ikan mujair. Peneliti mengangkat judul “Analisis Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo”.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan maka dapat diambil rumusan masalah sebagai berikut:

- 1.2.1. Apakah terdapat kandungan logam berat timbel (Pb) pada ikan mujair di D. Tempe, Kab. Wajo?
- 1.2.2. Apakah kandungan logam berat timbel (Pb) dipengaruhi oleh ukuran tubuh (panjang dan bobot) ikan mujair di D. Tempe, Kab. Wajo?
- 1.2.3. Bagaimana perubahan mikroanatomi ginjal ikan mujair yang tercemar logam berat timbel (Pb) di D. Tempe, Kab. Wajo?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan:

- 1.3.1. Untuk mengetahui ada atau tidaknya logam berat timbel (Pb) yang terkandung di dalam organ ginjal ikan mujair sehingga dapat

diketahui jika ikan tersebut aman atau tidak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.

- 1.3.2. Untuk mengetahui ada atau tidaknya hubungan antara kadar logam berat timbel yang terkandung di dalam organ ginjal ikan mujair dan ukuran tubuh (panjang dan bobot).
- 1.3.3. Untuk mengetahui mikroanatomi ginjal ikan mujair yang tercemar logam berat timbel (Pb) di D. Tempe, Kab. Wajo.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1. Memberikan pengetahuan tentang ada atau tidak logam berat timbel (Pb) yang terkandung di dalam organ ginjal ikan mujair sehingga dapat diketahui jika ikan tersebut aman atau tidak untuk dikonsumsi oleh masyarakat.
- 1.4.2. Memberikan tambahan pengetahuan ada atau tidaknya hubungan antara kadar logam berat timbel yang terkandung di dalam organ ginjal ikan mujair dan ukuran tubuh (panjang dan bobot).
- 1.4.3. Memberikan pengetahuan tentang mikroanatomi ginjal ikan mujair yang tercemar logam berat timbel (Pb) di D. Tempe, Kab. Wajo.

1.5 Hipotesis

- 1.5.1. Ikan mujair (*O. mossambicus*) yang ditangkap di D. Tempe, Kab. Wajo, diduga tercemar logam berat timbel (Pb).
- 1.5.2. Kadar logam berat timbel yang terkandung di dalam organ ginjal ikan mujair diduga dipengaruhi oleh ukuran tubuh (panjang dan bobot).
- 1.5.3. Ginjal ikan mujair yang tercemar logam berat timbel (Pb) diduga mengalami perubahan mikroanatomi.

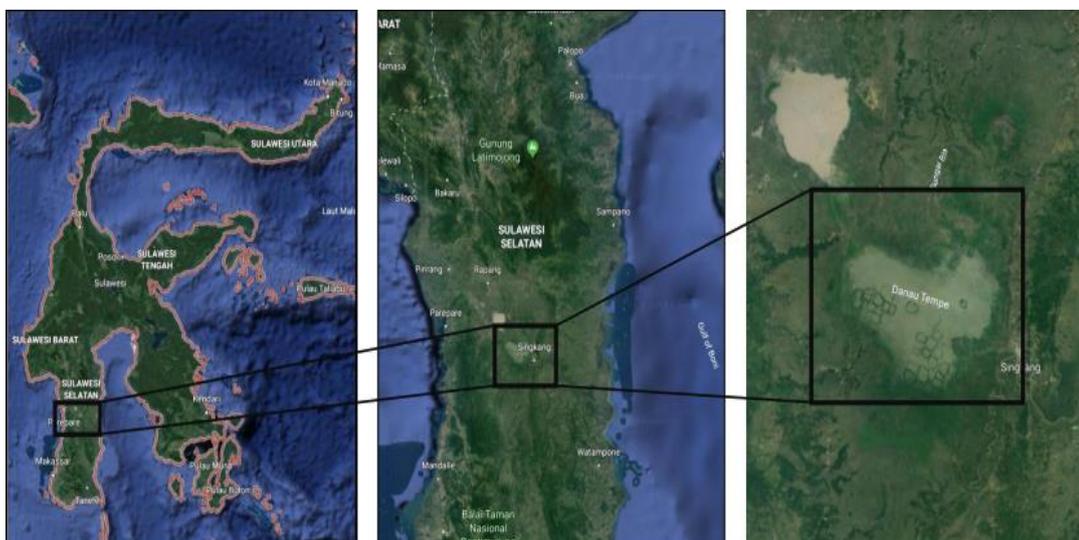
1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai “Analisis Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo” belum pernah dilakukan. Penelitian yang terkait logam berat yaitu Gambaran Histopatologi Ginjal Kepala (*Pronephros*) pada Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) yang Tercemar Logam Berat Kadmium (Cd) di Danau Tempe Kabupaten Wajo (Elviani, 2019); Gambaran Histopatologi Ginjal dan Daging Ikan Bungo (*Glossogobius* Sp) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo (Risna, 2019); dan Toxicological effects of heavy metals on histological alterations in various organs in Nile tilapia (*Oreochromis Niloticus*) from freshwater reservoir (Mahboob *et al.*, 2020).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Danau Tempe

Danau Tempe (Gambar 1) berdasarkan pembentukannya merupakan danau paparan banjir yang terletak di antara S. Walanae dan S. Cenranae, melintasi tujuh kecamatan pada tiga kabupaten (Wajo, Soppeng, dan Sidenreng Rappang). Luas D. Tempe dapat mencapai 47.800 ha pada saat tinggi muka air (TMA) mencapai elevasi 10 m di atas permukaan laut (dpl). Kondisi D. Tempe saat ini, memiliki luas permukaan atau genangan air yang berfluktuasi tergantung musim. Pada musim kemarau, D. Tempe hanya memiliki luas 10.000 ha dengan kedalaman air antara 0,50 – 2,00 m. Sebaliknya, pada musim penghujan luasnya mencapai 28.000 - 43.000 ha dengan rata-rata TMA pada kisaran 6,0–9,0 m dpl. Sungai yang menuju ke D. Tempe terdiri atas 23 sungai dan membentuk dua sistem sungai dan *catchment area*. Selain D. Tempe, di sekitarnya terdapat pula D. Sidenreng dan D. Buaya (D. Lapompakka).



Gambar 1. Peta Lokasi Danau Tempe (Google inc, 2020).

Danau Tempe dimanfaatkan dalam berbagai sektor, seperti pertanian lahan pasang surut, pariwisata, sumber air untuk irigasi, kebutuhan domestik masyarakat sekitar danau, dan perikanan. Luas permukaan air D. Tempe mengalami penurunan yang sangat drastis saat ini. Hal tersebut mengancam keberadaan sumber daya ikan dan akan berdampak terhadap kehidupan nelayan tradisional di sekitarnya. Kegiatan penangkapan ikan di D. Tempe dilakukan hampir pada seluruh wilayah perairan dan berlangsung sepanjang tahun. Permasalahan ekosistem D. Tempe antara lain yaitu sedimentasi yang terjadi akibat eksploitasi daerah aliran sungai (DAS) Walanae dan DAS Bila dengan penebangan hutan di sepanjang hulu sungai, terbatasnya volume air danau, penurunan kualitas air, dan berdampak hilangnya beberapa jenis fauna, terutama beberapa jenis burung dan ikan (Putri, 2016).

Kegiatan pemanfaatan sumber daya ikan di perairan D. Tempe melalui kegiatan penangkapan ikan saat ini semakin tidak terkendali. Jumlah ikan yang ditangkap tidak lagi seimbang dengan daya pulihnya. Hal ini dibuktikan dengan menurunnya hasil produksi perikanan D. Tempe setiap tahunnya. Pada kurun waktu dari tahun 2001 hingga 2005 terjadi penurunan produksi rata-rata 6,45% setiap tahun akibat terjadinya perubahan kondisi kualitas air maupun aktivitas masyarakat yang bermukim di sekitar danau (Putri, 2016).

Penurunan jumlah jenis (biodiversitas), produksi ikan, dan distribusi yang tidak merata telah terjadi di perairan D. Tempe. Hal ini karena adanya proses penggenangan dan penyurutan perairan, penangkapan ikan yang intensif, dan penurunan kualitas perairan/habitat. Penurunan kualitas perairan karena masuknya pupuk dan pembasmi hama ke danau pada musim air tinggi yang disebabkan sedimen terbawa oleh S. Bila dan S. Walanae ke dalam danau. Informasi faktor biologi dan ekologi yang penting dalam pemanfaatan dan pengelolaan sumber daya perikanan adalah keadaan populasi sumber daya tersebut dan distribusinya (Nasution *et al.*, 1994).

Air danau dan aliran-aliran sungai di sekitarnya digunakan oleh masyarakat sebagai sumber air bersih, tetapi masyarakat tidak mengetahui tingkat pencemaran air. Kebutuhan air bersih untuk mandi, cuci, dan kakus (MCK) hanya bertumpu juga pada air sungai dan danau. Laporan Bappedalda (Haerunnisa, 2014) menunjukkan bahwa setidaknya ada tiga sumber pencemar air danau, yaitu:

- a) Kegiatan rumah tangga yang menghasilkan bahan buangan organik, buangan olahan bahan makanan (ikan, daging), buangan zat kimia (sabun, deterjen, shampoo, dan bahan pembersih lain),
- b) Kegiatan pertanian seperti penggunaan pestisida (insektisida, herbisida, zat pengatur tumbuh) dan pupuk (ZA, DAP, Urea, NPK, dan lain-lain),
- c) Kegiatan industri yang terbagi atas empat golongan yaitu industri makanan dan tembakau, pertenunan sutera dan pakaian jadi, industri kayu dan perabot, serta industri percetakan. Bahan buangan dari industri berupa buangan padat, organik, olahan makanan, dan zat kimia.

Hasil pengukuran berbagai parameter kualitas air dan analisis status mutu air D. Tempe berdasarkan Metode Storet ditunjukkan pada Tabel 1. Beberapa parameter kualitas air sudah berada di luar batas ambang layak berdasarkan baku mutu air kelas II yang ditunjukkan oleh nilai bertanda minus (-) pada kolom "Skor menurut Metode Storet" pada tabel tersebut. Parameter tersebut meliputi: warna air, daya hantar listrik (*conductivity*), kekeruhan, *total suspended solid* (TSS), *total dissolved solid* (TDS), *biological oxygen demand* (BOD), oksigen terlarut (*dissolved oxygen*, DO), total fosfat, timbel, nitrit, kadmium, tembaga, dan logam seng. Berdasarkan Metode Storet, status mutu air D. Tempe adalah tercemar berat (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014).

Tabel 1. Hasil pengukuran parameter kualitas air dan analisis mutu air menurut Metode Storet (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014).

No	Parameter	Satuan	Baku Mutu Kelas II	Hasil pengukuran			Skor menurut Metode Storet
				Minimum	Maximum	Rata-rata	
Parameter Fisika							
1	Suhu Air	°C	Deviasi 3	27.8	29.7	28.75	0
2	Warna Air	Units PtCo/Colour	25	48	539	539	-5
3	Bau						
4	Konduktivitas	µmhs/cm	1500	1051	2610	1830.5	-4
5	Kekeruhan	Ntu	15	3.5	38.9	21.2	-4
6	TSS	mg/L	50	9	97	53	-4
7	TDS	mg/L	1000	490	1250	870	-1
Parameter Kimia							
8	Derajat Keasaman Biocymical	-	6,0-8,5	7.22	7.44	7.33	0
9	Oxygen Demand Chemical	mg/L	3,0	3.2	8	5.6	-10
10	Oxygen Demand Oksigen Terlarut	mg/L	25	3.3	12.4	7.85	0
11		mg/L	4	4.5	14.7	9.6	-10
16	Sulfat (SO ₄)	mg/L	-	1.25	6.95	4.1	0
17	Minyak dan Lemak	mg/L	800	0.1	3	1.55	0
18	Fenol	mg/L	1	0.02	0.02	0.02	0
19	Detergen (MBAS)	mg/L	150	0.06	0.09	0.075	0
20	Pb (Timbel)	mg/L	0.03	0.005	2.01	1.0075	-8
21	Cd (Kadnium)	mg/L	0.01	7	7	7	-10
22	Cu (Tembaga)	mg/L	0.02	0.7	0.79	0.745	-10
23	Zn (Seng)	mg/L	0.05	0.005	1.138	0.5715	-8
24	As (Arsen)	mg/L	1	0	0.06	0.03	0
25	Fe (Besi)	mg/L	-	0.08	2.09	1.085	0
26	Mn (Mangan)	mg/L	-	0.35	1.74	1.045	0
27	Magnesium (Mg)	mg/L	-	12.12	80.8	46.46	0
28	Khlorida (Cl)	mg/L	-	12.14	19.5	15.95	0
Jumlah Skor							-92

2.2 Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*)

Ikan mujair berasal dari perairan Afrika, yaitu sekitar dataran rendah Zambezi, Shiré, dan dataran pantai Delta Zambezi sampai pantai Algoa. Pada saat ini, ikan mujair telah tersebar luas sekurang-kurangnya ke-90 negara di dunia, termasuk Indonesia. Ikan mujair diperkenalkan sebagai ikan budi daya atau ikan komersial dan di Indonesia awalnya diperkenalkan sebagai ikan hias (Webb dan Maughan, 2007). Ikan mujair (*O. mossambicus*) merupakan organisme perairan tawar yang dapat bertahan terhadap perubahan kondisi lingkungan perairan, di antaranya kadar oksigen yang rendah dan perubahan salinitas yang cukup ekstrim (Ishikawa *et al.*, 2007). Ikan mujair merupakan ikan yang telah beradaptasi luas di Indonesia berkat kemampuan berkembangbiaknya yang cepat. Ikan ini tersebar hampir di seluruh perairan tawar Indonesia, baik waduk, sungai, maupun rawa-rawa (Allen, 2000).

2.2.1 Klasifikasi dan Ciri Fisik Ikan Mujair

Ikan mujair (Gambar 2) memiliki klasifikasi sebagai berikut Nelson, 2006; Andy Omar, 2012; Froese dan Pauly, 2020):

Filum	: Chordata
Subfilum	: Craniata
Superkelas	: Gnathostomata
Kelas	: Actinopterygii
Subkelas	: Neopterygii
Divisi	: Teleostei
Subdivisi	: Euteleostei
Superordo	: Acanthopterygii
Ordo	: Perciformes
Famili	: Cichlidae
Subfamili	: Pseudocrenilabrinae
Genus	: <i>Oreochromis</i>
Spesies	: <i>Oreochromis mossambicus</i> (Peters, 1852).



Gambar 2. Ikan mujair, *Oreochromis mossambicus*, dari Danau Tempe

Ikan mujair dibedakan menjadi beberapa jenis, antara lain mujair biasa, mujair merah, dan mujair albino. Berdasarkan warna sisik, ikan ini dapat

dibedakan ke dalam lima varietas, yaitu mujair dengan warna sisik abu-abu, abu-abu bercak putih, putih, hitam, dan merah (Sugiarti, 1988). Ikan mujair memiliki ukuran menengah dengan panjang maksimum dapat menjangkau 40 cm, berbentuk pipih dengan warna hitam, keabuan, kecoklatan hingga kuning. Pada sirip bagian punggung terdapat 10-13 buah duri). Pada bagian kepala terdapat sisik yang berukuran lebih besar dibandingkan sisik yang terdapat di sepanjang tubuh (Froese dan Pauly, 2020).

Mulutnya agak besar dan mempunyai gigi-gigi yang halus. Letak mulut terminal atau di ujung tubuh. Posisi sirip perut terhadap sirip dada adalah *thoracic*. *Linea lateralis* tidak sempurna atau terputus menjadi dua bagian. Jumlah sisik pada garis rusuk bagian atas 18-21 buah dan pada garis rusuk bagian bawah 10-15 buah. Sirip dada dan sirip perut berwarna hitam kemerahan, sedangkan sirip punggung dan sirip ekor berwarna kemerah-merahan pada ujung-ujungnya (Said, 2012). Ciri-ciri khas dari ikan mujair yaitu dagu berwarna kekuning-kuningan dan tanda tersebut biasanya akan terlihat lebih jelas pada ikan jantan yang sudah dewasa. Ikan ini memiliki panjang tubuh dua sampai tiga kali dari tinggi badannya (Setianto, 2014).

2.3 Ginjal

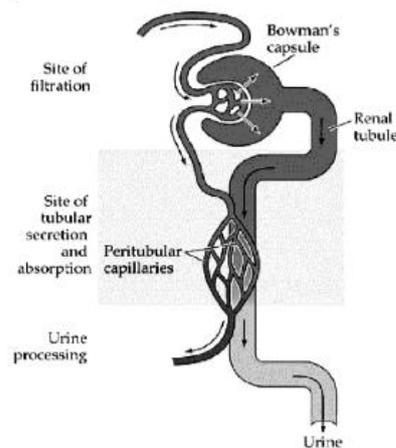
Ginjal adalah bagian dari organ ekskretoris (Apriliani, 2017). Ginjal berfungsi menyaring sisa-sisa metabolisme untuk dibuang dalam bentuk urin (Safratilofa, 2013). Ginjal ikan merupakan organ yang terdiri atas campuran hemopoetik, retikuloendotelial, endokrin, dan bagian ekskretoris. Ginjal ikan pada umumnya terletak antara *columna vertebralis* dan gelembung renang, di atas rongga perut, di luar peritonium, di bawah tulang punggung dan *aorta dorsalis* (Saladin, 2001). Warna ginjal dalam keadaan normal umumnya merah kehitaman. Secara umum, struktur histologi ginjal terdiri atas glomerulus, tubulus, dan pembuluh darah (Mc Gavin and Zachary, 2007). Pada ginjal ikan normal terlihat adanya kapsula Bowman dan glomerulus (Takashima, 1955).

Ginjal berjumlah sepasang, berbentuk ramping dan memanjang (Gambar 3) dengan warna merah tua, terletak di bagian atas rongga perut dan di bawah tulang punggung (Andy Omar, 2012). Hasil buangan berupa urine yang dihasilkan oleh ginjal dialirkan melalui sepasang ureter (*ductus mesonephridicus*) yang berjalan di pinggiran rongga badan sebelah dorsal menuju ke belakang. Ureter kiri dan kanan di belakang menjadi kantong urine (*vesica urinaria*) dan dari organ ini urine dikeluarkan melalui urethra yang pendek dan bermuara pada *porus urogenital* (Burhanuddin, 2014).



Gambar 3. Ginjal ikan mujair, *Oreochromis mossambicus*, dari Danau Tempe

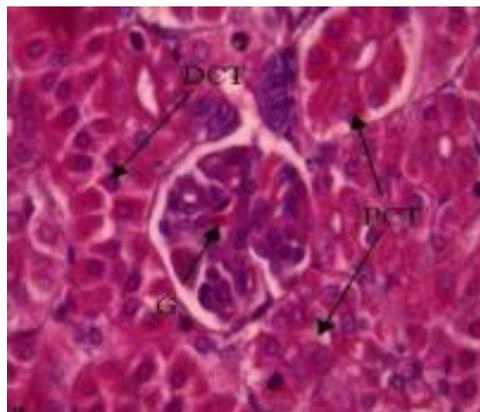
Ginjal ikan memiliki dua tipe anatomi dasar, yaitu *pronephros* dan *mesonephros*. *Pronephros* pada sebagian besar ikan terletak di depan *mesonephros* yang memiliki struktur sangat sederhana dan hanya berfungsi pada awal kehidupan, yang kemudian akan digantikan oleh *mesonephros* ketika menjadi dewasa. *Mesonephros* mempunyai susunan yang lebih rumit, terdiri atas unit-unit yang disebut nefron. Nefron terdiri atas badan Malphigi (*renal corpuscle*) dan tubuli ginjal. Badan Malphigi terdiri atas glomerulus (kumpulan kapiler-kapiler darah) dan kapsula Bowman (semacam mangkuk yang terdiri atas dua dinding, tempat glomerulus) (Burhanuddin, 2014) (Gambar 4).



Gambar 4. Badan Malphigi (Burhanuddin, 2014)

Ginjal melakukan fungsi penting yang berkaitan dengan elektrolit dan keseimbangan air serta mempertahankan lingkungan internal yang stabil (osmoregulasi). Organ ginjal dapat dijadikan indikator adanya pencemaran perairan (Hinton and Lauren, 1990). Kebanyakan perubahan yang ditemukan pada ginjal ikan di perairan yang tercemar berupa degenarasi tubulus (hipertropi, lisis, nekrosis) dan perubahan pada renal korpuskel, seperti hipertropi glomerulus dan reduksi rongga filtrat (Takashima dan Hibia, 1995). Pencemaran logam menyebabkan terjadinya perubahan pada tubulus dan glomerulus (Thophon *et al.*, 2003).

Ginjal merupakan organ yang sensitif (Sudarmaji *et al.*, 2006). Keberadaan dari suatu toksikan dapat memengaruhi kerja dari enzim-enzim biologis. Toksikan ini mempunyai kemampuan berikatan dengan enzim, yang terjadi karena logam berat mempunyai kemampuan untuk menggantikan gugus logam yang berfungsi sebagai co-faktor enzim. Akibat dari terbentuknya ikatan antara substrat enzim dan logam berat akan mengakibatkan terjadinya ketidakseimbangan dalam sistem fisiologis. Hal inilah yang kemudian menjadi dasar dari munculnya penyakit sebagai manifestasi dari keracunan oleh toksikan (Widyaningrum dan Suharyanti, 2011). Kerusakan atau histopatologi yang dapat terjadi pada organ ginjal yaitu hipertropi nekrosis sel pada jaringan hematopoietik, tidak terdapat inti piknotik pada tubulus ginjal, nekrosis tubular dan atrofi, serta pembesaran ruang intrakapsular glomerulus (Pathan dan Shinde, 2010). Histologi ginjal dapat dilihat pada Gambar 5.

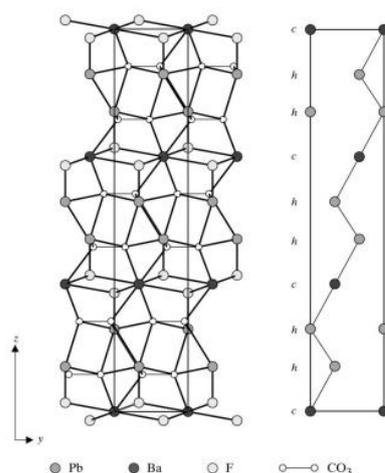


Gambar 5. Gambaran histologi ginjal nila (*Oreochromis niloticus*) Glomerulus (G), Distal tubulus (DCT), Proximal tubulus (PCT). Pembesaran 1000x (Samanta *et al.*, 2018).

2.4 Logam Berat

Logam berat dapat masuk ke dalam tubuh organisme hidup melalui makanan yang dimakannya, karena hampir 90% logam berat masuk ke dalam tubuh melalui jalur makanan. Logam berat masuk pada jalur tersebut melalui dua cara, yaitu lewat air (minuman) dan tanaman (makanan). Sisanya akan masuk secara difusi atau perembesan lewat jaringan dan melalui pernafasan (insang) (Palar, 1994). Keberadaan logam berat dalam air dapat ditemukan dalam berbagai bentuk, yaitu terlarut, endapan, atau butiran halus. Logam berat terlarut lama kelamaan akan mengendap tetapi membutuhkan waktu yang cukup lama. Pada konsentrasi rendah, logam dibutuhkan oleh organisme hidup untuk pertumbuhan dan perkembangan. Namun bila kadarnya meningkat, maka logam akan berubah menjadi racun (Puspasari, 2017).

Timbel atau timah hitam dengan nama kimia *plumbum* (Pb) merupakan logam yang mempunyai empat bentuk isotop, berwarna kebiru-biruan atau abu-abu keperakan dengan titik leleh pada 327,5°C dan titik didih pada 1740°C di atmosfer (Harper and Shannon, 2007). Timbel termasuk logam dalam Kelompok IV dan Periode 6 dari Tabel Periodik Unsur Kimia dengan nomor atom 82, berat atom 207,2 g.mol⁻¹, berat jenis 11,4 g.cm⁻³, titik leleh 327,4°C, dan titik didih 1725°C (Gambar 6). Secara alami, timbel berwarna biru kelabu dan biasanya ditemukan sebagai mineral yang berkombinasi dengan yang lain, seperti belerang (yaitu PbS, PbSO₄), atau oksigen (PbCOS). Kisaran konsentrasi Pb pada tanah lapisan atas berkisar dari 10 hingga 67 mg.kg⁻¹ dengan rata-rata 32 mg.kg⁻¹ (Handayanto *et al.*, 2017). Timbel merupakan salah satu logam berat non-esensial yang sangat berbahaya dan dapat menyebabkan keracunan (toksisitas) pada makhluk hidup. Racun ini bersifat kumulatif, artinya sifat racun akan timbul apabila terakumulasi dalam jumlah yang cukup besar dalam tubuh makhluk hidup (Fadhlan, 2016).



Gambar 6. Struktur kimia $(\text{PbCO}_3)_2\text{BaF}_2$ (Weil, 2002).

Logam berat masuk ke dalam organisme dengan berbagai cara yaitu masuk melalui saluran pernafasan (insang), saluran pencernaan (usus, hati, ginjal), melalui rantai makanan, dan melalui penetrasi kulit (Zainuri dan Sudrajat, 2011) Timbel dalam tubuh dengan konsentrasi yang tinggi akan menghambat aktivitas enzim. Timbel memengaruhi semua organ dan sistem, termasuk sistem gastrointestinal, sistem saraf pusat, imunitas, ginjal, hematologi, muskuloskeletal (gigi dan tulang), sistem kardiovaskuler, motorik, endokrin, dan lain-lain (Aminah, 2006).

Analisis air bawah tanah menunjukkan kadar timah hitam (Pb) sebesar 1–60 mikrogram. L^{-1} , sedangkan analisis air permukaan, terutama pada sungai dan danau, menunjukkan angka antara 1–10 mikrogram. L^{-1} . Pencemaran timbel di air bisa melalui pipa saluran atau aktivitas pematrian menggunakan Pemaparan timbel oleh air jumlahnya lebih rendah dibandingkan dengan pemaparan oleh udara dan makanan. Timbel yang larut dalam air adalah timbel asetat ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$), timbel klorat $\text{Pb}(\text{ClO}_3)_2$, timbel nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$, dan timbel stearat ($\text{Pb}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)_2$). Baku mutu timbel dalam air menurut WHO adalah 0,1 mg/L dan menurut Permen KLH No 02 tahun 1988 yaitu 0,05 – 1 mg. L^{-1} (Winarno, 1993).

Timbel diabsorpsi hewan akuatik dari lingkungan atau pakan yakni fitoplankton, zooplankton, dan tumbuhan renik, yang sudah terakumulasi timbel dan akan terikat dengan protein (*ligand binding*) pada jaringan tubuhnya. Pengambilan awal timbel oleh organisme air dapat melalui tiga proses utama yakni melalui alat pernapasan (insang), permukaan tubuh, dan dari makanan atau air melalui sistem pencernaan (Fadhlan, 2016). Waktu keberadaan timbel dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti arus angin dan curah hujan. Timbel tidak mengalami penguapan namun dapat ditemukan di udara sebagai partikel. Lebih lanjut, timbel merupakan sebuah unsur maka tidak mengalami degradasi (penguraian) dan tidak dapat dihancurkan (Tangio, 2013).

Kontaminan logam dapat masuk melintasi internal organisme dari lingkungan sekitarnya dengan cara absorpsi langsung maupun tidak langsung. Kadmium, timbel, dan merkuri, serta logam berat lainnya bersifat bioakumulatif, biomagnifikasi, toksik, dan karsinogenik, sehingga logam berat di lingkungan

dapat terakumulasi pada jaringan tubuh makhluk hidup yang berada di lingkungan tersebut. Konsentrasi Pb di lingkungan tergantung pada tingkat aktivitas manusia, misalnya di daerah industri, di jalan raya, dan di tempat pembuangan sampah. Logam Pb banyak dimanfaatkan dalam kehidupan manusia sebagai bahan pembuat baterai, amunisi, produk logam (logam lembaran, solder, dan pipa), perlengkapan medis (penangkal radiasi dan alat bedah), cat, keramik, dan peralatan kegiatan ilmiah (Priatna *et al.*, 2016).

Biota dalam perairan yang sudah terkontaminasi logam berat Pb sangat berbahaya jika dikonsumsi oleh manusia, karena tubuh manusia tidak membutuhkan timbel. Dalam tubuh manusia, Pb dapat menghambat aktivitas enzim dalam proses pembentukan hemoglobin (Hb). Selain itu, Pb juga dapat terikat oleh protein dan terakumulasi pada ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut. Toksisitas logam Pb pada manusia juga dapat digolongkan menjadi dua macam, yaitu toksisitas kronis dan akut. Toksisitas kronis Pb ini dapat menyebabkan kelelahan, kehilangan libido, lesu, gangguan iritabilitas, sakit kepala, sulit berkonsentrasi, dan mengakibatkan gangguan daya ingat, sedangkan untuk toksisitas akut dapat menyebabkan gangguan gastrointestinal (Widowati *et al.*, 2008).

Keracunan timbel terjadi karena kemampuannya merubah logam-logam penting, antara lain Ca, Fe, dan Zn. Timbel berikatan dan berinteraksi dengan beberapa protein dan beberapa molekul dari logam tersebut, tetapi molekul-molekul yang dihasilkan berbeda fungsinya dan gagal untuk menghasilkan reaksi yang sama, misalnya dalam produksi enzim penting dalam proses-proses biologis (Ratmini, 2009).

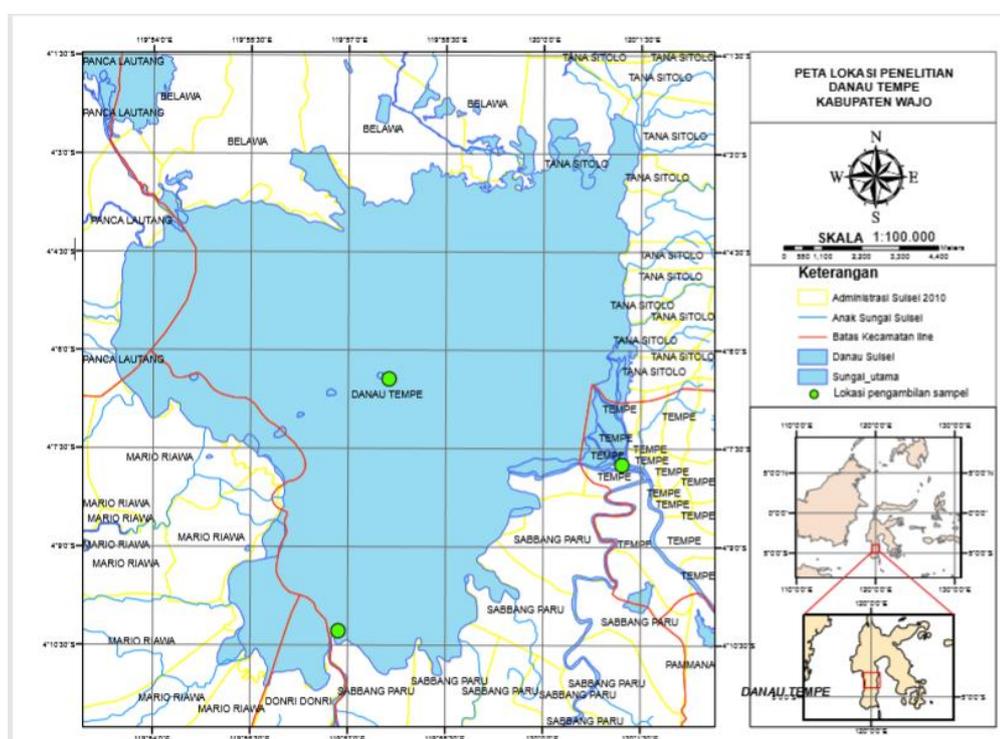
3. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini berlangsung dari bulan Maret hingga Juni 2020 yang meliputi kegiatan pengambilan sampel ikan di D. Tempe, Kec. Tempe, Kab. Wajo. Sampel ikan diambil dari tiga stasiun yang berbeda, yaitu stasiun 1 terletak pada koordinat $4^{\circ}09'49''$ LS dan $119^{\circ}56'51''$ BT, stasiun 2 terletak pada koordinat $4^{\circ}06'13''$ LS dan $119^{\circ}58'49''$ BT dan stasiun 3 terletak pada koordinat $4^{\circ}07'43''$ LS dan $120^{\circ}01'12''$ BT (Gambar 7).

Stasiun pertama dipilih karena daerah tersebut banyak terjadi pencemaran yang berasal dari aktivitas warga rumah terapung seperti mandi, mencuci, dan limbah rumah tangga, serta banyaknya perahu bermotor yang berlalu lintas. Stasiun kedua dipilih karena area pusat penangkapan ikan bagi nelayan sehingga pencemaran dapat berasal dari perahu bermotor yang digunakan oleh nelayan serta lokasi ini juga paling dekat dengan beberapa industri. Stasiun ketiga dipilih karena sepanjang pinggiran aliran sungai menuju ke stasiun 3 merupakan pemukiman warga sehingga pencemaran dapat berasal dari limbah rumah tangga, tambang pasir, mesin industri, dan juga merupakan tempat penangkapan ikan nelayan bermotor.

Pembuatan sampel organ analisis *Atomic Absorption Spectrophotometer* (AAS) pada organ ginjal terkontaminasi logam timbel dilaksanakan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar. Analisis mikronanatomi ginjal ikan mujair yang tercemar logam berat Pb dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik Hewan Pendidikan, Universitas Hasanuddin.



Gambar 7. Peta lokasi pengambilan sampel di Danau Tempe

3.2 Jenis Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian analisis deskriptif data primer yaitu dengan mengumpulkan informasi dan meninjau lokasi yang diperlukan sesuai dengan hipotesis. Tiga stasiun di D. Tempe yang dipilih kemungkinan telah terkontaminasi logam Pb. Kemudian dilakukan analisis dengan AAS dan objek dari hasil pengamatan dideskripsi untuk memperoleh kesimpulan.

3.3 Materi Penelitian

Materi penelitian yang digunakan adalah organ ginjal dari 21 ekor ikan mujair yang diduga telah terkontaminasi logam timbel dari D. Tempe. Sebelum dilakukan proses nekropsi, terlebih dahulu ikan sampel diukur panjang tubuhnya dengan menggunakan kaliper berketelitian 0,1 mm dan ditimbang bobot tubuhnya dengan menggunakan neraca digital berketelitian 0,01 g. Sampel organ ikan yang digunakan terlebih dahulu ditimbang dengan menggunakan neraca digital berketelitian 0,01 g sebelum diuji dengan menggunakan AAS. Alat yang digunakan untuk AAS adalah *coolbox*, gunting bedah, pinset, pisau, batang pengaduk, pipet, botol film/botol plastik, cawan keramik, corong, penjepit, *hot plate*, talenan, labu ukur, timbangan, seperangkat alat AAS, alat desikator, spidol, dan label.

Bahan yang digunakan adalah sampel ikan mujair, kertas saring *whatman* No.42, akuades, dan HCl pekat yang berfungsi sebagai destruktur, yaitu untuk menghilangkan unsur-unsur zat lain agar tidak saling mengganggu pada saat analisis dilakukan sehingga yang tersisa hanya unsur logam saja. Untuk uji mikroanatomi digunakan alat bedah nekropsi (gunting bedah, pisau bedah, pinset surgis, pinset anatomis), mikroskop, penggaris, kamera, spoit, botol sampel, kertas label, *tissue*, gelas ukur, *tissue cassette*, seperangkat alat untuk pewarnaan hematoksin-eosin (HE), *objectglass*, kuas kecil, *cover glass*, *incubator*, mikrotom, dan pisau mikrotom. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan mujair, formalin 10%, alkohol seri (70%, 80%, 90%, 95%, 100%), *xylol*, parafin, akuades, haematoksin, dan eosin.

3.4 Metode Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel ikan mujair dilakukan untuk mengetahui jumlah kandungan logam berat timbel pada organ ginjal ikan mujair di D. Tempe. Sampel yang digunakan masing-masing 7 ekor ikan sampel dari setiap stasiun, sehingga total sampel sebanyak 21 ekor ikan. Ikan ditangkap dengan menggunakan alat tangkap *jebba*. Sampel ikan yang diperoleh diawetkan dengan es batu dalam kotak pendingin (*coolbox*) untuk mempertahankan tingkat kesegaran ikan, sehingga diharapkan organ ginjal ikan masih tetap dalam kondisi segar pada saat pengambilan. Setelah itu dilakukan nekropsi untuk pemisahan organ ginjal kemudian ditaruh ke dalam botol film sehingga dapat dilanjutkan dengan analisis logam berat timbel menggunakan AAS di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar.

3.4.2 Pengukuran Logam Berat

Prosedur pengukuran logam berat dalam organ dan daging berdasarkan metode dalam Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar yaitu masing-masing 2 g sampel dimasukkan ke dalam tabung *digestion block* kemudian sampel dicampur pada air destilasi sebanyak 0.5 ml. Untuk menghindari percikan air dan untuk mempermudah reaksi yang cepat dengan asam, sampel yang telah ditambah air didestruksi dengan 10 ml konsentrasi HNO_3 yang dilakukan pada suhu sekitar 100°C selama kurang lebih 2 jam. Setelah didinginkan selama kurang lebih 15 menit, sebanyak 0,5 ml perchlorat (HClO_4) dimasukkan pada larutan tadi sedikit demi sedikit kemudian larutan dipanaskan lagi di *digestion block* selama kurang lebih 1 jam dan ditambahkan dengan air destilasi sebanyak 50 ml, disaring menggunakan kertas saring whatman no. 42. Hasil saringan sudah siap untuk dianalisis. Standart mineral timbel dibuat, diukur menggunakan AAS, dan logam berat dianalisis.

3.4.3 Pembuatan Sediaan Histopatologi

Pembuatan preparat histopatologi memiliki beberapa tahapan. Tahapan pembuatan preparat tersebut adalah sebagai berikut (Berata, 2018):

1. Fiksasi

Dasar dari pembuatan preparat histopatologi yang baik dimulai dengan melakukan fiksasi yang benar pada ikan, yang telah dimasukkan dalam larutan formalin 10% selama 2 hari. Volume larutan formalin 10% minimal 10 kali volume jaringan.

2. *Trimming*

Selanjutnya dilakukan nekropsi pada ikan dan organ yang telah difiksasi jaringannya dimasukkan ke dalam *tissue cassette*.

3. *Processing* dan *embedding*

Selanjutnya dilakukan *processing* dengan memasukkan *tissue cassette* ke dalam *tissue processor*. Jaringan yang ada dalam *tissue cassette* kemudian didehidrasi dengan memasukkan jaringan ke dalam larutan alkohol bertingkat yaitu alkohol 70%, 80%, 90%, 95%, dan 100%. Alkohol 70% sampai 80% masing-masing selama 1 hari. Kemudian 90% dan 95% masing-masing 12 jam. Selanjutnya 100% (1) dan 100% (2) masing-masing 1 jam. Kemudian *clearing* ke dalam xylol I dan xylol II, masing-masing selama 15 menit. Kemudian tahap *infiltrating* yaitu *tissue cassette* dimasukkan ke dalam paraffin cair I dan II dengan suhu 56°C masing-masing selama 1 jam. Tahapan selanjutnya adalah *embedding* yaitu mencetak jaringan dalam paraffin cair dengan cara spesimen diletakkan di atas cetakan lalu diisi dengan paraffin. Posisi spesimen yang akan dipotong harus menghadap ke bawah menempel pada cetakan. Kemudian diletakkan kaset pink di atas cetakan dan ditambahkan paraffin.

4. Pemotongan

Setelah preparat sudah bisa dipotong maka dilakukan pemotongan dengan mikrotom pada ketebalan 5 μm . Potongan jaringan kemudian ditaruh pada slide yang telah diberi akuades dan diberi nomor. Kemudian slide ditaruh di dalam inkubator bersuhu 40°C selama 1 hari sebelum diberikan pewarnaan.

5. Pewarnaan

Jaringan direndam ke dalam larutan *xylol* I selama 30 menit kemudian direndam ke dalam larutan *xylol* II selama 30 menit, lalu dimasukkan ke dalam alkohol 100% I, 100% II, 95%, 80%, dan 70%, secara berurut masing-masing selama 1 menit. Selanjutnya direndam ke dalam akuades selama 15 menit agar pewarnaan *haematoxylin-eosin* dapat menempel dengan baik. Kemudian dilanjutkan dengan memasukkan sediaan ke dalam larutan pewarna *eosin* selama 10 menit. Langkah berikutnya adalah sediaan dimasukkan ke dalam larutan alkohol 70%, 80%, 90%, 95%, 100%, 100%, *xylol* I, dan *xylol* II, secara berurut masing-masing selama 1 menit, kecuali *xylol* I dan *xylol* II masing-masing 30 menit. Setelah itu, sediaan dikeringkan dan diberi perekat entelan 1-2 tetes, lalu ditutup dengan kaca penutup secara hati-hati sehingga tidak ada gelembung udara yang terbentuk. Sediaan disimpan selama beberapa menit sampai zat perekat mengering dan siap diamati dengan mikroskopi.

3.4.4 Pengamatan Mikroskopik

Pengamatan dilakukan di bawah mikroskop, menggunakan perbesaran lensa subjektif 10x dan lensa objektif 4x, 10x, dan 40x. Pengamatan dan pengambilan gambar dilakukan dengan menggunakan kamera mikroskop *optilab advanced*. Preparat histologi ginjal ikan kemudian diamati. Hasil pemeriksaan mikroskopik dicatat lalu diolah menggunakan program komputer yang telah tersedia untuk diberikan jawaban diagnosa definitif.

3.5 Analisis Data

Analisa data yang digunakan adalah analisis data deskriptif kualitatif. Untuk mengetahui hubungan antara kandungan timbel dalam ginjal dan panjang tubuh serta hubungan antara kandungan timbel dalam ginjal dan bobot tubuh digunakan analisis regresi.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kandungan Logam Berat Timbel (Pb) pada Ginjal Ikan Mujair

Berdasarkan hasil uji di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar terhadap organ ginjal ikan mujair (*O. mossambicus*), kadar cemaran logam berat timbel (Pb) ditampilkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil pengamatan kandungan logam berat timbel ($\mu\text{g.g}^{-1}$) pada organ ginjal ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan metode *Atomic Absorption Spectrofotometer*.

No.	Kode sampel	Bobot tubuh (g)	Panjang tubuh (mm)	Kadar timbel ($\mu\text{g.g}^{-1}$)
Stasiun 1				
1.	G. S1. 1 (Pb)	232,47	230	0,50
2.	G. S1. 2 (Pb)	192,78	203	0,10
3.	G. S1. 3 (Pb)	116,23	177	0,36
4.	G. S1. 4 (Pb)	121,9	190	0,12
5.	G. S1. 5 (Pb)	226,8	222	0,16
6.	G. S1. 6 (Pb)	172,93	216	0,40
7.	G. S1. 7 (Pb)	119,07	170	0,40
Kisaran		116,23 – 232,47	170 – 230	0,10 – 0,50
Rerata \pm SE		168,88 \pm 19,18	201,14 \pm 8,69	0,29 \pm 0,06
Stasiun 2				
1.	G. S2. 1 (Pb)	187,11	215	0,27
2.	G. S2. 2 (Pb)	150,25	196	0,59
3.	G. S2. 3 (Pb)	147,42	191	0,25
4.	G. S2. 4 (Pb)	127,57	170	1,08
5.	G. S2. 5 (Pb)	136,08	192	0,12
6.	G. S2. 6 (Pb)	184,27	210	0,29
7.	G. S2. 7 (Pb)	110,56	169	0,41
Kisaran		110,56 – 187,11	169 – 215	0,12 – 1,08
Rerata \pm SE		149,04 \pm 10,70	191,86 \pm 6,70	0,43 \pm 0,12
Stasiun 3				
1.	G. S3. 1 (Pb)	158,76	201	0,50
2.	G. S3. 2 (Pb)	127,57	178	0,30
3.	G. S3. 3 (Pb)	104,89	200	0,12
4.	G. S3. 4 (Pb)	94,4	165	0,46
5.	G. S3. 5 (Pb)	113,4	181	0,30
6.	G. S3. 6 (Pb)	94,4	160	0,33
7.	G. S3. 7 (Pb)	235,3	234	0,26
Kisaran		94,4 – 235,3	160 – 234	0,12 – 0,50
Rerata \pm SE		132,67 \pm 19,09	188,43 \pm 9,62	0,32 \pm 0,05
Gabungan stasiun				
Kisaran		94,40 – 235,30	160 – 234	0,10 – 1,08
Rerata \pm SE		150,20 \pm 9,78	193,81 \pm 1,42	0,35 \pm 0,01

Berdasarkan Tabel 2 di atas dapat dilihat bahwa kandungan timbel dalam ginjal ikan mujair di D. Tempe berkisar $0,10 - 1,08 \mu\text{g.g}^{-1}$ dengan rerata $0,35 \pm 0,01 \mu\text{g.g}^{-1}$. Sampel ikan dengan kandungan timbel terendah ($0,10 \mu\text{g.g}^{-1}$) diperoleh di Stasiun 1 dan yang tertinggi ($1,08 \mu\text{g.g}^{-1}$) ditemukan pada sampel ikan di Stasiun 2. Rerata tertinggi ditemukan di Stasiun 2 kemudian di Stasiun 3 dan yang terendah di Stasiun 1. Kandungan timbel yang diperoleh menunjukkan bahwa konsentrasi Pb dalam organ ginjal ikan mujair telah melebihi ambang batas baku mutu yang telah ditentukan menurut SNI 7387:2009 yaitu $0,1 \text{ mg/kg}$ pada ginjal (ikan dan hasil olahannya).

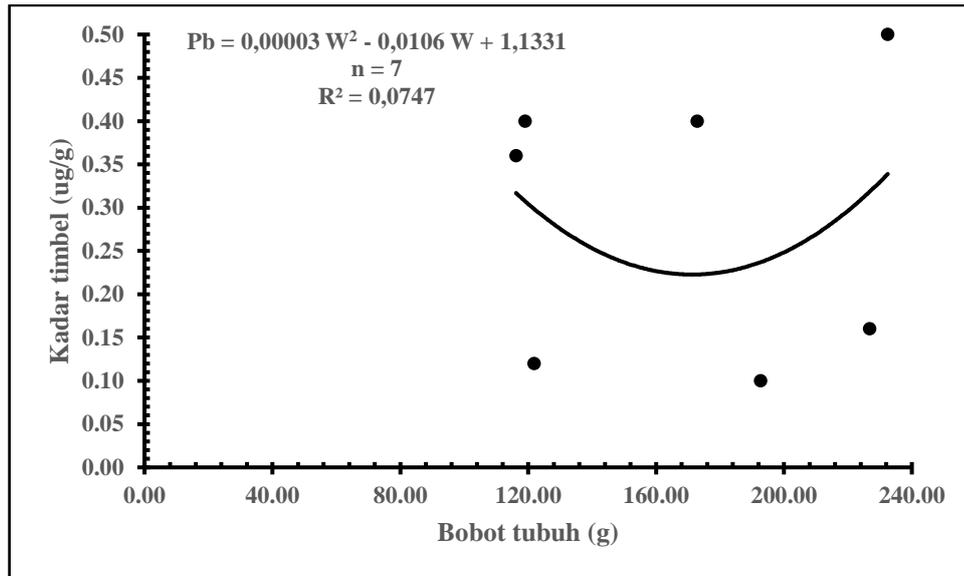
Konsentrasi logam berat tertinggi pada Stasiun 2 yaitu $1,08 \mu\text{g.g}^{-1}$ dikarenakan lokasi stasiun 2 merupakan area pusat penangkapan ikan bagi nelayan sehingga pencemaran berasal dari perahu bermotor yang digunakan oleh nelayan serta lokasi ini juga paling dekat dengan beberapa industri dimana limbah hasil produksinya berpotensi sebagai penyumbang terbesar pencemaran logam berat Pb di D.Tempe. Sedangkan kandungan logam berat Pb terendah berada di stasiun 1. Pencemaran sebagian besar berasal dari aktivitas warga yang berada di rumah terapung serta wisatawan yang berkunjung di daerah tersebut. Pada stasiun 3 lebih tinggi dibandingkan stasiun 1 hal tersebut dikarenakan sepanjang aliran air menuju stasiun 3 terdapat banyak rumah warga. Hal tersebut menyebabkan banyak limbah rumah tangga serta sebagai sarana perdagangan bahan bakar untuk perahu bermotor.

Hubungan antara kandungan timbel dan bobot tubuh dan panjang tubuh ikan dapat dilihat pada Tabel 3. Grafik hubungan antara kandungan timbel dan bobot tubuh dan panjang tubuh ikan dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9 untuk Stasiun 1, Gambar 10 dan 11 untuk Stasiun 2, Gambar 12 dan 13 untuk Stasiun 3, serta Gambar 14 dan 15 untuk gabungan seluruh stasiun.

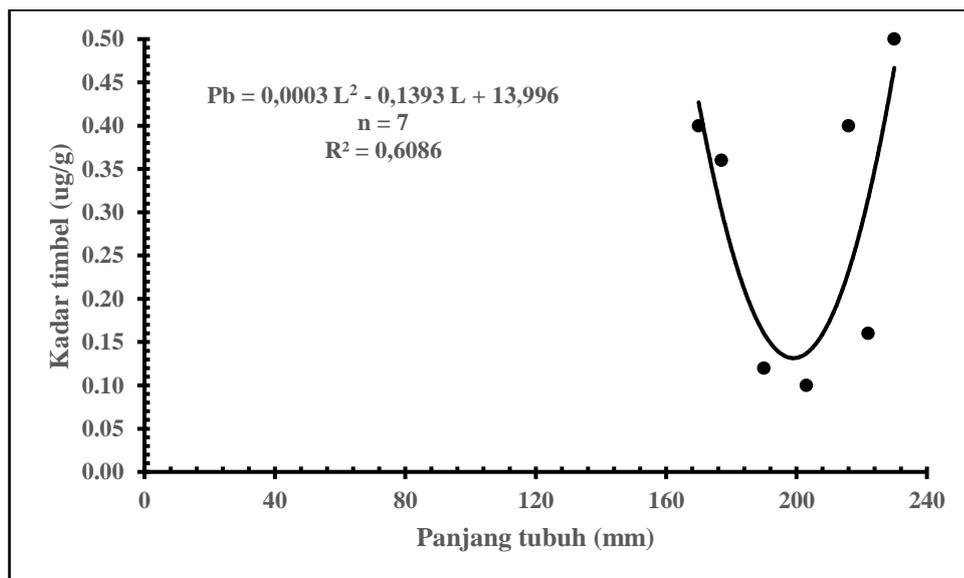
Tabel 3. Persamaan regresi hubungan antara kandungan timbel dan bobot tubuh serta antara kandungan timbel dan panjang tubuh ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) masing-masing stasiun dan gabungan seluruh stasiun

Stasiun	Parameter	N	Persamaan regresi	R ²
1	Bobot	7	$\text{Pb} = 0,00003 \text{ W}^2 - 0,0106 \text{ W} + 1,1331$	0,0747
	Panjang	7	$\text{Pb} = 0,0003 \text{ L}^2 - 0,1393 \text{ L} + 13,996$	0,6086
2	Bobot	7	$\text{Pb} = -0,00003 \text{ W}^2 + 0,0036 \text{ W} + 0,4742$	0,1326
	Panjang	7	$\text{Pb} = 0,0003 \text{ L}^2 - 0,1407 \text{ L} + 14,747$	0,3871
3	Bobot	7	$\text{Pb} = -0,00002 \text{ W}^2 + 0,0063 \text{ W} - 0,1244$	0,0903
	Panjang	7	$\text{Pb} = 167,17 \text{ L}^{-1,209}$	0,1153
Gabungan	Bobot	21	$\text{Pb} = -0,000009 \text{ W}^2 + 0,0023 \text{ W} + 0,2198$	0,0224
	Panjang	21	$\text{Pb} = 0,0001 \text{ L}^2 - 0,0522 \text{ L} + 5,6807$	0,1490

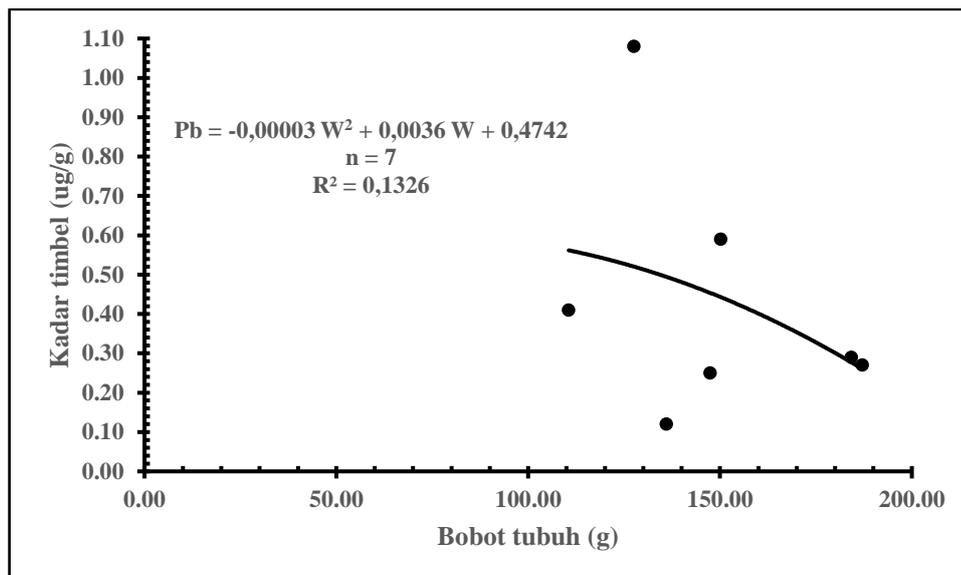
Tabel 3 memperlihatkan hubungan antara kandungan timbel dan bobot tubuh serta antara kandungan timbel dan panjang tubuh mengikuti regresi polinomial, kecuali di Stasiun 3 untuk hubungan antara kandungan timbel dan panjang tubuh. Berdasarkan nilai koefisien determinasi (R²) yang diperoleh, untuk menduga kandungan timbel di dalam ginjal ikan lebih baik menggunakan parameter panjang tubuh ikan.



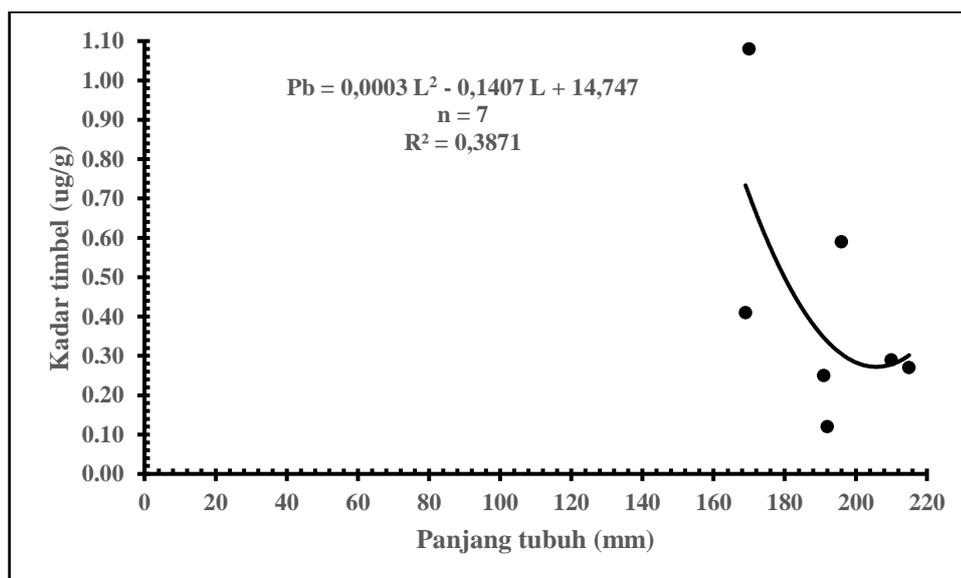
Gambar 8. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Stasiun 1



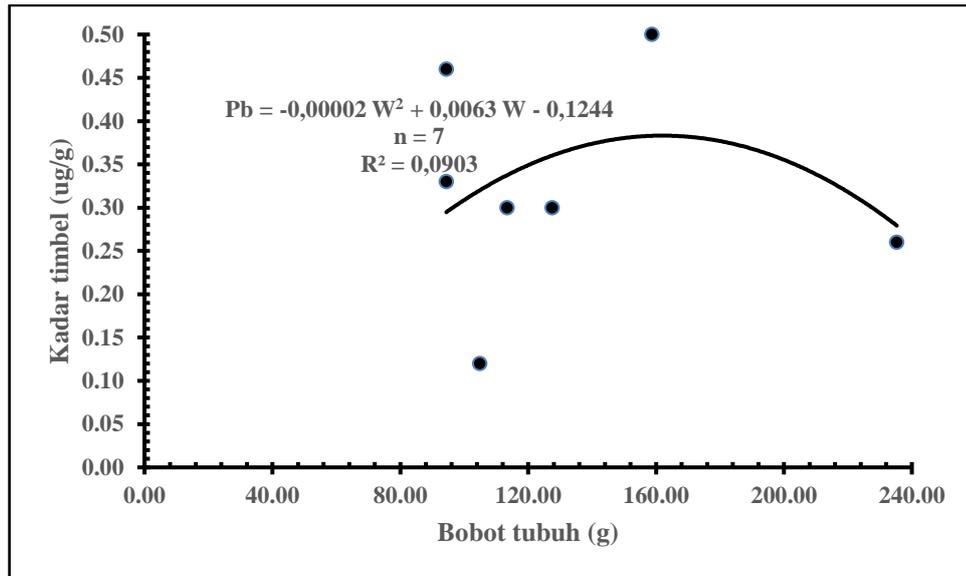
Gambar 9. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Stasiun



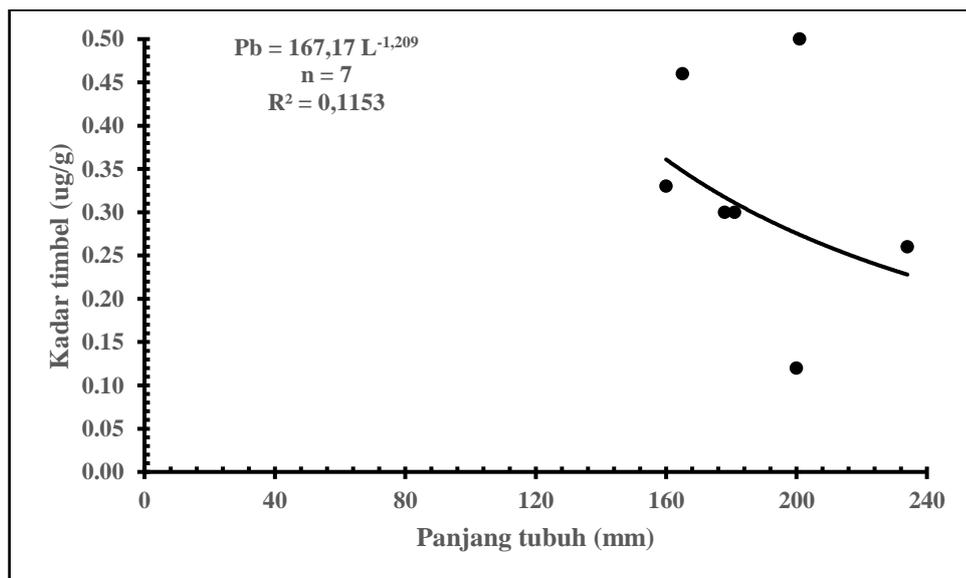
Gambar 10. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Stasiun 2



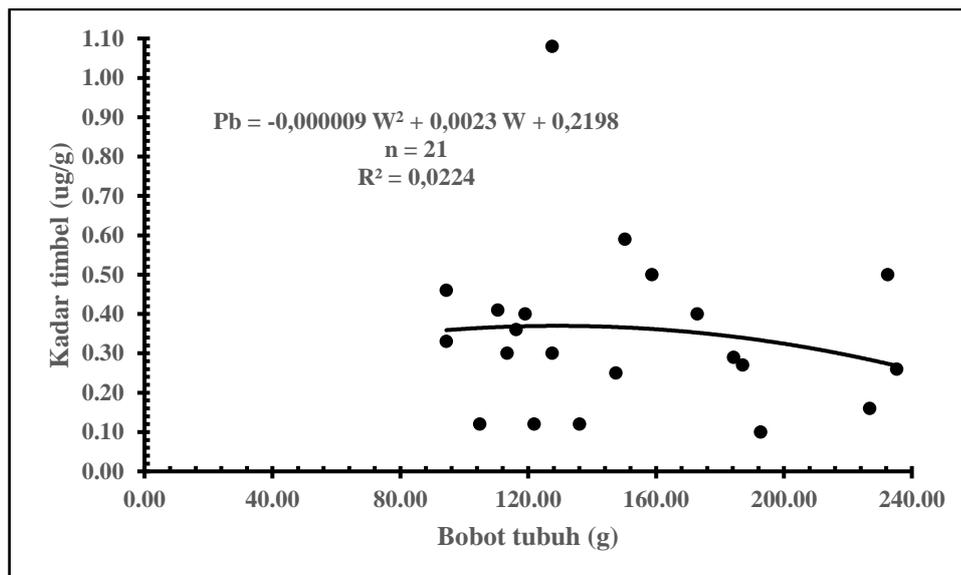
Gambar 11. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Stasiun 2



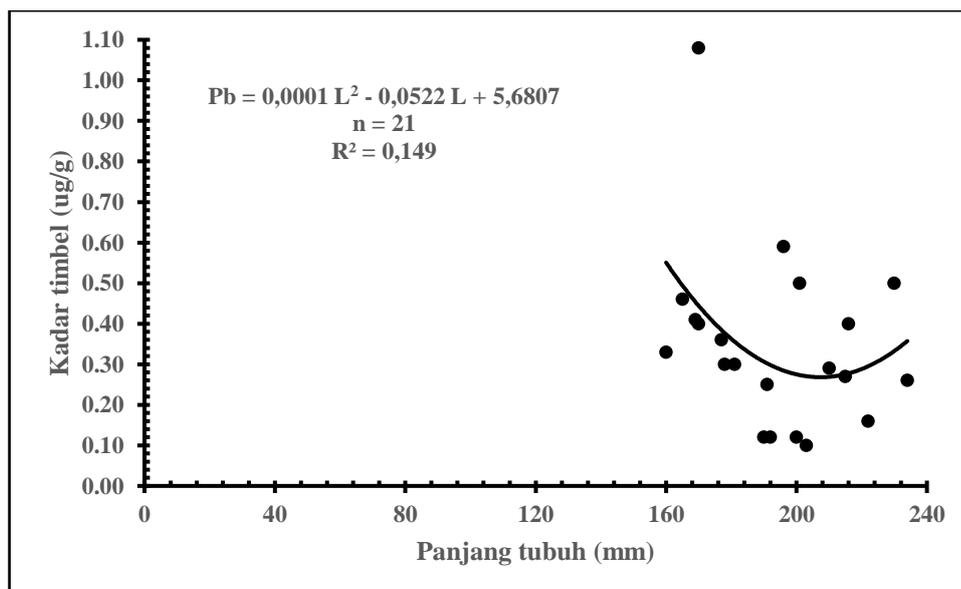
Gambar 12. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Stasiun 3



Gambar 13. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Stasiun 3



Gambar 14. Grafik hubungan antara bobot tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) gabungan seluruh stasiun di Danau Tempe.



Gambar 15. Grafik hubungan antara panjang tubuh dan kandungan timbel pada ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) gabungan seluruh stasiun di Danau Tempe

Menurut Al-Yousuf *et al.*, (2000) Kandungan logam akan sedikit berkurang dengan meningkatnya ukuran ikan. Aktivitas metabolisme pada organisme yang lebih muda biasanya lebih tinggi daripada organisme yang lebih tua (Cameron dan Heath, 1988; Nurrachmi dan Amin, 2010). Ikan dengan ukuran besar konsentrasi logam beratnya lebih kecil disebabkan karena logam berat yang masuk kedalam tubuh ikan akan mengalami proses pengenceran melalui proses pertumbuhan,

sehingga peningkatan logam berat dalam tubuh ikan akan semakin berkurang seiring dengan pertambahan ukuran tubuh individu ikan tersebut. Salah satu faktor yang berperan penting dalam akumulasi logam berat pada organisme laut adalah aktivitas metabolisme (Nussey *et al.*, 2000).

Kemampuan fisiologis ikan yang berbeda-beda terhadap pengaruh paparan logam berat akan mempengaruhi kadar logam berat tersebut di dalam tubuh ikan (Palar, 1994). Hal ini sesuai dengan pendapat (Nurrachmi dan Amin, 2010; Panjaitan, 2006) yang menyatakan bahwa kecilnya kandungan logam berat yang terakumulasi pada suatu organisme yang berukuran besar disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu perbedaan laju pertumbuhan, kecepatan metabolisme, tingkat sensitivitas tubuh terhadap pemasukan logam berat tertentu dan kebutuhan fisiologis terhadap logam berat.

Berdasarkan laporan Bappedalda seperti dikutip oleh (Haerunnisa, 2014) dinyatakan bahwa D. Tempe telah mengalami pencemaran berupa perubahan suhu air, rasa, kekeruhan yang tinggi, peningkatan kandungan logam berat, dan peningkatan radioaktivitas di dalam air. Aktivitas masyarakat di D. Tempe memberi kontribusi terhadap kandungan logam berat di yang terdapat di D. Tempe.

Hasil analisis terhadap kandungan timbel air Danau Tempe yang dilakukan oleh Balai Besar Laboratorium Kesehatan Makassar ditampilkan pada Tabel 4. Analisis dilakukan terhadap tiga sampel air yang diambil pada tiga stasiun berbeda dengan menggunakan pengujian AAS.

Tabel 4. Kandungan timbel ($\mu\text{g/L}$) air Danau Tempe

No.	Kode sampel	Kadar timbel ($\mu\text{g/L}$)
1	Stasiun 1	0.008
2	Stasiun 2	0.016
3	Stasiun 3	0.011
Rerata		$0.012 \pm 0,004$

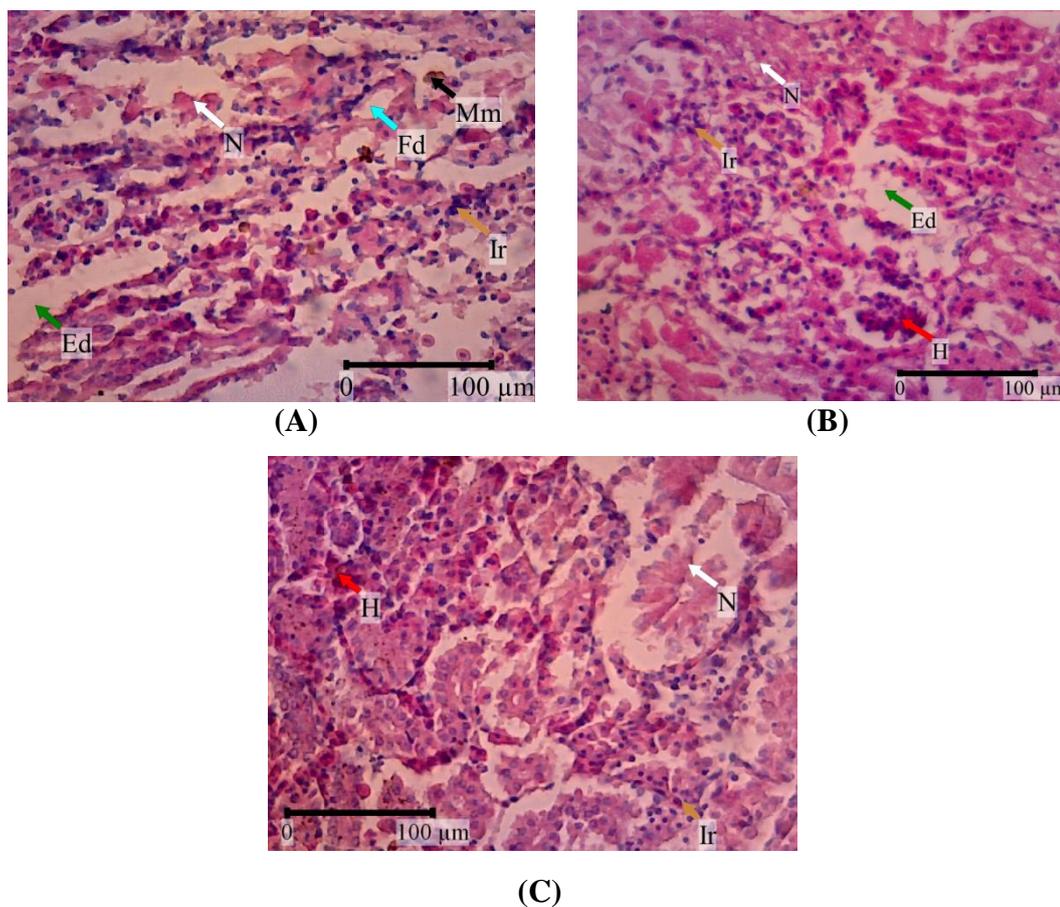
Tabel 4 memperlihatkan bahwa rerata kandungan timbel (Pb) air D. Tempe yaitu $0.012 \pm 0,004 \mu\text{g/L}$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa konsentrasi Pb di air D. Tempe tidak melebihi ambang batas standar kualitas air. Berdasarkan Permenkes 416/Menkes/Per/IX/1990, nilai ambang batas Pb untuk air bersih yaitu 0,05 dan Permenkes 492/Menkes/Per/IV/2010, nilai ambang batas Pb untuk air minum yaitu 0,01 mg/L.

5.1 Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair

Hasil pengujian logam timbel dengan menggunakan metode AAS dalam penelitian ini menunjukkan konsentrasi logam timbel yang bermacam-macam terhadap organ ginjal ikan mujair (*O. mossombicus*), sehingga menimbulkan berbagai kerusakan jaringan pada organ ginjal. Adapun hasil gambaran histopatologi ikan mujair (*O. mossombicus*) di tiap stasiun berbeda.

5.1.1 Stasiun 1

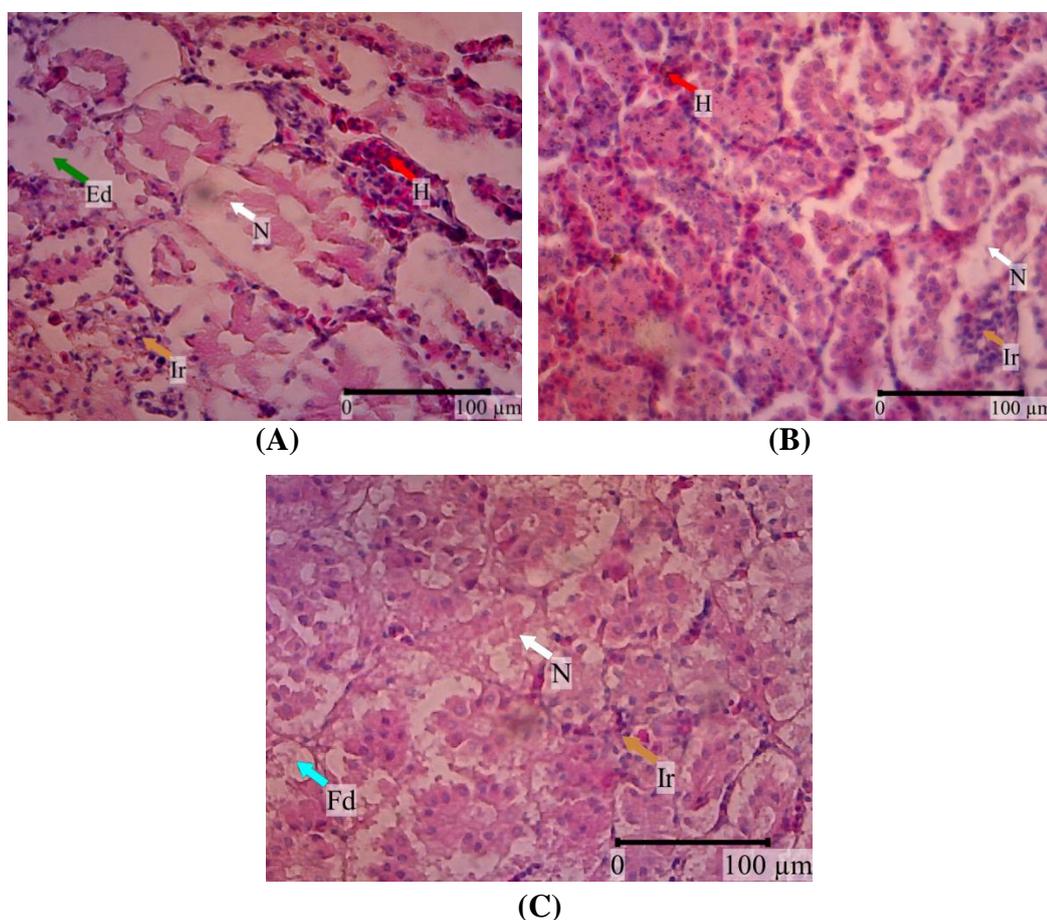
Kandungan logam berat timbel (Pb) di Stasiun 1 memiliki tingkatan perubahan histopatologi yang beragam tergantung dari konsentrasi cemaran yang terkandung dalam ginjal ikan mujair di D. Tempe. Perubahan histopatologi yang terjadi di Stasiun 1 dengan konsentrasi Pb $0,10 \mu\text{g.g}^{-1}$ yaitu infiltrasi sel radang, nekrosis, dan hemoragi. Pada konsentrasi Pb $0,36 \mu\text{g.g}^{-1}$ terjadi peningkatan perubahan histopatologi yaitu edema, infiltrasi sel radang, nekrosis, dan hemoragi. Sebaliknya, pada konsentrasi Pb $0,50 \mu\text{g.g}^{-1}$ mengalami perubahan histopatologi paling parah yaitu edema, infiltrasi sel radang, nekrosis, degenerasi lemak, dan terdapat melanomakrofag. Pada kondisi ini, struktur ginjal sulit teridentifikasi dibandingkan dengan paparan konsentrasi Pb lainnya (Gambar 16).



Gambar 16. Histopatologi ginjal ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan konsentrasi timbel (Pb) di stasiun 1. (A) Konsentrasi Pb $0,50 \mu\text{g.g}^{-1}$, (B) Konsentrasi Pb $0,36 \mu\text{g.g}^{-1}$, (C) Konsentrasi Pb $0,10 \mu\text{g.g}^{-1}$. Ed (hijau): edema, Ir (oranye): Infiltrasi sel radang, N (putih): Nekrosis, Mm (hitam): Melanomagrofag, H (merah): Hemoragi, Fd (biru): Degenerasi lemak (400x).

5.1.2 Stasiun 2

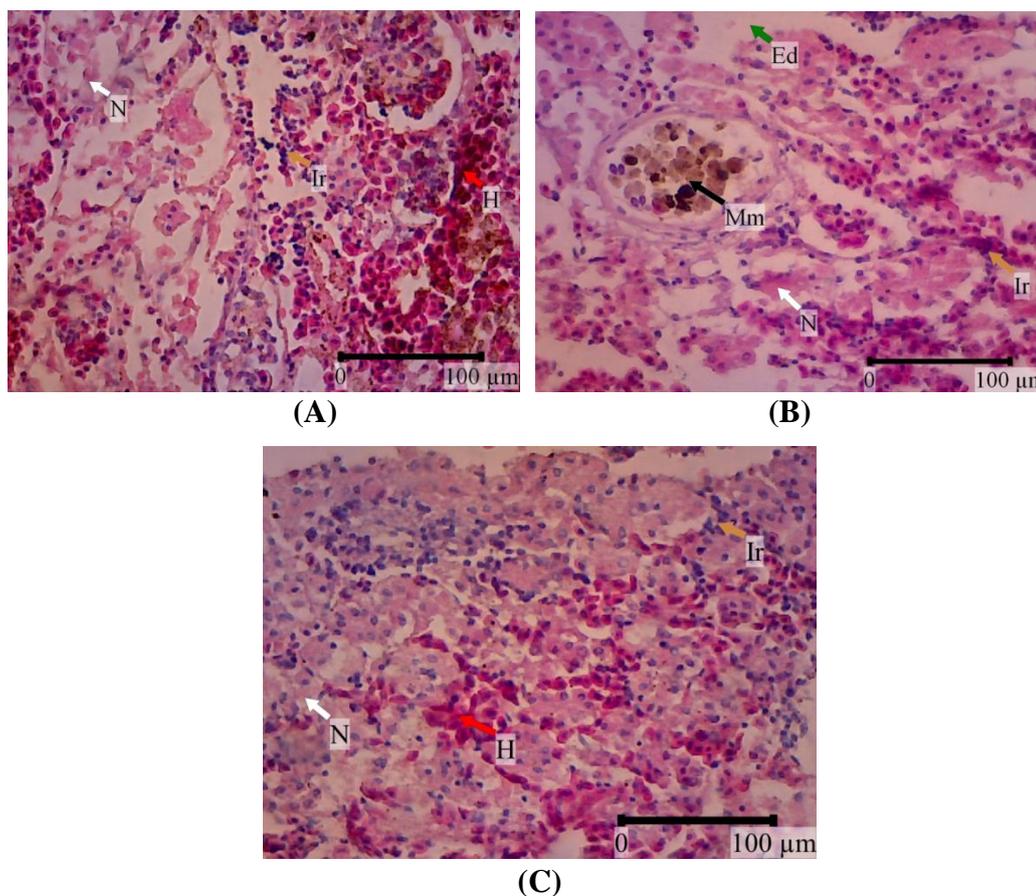
Stasiun 2 merupakan stasiun dengan kadar timbel (Pb) tertinggi (baik di air danau maupun pada ginjal ikan sampel) dibandingkan Stasiun 3 dan Stasiun 1. Kandungan logam berat Pb di Stasiun 2 memiliki tingkatan perubahan histopatologi yang beragam tergantung kepada tingkat serapan cemaran yang terkandung dalam ginjal ikan mujair di D. Tempe. Perubahan histopatologi yang terjadi di Stasiun 2 dengan konsentrasi Pb $0,12 \mu\text{g.g}^{-1}$ yaitu infiltrasi sel radang, nekrosis, dan degenerasi lemak. Pada konsentrasi Pb $0,41 \mu\text{g.g}^{-1}$ terjadi peningkatan perubahan histopatologi yaitu infiltrasi sel radang, nekrosis, dan hemoragi. Sedangkan pada tingkat konsentrasi Pb $1,08 \mu\text{g.g}^{-1}$ paling banyak mengalami perubahan struktur ginjal yaitu edema, infiltrasi sel radang, nekrosis, dan hemoragi (Gambar 17).



Gambar 17. Histopatologi ginjal ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan kandungan timbel (Pb) di stasiun 2. (A) Konsentrasi Pb $1,08 \mu\text{g.g}^{-1}$, (B) Konsentrasi Pb $0,41 \mu\text{g.g}^{-1}$, (C) Konsentrasi Pb $0,12 \mu\text{g.g}^{-1}$. Ed (hijau): edema, Ir (oranye): Infiltrasi sel radang, N (putih): Nekrosis, Mm (hitam): Melanomagrofag, H (merah): Hemoragi, Fd (biru): Degenerasi lemak (400x).

5.1.3 Stasiun 3

Stasiun merupakan stasiun dengan kadar timbel (Pb) lebih rendah (baik pada air danau maupun pada ginjal ikan) dibandingkan Stasiun 1. Tingkatan perubahan histopatologi yang beragam tergantung dari tingkat serapan cemaran yang terkandung dalam ginjal ikan mujair di D. Tempe. Perubahan histopatologi yang terjadi di Stasiun 3 dengan kandungan konsentrasi Pb $0,12 \mu\text{g.g}^{-1}$ yaitu infiltrasi sel radang, nekrosis, dan hemoragi. Pada kandungan konsentrasi Pb $0,33 \mu\text{g.g}^{-1}$ terjadi peningkatan perubahan histopatologi yaitu infiltrasi sel radang, nekrosis dan melanomagrofag dan edema. Pada tingkat konsentrasi Pb $0,50 \mu\text{g.g}^{-1}$ paling banyak mengalami perubahan struktur ginjal yaitu infiltrasi sel radang, nekrosis, dan hemoragi. Peningkatan kerusakan tersebut menyebabkan struktur ginjal sulit diidentifikasi (Gambar 18).



Gambar 18. Histopatologi ginjal ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan kandungan timbel (Pb) di stasiun 3. (A) Konsentrasi Pb $0,50 \mu\text{g.g}^{-1}$, (B) Konsentrasi Pb $0,33 \mu\text{g.g}^{-1}$, (C) Konsentrasi Pb $0,12 \mu\text{g.g}^{-1}$. Ed (hijau): edema, Ir (oranye): Infiltrasi sel radang, N (putih): Nekrosis, Mm (hitam): Melanomagrofag, H (merah): Hemoragi, Fd (biru): Degenerasi lemak (400x).

Ginjal berfungsi untuk filtrasi dan mengekskresikan bahan yang tidak dibutuhkan oleh tubuh, termasuk polutan seperti logam berat yang toksik. Hal tersebut menyebabkan ginjal sering mengalami kerusakan oleh daya toksik logam dan akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal) (Darmono, 1995). Zat toksik yang masuk ke dalam tubuh akan

mengganggu sistem sirkulasi sehingga oksigen dan zat makanan tidak dapat diproses di dalam tubuh (Price, 2006).

Paparan logam berat pada jaringan ginjal kebanyakan ditemukan organ glomerulus, tubulus dan otot ginjal. Paparan logam berat yang berlebihan mengganggu fungsi glomerulus sebagai penyaring dan membersihkan sel-sel darah. Glomerulus salah organ nepron ginjal yang sangat rentan akibat toksisitas logam berat. Kematian nepron ginjal dapat menyebabkan gagal ginjal dan kematian ikan. Paparan logam berat pada tubulus dan proksimal tubulus dapat menyebabkan pembentuk cairan urine dan keseimbangan cairan tubuh terganggu. Toksisitas logam berat pada organ tubulus dapat menyebabkan akumulasi logam berat dan hasil metabolit dalam tubulus semakin pekat (Harteman, 2013).

Pada penelitian ini terlihat adanya kerusakan berupa edema, infiltrasi sel radang, melanomagrofag, hemoragi, nekrosis, dan degenerasi lemak. Tingkat kerusakan ginjal yang terjadi pada ikan mujair di D. Tempe yaitu berada pada tahap ketiga. Hasil pengamatan kerusakan ginjal ikan mujair di D. Tempe ditampilkan pada Tabel 5

Tabel 5. Hasil pengamatan kerusakan yang terjadi pada ginjal ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) dengan konsentrasi logam Pb yang berbeda dari setiap stasiun

No	Bentuk kerusakan jaringan	Konsentrasi timbel (Pb)								
		Stasiun 1			Stasiun 2			Stasiun 3		
		0,10 µg/g	0,36 µg/g	0,50 µg/g	0,12 µg/g	0,41 µg/g	1,08 µg/g	0,12 µg/g	0,33 µg/g	0,50 µg/g
1.	Degenerasi lemak	-	-	+	+	-	-	-	-	-
2.	Hemoragi	+	+	-	-	++	+	++	-	+++
3.	Edema	-	++	++	-	-	+++	-	++	-
4.	Nekrosis	+	+	++	++	++	++++	++	+	++++
5.	Melano-makrofag	-	-	++	-	-	-	-	+++	-
6.	Infiltrasi sel radang	++	++	+++	+	++	+	++	++	++

Keterangan: (-) tidak ada kerusakan, (+) kerusakan ringan, (++) kerusakan sedang, (+++) kerusakan parah, (++++) kerusakan sangat parah

Menurut Camargo dan Martinez (2007), tingkat kerusakan ginjal ikan yaitu tahap I: belum terlalu mengubah fungsi normal jaringan, tahap II: lebih parah dan merusak fungsi normal jaringan, serta tahap III: sangat parah dan menyebabkan kerusakan yang tidak dapat diperbaiki. Tahap I, korpuskula mengalami dilatasi kapiler glomerulus dan pembesaran glomerulus, tubulus mengalami hipertrofi nukleus dan seluler, vakuolisasi sitoplasma, *cloudy swelling*, pelebaran lumen tubular, regenerasi tubular serta agregat melanomakrofag. Tahap II terjadi pendarahan di ruang kapsula bowman, ruang kapsula bowman berkurang, degenerasi hialin dan tubular serta penurunan fungsi lumen tubular. Tahap III terjadi nekrosis yang merupakan tahap akhir dari kerusakan sel.

Menurut Pazra (2008) penyebab dari edema adalah meningkatnya tekanan hidrostatik intra vaskulas sehingga menimbulkan perembesan cairan plasma darah

keluar dan masuk ke dalam ruang interstisium. Kondisi peningkatan tekanan hidrostatik sering ditemukan pada pembuluh vena dan edema sebagai resiko paska kongesti, sehingga dapat dengan mudah terserang penyakit, dan secara tidak langsung rendahnya pH dapat menyebabkan kerusakan pada kulit sehingga memudahkan infeksi oleh patogen

Infiltrasi sel radang adalah masuknya sel-sel radang ke dalam jaringan sebagai respon karena adanya penyakit atau agen toksik. Sel radang merupakan respon imun akibat adanya infestasi (Thomson, 1984). sel radang akan menuju lokasi yang mengalami infestasi dan akan melakukan perlawanan pada sel yang mengalami infestasi tersebut. Perubahan histopatologi akibat infestasi sel radang ditandai dengan adanya infiltrasi sel-sel radang pada jaringan normal. Adanya sel dan jaringan yang mengalami kerusakan, maka sel radang akan keluar dari pembuluh darah dan menuju ke daerah yang terinfiltrasi tersebut, sehingga jaringan pembuluh darah banyak dijumpai vakuola (Nabib dan Pasaribu, 1989).

Degenerasi merupakan hilangnya struktur normal sel sebelum kematian sel dimana hal ini merupakan tanda dimulainya kerusakan sel akibat zat toksin. Terjadi penimbunan cairan ekstraseluler karena adanya gangguan mekanisme pompa natrium yang dapat disebabkan karena iskemia (berkurangnya aliran darah ke jaringan karena adanya sumbatan atau penyempitan pembuluh darah), metabolisme yang abnormal, dan zat kimia (Suyanti, 2008). Dalam penelitian ini ditemukan degenerasi berupa degenerasi lemak (akumulasi lemak di dalam sitoplasma) karena inti sel berada di pinggir yang disebabkan oleh daya kohesi molekul yang besar pada lemak sehingga molekul lemak ini dapat mendesak inti sel ke tepi sitoplasma.

Nekrosis digambarkan sebagai kondisi penurunan aktivitas jaringan yang ditandai oleh hilangnya beberapa bagian sel, secara bertahap, sampai sel mati. Kematian sel atau jaringan berikutan degenerasi sel dalam organisme hidup adalah tahap yang tidak dapat diubah. Jaringan merusak itu terjadi diduga disebabkan oleh paparan logam berat terlarut pada ikan di ekosistem (Andini *et al.*, 2019; Takashima, 1955). Melano-makrofag adalah akumulasi atau agregat dari makrofag, dapat ditemukan di limpa, ginjal bagian anterior dan hati ikan. Struktur melano-makrofag ini mudah divisualisasikan secara histologi dengan kehadiran tiga pigmen yaitu hemosiderin, melanin dan lipofuscin (Fournie *et al.*, 2001). Hasil penelitian dari (Reddy, 2012) menyimpulkan bahwa adanya perubahan ukuran dan munculnya pigmen pada melano-makrofag di hati dan ginjal menunjukkan bahwa melano-makrofag dapat dianggap sebagai biomarker yang disebabkan oleh toksisitas logam berat dalam perairan. Menurut Mubarakah *et al* (2016) logam berat dapat mempengaruhi imunitas ikan karena meningkatnya ukuran melanomakrofag dan mengakibatkan imunosupresi.

Berdasarkan hasil penelitian ini kandungan logam berat timbel (Pb) pada ikan sudah melampaui ambang batas maksimum yang telah ditetapkan dan berdasarkan hasil pengamatan perubahan histopatologi pada ikan mujair, apabila ikan mengakumulasi logam timbel kemudian dikonsumsi oleh manusia maka logam berat tersebut juga ikut terakumulasi dalam tubuh manusia. Dalam jangka waktu pendek akan menyebabkan keracunan yang akut di tandai dengan dengan sakit, mual, gangguan paru-paru dan apabila dikonsumsi dalam jangka waktu panjang dapat menyebabkan keracunan kronis yang ditandai dengan kerusakan sistem saraf dan organ, bahkan menyebabkan kematian.

5.PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari penelitian ini adalah diperoleh hasil pengamatan menunjukkan bahwa:

- a) Organ ginjal ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) mengandung logam berat timbel (Pb) yang melebihi ambang batas maksimum.
- b) Berdasarkan persamaan regresi untuk menduga kandungan timbel di dalam ginjal ikan lebih baik menggunakan parameter panjang tubuh ikan.
- c) Kerusakan atau histopatologi yang terjadi pada organ ginjal yaitu nekrosis, infiltrasi sel radang, hemoragi, degenerasi lemak, edema dan melano-magrofag

5.2 Saran

Saran dari penelitian ini adalah masyarakat lebih berhati-hati dalam mengonsumsi makanan yang mengandung logam berat karena berbahaya bagi tubuh. Selain itu, Pemerintah diharap dapat memberikan perhatian khusus untuk mencegah dan mengantisipasi cemaran logam di D. Tempe.

DAFTAR PUSTAKA

- Al-Yousuf, M.H., M.S. El-Shahawi, and S.M. Al-Ghais. (2000). Trace metals in liver, skin and muscle of *Lethrinus lentjan* fish species in relation to body length and sex. *The Science of the Total Environment*. 256(1), 87-94.
- Allen, G. (2000). *Marine Fishes of South-East Asia*. PT Java Book Indonesia.
- Aminah. (2006). Perbandingan kadar Pb, Hb, fungsi hati, fungsi ginjal pada karyawan BBTKL dan PPM Surabaya bagian sampling dan non sampling. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(2), 111-120.
- Andini, N.S., Anshary, H., Wahyuni, Putra, A. and Sari, D.K. (2019). Histopathological study of hepatopancreas and kidney of butini fish (*Glossogobius matanensis*) in Matano Lake, South Sulawesi, Indonesia, caused by metal contamination. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science* 343
- Andy Omar, S. Bin. (2012). *Dunia Ikan*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Apriliani, N. S. (2017). Anatomical and histological structure of black pomfret fish kidney. (*Formio niger*) *Proc. Internat. Conf. Sci. Engin*, 17(1), 71-74.
- Burhanuddin, A. I. (2014). *Iktiologi*. Deepublis, Yogyakarta.
- Berata, I. K. (2018). Teknik pembuatan preparat histopatologi. *Seminar Nasional Workshop dan Demo "Illegal Wildlife Trade"*.
- Camargo, M. M. P. and Martinez, C. B. R. (2007). Histopathology of gills, kidney and liver of a neotropical fish caged in an urban stream. *Neotropical Ichthyology*. 5(3), 327-336.
- Cameron, J. N., and Heath, A. G. (1988). *Water Pollution and Fish Physiology*. CRC Press, Florida.
- Darmono. (1995). *Logam dalam Sistem Biologi Makhluk Hidup*. Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Elviani, B. (2019). *Gambaran Histopatologi Ginjal Kepala (Pronepros) pada Ikan Nila (Oreochromis niloticus) yang Tercemar Logam Berat Kadmium (Cd) di Danau Tempe Kabupaten Wajo*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Eragradhini, A. R. (2014). *Biologi Reproduksi Ikan Bungo (Glossogobius giuris Hamilton-Buchanan, 1822) di Danau Tempe, Sulawesi Selatan*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Fadhlan, A. (2016). *Analisis Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (Chanos chanos) di Beberapa Pasar Tradisional Kota Makassar*. UIN Alauddin Makassar, Makassar.
- Fournie, J. W., Summers, J. K., Courtney, L. A., Engle, V. D., and Blazer, V. S. (2001). Utility of splenic macrophage aggregates as an indicator of fish exposure to degraded environments. *Journal of Aquatic Animal Health*, 13(1), 105-116.
- Froese R. and D. Pauly. (2020). *Oreochromis mossambicus* in Fishbase. January 2020 version.
- Google inc. (2020). *Google Earth: Peta Sulawesi Selatan*.

- Haerunnisa. (2014). Penggunaan eceng gondok (*Eichornia crassipes*) dalam penurunan kadar logam tembaga (cu) pada perairan Danau Tempe kabupaten Wajo. *Jurnal Galung Tropika*, 3(2),18–30.
- Hananingtyas, I. (2017). Studi pencemaran kandungan logam berat timbal (pb) dan kadmium (cd) pada ikan tongkol (*Euthynnus sp.*) di pantai Utara Jawa. *Biotropic The Journal of Tropical Biology*, 1(2), 41–50.
- Handayanto, E., Y Nuraini, N. M. S., dan Fiqri., A. (2017). *Fitoremediasi dan Phytomining Logam Berat Pencemar Tanah*. Universitas Brawijaya Press, Malang.
- Harper A.A. and M.W. Shannon. (2007). *Lead, Other Metals, and Chelation Therapy*. Comprehensive Pediatric Hospital. Mosby, Philadelphia.
- Harteman E. (2013). Pemantauan logam berat pada histologi ikan badukang (*Arius caelatus valenciennes* 1840) muara Sungai Kahayan dan Katingan, Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 2(1), 21–26.
- Hinton D.E. and D.J. Lauren. (1990). Integrative histopathological approaches to detecting effects of environmental stressors on fishes. In S. M. Adams (ed.) *Biological Indicators of Stress in Fish*. American Fisheries Society Symposium 8. American Fisheries Society. Bethesda, Maryland.
- Ishikawa, N. M., Ranzani-Paiva, M. J. T., Lombardi, J. V., and Ferreira, C. M. (2007). Hematological parameters in nile tilapia, *Oreochromis niloticus* exposed to sub-lethal concentrations of mercury. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 50(4), 619–626.
- Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia. (2014). *Gerakan Penyelamatan Danau (Germadan) Tempe*. Kementerian Lingkungan Hidup, Jakarta.
- Kottelat M., Kottelat, M., Whitten, A. J., Kartikasari, S. N., and Wirjoatmodjo, S. (1993). *Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*. Periplus Edition (HK) Ltd: Hong Kong.
- Mahboob, S., Khalid A., Al- Ghanim, H.F. Al- Balawi, F., Al-Misned, Z. Ahmed. (2020). Toxicological effects of heavy metals on histological alterations in various organs in nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) from freshwater reservoir. *Journal of King Saud University*, 32(1), 970-97.
- Mc Gavin M.D. and J.F. Zachary. (2007). *Pathologic Basis of Veterinary Disease*. Fourth edition. Elsevier Inc.
- Mubarokah L., Wahju, T. dan Sulmartiwi, L. (2016). Efek imunotoksik logam berat merkuri klorida (HgCl₂) terhadap perubahan ukuran melanomagrofag ginjal ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Agriculture and Fish Health*, 5(3), 126-133.
- Nabib R. dan Pasaribu, F. H. (1989). *Patologi dan Penyakit Ikan (Departemen Pendidikan dan Kebudayaan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Pusat Antar Universitas Bioteknologi. Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Nasrul, R. Y. (2016). *Keanekaragaman Ikan Air Tawar di Perairan Danau Tempe*. Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Nasution, S.H., Nofdianto dan Fauzi, H. (1994). Komunitas ikan di Sungai Cisiih, Banten Selatan. *Limnotek, Perairan Darat Tropis di Indonesia*, 2(2), 67–72.
- Nelson J.S. (2006). *Fishes of the World*. Fourth edition. John Wiley & Sons, Inc.

- Nurrachmi, I., dan Amin, B. (2010). Kandungan logam Cd, Cu, Pb dan Zn pada ikan gulama (*Sciaena russelli*) dari perairan Dumai, Riau: amankah untuk dikonsumsi. *Jurnal Teknobiologi*, 1(1), 72–84.
- Nussey, G., Van Vuren, J. H. J., and Du Preez, H. H. (2000). Bioaccumulation of chromium, manganese, nickel and lead in the tissues of the moggel, *Labeo umbratus* (Cyprinidae), from Witbank dam, Mpumalanga. *Environmental Pollution*, 26(2), 269–284.
- Palar, H. (1994). *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Panjaitan. (2006). *Kandungan Logam Berat Cu Terhadap Faktor Skala Berat Jaringan Lunak Anadara infranta di Perairan Belawan Sumatra Utara*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru.
- Pathan T.S., Shinde, S.E., Thete, P. B. and Sonawane, D. L. (2010). Histopathology of liver and kidney of *Rasbora daniconius* exposed to paper mill effluent. *Research Journal of Biological Sciences* 5(5), 389-394. DOI: 10.3923/rjbsci.2010.389.394
- Pazra, D. F. (2008). *Gambaran Histologi Insang, Otot, dan Usus pada Ikan Lele (Clarias spp.) Asal dari Daerah Bogor*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Priatna, D. E., Purnomo, T., dan Kuswanti, N. (2016). Kadar logam berat timbal (Pb) pada air dan ikan bader (*Barbonymus gonionotu*) di Sungai Brantas Wilayah Mojokerto. *LenteraBio* 5(1), 48–53.
- Price, S. A. dan Wilson, L. M. (2006). *Patofisiologi: Konsep Klinis Proses-proses Penyakit*. Edisi 6, Volume 1, Cetakan 1. EGC, Jakarta.
- Puspasari, R. (2017). Logam dalam ekosistem perairan. *Bawal Widya Riset Perikanan Tangkap*, 1(2), 43-47.
- Putri, H.A. (2016). *Kearifan Lokal Masyarakat Adat Bugis dalam Pengelolaan Sumber Daya Ikan Tawar*. Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Ratmini. (2009). Kandungan logam berat timbel (Pb), merkuri (Hg), dan kadmium (Cd) pada daging ikan sapu-sapu (*Hyposarcus pardalis*) di Sungai Ciliwung, Stasiun Srengseng, Condet, dan Manggarai. *Vis Vitalis*, 2(1), 1–6.
- Reddy, S. J. (2012). Cadmium effect on histo-biomarkers and melano-macrophage centers in liver and kidney of *Cyprinus carpio*. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4(2), 179-184.
- Safratilofa. (2013). Histopatologi hati dan ginjal ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) yang diinjeksi bakteri *Aeromonas hydrophila*. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Said. (2012). *Budidaya Mujair dan Nila*. Ganeca Exact, Yogyakarta.
- Saladin, K.S. (2001). *Anatomy and Physiology: the Unity of Form and Function*. Second edition. University of Wisconsin, Milwaukee.
- Samanta, P., Kumari, P., Pal, S., Mukherjee, A. K., & Ghosh, A. R. (2018). Histopathological and ultrastructural alterations in some organs of *Oreochromis niloticus* exposed to glyphosate-based herbicide, Excel Mera 71. *Journal of Microscopy and Ultrastructure*, 6(1), 35-43.
- Setianto. (2014). *Prospek Besar Budidaya Ikan Mujair di Berbagai Media Pemeliharaan*. Pustaka Baru Press, Yogyakarta.

- Sudarmaji, Mukono, J. dan Corie, I.P. (2006). Toksikologi logam berat B3 dan dampaknya terhadap kesehatan. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* 2(2), 129-142..
- Sugiarti. (1988). *Teknik Pembenihan Ikan Mujair dan Nila*. Penerbit CV Simpleks, Jakarta.
- Surur, F. (2011). *Pemanfaatan Ruang Danau Tempe oleh Masyarakat Nelayan Tradisional di Desa Pallimae Kecamatan Sabbangparu Kabupaten Wajo*. Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Suyanti, L. (2008). *Gambaran Histopatologi Hati dan Ginjal Tikus pada Pemberian Fraksi Asam Amino Non-Protein pada Uji Toksisitas Akut*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Takashima, F. and Hibiya, T.(1955). *An Atlas of Fish Histology: Normal and Pathological Features*. Kodansha Ltd., Tokyo.
- Tangio, J. S. (2013). Adsorpsi logam timbal (pb) dengan menggunakan biomassa enceng gondok (*Eichhorniacrassipes*). *Jurnal Entropi*, 8(1), 500–506.
- Thomson, R. G. (1984). *Special Veterinary Pathology*. Departement of Pathology and Microniology Atlantic Veteriner College, DeckerInc.
- Thophon, S., Kruatrachue, M., Upatham, E. S., Pokethitiyook, P., Sahaphong, S., & Jaritkhuan, S. (2003). Histopathological alterations of white seabass, *Lates calcarifer*, in acute and subchronic cadmium exposure. *Environmental Pollution*, 121(3), 307–320.
- Webb, A. and Maughan, M. (2007). *Pest fish profile Oreochromis mossambicus - Mozambique tilapia*, ACTFR, James Cook University.
- Weil, M. (2002). The ordered hydrocerussite-type structure of $(\text{PbCO}_3)_2\text{BaF}_2$. *Acta Cryst*, ISSN 0108-270, 132-134.
- Whitten, A. J., Mustafa, M. dan Henderson, G. S. (1987). *Ekologi Sulawesi*. Gadjah Mada University Press, Yogyakarta.
- Widowati, W., Sastiono, A., dan Jusuf, R. (2008). *Efek Toksik Logam: Pencegahan dan Penanggulangan Pencemaran*. Penerbit Andi Offset, Yogyakarta.
- Widyanigrum, T. dan Suharyati, T. (2011). Pengaruh merkuri klorida terhadap pertumbuhan dan histopatologi ginjal ikan nila (*Oreochromis niloticus*, Linn). *Seminar Nasional VIII Pendidikan Biologi* 129-138.
- Winarno, F. G. (1993). *Pangan Gizi, Teknologi dan Konsumen*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Zainuri, M., dan Sudrajat, E. S. (2011). Kadar logam berat Pb pada ikan baronang (*Siganus* sp.), lamun, sedimen, dan air di wilayah pesisir Kota Bontang, Kalimantan Timur. *Jurnal Kelautan*, 3(9), 18–46.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Kegiatan

1. Lokasi pengambilan sampel



2. Proses penangkapan ikan



3. Pemisahan organ ikan



Lampiran 2. Tahapan Persiapan dan Pembuatan Preparat Histologi

a. Tahap fiksasi



b. Tahap dehidrasi



c. Tahap *clearing*



d. Tahap *infiltrating*



e. Tahap *embedding*



f. Tahap pemotongan



g. Tahap pewarnaan



h. Tahap pengamatan preparat histologi



Lampiran 3. Tahapan Persiapan dan Pengujian *Atomic Absorption Spectrophotometer*

a. Persiapan dan penimbangan organ



b. Pelarutan organ dengan asam





c. Pemasukan larutan ke dalam botol alat *Atomic Absorption Spectrophotometer*



4. Lampiran Hasil

a. Hasil pemeriksaan kandungan timbel pada ginjal



KEMENTERIAN KESEHATAN RI
DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN MAKASSAR
 Jl. Perintis Kemerdekaan KM.11 Tamalanrea Makassar 90245



LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Nama : **A. NUR INDRI PARAMITA**
 NIM : 011116509
 Pekerjaan : Mahasiswa
 Jenis Sampel : Ginjal Ikan Mujair
 Tanggal Penelitian : 6-20 Maret 2020
 Judul Penelitian : Perubahan Mikroanatomis Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe Kabupaten Wajo

HASIL PEMERIKSAAN

No	No. Lab	Kode Sampel	Satuan	Kadar Timbal (Pb)
1	20004374	G.S1.1 (Pb)	µg/g	0.50
2	20004375	G.S1.2 (Pb)	µg/g	0.10
3	20004376	G.S1.3 (Pb)	µg/g	0.36
4	20004377	G.S1.4 (Pb)	µg/g	0.12
5	20004378	G.S1.5 (Pb)	µg/g	0.16
6	20004379	G.S1.6 (Pb)	µg/g	0.40
7	20004380	G.S1.7 (Pb)	µg/g	0.40
8	20004381	G.S2.1 (Pb)	µg/g	0.27
9	20004382	G.S2.2 (Pb)	µg/g	0.59
10	20004383	G.S2.3 (Pb)	µg/g	0.25
11	20004384	G.S2.4 (Pb)	µg/g	1.08
12	20004385	G.S2.5 (Pb)	µg/g	0.12
13	20004386	G.S2.6 (Pb)	µg/g	0.29
14	20004387	G.S2.7 (Pb)	µg/g	0.41
15	20004388	G.S3.1 (Pb)	µg/g	0.50
16	20004389	G.S3.2 (Pb)	µg/g	0.30
17	20004390	G.S3.3 (Pb)	µg/g	0.12
18	20004391	G.S3.4 (Pb)	µg/g	0.46
19	20004392	G.S3.5 (Pb)	µg/g	0.30
20	20004393	G.S3.6 (Pb)	µg/g	0.33
21	20004394	G.S3.7 (Pb)	µg/g	0.26

Makassar, 26 Maret 2020
 Kepala Instalasi Kimia Kesehatan,

JOHARSAN, S.Farm
 NIP : 196802061988031002



Telp. 0411 586458, 586457, 586270 Fax. 0411 586270
 Surat Elektronik : bblk_makassar@yahoo.com, bblk.mksr@gmail.com



- b. Hasil pemeriksaan kandungan timbel pada air Danau Tempe


KEMENTERIAN KESEHATAN RI
DIREKTORAT JENDERAL PELAYANAN KESEHATAN
BALAI BESAR LABORATORIUM KESEHATAN MAKASSAR
Jl. Perintis Kemerdekaan KM.11 Tamalatea Makassar 90245


LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

Nama : A. NUR INDRI PARAMITA
NIM : 011116609
Pekerjaan : Mahasiswa
Jenis Sampel : Air Danau Tempe
Tanggal Penelitian : 6-20 Maret 2020
Judul Penelitian : Perubahan Mikrobiologi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe Kabupaten Wajo

HASIL PEMERIKSAAN

No	No. Lab	Kode Sampel	Satuan	PENGUJIAN	
				Kadmium (Cd)	Timbal (Pb)
1	20004371	Stasiun 1 Inlet	mg/l	0.0006	0.008
2	20004372	Stasiun 2 Center	mg/l	0.0011	0.016
3	20004373	Stasiun 3 Outlet	mg/l	0.0006	0.011

Makassar, 26 Maret 2020
 Kepala Balai Besar Kesehatan

JOHARBAN, S. Farn
 NIP : 196802061968031002

Telp. 0411 586458, 586457, 586270 Fax. 0411 586270
 Surat Elektronik : bbk_makassar@yahoo.com, bbk_mksr@gmail.com



RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Anabanua, Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan pada tanggal 15 Desember 1997 dan merupakan anak kedua dari dua bersaudara, dari ayah bernama H. Andi Sultan dan ibu Hj. Andi Fatmawati, S.Pd., M.Si. Pendidikan Sekolah Dasar di SDN 202 Anabanua pada tahun 2004-2010, pendidikan sekolah menengah atas di SMPN 1 Maniangpajo pada tahun 2010-2013, dan pada tahun 2016 menyelesaikan pendidikan sekolah menengah atas di SMAN 1 Maniangpajo. Pendidikan di Universitas Hasanuddin penulis tempuh pada tahun 2016 melalui jalur JNS dengan Program Studi Kedokteran Hewan, Fakultas Kedokteran. Selama menjalani pendidikan di universitas, penulis aktif di organisasi internal kampus yaitu Himpunan Mahasiswa Kedokteran Hewan (HIMAKAHA) sebagai anggota Departement Ternak Besar, Bidang Minat Profesi. Penulis juga aktif sebagai panitia maupun relawan baik di kegiatan internal maupun eksternal kampus seperti relawan di kegiatan Sulawesi Livestock pada tahun 2018, panitia Seminar Nasional Himpunan Kedokteran Hewan pada tahun 2019, dan pada tahun 2020 penulis menjadi relawan di kegiatan sosial di Malaysia yaitu Jombekpes dibawah naungan Institut Onn Ja'afar. Selain aktif di kegiatan sosial, penulis juga aktif di bidang akademik, penulis menjadi asisten laboratorium Bedah dan Radiologi Veteriner pada tahun 2019-2020. Menjadi peserta di Internasional Public Lecture Cooperation Universitas Hasanuddin dan Universitas Kebangsaan Malaysia pada tahun 2019. Penulis melaksanakan tugas akhir dengan judul penelitian “**Analisis Mikroanatomi Ginjal Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) yang Tercemar Logam Berat Timbel (Pb) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo**”.