

SKRIPSI

**PERUBAHAN MIKROANATOMI GINJAL IKAN SAPU-SAPU
(*Pterygoplichthys pardalis*) TERCEMAR LOGAM TIMBEL (Pb)
DI DANAU SIDENRENG DAN DANAU BUAYA**

Disusun dan diajukan oleh

ASTRI NIRMALA SARI

C031 17 008



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

SKRIPSI

**PERUBAHAN MIKROANATOMI GINJAL IKAN SAPU-SAPU
(*Pterygoplichthys pardalis*) TERCEMAR LOGAM TIMBEL (Pb)
DI DANAU SIDENRENG DAN DANAU BUAYA**

Disusun dan diajukan oleh

ASTRI NIRMALA SARI

C031 17 1008



**PROGRAM STUDI KEDOKTERAN HEWAN
FAKULTAS KEDOKTERAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2021**

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**PERUBAHAN MIKROANATOMI GINJAL IKAN SAPU-SAPU
(*Pterygoplichthys pardalis*) TERCEMAR LOGAM TIMBEL (Pb) DI DANAU
SIDENRENG DAN DANAU BUAYA**

Disusun dan diajukan oleh


**ASTRI NIRMALA SARI
C031 17 1008**

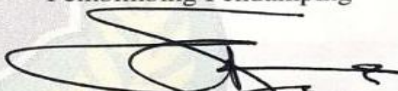
Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka
Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas
Kedokteran Universitas Hasanuddin
Pada tanggal 09 Agustus 2021
dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

Menyetujui,

Pembimbing Utama

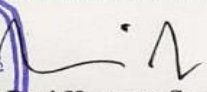
Pembimbing Pendamping


Dr. Dwi Kesuma Sari, AP.Vet
NIP. 19730216 199903 2 001


Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc
NIP. 19590225 198811 1 001

Ketua
Program Studi Kedokteran Hewan
Fakultas Kedokteran




Dr. Dwi Kesuma Sari, AP.Vet
NIP. 19730216 199903 2 001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Astri Nirmala Sari
NIM : C031171008
Program Studi : Kedokteran Hewan
Jenjang : S1

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul

**PERUBAHAN MIKROANATOMI GINJAL IKAN SAPU-SAPU
(*Pterygoplichthys pardalis*) TERCEMAR LOGAM TIMBEL (Pb) DI DANAU
SIDENRENG DAN DANAU BUAYA**

Adalah karya tulisan saya sendiri dan bukan merupakan pengambilan alihan tulisan orang lain bahwa Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri.

Apabila dikemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan bahwa sebagian atau keseluruhan Skripsi ini hasil karya orang lain, maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut.

Makassar, 29 Juli 2021

Yang Menyatakan



ASTRI NIRMALA SARI

ABSTRAK

ASTRI NIRMALA SARI. **Perubahan Mikroanatomi Ginjal Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) Tercemar Logam Timbel (Pb) di Danau Sidenreng dan Danau Buaya.** Di bawah bimbingan DWI KESUMA SARI dan SHARIFUDDIN BIN ANDY OMAR

Ikan *Pterygoplichthys* spp. biasa disebut ikan sapu-sapu yang berasal dari Sungai Amazon di Amerika Selatan yang dijumpai hampir di seluruh perairan tawar dan dapat bebas hidup serta berkembang pada perairan yang tercemar logam berat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui analisis mikroanatomi ginjal ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) yang tercemar logam timbel (Pb) di Danau Sidenreng dan Danau Buaya. Sampel yang digunakan sebanyak delapan belas ekor ikan dengan masing-masing 9 sampel ginjal di setiap danau. Pengukuran kadar logam berat dilakukan dengan *Atomic Absorption Spectrofotometri* dan pembuatan preparat histopatologi organ (ginjal) dilakukan dengan fiksasi menggunakan neutral buffered formalin (NBF) 10%, dehidrasi menggunakan alkohol bertingkat, embedding dengan menggunakan paraffin, pemotongan dengan ketebalan 4 μm yang diwarnai dengan menggunakan haematoksilin eosin kemudian diamati. Analisis data yang digunakan adalah deskriptif kualitatif. Berdasarkan hasil pengamatan diperoleh kerusakan yang terjadi pada ginjal yaitu nekrosis, infiltrasi sel radang, jaringan ikat, hemoragi, degenerasi lemak, dan melanomakrofag. Tingkat kerusakan pada jaringan tergantung konsentrasi logam yang tercemar pada organ ikan. Kerusakan yang terjadi sebagian besar diduga akibat paparan dari logam berat yang terlarut dalam perairan.

Kata kunci : Danau Sidenreng, Danau Buaya, ginjal, histopatologi, ikan sapu-sapu, timbel

ABSTRAK

ASTRI NIRMALA SARI. **Changes in Kidney Microanatomy of Suckermouth catfish (*Pterygoplichthys pardalis*) Polluted with Lead (Pb) in Lake Sidenreng and Lake Buaya.** Supervised by DWI KESUMA SARI and SHARIFUDDIN BIN ANDY OMAR.

Pterygoplichthys spp. commonly called Suckermouth catfish which comes from the Amazon River in South America which is found in almost all fresh waters and can live and thrive in waters contaminated with heavy metals. The purpose of this study was to determine the changes of Kidney Microanatomy of Suckermouth catfish (*Pterygoplichthys pardalis*) contaminated by Lead Metal (Pb) in Lake Sidenreng dan Lake Buaya. The samples used were eighteen fishes with nine kidney samples in each lake. 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 haematoxillin 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, connective tissue, 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 Buaya, Lake Sidenreng, lead metal (Pb), Suckermouth catfish

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah SWT., Sang Pemilik Kekuasaan dan Rahmat, yang telah melimpahkan berkat dan karunia-Nya, serta shalawat dan salam penulis haturkan ke junjungan Rasulullah SAW., sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul “**Perubahan mikroanatomi ginjal ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) tercemar logam timbel (pb) di danau sidenreng dan danau buaya**”. Penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada pihak-pihak yang telah membantu mulai dari tahap persiapan, pelaksanaan, hingga pembuatan skripsi setelah penelitian selesai.

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi syarat dalam menempuh ujian dan memperoleh gelar Sarjana Kedokteran Hewan dalam Program Pendidikan Sastra Satu Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin. Penulis menyadari bahwa penyelesaian skripsi dan penelitian ini tidak akan terwujud tanpa adanya doa, bantuan, bimbingan, motivasi, dan dorongan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, dengan segala rasa syukur penulis memberikan penghargaan setinggi-tingginya dan ucapan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada kedua orang tua saya Ayahanda **Sahrudin** dan Ibunda **Salmare**, kakak **Wahyu Suci Ramlan** dan **Yuliasri Winardi**, serta keluarga besar yang secara luar biasa dan tidak henti-hentinya memberikan dukungan dan dorongan kepada penulis baik secara moral maupun finansial. Selain itu, ucapan terima kasih pula kepada diri penulis sendiri yang telah berjuang keras hingga ke titik ini. Tidak lupa pula penulis ucapkan terima kasih kepada berbagai pihak yang telah membantu baik selama proses penelitian, penyusunan skripsi, maupun proses perkuliahan, seperti:

1. **Prof. Dr. Dwi Aries Tina Palubuhu, M.A** selaku Rektor Universitas Hasanuddin,
2. **Prof. dr. Budu, Ph.D., Sp.M(K), M.Med.Ed** selaku Dekan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin,
3. **Dr. Drh. Dwi Kesuma Sari, AP.Vet** selaku Ketua Program Studi Kedokteran Hewan Fakultas Kedokteran Universitas Hasanuddin dan pembimbing akademik serta pembimbing utama skripsi ini, dan **Prof. Dr. Ir. Sharifuddin Bin Andy Omar, M.Sc** selaku dosen pembimbing anggota skripsi ini yang telah memberikan ilmu, bimbingan, waktu, arahan, serta saran-saran yang sangat membantu mulai dari proses penelitian hingga penyusunan skripsi selesai,
4. **Drh. Zulfikar Basrul, M.Sc dan Drh. Nur Alif Bahmid, M.Si** selaku dosen penguji dalam seminar proposal dan seminar hasil yang telah memberikan masukan serta pertanyaan mendukung untuk perbaikan penulisan skripsi ini,
5. Dosen pengajar yang telah banyak memberikan ilmu dan berbagai pengalaman kepada penulis selama perkuliahan, serta staf tata usaha Fakultas dan staf tata usaha Program Studi **Ibu Ida** dan **Pak Tomo** yang selalu membantu melengkapi berkas dan menjawab pertanyaan penulis,
6. Sahabat “**My Best Bud**” yang penulis cintai **Eka Nurdiana, Nurlina** dan **Dian Anugrah** sebagai teman seperjuangan dalam meraih gelar sarjana dan

teman berbagi suka dan duka selama menjalani perkuliahan, serta **Hairul Afzan** yang juga menjadi teman seperjuangan dalam penelitian ikan sapu-sapu ini,

7. Saudara tak sedarah **Nursyam, Yulia,** dan **Intan** yang selalu setia untuk direpotkan, memberikan dukungan, dan menemani penulis dalam suka dan duka,
8. **Drh. Trini Purnamasari, Drh. A. Rianti Rhasinta Alifha R, Kak A. Indri Paramita, S.KH, kak Achmad Yusril Ihzamahendra, S.KH, dan kak Dwi Ainun Utari, S.KH** yang telah memberikan saran dan membantu dalam proses penelitian ini.
9. Teman-teman angkatan “**CYGOOR**” yang telah menerima dan menemani penulis selama masa perkuliahan,

Kepada semua pihak baik yang penulis sebutkan di atas maupun tidak, semoga Allah SWT. membalas kebaikan dengan balasan yang lebih dari apa yang diberikan kepada penulis serta dimudahkan seluruh urusannya. Penulis sadar bahwa skripsi ini masih jauh dari kata sempurna dan memiliki banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran agar penulisan karya tulis berikutnya dapat lebih baik. Semoga skripsi ini dapat berguna bagi setiap jiwa yang membacanya.

Makassar, 29 Juli 2021



ASTRI NIRMALA SARI

DAFTAR ISI

Nomor	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
ABSTRAK	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian	2
1.4. Manfaat Penelitian	3
1.5. Hipotesis	3
1.6. Keaslian Penelitian	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Danau Sidenreng dan Danau Buaya	4
2.2. Ikan Sapu-Sapu	6
2.3. Ginjal	8
2.4. Logam Berat	10
3. METODOLOGI PENELITIAN	12
3.1. Waktu dan Tempat Penelitian	12
3.2. Jenis Penelitian	12
3.3. Materi Penelitian	13
3.4. Metode Penelitian	13
3.4.1 Pengambilan Sampel	13
3.4.2 Pengukuran Logam Berat	13
3.4.3 Pembuatan Sediaan Histologi	14
3.4.4 Pengamatan Mikroskopik	15
3.5 Analisis Data	15
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	16
4.1. Kandungan logam timbel pada ginjal ikan sapu-sapu	16
4.2. Mikroanatomi ginjal ikan sapu-sapu	22
4.2.1. Danau Sidenreng	22
4.2.2. Danau Buaya	24
5. PENUTUP	28
5.1. Kesimpulan	28
5.2. Saran	28
6. DAFTAR PUSTAKA	29
7. LAMPIRAN	33

DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Jenis ikan yang ditemukan di Danau Buaya	5
2. Hasil pengamatan kandungan logam berat timbel	16
3. Hubungan antara kandungan timbel dengan bobot tubuh, bobot ginjal, dan panjang tubuh	17
4. <i>T-Test Two Sampel Assuming Equal Variances</i>	20
5. Analisis kandungan Pb pada air	20
6. Hasil pengamatan kerusakan yang terjadi pada ginjal ikan sapu-sapu di D. Sidenreng	23
7. Hasil pengamatan kerusakan yang terjadi pada ginjal ikan sapu-sapu di D. Buaya	25

DAFTAR GAMBAR

1. Peta Danau Sidenreng dan Danau Buaya	4
2. Ikan Sapu-Sapu	7
3. Ginjal	8
4. Perubahan histopatologi ginjal	9
5. Timbel	11
6. Peta lokasi pengambilan sampel di Danau Sidenreng dan Buaya	12
7. Grafik hubungan antara panjang tubuh dengan kandungan timbel pada ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) di D. Sidenreng	17
8. Grafik hubungan antara bobot tubuh dengan kandungan timbel pada ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) di D. Sidenreng	18
9. Grafik hubungan antara bobot organ dengan kandungan timbel pada ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) di D. Sidenreng	18
10. Grafik hubungan antara panjang tubuh dengan kandungan timbel pada ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) di D. Buaya	18
11. Grafik hubungan antara bobot tubuh dengan kandungan timbel pada ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) di D. Buaya	19
12. Grafik hubungan antara bobot organ dengan kandungan timbel pada ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) di D. Buaya	19
13. Histopatologi ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) dengan kandungan timbel (Pb) di D. Sidenreng.	23
14. Histopatologi ginjal ikan sapu-sapu (<i>Pterygoplichthys pardalis</i>) dengan kandungan timbel (Pb) di D. Buaya.	25

DAFTAR LAMPIRAN

1. Dokumentasi kegiatan	33
2. Tahapan persiapan dan pembuatan preparat histologi	34
3. Tahapan persiapan dan pengujian <i>atomic absorption spectrophotometer</i>	36
4. Lampiran hasil	38

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan negara kepulauan dengan tingkat biodiversitas yang tinggi. Secara geografis wilayah Indonesia berada di antara dua samudera, yaitu Samudera Hindia dan Pasifik sehingga membuat keanekaragaman hayati melimpah (Kottelat *et al.*, 1993). Sulawesi merupakan salah satu pulau di Indonesia memiliki kekayaan biota yang tinggi. Pulau ini termasuk dalam kawasan Wallacea bersama dengan Philipina dan Nusa Tenggara, merupakan daerah peralihan antara zoogeografi Oriental dan Australia (Whitten *et al.*, 1987).

Ada tiga tipe danau di Sulawesi, yaitu tipe danau vulkanik, tipe danau tektonik, dan tipe danau rawa banjiran yang termasuk Danau Sidenreng (Nasrul, 2016). Danau Sidenreng dan Danau Buaya terdapat di bagian tengah wilayah Sulawesi Selatan. Dua danau ini terletak di sebelah utara D. Tempe dimana D. Sidenreng di Kabupaten Sidenreng Rappang (Sidrap) dan D. Buaya di Kecamatan Tanasitolo, Kabupaten Wajo. Pada musim kemarau, D. Sidenreng dan D. Buaya terpisah sedangkan pada musim hujan ketiga danau menyatu dan membentuk D. Tempe yang luasnya 35.000 ha (Naing, 2009).

Keanekaragaman ikan di Indonesia sangat banyak. Di Asia Tenggara terdapat 2917 jenis ikan air tawar yang teridentifikasi. Jumlah jenis ikan air tawar Indonesia berdasarkan koleksi yang ada di Museum Zoologi Bogor sekitar 1300 jenis, hampir 44% ikan di Asia Tenggara berada di Indonesia. Jumlah setiap jenis ikan pada pulau-pulau besar di Indonesia berbeda. Jenis ikan di Sulawesi berjumlah 68 jenis dengan 52 jenis endemik (76%) (Kottelat *et al.*, 1993).

Danau Sidenreng berfungsi sebagai penghasil ikan yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan protein. Namun ada salah satu jenis ikan yang belum dimanfaatkan yaitu ikan sapu-sapu, padahal ikan ini memiliki kandungan protein sedang dan rendah lemak. Ikan sapu-sapu menjadi ancaman tersendiri bagi populasi spesies ikan-ikan lokal yang ada. Hal ini dikarenakan populasi dan kemampuan adaptasi ikan sapu-sapu yang tinggi, sehingga dapat menjadi hama di suatu perairan umum. Ikan sapu-sapu bukan ikan asli Indonesia melainkan merupakan jenis ikan hasil introduksi dari Brazil (Pinem *et al.*, 2015).

Kurangnya predator efektif bagi ikan ini memungkinkan ikan sapu-sapu untuk mendominasi suatu perairan. Chaicana dan Jongphadungkiet (2012) menyatakan bahwa di Thailand satu-satunya cara untuk mengurangi kelimpahan ikan sapu-sapu di perairan adalah dengan mengonsumsi ikan tersebut yang ditangkap oleh nelayan. Hal ini juga terjadi di Indonesia, sejumlah masyarakat telah menjadikan ikan sapu-sapu sebagai bahan baku pembuatan berbagai jenis pangan seperti otak-otak, kerupuk, dan somay.

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan bahan tersebut oleh manusia. Hal ini dapat terjadi jika industri maupun masyarakat yang menggunakan logam tersebut tidak memperhatikan keselamatan lingkungan, terutama saat membuang limbahnya. Logam-logam tertentu dalam konsentrasi tinggi akan sangat berbahaya bila ditemukan di dalam lingkungan (air, tanah, dan udara). Keadaan ini menjadi sangat berbahaya bagi manusia atau masyarakat yang mengonsumsi ikan hasil tangkapan di perairan atau sungai yang tercemar logam berat tersebut. Logam-logam dalam perairan berasal dari sumber alamiah dan dari aktivitas yang

dilakukan oleh manusia. Sumber logam alamiah yang masuk dalam badan perairan bisa berupa pengikisan batu mineral yang banyak bersumber dari perairan dan partikel-partikel yang ada di udara yang masuk ke perairan karena terbawa oleh air hujan (Munandar dan Eurika, 2016).

Ikan sapu-sapu dapat dijumpai di perairan yang terkontaminasi logam berat seperti kadmium (Cd), merkuri (Hg), dan timbel (Pb) (Aksari *et al.*, 2015). 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 sehingga 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, diantaranya pada ikan sapu-sapu. Ikan sapu-sapu dianggap sebagai hama oleh masyarakat sekitar D. Sidenreng dan D. Buaya, padahal ikan tersebut dapat dikonsumsi. Oleh karena itu, perlu dilakukan kajian untuk mengetahui keberadaan logam berat timbel (Pb) pada ikan sapu-sapu. Peneliti mengangkat judul “Perubahan Mikroanatomi Ginjal Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) Tercemar Logam Timbel (Pb) di Danau Sidenreng dan Danau Buaya”.

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 sapu-sapu di D. Sidenreng dan D. Buaya ?
- 1.2.2. Apakah terdapat hubungan kadar timbel pada ginjal dengan panjang tubuh, hubungan antara kadar timbel pada ginjal dengan bobot tubuh, serta hubungan antara kadar timbel pada ginjal dengan bobot ginjal ?
- 1.2.3. Bagaimana perubahan mikroanatomi ginjal ikan sapu-sapu tercemar logam timbel (Pb) di D. Sidenreng dan D. Buaya ?

1.3 Tujuan Penelitian

Secara umum penelitian ini bertujuan:

- 1.3.1. Untuk mengetahui keberadaan logam timbel (Pb) yang terkandung di dalam organ ginjal ikan sapu-sapu yang hidup di D. Sidenreng dan D. Buaya.
- 1.3.1. Untuk mengetahui hubungan kadar timbel pada ginjal dengan panjang tubuh, hubungan antara kadar timbel pada ginjal dengan bobot tubuh, serta hubungan antara kadar timbel pada ginjal dengan bobot ginjal.
- 1.3.2. Untuk mengetahui mikroanatomi ginjal ikan sapu-sapu yang tercemar logam timbel (Pb) di D. Sidenreng dan D. Buaya.

1.4 Manfaat Penelitian

1.4.1. Manfaat pengembangan ilmu teori

Sebagai tambahan pengetahuan dan pustaka mengenai ikan sapu-sapu (*P.pardalis*) yang ada di D. Sidenreng dan D. Buaya.

1.4.2. Manfaat untuk aplikasi

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi dalam pengembangan ilmu kedokteran hewan, khususnya pada hewan akuatik, dalam upaya meningkatkan kesehatan hewan akuatik dan juga kesehatan manusia.

1.5 Hipotesis

Ikan sapu-sapu (*P. pardalis*) yang ditangkap di D. Sidenreng dan D. Buaya, diduga tercemar logam berat timbel (Pb) dan mengalami perubahan mikroanatomi pada ginjal

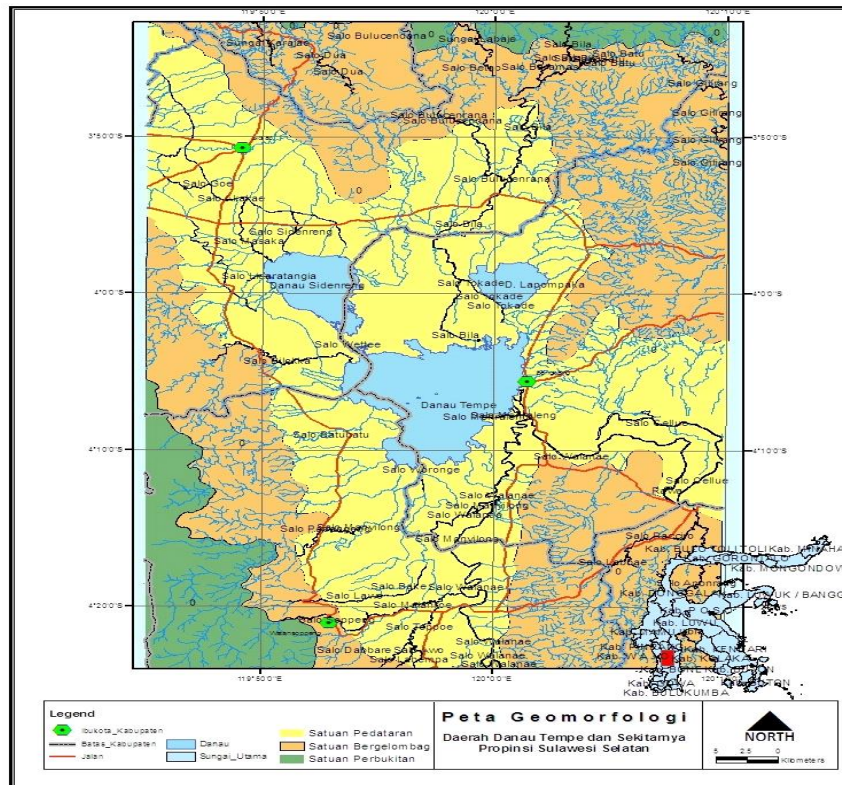
1.6 Keaslian Penelitian

Penelitian mengenai Perubahan Mikroanatomi Ginjal Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) Tercemar Logam Timbel (Pb) Di Danau Sidenreng dan Danau Buaya belum pernah dilakukan. Penelitian yang terkait dengan ikan sapu-sapu yaitu Kandungan logam berat (Cd, Hg, dan Pb) pada ikan sapu-sapu, *Pterygoplichthys pardalis* (Castelnau, 1855) di Sungai Ciliwung (Aksari *et al.*, 2015).

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Danau Sidenreng dan Danau Buaya

Danau Tempe, D. Sidenreng, dan D. Buaya (Gambar 1) pada mulanya merupakan satu kesatuan yang disebut Sistem Danau Tempe. Terjadinya sedimentasi yang berlangsung secara terus menerus dan pendangkalan danau menyebabkan ketiga danau tersebut terpisah dan masing-masing mempunyai nama tersendiri. Danau Tempe terletak di tengah wilayah cekungan Tempe yang berasal dari depresi lempeng bumi Asia-Australia dan terletak di wilayah Sungai Walanae dan Cenranae. Depresi lempeng Asia-Australia ini membentuk sistem danau yang terdiri atas D. Tempe, D. Sidenreng dan D. Buaya. Selama musim kemarau ketiga danau tersebut terpisah dan hanya terhubung dengan saluran air yang terbentuk secara alami (KLHRI, 2014).



Gambar 1. Peta Lokasi Danau Sidenreng dan Danau Buaya (Kementerian Lingkungan Hidup Republik Indonesia, 2014)

Danau Sidenreng merupakan salah satu ekosistem perairan tawar yang potensial di Sulawesi Selatan, khususnya di Kab.Sidrap. Hal tersebut disebabkan danau ini berfungsi sebagai penghasil ikan yang dimanfaatkan oleh masyarakat untuk memenuhi kebutuhan protein hewani, meningkatkan pendapatan nelayan, dan memperluas lapangan kerja dan kesempatan kerja bagi masyarakat di sekitar danau. Pada musim kemarau, danau ini mempunyai luas ± 3.000 ha dan pada musim penghujan luasnya menjadi ± 35.000 ha serta bersatu dengan D. Tempe dan D. Buaya. Pada saat banjir besar, air dari ketiga danau tersebut akan

menggenangi wilayah pemukiman penduduk di Kab. Sidrap, Soppeng, dan Wajo (Andy Omar, 2010). Pada bulan Mei-Juli di D. Sidenreng berlangsung banjir besar (probabilitas luapan melampaui elevasi muka air rata-rata yaitu $\pm 5,6$ meter). Sebaliknya pada bulan Agustus-Desember kondisi muka air normal atau tidak banjir karena perubahan elevasi air di bawah rata-rata. Bulan Januari-Maret berlangsung banjir kecil dan pada bulan April berlangsung banjir sedang. Berdasarkan kondisi tersebut, secara periodik danau tersebut mengalami penurunan hasil produksi akibat terjadinya penurunan volume air danau sehingga berpengaruh pada hasil tangkapan (Irmawati, 1994).

Danau Buaya merupakan salah satu dari tiga buah danau Kompleks Danau Tempe yang terletak di bagian tengah Provinsi Sulawesi Selatan. Danau ini lebih dikenal oleh masyarakat lokal dengan sebutan D. Lapompakka, terletak di Kecamatan Tanasitolo, Kabupaten Wajo. Danau Buaya memiliki luas sekitar 300 Ha dan kedalaman sekitar 4 m (Husnah *et al.*, 2008). Secara topografi dan hidrologi, D. Sidenreng dan D. Buaya tidak terpisah dari D. Tempe yang mempunyai daerah pengaliran sungai seluas 6.138 km². Secara limnologi dan ekologi, danau ini termasuk tipe danau entropies, yaitu berbentuk cawan yang sangat datar dengan karakteristik tersedianya lahan pasang surut luas di sekitar danau (Amin dan Mustafa, 2000). Danau tersebut merupakan sumber daya alam yang sangat potensial. Kebanyakan masyarakat lokal memanfaatkan danau tersebut sebagai tempat untuk mencari ikan (Rapi dan Mesalina, 2016).

Ikan yang berada di D. Tempe, D. Buaya, dan D. Sidenreng akan menyatu, sehingga komposisi jenis iktiofauna mereka diduga tidak berbeda (Andy Omar *et al.*, 2020). Spesies ikan sapu-sapu dari tahun ke tahun mulai mendominasi D. Sidenreng dan D. Buaya. Salah satu hal yang diduga mempengaruhi keragaman spesies ikan yang terdapat di D. Sidenreng adalah kehadiran spesies invasif yaitu ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* spp). Keberadaan spesies ikan sapu-sapu yang mengalami ledakan populasi mengakibatkan ikan tersebut menjadi ancaman tersendiri bagi populasi spesies ikan-ikan lokal yang ada (Hasrianti *et al.*, 2020).

Kelimpahan individu ikan di perairan D. Buaya selama penelitian yang dilakukan oleh Andy Omar *et al.*, (2020) adalah 328 ekor. Kelimpahan tertinggi ditemukan pada bulan April 2019, sedangkan yang terendah diperoleh pada bulan Mei 2019. Jenis ikan yang terbanyak ditemukan selama penelitian adalah ikan sepat siam *Trichopodus pectoralis*, diikuti oleh ikan nila *Oreochromis niloticus* dan ikan sapu-sapu *Pterygoplichthys pardalis* seperti tercantum pada Tabel 1.

Tabel 1. Jenis ikan yang ditemukan di Danau Buaya (Andy Omar *et al.*, 2020)

No.	Famili	Nama ilmiah	Nama Indonesia	Nama lokal
1.	Anabantidae	<i>Anabas testudineus</i>	Ikan betok	Bale oseng
2.	Channidae	<i>Channa striata</i>	Ikan gabus	Bale bolong
3.	Cichlidae	<i>Oreochromis mossambicus</i>	Ikan mujair	Bale kamboja
4.	Cichlidae	<i>Oreochromis niloticus</i>	Ikan nila	Bale nila
5.	Clariidae	<i>Clarias batrachus</i>	Ikan lele	Bale samelang
6.	Cyprinidae	<i>Barbonymus gonionotus</i>	Ikan tawes	Bale kanda
7.	Cyprinidae	<i>Cyprinus carpio</i>	Ikan mas	Bale cella/ulaweng
8.	Cyprinidae	<i>Osteochilus hasselti</i>	Ikan nilem	Bale calabai/doyok
9.	Loricariidae	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	Ikan sapu-sapu	Bale tokke
10.	Osphronemidae	<i>Trichopodus pectoralis</i>	Ikan sepat siam	Bale cambang
11.	Pangasiidae	<i>Pangasius</i> sp	Ikan patin	Bale patin
12.	Synbranchidae	<i>Monopterus albus</i>	Ikan belut	Bale lenrong

2.2 Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*)

Ikan *Pterygoplichthys pardalis* berasal dari Lembah Sungai Amazon di Brasil dan Peru. Ikan ini adalah salah satu dari sejumlah spesies yang biasa disebut sebagai *pleco* atau "*leopard pleco*" oleh pehobi. Meskipun biasanya ikan ini hidup di dasar perairan, mereka memiliki kemampuan untuk menghirup udara dari permukaan air selama periode kemarau dan ketika oksigen terlarut terlalu rendah (Rao dan Sunchu, 2017). Ikan sapu-sapu sering dimanfaatkan sebagai pembersih kaca akuarium oleh para pecinta ikan hias di Indonesia. Ikan sapu-sapu mendiami perairan tenang sampai deras, dan dapat dijumpai hampir di seluruh perairan tawar seperti sungai, anak sungai, danau, kolam, parit, sawah, rawa-rawa dan beberapa berenang di perairan payau. Substrat yang disukai ikan sapu-sapu adalah berlumpur (Wahyudewantoro, 2018).

Ikan sapu-sapu memiliki mulut pengisap yang memungkinkan berada pada media bahkan di dalam air yang mengalir deras dan kombinasi dengan gigi khusus yang merupakan adaptasi untuk memakan alga yang menempel, invertebrata kecil, sedimen organik, dan bahkan kayu. Pada perairan yang tercemar logam berat, ikan sapu-sapu dapat bebas hidup dan berkembang. Hal tersebut dikarenakan ikan ini mempunyai alat pernapasan tambahan berupa labirin. Kehadirannya di aliran sungai juga dapat terdeteksi dengan adanya kumpulan lubang-lubang di lereng sungai. Adapun fungsi lubang tersebut untuk tempat telur-telur hasil pemijahan diletakkan (Nico *et al.*, 2012).

2.2.1. Klasifikasi dan Ciri Fisik Ikan Sapu-Sapu

Menurut Rao dan Sunchu (2017), klasifikasi ikan sapu-sapu yaitu sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Superkelas	: Osteichthyes
Kelas	: Actinopterygii
Subkelas	: Neopterygii
Superordo	: Ostariophysi
Famili	: Loricariidae
Subfamili	: Hypostominae
Genus	: <i>Pterygoplichthys</i>
Spesies	: <i>Pterygoplichthys pardalis</i>

Secara umum anggota dari marga *Pterygoplichthys* sangat mudah untuk dibedakan dari spesies ikan lain. Tubuh ikan sapu-sapu tertutup oleh kulit keras yang berbentuk lempengan tulang (*bony plate*), kepalanya lebar, membundar dan mempunyai pola geometris (Wakida-Kusunoki *et al.*, 2007). Ikan *P. pardalis* ditandai dengan pola garis-garis terang yang menyebar di kepala dan bercak macam tutul heksagonal pada tubuh. Bagian perut terdiri atas tanda yang berwarna gelap dengan latar belakang terang, tubuh bagian bawah rata dan bintik hitam tidak menyatu dengan latar belakang terang (Rao dan Sunchu, 2017).

Ikan sapu-sapu secara morfologi memiliki tubuh yang ditutupi dengan sisik keras yang fleksibel (Gambar 2). Mata sapu-sapu berukuran kecil dan cenderung menonjol. Pada bagian pipi dan sisi tubuh terdapat suatu pola vermikulasi atau chevron yang menyerupai gelombang laut berbentuk tegak. Warna tubuh mulai dari keabu-abuan, coklat kekuningan sampai kehitaman dan pada bagian perutnya mempunyai bercak-bercak besar dengan beberapa pola menyatu yang dilengkapi dengan mulut penghisap pada bagian bawah (Hoover *et al.*, 2004). Ikan sapu-sapu jantan dan betina dibedakan melalui ukuran tubuh dan warna *papilla* yaitu tubuh betina lebih besar daripada jantan, warna *papilla* betina merah dan jantan putih (Pinem *et al.*, 2015).



Gambar 2. Ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) (Rao dan Sunchu, 2017)

Ikan sapu-sapu di Indonesia terdata ada lima spesies, berikut ini sekilas secara umum ciri dari masing-masing spesies tersebut yaitu (Kottelat *et al.*, 1993; Haryono *et al.*, 2017):

1. *Pterygoplichthys anisitsi*

Bentuk tubuh memanjang dan lebih terlihat menyempit ke arah ekor. Warna tubuh hitam dan atau kecoklat-coklatan. Pada bagian kepala terdapat pola bercak berbentuk bulat dan lonjong. Bagian ventral mempunyai pola vermikulasi lonjong tidak beraturan dan memiliki panjang maksimal 42 cm.

2. *Pterygoplichthys disjunctivus*

Ikan jenis ini memiliki ukuran tubuh besar, kekar, dan menyempit ke arah ekor. Tubuh berwarna coklat kehitaman, dan di sisi tubuh terdapat pola garis bukan pola chevron. Adapun untuk bagian ventral terdapat pola vermikulasi lonjong dan beberapa saling berhubungan, memiliki panjang maksimal 70 cm.

3. *Pterygoplichthys gibbiceps*

Ikan jenis ini memiliki ukuran tubuh yang besar, dengan mata besar dan lubang hidung cenderung menonjol. Warna tubuh coklat kekuningan. Pada bagian punggung terdapat penonjolan kecil. Pola bercak-bercaknya lebih terlihat besar dan panjang maksimal 50 cm.

4. *Pterygoplichthys multiradiatus*

Ikan jenis memiliki bentuk tubuh yang memanjang, agak tinggi di tengah, dan menyempit ke ekor. Warna tubuh abu-abu kehitaman atau kecoklatan. Pada bagian pipi terdapat pola vermikulasi cenderung lonjong dan bersambungan. Tubuh bagian belakang terdapat bercak gelap tidak beraturan dan panjang maksimal 50 cm.

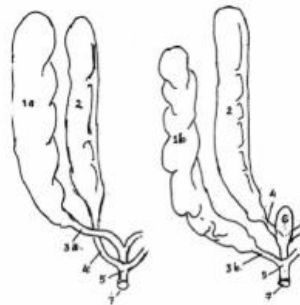
5. *Pterygoplichthys pardalis*

Ikan jenis ini memiliki tubuh memanjang, dengan warna keabu-abuan atau abu-abu kehitaman. Bagian sisi tubuh terdapat pola garis chevron. Pada bagian

ventral terdapat pola bercak gelap pada sebagian besar berbentuk membulat dan panjang maksimal 49 cm.

2.3 Ginjal

Pemeriksaan histopatologi pada ikan dapat memberikan gambaran perubahan jaringan yang terinfeksi patogen dan untuk mendeteksi adanya komponen patogen yang bersifat infeksi melalui pengamatan secara mikro terhadap perubahan abnormal jaringan. Jaringan yang bisa dijadikan indikator pengamatan adalah ginjal. Ginjal merupakan organ ekskresi pada semua hewan vertebrata. Ginjal menyekresi produk metabolisme seperti amonia dan mempunyai fungsi penting dalam memelihara hemostatis. Unit ginjal yang digunakan sebagai organ ekskresi adalah nefron. Sebuah nefron tersusun dari badan Malphigi dan saluran kemih. Badan malphigi terdiri atas glomerulus dan kapsula Bowman. Badan Malphigi menghasilkan urin sederhana. Waktu urin sederhana melewati saluran kemih, bahan-bahan penting diserap kembali dan bahan-bahan tidak penting mengalir keluar dari tempat ini. Ginjal mengalami kerusakan oleh substansi beracun dan infeksi penyakit. Glomerulus yang rusak tidak dapat melakukan regenerasi sedangkan saluran kemih dapat melakukan regenerasi (Safratilofa, 2017). Hasil buangan berupa urin yang dihasilkan oleh ginjal dialirkan melalui sepasang ureter (*ductus mesonephridicus*) yang berjalan dipinggir rongga badan sebelah dorsal menuju ke belakang. Ureter kiri dan kanan di belakang menjadi kantong urin (*vesica urinaria*) dan dari organ ini urin dikeluarkan melalui urethra yang pendek dan bermuara pada porus urogenital (Burhanuddin, 2014) (Gambar 3).



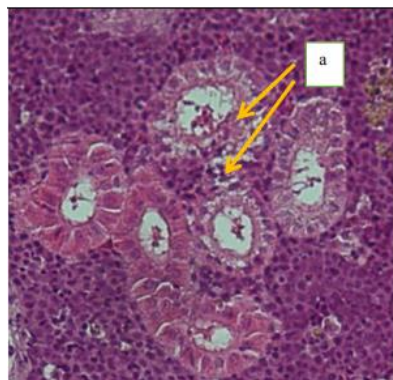
Gambar 3. Ginjal ikan (Andy Omar, 2016).

Ginjal ikan merupakan organ yang terdiri atas campuran hemapoetik, 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). Peran ginjal yang paling jelas adalah produksi urin untuk mengeluarkan bahan sisa metabolisme dari tubuh. Pada proses produksi urin, ginjal juga ikut berperan membantu mempertahankan homeostasis dalam tubuh dengan memanipulasi komposisi plasma darah. Dengan cara ini, ginjal bisa mengatur hal-hal seperti asam basa tubuh dan jumlah cairan elektrolit. Ginjal harus menyaring cukup air dan elektrolit dari darah agar sama dengan jumlah yang masuk ke dalamnya, misalnya kadar natrium, kalium, klorida, dan limbah nitrogen (terutama urea dari pemecahan protein) dalam plasma harus dipertahankan dalam batas yang tepat. Jika ginjal gagal mengeluarkan zat ini, konsentrasinya dapat meningkat menjadi

toksik dan menyebabkan penyakit yang berpotensi kematian (Colville dan Bassert, 2016).

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 tubulus ginjal. Badan Malphigi terdiri atas glomerulus (kumpulan kapiler-kapiler darah) dan kapsula Bowman (semacam mangkuk yang terdiri atas dua dinding, tempat glomerulus) (Burhanuddin, 2014).

Perubahan histopatologi banyak digunakan sebagai penanda biologis dalam evaluasi kesehatan ikan yang terpapar kontaminan karena biomarker ini memungkinkan pemeriksaan organ target spesifik, termasuk ginjal yang bertanggung jawab untuk fungsi vital, seperti ekskresi. Selain itu, perubahan yang ditemukan pada organ-organ ini biasanya lebih mudah untuk diidentifikasi daripada secara fungsional (Camargo dan Martinez, 2007). Menurut Siwiendrayanti *et al.*, (2016), ginjal merupakan organ target bagi toksikan logam karena berperan penting dalam menjaga keseimbangan air serta mempertahankan lingkungan internal (osmoregulasi). Oleh karena itu, ginjal dapat dijadikan sebagai indikator bagi perubahan kualitas air.



Gambar 4. Perubahan histopatologi ikan timpakul (Santoso *et al.*, 2021).

Menurut Rajamanickam dan Muthuswamy (2008) paparan logam berat dalam jaringan organ tubuh ikan menghambat aktifitas enzim dan metabolisme. Ion logam berat diangkut melalui sirkulasi darah keseluruh jaringan tubuh ikan berikatan secara kovalen dengan gugus amina $-NH$, sulfur $-SH$, karboksilat $-COOH$, hidroksil $-OH$. Hal ini terjadi karena ion-ion logam berat dapat mengganti atom hydrogen (H). Paparan logam berat yang melebihi ambang toleransi jaringan organ tubuh ikan bersifat toksik dan menghambat aktivitas enzim dan metabolisme. Paparan logam berat pada jaringan organ tubuh ikan semakin bertambah seiring dengan bertambahnya konsentrasi logam dalam air, sedimen dan biota makanan ikan. Pada konsentrasi tertentu menyebabkan edema, lisis, hipertrofi, atrofi dan nekrosis sel-sel ginjal. Pada kondisi tertentu menyebabkan kematian dan penurunan populasi ikan. Hati, ginjal dan insang merupakan organ yang paling sensitif terhadap toksisitas logam berat. Menurut Mustafa (2020) perubahan akibat paparan logam dapat berupa lesi histopatologi

seperti degenerasi dan nekrosis sel epitel yang melapisi tubulus ginjal. Degenerasi dan nekrosis pada tubulus ginjal merupakan induksi dari disfungsi metabolisme pada ginjal. Gambar 4 menunjukkan contoh perubahan histopatologi berupa nekrosis akibat paparan logam berat timbel pada ikan timpakul.

2.4. Logam Berat

Secara umum diketahui logam berat merupakan elemen yang berbahaya di permukaan bumi. Proses alam seperti perubahan siklus alamiah mengakibatkan batu-batuan dan gunung berapi memberikan kontribusi yang sangat besar terhadap lingkungan. Disamping itu masuknya logam berat ke lingkungan berasal dari sumber-sumber lainnya yang meliputi pertambangan minyak, emas, batu bara, pembangkit tenaga listrik, pestisida, keramik, peleburan logam, pabrik-pabrik pupuk dan kegiatan industri lainnya. Kontaminasi ini akan terus meningkat sejalan dengan meningkatnya usaha eksploitasi berbagai sumber alam dimana logam berat terkandung didalamnya (Tresnati *et al.*, 2007). Faktor yang menyebabkan logam berat dikelompokkan ke dalam zat pencemar, dikarenakan logam berat tidak dapat terurai melalui biodegradasi seperti pencemar organik dan logam berat dapat terakumulasi ke dalam lingkungan (Tarigan *et al.*, 2003).

Limbah pertanian, industri dan rumah tangga umumnya mengandung berbagai macam polutan organik dan anorganik, seperti pelarut, minyak, logam berat, pestisida, pupuk dan padatan tersuspensi. Kontaminan seperti itu mengubah kualitas air dan mungkin menyebabkan banyak masalah pada ikan, seperti penyakit dan perubahan struktur (Camargo dan Martinez, 2007). Masuknya bahan pencemar khususnya logam berat, akan mampu menurunkan potensi sumber daya hayati. Logam berat masuk ke dalam jaringan tubuh makhluk hidup melalui beberapa jalan, yaitu saluran pernapasan, pencernaan, dan penetrasi melalui kulit. Absorpsi logam melalui saluran pernapasan biasanya cukup besar, baik pada hewan air yang masuk melalui debu di udara ke saluran pernapasan. Absorpsi melalui saluran pencernaan hanya beberapa persen saja, tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar, walaupun persentase absorpsinya kecil. Sedangkan logam yang masuk melalui kulit jumlah dan absorpsinya relatif kecil (Darmono, 2001).

Logam berat banyak digunakan dalam berbagai keperluan, terutama untuk sektor industri yang kegiatannya bersifat terus-menerus. Apabila logam-logam berat tersebut mencemari air yang selanjutnya terkontaminasi oleh organisme seperti ikan, maka akan mengumpul dalam jaringan yang menimbulkan sifat racun dan akumulatif (tidak dapat terurai oleh tubuh). Logam berat yang sering mengkontaminasi air yaitu timbel. Ikan yang mengonsumsi timbel tidak mampu menguraikannya, sehingga apabila ikan tersebut dikonsumsi oleh manusia dapat membahayakan bagi kesehatan manusia (Sunu, 2001).

Berdasarkan sudut pandang toksikologi, logam berat terbagi dalam dua jenis, yaitu logam berat esensial dan non-esensial. Logam berat esensial adalah logam yang sangat membantu dalam proses fisiologi makhluk hidup dengan jalan membantu kerja enzim atau pembentukan organ dari makhluk hidup yang bersangkutan, seperti seng (Zn), tembaga (Cu), besi (Fe), dan lain-lain. Logam berat non-esensial adalah logam yang perannya dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui, kandungannya dalam jaringan hewan sangat kecil dan apabila

kandungannya tinggi akan dapat merusak organ-organ tubuh makhluk hidup yang bersangkutan, seperti timbel (Pb), merkuri (Hg), kadmium (Cd), kromium (Cr) dan lain-lain (Darmono, 1995).

Timbel atau timah hitam (Gambar 4) dalam bahasa ilmiahnya dinamakan plumbum. Logam ini disimbolkan dengan Pb. Timbel termasuk ke dalam kelompok logam golongan IV-A pada tabel periodik unsur kimia dan mempunyai nomor atom (NA) 82 dengan bobot atau berat atom (BA) 207,2) (Palar, 1994).



Gambar 5. Timbel (Fernanda, 2012)

Timbel atau timah hitam termasuk logam yang sangat populer dan banyak dikenal oleh orang awam. Hal tersebut disebabkan oleh banyaknya timbel yang digunakan di pabrik dan paling banyak menimbulkan keracunan pada makhluk hidup (Darmono, 1995). Timbel (Pb) merupakan logam yang amat beracun, tidak dapat dimusnahkan serta tidak terurai menjadi zat lain. Oleh karena itu, apabila timbel terlepas ke lingkungan akan menjadi ancaman bagi makhluk hidup. Timbel banyak digunakan untuk berbagai keperluan industri. Hal tersebut dikarenakan, timbel mempunyai sifat-sifat antara lain (Sunu, 2001):

- a. Merupakan logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk.
- b. Mempunyai titik cair yang rendah sehingga bila digunakan dalam bentuk cair dibutuhkan teknik yang cukup sederhana.
- c. Mempunyai densitas lebih tinggi dibandingkan dengan logam lainnya, kecuali merkuri dan emas.

Secara alamiah timbel masuk ke dalam perairan melalui pengkristalan di udara dengan bantuan air hujan dan proses korofikasi dari batuan mineral akibat hempasan gelombang angin (Petrus dan Rachmansyah, 2002). Timbel dapat menyebabkan pencemaran dalam perairan. Suatu perairan yang tercemar oleh Pb akan berdampak negatif kepada organisme perairan. Logam Pb dapat masuk ke dalam tubuh makhluk hidup melalui rantai makanan, insang, atau difusi melalui permukaan kulit, mengakibatkan toksik ikan itu dapat terserap dalam jaringan, tertimbun dalam jaringan (bioakumulasi), dan pada konsentrasi tersebut akan dapat merusak organ dalam jaringan tubuh (Palar, 1994). Toksisitas logam timbel terhadap organisme air dapat menyebabkan kerusakan jaringan organisme, khususnya pada organ ikan seperti insang dan usus, kemudian ke jaringan bagian dalam seperti hati dan ginjal tempat logam tersebut terakumulasi (Darmono, 2001).