

**SKRIPSI**

**IKAN SAPU SAPU DANAU TEMPE KABUPATEN WAJO:  
SPESIES, KOMPOSISI TUBUH DAN KANDUNGAN  
LOGAM BERAT**

**Disusun dan diajukan oleh**

**NUR SAKINAH LATUCONSINA  
L051 17 1518**



**PROGRAM STUDI PEMANFAATAN SUMBERDAYA PERIKANAN  
DEPARTEMEN PERIKANAN  
FAKULTAS ILMU KELAUTAN DAN PERIKANAN  
UNIVERSITAS HASANUDDIN  
MAKASSAR  
2021**

## LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

**IKAN SAPU SAPU DANAU TEMPE KABUPATEN WAJO:  
SPESIES, KOMPOSISI TUBUH DAN KANDUNGAN LOGAM BERAT**

Disusun dan diajukan oleh

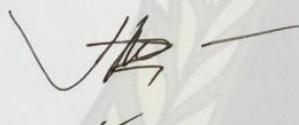
**NUR SAKINAH LATUCONSINA  
L051171518**

Telah dipertahankan di hadapan Panitia Ujian yang dibentuk dalam rangka Penyelesaian Studi Program Sarjana Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin pada tanggal 4 Februari 2021 dan dinyatakan telah memenuhi syarat kelulusan.

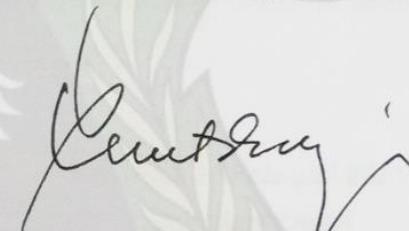
Menyetujui,

Pembimbing Utama,

Pembimbing Anggota,



Kasmianti, STP., MP., Ph.D  
NIP.19740816 200312 2 001



Prof. Dr. Ir. Metusalach, M.Sc  
NIP.19600525 198601 1 001

Ketua Program Studi,



Mukti Zairuddin, S.Pi., M.Sc., Ph.D  
NIP.19710703 199702 1 002

## PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Nur Sakinah Latuconsina  
NIM : L051 17 1518  
Program Studi : Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan  
Fakultas : Ilmu Kelautan dan Perikanan

Menyatakan dengan ini bahwa karya tulisan saya berjudul :

Ikan Sapu Sapu Danau Tempe Kabupaten Wajo:  
Spesies, Komposisi Tubuh dan Kandungan Logam Berat

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

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

Makassar, 4 Februari 2021

Yang menyatakan



Nur Sakinah Latuconsina

## ABSTRAK

**Nur Sakinah Latuconsina.** L051 17 1518. "Ikan Sapu Sapu Danau Tempe Kabupaten Wajo: Spesies, Komposisi Tubuh dan Kandungan Logam Berat". Dibimbing oleh **Kasmiati** sebagai Pembimbing Utama dan **Metusalach** sebagai Pembimbing Anggota.

---

Ikan sapu sapu merupakan ikan asing bersifat invasif yang saat ini mendominasi populasi ikan di perairan tawar Indonesia termasuk Danau Tempe di Sulawesi Selatan. Meskipun jumlahnya berlimpah namun ikan sapu sapu belum dimanfaatkan sebagaimana pemanfaatan ikan pada umumnya karena diduga ikan sapu sapu tercemar logam berat yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan spesies, mengetahui komposisi bagian – bagian tubuh dan menentukan kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd ikan sapu sapu dari Danau Tempe. Pengambilan sampel ikan dilakukan dengan metode *purposive sampling* di area yang menjadi salah satu lokasi penangkapan ikan oleh nelayan dan banyak ditemukan ikan sapu sapu yaitu dalam wilayah Desa Barutancung Kecamatan Tanasitolo Kabupaten Wajo. Penentuan spesies ikan berdasarkan pola abdomen, komposisi bagian – bagian tubuh ikan dinyatakan sebagai persentase relatif terhadap berat ikan utuh dan analisa logam berat dengan metode serapan atom. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 70% dari 90 ekor ikan sapu sapu ditentukan sebagai *Pterygoplichthys pardalis* dan 30% adalah jenis hibrid inter-grade. Bagian kepala dan daging ikan merupakan bagian tubuh terbanyak dengan persentase 34,04% dan 26,64%. Kandungan logam berat sampel hati, usus, insang, daging merah, daging putih, tulang dan kulit/sisik ikan sapu sapu adalah Hg <0,005 mg/kg, Pb < 0,10 mg/kg dan Cd <0,02 mg/kg. Kandungan logam berat tersebut lebih rendah dari ambang batas persyaratan SNI dan BPOM sehingga aman bagi kesehatan manusia yang mengkonsumsi. Dengan demikian ikan sapu sapu *P. pardalis* yang mendominasi Danau Tempe dapat dimanfaatkan sebagai bahan pangan dan bahan baku untuk produk turunan lainnya.

Kata kunci : ikan sapu sapu, penentuan spesies, logam berat, Danau Tempe

## ABSTRACT

**Nur Sakinah Latuconsina.** L051 17 1518. "Amazon Armoured Catfish in Tempe Lake, Wajo Regency: Species, Body Composition and Heavy Metal Content". Supervised by **Kasmiati** as the principle supervisor and **Metusalach** as the co-supervisor.

---

Amazon armoured catfish is an invasive foreign fish that currently dominates the fish population in Indonesia's fresh waters including Tempe Lake in South Sulawesi. Despite the amount is abundant, it has not been utilized by local people as utilization of fish in general since it is suspected that the fish has been polluted by heavy metals which are harmful to human health. The aims of this study were to determine species, composition of body parts and heavy metal content of Hg, Pb and Cd the Amazon armoured catfishes from Tempe Lake. The fish samples were collected by purposive sampling method in an area that is one of the fishing grounds by fishermen and the fish was found. The sampling site was in Barutancung Village, Tanasitolo District, Wajo Regency. Determination of the fish species was conducted based on the abdominal patterns, the composition of fish body parts was expressed as a percentage relative to the weight of whole fish and heavy metals were analyzed by atomic absorption method. The results showed that 70% of the 90 fish samples was determined as *Pterygoplichthys pardalis* and 30% was inter-grade hybrids. The head and meat of the fish were the most body parts with percentage of 34,04% and 26,64%. The level of heavy metal samples of liver, intestine, gills, red meat, white meat, bones and skin/scales were Hg <0.005 mg/kg, Pb <0.10 mg/kg and Cd <0.02 mg/kg. The heavy metal content detected for all samples was lower than the threshold requirements for SNI and BPOM so that the fish is safe for human health. Thus, the *P. pardalis* fish that dominates Tempe Lake potential to be used as food and raw materials for other derivative products.

Keywords : Amazon armoured catfish, species determination, heavy metal, Tempe Lake

## KATA PENGANTAR



### ***Assalamualaikum warahmatullahi wabarakatuh***

Segala puji dan syukur senantiasa penulis panjatkan kepada Allah SWT atas berkat, rahmat senantiasa memberikan penulis kesehatan, kekuatan, kesabaran selama ini sehingga skripsi ini dapat terselesaikan. Tidak lupa penulis haturkan shalawat serta salam kepada baginda kita Nabi Muhammad SAW, yang telah menjadi suri tauladan yang baik bagi umatnya untuk selalu mengerjakan kebajikan. Penyusunan skripsi yang berjudul "**Ikan Sapu Sapu Danau Tempe Kabupaten Wajo: Spesies, Komposisi Tubuh dan Kandungan Logam Berat**", dimaksudkan untuk memenuhi sebagian syarat – syarat guna mencapai gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

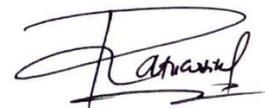
Penulis menyadari bahwa penulisan ini tidak dapat terselesaikan tanpa dukungan dari berbagai pihak baik secara moril maupun materiil. Oleh karena itu, penulis ingin menyampaikan ucapan terima kasih yang sebesar – besarnya kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini terutama kepada :

1. Kedua orang tua saya, ayahanda tercinta **Akhmad Latuconsina** dan ibunda tersayang **Sitti Asia Marasabessy** yang selalu memberikan dukungan baik moril maupun materiil, kasih sayang, perhatian serta doa yang tiada hentinya kepada penulis.
2. Saudara kandung tersayang, **Mulia Amriany Latuconsina, Sitti Zumrah Latuconsina, Ananda Putri Latuconsina** dan **Gita Maulidani Latuconsina** yang selalu memberikan doa, semangat dan dukungan selama penulis menyelesaikan masa studi.
3. Ibu **Kasmianti, STP, MP., Ph.D** selaku pembimbing ketua yang sudah seperti orangtua sendiri serta menjadi panutan bagi penulis, selalu sabar meluangkan waktu, tenaga serta pikiran dalam membimbing, yang telah berkenan memberikan tambahan ilmu dan solusi atas setiap permasalahan dalam penulisan skripsi ini.
4. Bapak **Prof. Dr. Ir. Metusalach, M.Sc** selaku pembimbing anggota serta sebagai orangtua yang senantiasa meluangkan waktu membimbing, memberikan masukan dan ilmu serta membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.
5. Bapak **Dr. Fahrul, S.Pi., M.Si** dan **Dr. Syahrul, S.Pi., M.Si** selaku penguji yang memberikan pengetahuan, masukan berupa saran dan kritik yang sangat membangun kepada penulis.
6. Ibu **Dr. Nursinah Amir, S.Pi., MP** selaku penasehat akademik penulis selama menempuh pendidikan di Universitas Hasanuddin.

7. Bapak **Wahyu** selaku pegawai dinas perikanan Kabupaten Wajo, nelayan yang telah memberi informasi dan membantu dalam pengambilan sampel selama di Danau Tempe.
8. Kakak **Fani** dan Kakak **Fahrunnisa** selaku staff dan analis di Laboratorium Balai Besar Industri Hasil Perkebunan (BBIHP) yang telah sabar menjawab semua pertanyaan dan membantu selama pelaksanaan penelitian.
9. Pegawai dan staff Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan yang bekerja keras dalam menyelesaikan segala administrasi yang penulis butuhkan selama pengurusan seminar dan ujian.
10. Saudara – saudara seperjuanganku **Rahmatul Khasanah, Vinny Dwicahyuni Tonglo, Sri Devi, Andi Aisyah Pala Margunani, Herdianti Mallawa, Andi Athifah Putri, Besse Dalauleng, Nurul Fadhillah Ahmad, St. Nurhalizah, Asdar** yang senantiasa menemani dan menjadi penyemangat dalam setiap liku – liku perkuliahan.
11. **Husnul Khatimah, Andi Tenri Nurunnisa, Siti Rahmadina** selaku teman penelitian THP (Teknologi Hasil Perikanan) yang selalu membantu dan memberikan semangat kepada penulis.
12. **Sarah Salampessy, Abdul Kadir Masi, Ruby Cahyani, Haerul, Muh. Nurrahmansyah, Muh. Ilham Pratama, Raden Safriani Sukma** selaku sahabat yang selalu mendoakan dan memberikan semangat kepada penulis.
13. Teman – teman seperjuangan **Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan #17** dan **Belida #17**, untuk kebersamaan dan kenangannya yang tidak terlupakan.
14. **KMP PSP KEMAPI FIKP UNHAS** dan **Himpunan Mahasiswa Jurusan KEMAPI FIKP UNHAS** yang telah memberikan pengalaman yang sangat berharga selama penulis menjadi mahasiswa.
15. Semua pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari sempurna dikarenakan terbatasnya pengalaman dan pengetahuan penulis. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan saran, masukan serta kritik yang membangun dari berbagai pihak. Semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi pembaca dan semua pihak.

Makassar, 4 Februari 2021



Nur Sakinah Latuconsina

## BIODATA PENULIS



Nur Sakinah Latuconsina dilahirkan pada tanggal 18 November 1999 di Ambon, Maluku. Orang tua bernama Akhmad Latuconsina dan Sitti Asia Marasabessy. Pada tahun 2011 lulus dari Sekolah Dasar SD Negeri 79 Ambon. Pada tahun 2014 lulus dari Sekolah Menengah Pertama SMP Negeri 14 Ambon. Pada tahun 2017 lulus dari Sekolah Menengah Atas SMA Negeri 18 Makassar. Pada tahun yang sama 2017 tepatnya Senin, 14 Juli 2017 penulis berhasil diterima pada Program Studi Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan (PSP), Departemen Perikanan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar. Selama kuliah penulis pernah ikut berlembaga di Keluarga Mahasiswa Profesi (KMP) PSP KEMAPI FIKP UNHAS sebagai pemateri bidang akademik juga menjadi *steering* dan sekretaris kegiatan, menjadi anggota Paduan Suara Mahasiswa (PSM) pada tahun 2018, menjabat sebagai BPH Divisi Pengaderan Himpunan Mahasiswa Jurusan (HMJ) KEMAPI FIKP UNHAS periode (2018 – 2019). Selain itu penulis juga menjadi salah satu penerima beasiswa PPA (Peningkatan Prestasi Akademik) dari Universitas Hasanuddin pada tahun 2019.

# DAFTAR ISI

Halaman

<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>iii</b>
<b>DAFTAR GAMBAR .....</b>	<b>iv</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN.....</b>	<b>v</b>
<b>I. PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang .....	1
B. Rumusan Masalah.....	2
C. Tujuan dan Manfaat Penelitian .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>4</b>
A. Ikan Sapu Sapu .....	4
B. Gambaran Umum Danau Tempe.....	5
C. Logam Berat.....	6
D. Karakteristik, Keamanan dan Dampak Logam Berat.....	8
1. Merkuri (Hg).....	8
2. Timbal (Pb) .....	10
3. Kadmium (Cd).....	12
E. Penentuan Kandungan Logam Berat .....	13
F. Penelitian Terkait Logam Berat di Indonesia.....	14
<b>III. METODOLOGI PENELITIAN .....</b>	<b>16</b>
A. Waktu dan Tempat .....	16
B. Bahan dan Alat .....	17
C. Prosedur Penelitian .....	17
1. Pengambilan Sampel.....	17
2. Penanganan Ikan Sampel.....	18
3. Penentuan Spesies Ikan Sapu Sapu.....	18
4. Analisa Kandungan Logam Berat.....	19
a. Preparasi Sampel.....	19
b. Penentuan Kandungan Logam Berat .....	20
5. Analisa Data .....	23
<b>IV. HASIL .....</b>	<b>24</b>
A. Penentuan Spesies Ikan Sapu Sapu.....	25

B.	Komposisi Tubuh Ikan Sapu Sapu.....	29
C.	Kandungan Logam Berat.....	30
<b>V.</b>	<b>PEMBAHASAN.....</b>	<b>32</b>
A.	Penentuan Spesies Ikan Sapu Sapu.....	32
B.	Komposisi Tubuh Ikan Sapu Sapu.....	33
C.	Kandungan Logam Berat.....	34
<b>VI.</b>	<b>SIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>39</b>
A.	Kesimpulan.....	39
B.	Saran.....	39
	<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>40</b>
	<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>45</b>

## DAFTAR TABEL

Nomor	Halaman
1. Bahan dan alat penelitian serta kegunaannya .....	17
2. Pengelompokkan sampel ikan sapu sapu berdasarkan ukuran.....	24
3. Hasil penentuan spesies ikan sapu sapu di Danau Tempe berdasarkan pola abdomen .....	25
4. Komposisi tujuh bagian tubuh ikan sapu sapu relatif terhadap berat total .....	29
5. Kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd ikan sapu sapu.....	30

## DAFTAR GAMBAR

Nomor	Halaman
1. Ikan sapu sapu tampak lateral dan ventral.....	5
2. Peta lokasi penelitian.....	16
3. Variasi pola abdomen ikan sapu sapu referensi.....	18
4. Tiga kelompok ikan dalam penentuan spesies.....	24
5. Variasi pola abdomen ikan sapu sapu dari Danau Tempe .....	28

## DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Halaman
1. Pengambilan sampel ikan sapu sapu di Kecamatan Tanasitolo.....	46
2. Penanganan ikan sampel .....	47
3. Pengelompokkan ikan sapu sapu berdasarkan ukuran.....	48
4. Variasi ikan sapu sapu referensi .....	52
5. Penentuan spesies ikan sapu sapu berdasarkan ukuran .....	54
6. Preparasi sampel komposisi tubuh dan analisa logam berat.....	55
7. Komposisi bagian tubuh ikan sapu sapu.....	60
8. Sampel analisa kandungan logam berat .....	61

## I. PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Logam berat merupakan salah satu zat pencemar yang dapat mempengaruhi kualitas air maupun organisme perairan yang hidup didalamnya. Keberadaan logam berat di danau menurut BPD LH (2000) berasal dari kegiatan rumah tangga, pertanian dan industri. Limbah yang umumnya paling banyak mengandung logam berat adalah limbah industri (Fadillah *et al.*, 2017).

Perairan Danau Tempe berdasarkan penelitian BLHD (2012) menunjukkan indikator telah mengalami pencemaran seperti perubahan suhu air, pH, warna, bau, rasa, tingginya kekeruhan, logam berat dan meningkatnya radioaktivitas air. Kontribusi logam berat tersebut berasal dari aktivitas masyarakat seperti industri, pertanian, transportasi air serta aktivitas pemukiman yang seluruh kegiatan tersebut menimbulkan limbah buangan yang bermuara ke Danau Tempe. Berdasarkan penelitian Amin & Mustafa (2000), keberadaan logam berat di Danau Tempe tidak diragukan lagi dikarenakan adanya logam berat pada perairan dan sedimen yang berasal dari sungai pemasok air ke Danau Tempe (Haerunnisa, 2014). Meskipun demikian tidak ditemukan data kuantitatif yang secara khusus melaporkan kandungan logam berat baik sedimen, air maupun organisme penghuni Danau Tempe.

Logam berat perlu mendapat perhatian jika masuk ke perairan karena sifatnya yang sulit terdegradasi sehingga mudah terakumulasi kedalam lingkungan dan organisme air. Biota yang hidup dalam perairan tercemar logam berat dapat mengakumulasi logam berat dalam jaringan tubuhnya, kandungan logam berat dalam biota akan bertambah dari waktu ke waktu karena sifat logam berat yang bioakumulatif (Darmono, 1995). Kandungan logam berat yang tinggi pada biota air akan mengakibatkan dampak terhadap tubuh biota tersebut, misalnya pada ikan menyebabkan kerusakan organ insang, hati dan ginjal (Coulibaly *et al.*, 2012). Kandungan logam berat berbeda pada setiap bagian tubuh ikan, jumlah Hg dan Pb dalam daging lebih rendah dibandingkan pada insang dan hati (Arain *et al.*, 2008; Paudanan *et al.*, 2020).

Ikan sapu sapu merupakan salah satu biota asing yang menghuni Danau Tempe (Dina *et al.*, 2019). Ikan sapu sapu mendiami dasar perairan dengan memakan detritus yang berada pada sedimen sehingga jika perairan tercemar logam berat maka ikan sapu sapu dapat mengakumulasi logam berat pada perairan tersebut. Selain dicirikan dengan logam berat, ikan sapu sapu juga dapat hidup dengan baik dalam

kondisi perairan yang ekstrim yaitu oksigen terlarut sangat rendah dimana organisme lain tidak mampu mentoleransinya (Rao & Sunchu, 2017).

Ikan sapu sapu termasuk *invasive species* yaitu menjadi kompetitor spesies asli baik makanan maupun ruang (Dewi *et al.*, 2020). Akhir – akhir ini ikan sapu sapu di Danau Tempe menjadi perhatian yang banyak diperbincangkan berbagai kalangan baik pemerintah, anggota legislatif maupun masyarakat umum. Topik yang banyak dibicarakan adalah dominasi ikan sapu sapu di Danau Tempe yang mencapai 70% dari hasil tangkapan nelayan, berkurangnya populasi ikan – ikan asli bahkan ada yang tidak ditemukan lagi serta gangguan ekosistem danau. Selain merusak jaring, hal yang paling meresahkan adalah berkurangnya pendapatan dan kesejahteraan nelayan setempat yang menggantungkan hidupnya dari kegiatan menangkap ikan di Danau Tempe. Dominasi ikan sapu sapu disebabkan karena ikan tersebut tidak dimanfaatkan baik secara ekonomi maupun sebagai sumber nutrisi sebagaimana ikan pada umumnya. Hal tersebut selain disebabkan karena wujud ikan yang tidak menarik, terutama masyarakat khawatir ikan sapu sapu telah terpapar logam berat dan mengakumulasinya sehingga berbahaya bagi kesehatan jika dikonsumsi.

Sejauh ini penelitian tentang kandungan logam berat ikan sapu sapu di Danau Tempe masih sangat terbatas (Amir *et al.*, 2020) meskipun di daerah lain telah banyak dilakukan (Aksari *et al.*, 2015; Munandar & Eurika, 2016; Ismi *et al.*, 2019). Demikian pula halnya dengan spesies ikan sapu sapu tersebut belum ada studi yang secara khusus melaporkannya namun secara umum dikenal sebagai *Pterygoplichthys pardalis* sebagaimana ikan sapu sapu yang ditemukan di perairan tawar lainnya di Indonesia (Elfidasari *et al.*, 2016; Qoyyimah *et al.*, 2016). Dengan demikian penelitian ini dimaksudkan untuk menentukan spesies dan kandungan logam berat bagian – bagian tubuh ikan sapu sapu yang ditemukan di Danau Tempe. Penentuan kandungan logam berat dikhususkan pada ikan yang berukuran besar (panjang >36 cm dengan berat rata – rata 428 g). Penelitian ini penting sebagai rujukan upaya pemanfaatan ikan sapu sapu baik sebagai bahan pangan, pakan maupun produk turunan lainnya yang secara umum mempersyaratkan batas kandungan logam berat yang aman.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan latar belakang yang telah diuraikan, rumusan masalah penelitian ini adalah :

1. Spesies apakah ikan sapu sapu yang ada di Danau Tempe ?
2. Bagaimana komposisi bagian tubuh ikan sapu sapu ?

3. Bagaimana kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd berbagai bagian tubuh ikan sapu sapu di Danau tempe ?

### **C. Tujuan dan Manfaat Penelitian**

Tujuan penelitian ini yaitu :

1. Menentukan spesies ikan sapu sapu yang ada di Danau Tempe.
2. Menentukan komposisi bagian tubuh ikan sapu sapu.
3. Menentukan kandungan logam berat Hg, Pb dan Cd berbagai bagian tubuh ikan sapu sapu di Danau Tempe.

Manfaat dari penelitian ini adalah menjadi salah satu topik yang memperkaya khasanah ilmu pengetahuan dalam bidang yang terkait dan sebagai sumber informasi spesies, proporsi bagian tubuh dan kandungan logam berat ikan sapu sapu di Danau Tempe untuk menjadi rujukan pemanfaatannya baik sebagai bahan pangan, pakan maupun produk turunan lainnya.

## II. TINJAUAN PUSTAKA

### A. Ikan Sapu Sapu

Ikan sapu sapu merupakan salah satu jenis ikan yang termasuk dalam kategori ikan *invasive species*, dikatakan invasif karena ikan ini menguasai makanan dan ruang sehingga mengganggu ekosistem bagi spesies asli. Ikan sapu sapu masuk ke Indonesia sebagai ikan hias oleh para kolektor ikan hias. Ikan sapu sapu dapat ditentukan dengan beberapa metode yaitu morfologi, mitokondria DNA, morfometrik dan meristik. Metode morfologi dengan melihat pola abdomen yang terlihat nyata perbedaannya karena merupakan ciri khas dari ikan sapu sapu (Wu *et al.*, 2011; Bijukumar *et al.*, 2015). Ikan sapu sapu yang ada di Indonesia adalah genus *Pterygoplichthys*, dari genus tersebut diinformasikan terdapat 2 spesies di Indonesia yaitu *P. pardalis* dan *P. disjunctivus* (Page & Robins, 2006). Menurut Dina *et al.*, 2019 bahwa ikan sapu sapu yang ada di Danau Tempe merupakan jenis *Liposarcus pardalis*.

Ikan sapu sapu memiliki tubuh yang terdiri dari tiga bagian, yaitu kepala (caput), badan (truncus) dan ekor (cauda). Tubuh ikan sapu sapu tertutup oleh kulit keras yang berbentuk lempengan tulang. Kepala lebar, membulat dan mempunyai pola geometris (Pinem *et al.*, 2016). Mata ikan sapu sapu berukuran kecil dan cenderung menonjol. Pada bagian pipi dan sisi tubuh terdapat suatu pola yang menyerupai gelombang laut berbentuk tegak serta beberapa dengan pola seperti macan tutul yaitu titik – titik dan memiliki variasi warna tubuh mulai dari keabu – abuan, coklat kekuningan sampai kehitaman. Pada bagian perut terdapat bercak – bercak dengan beberapa pola menyatu serta mempunyai alat pernapasan tambahan berupa labirin (Wahyudewantoro, 2018).

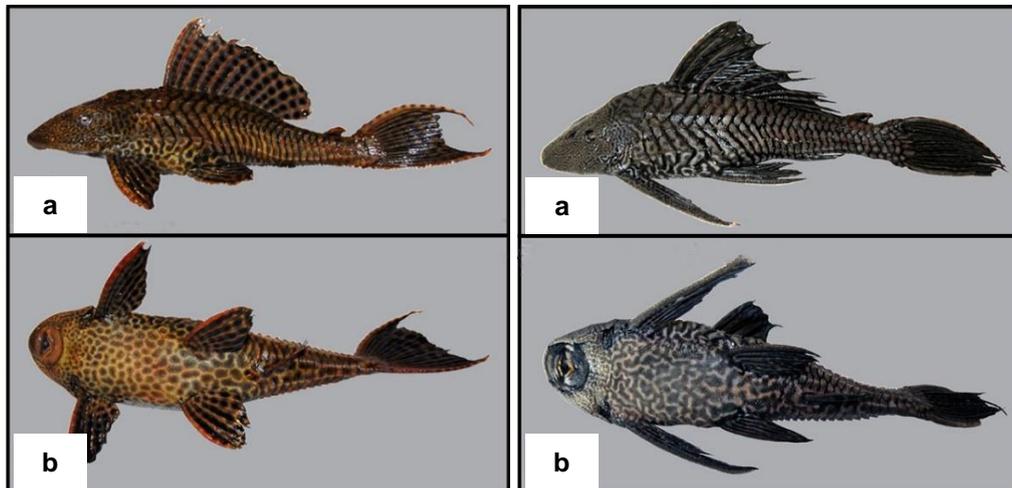
Mulut yang terletak dibagian bawah (subterminal) berbentuk seperti cakram bertipe penyaring atau penghisap, mulut tersebut memiliki bentuk triangular, gigi berfilamen tubular. Ikan sapu sapu mempunyai banyak lapisan kulit dengan kemampuan menghasilkan lendir yang berfungsi melindungi ikan dari serangan patogen serta lingkungan yang kurang menguntungkan. Sirip punggung dengan jari – jari 9 – 14, panjang maksimal 70 cm dan bobot  $\pm$  310 g. Ukuran matang gonad pertama kali pada kisaran panjang tubuh 25 cm (Rao & Sunchu, 2017).

Menurut Kottelat *et al.* (1993), ikan sapu sapu digolongkan dalam klasifikasi sebagai berikut :

Kelas : Actinopterygii  
Bangsa : Siluriformes  
Suku : Loricariidae

Marga : *Pterygoplichthys*

Spesies : *Pterygoplichthys ambrosettii*, *P. anisitsi*, *P. disjunctivus*, *P. etentaculatus*, *P. gibbiceps*, *P. joselimaianus*, *P. lituratus*, *P. multiradiatus*, *P. pardalis*, *P. parnaibae*, *P. punctatus*, *P. scrophus*, *P. undecimalis*, *P. weberi*, *P. xinguensis* dan *P. zuliaensis*.



Gambar 1. (a) Ikan sapu sapu tampak lateral, (b) Ikan sapu sapu tampak ventral.  
Sumber: Nico *et al.*, 2012.

## B. Gambaran Umum Danau Tempe

Secara geografis Danau Tempe terletak pada titik 4°00'00" – 4°15'00" LS dan 119°52'30" – 120°07'30" BT. Danau Tempe dikategorikan sebagai danau paparan banjir dengan fluktuasi tinggi muka air (TMA) tinggi mencapai  $\pm 5,6$  m. Secara umum, TMA Danau Tempe dapat dikelompokkan menjadi tiga periode yaitu periode air tinggi (Mei – Agustus, tertinggi Juni), periode rendah (September – Desember, terendah Oktober – November) dan periode rerata/sedang (Januari – April). Pada saat TMA rerata/sedang, TMA Danau Tempe berkisar antara 2 – 2,5 m. Fluktuasi TMA berpengaruh terhadap luasan perairan danau sehingga ada wilayah yang selalu tergenang dan wilayah yang hanya tergenang pada TMA tertentu (Dina *et al.*, 2019).

Kompleks Danau Tempe pada dasarnya merupakan danau banjiran. Banjir yang terjadi membawa sedimen ke dalam danau sehingga terjadi pendangkalan yang menyebabkan terjadinya perubahan fisik, kimia dan biologi danau. Kondisi danau yang semakin dangkal menyebabkan fluktuasi ketinggian air yang sangat tinggi sehingga tidak lagi berfungsi sebagai suatu danau yang stabil karena menyerupai rawa. Akibat pendangkalan tersebut, beberapa bagian danau terutama bagian pesisir pada musim kemarau berubah fungsi menjadi lahan pertanian tanaman pangan dan palawijaya (Ramadhan *et al.*, 2008).

Kondisi dan produktivitas Danau Tempe cenderung menunjukkan penurunan. Hal tersebut terjadi sejak 51 tahun yang lalu, erosi tanah dan sejumlah limbah yang mengalir dari Sungai Bila dan Sungai Walanae masuk ke danau mengakibatkan pendangkalan yang demikian parah dan dipercepat oleh gulma air yang populasinya melebihi jumlah yang layak (KLHK, 2014). Tingkat sedimentasi yang terjadi menunjukkan total sedimen masuk maupun terlarut yang berasal dari sungai – sungai yang bermuara di Danau Tempe sebanyak 1.069.099 m<sup>3</sup>/tahun. Total sedimen yang dikeluarkan melalui Sungai Cenrana hanya sebanyak 550.490 m<sup>3</sup>/tahun, sisa yang tertinggal sebanyak 518.609 m<sup>3</sup>/tahun mengendap di dasar danau dan akhirnya menambah lapisan permukaan tanah danau (Soewaeli & Yuningsih, 2014).

Pada tahun 1948, Danau Tempe menjadi sentra terpenting produksi perikanan air tawar di Indonesia dengan produksi mencapai 58.400 ton sedangkan produksi terendah sebesar 5.233 ton pada tahun 1980 (Hamka & Naping, 2019). Jenis aktivitas yang menyebabkan semakin turunnya sumberdaya perikanan menurut masyarakat setempat adalah intensifnya penggunaan bungka toddo dan ja'bah sebagai alat penangkapan ikan. Perkembangan bungka tondo saat ini memang marak dilakukan dan semakin sulit dikendalikan. Perda No. 5 Kabupaten Wajo tahun 2000 yang mengatur penggunaan bungka toddo tidak berjalan efektif karena lemahnya pengawasan dan penegakkan aturan. Ukuran bungka toddo yang dioperasikan di Danau Tempe banyak yang melebihi ukuran yang diperbolehkan menyebabkan benih – benih ikan ikut tertangkap. Selain itu, terjadi juga pelanggaran aturan jarak antar bungka toddo. Jarak yang diperbolehkan sekurang – kurangnya adalah 150 meter namun kenyataannya banyak bungka toddo yang dipasang berjarak kurang dari 50 meter. Akibatnya sumberdaya perikanan cenderung mengalami penurunan populasi. Alat tangkap ja'bah umumnya diletakkan di dasar danau terutama pada area banyak tanaman air atau akar – akar pohon tempat ikan berlindung atau mencari makan. Pemasangan alat tangkap tersebut mengganggu ikan – ikan yang akan dan sedang memijah pada daerah tersebut. Penyebab lain menurunnya jumlah ikan penghuni asli Danau Tempe adalah adanya ikan invasif yaitu ikan sapu sapu yang saat ini mendominasi populasi ikan (Hamka & Naping, 2019).

### **C. Logam Berat**

Logam berat merupakan kelompok unsur logam yang memiliki massa jenis lebih besar dari 5 g/cm<sup>3</sup>, dimana pada tingkatan tertentu dapat menjadikannya beracun sehingga sangat membahayakan makhluk hidup. Logam berat bersifat mengikat bahan organik, mengendap di dasar perairan dan menyatu dengan sedimen sehingga kandungan logam berat sedimen akan lebih tinggi daripada air. Pencemaran logam

terjadi karena adanya penggunaan logam tersebut dalam aktivitas kehidupan manusia menghasilkan limbah yang mencemari lingkungan. Daya toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup sangat bergantung pada spesies, lokasi, umur (fase siklus hidup), daya tahan (detoksifikasi) dan kemampuan individu untuk menghindarkan diri dari pengaruh polusi atau cemaran (Darmono, 1995).

Berdasarkan akibat pengaruh sinergik antar logam, efek sub letal, bioakumulasi dan bahaya yang ditimbulkan terhadap orang yang mengkonsumsi ikan yang terpapar logam berat maka dapat diurutkan dari tinggi ke rendah sebagai berikut merkuri (Hg), kadmium (Cd), emas (Ag), nikel (Ni), timah hitam (Pb), arsen (As), selenium (Se), seng (Zn) (Darmono, 1995).

Akumulasi logam berat pada ikan dapat terjadi karena adanya kontak antara medium yang mengandung toksik dengan ikan. Kontak berlangsung dengan adanya pemindahan zat kimia dari lingkungan air kedalam atau permukaan tubuh ikan, misalnya logam berat masuk melalui insang. Masuknya logam berat kedalam tubuh organisme perairan dengan tiga cara diantaranya yaitu melalui makanan, insang dan difusi melalui permukaan kulit. Logam berat dapat terakumulasi di dalam tubuh organisme dan tetap tinggal dalam jangka waktu lama sebagai racun. Logam dapat terdistribusi ke bagian tubuh manusia dan sebagian akan terakumulasi melalui berbagai perantara salah satunya adalah melalui makanan yang telah terkontaminasi oleh logam berat. Jika keadaan ini berlangsung secara terus – menerus dalam jangka waktu lama akan dapat mencapai jumlah yang membahayakan kesehatan manusia. Kandungan logam berat pada ikan berbeda – beda disetiap bagian tubuh ikan, misalkan pada bagian gonad, tulang dan kepala memiliki indikasi akumulasi logam berat yang lebih tinggi dibandingkan pada bagian daging ikan yang konsentrasi logam berat terakumulasi lebih kecil (Yulaipi & Aunurohim, 2013).

Logam berat juga dapat menghambat laju pertumbuhan ikan. Toksisitas logam berat misalkan timbal (Pb) dapat memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan, semakin lama pemaparan timbal dan semakin tinggi konsentrasi timbal akan menurunkan laju pertumbuhan. Timbal (Pb) dalam tubuh dengan konsentrasi yang tinggi akan menghambat aktivitas enzim. Penghambatan aktivitas enzim akan terjadi melalui pembentukan senyawa antara logam berat dengan gugus sulfhidri (S-H). enzim – enzim yang memiliki gugus S-H merupakan kelompok enzim yang paling mudah terhalang kerjanya. Hal tersebut disebabkan karena gugus S-H mudah berikatan dengan ion – ion logam berat yang masuk ke dalam tubuh, akibat dari ikatan yang dimiliki oleh enzim menjadi sangat berkurang akan merusak sistem metabolisme tubuh. Timbal dalam aliran darah sebagian besar diserap dalam bentuk ikatan dengan eritrosit. Timbal dapat mengganggu enzim oksidase dan akibatnya menghambat

sistem metabolisme sel. Energi yang dihasilkan dari metabolisme digunakan tubuh untuk aktivitas tubuhnya dan sisanya lagi akan digunakan untuk pertumbuhan, jika metabolisme terganggu maka pertumbuhan juga akan terganggu (Yulaipi & Aunurohim, 2013).

Sifat toksisitas logam berat dapat dikelompokkan ke dalam 3 kelompok yaitu bersifat toksis tinggi, sedang dan rendah. Logam berat yang bersifat toksis tinggi terdiri dari unsur – unsur Hg, Cd, Pb, Cu dan Zn. Bersifat toksis sedang terdiri dari unsur – unsur Cr, Ni dan Co, sedangkan bersifat toksis rendah terdiri dari unsur – unsur Mn dan Fe. Adanya logam berat di perairan berbahaya baik secara langsung maupun tidak langsung terhadap kehidupan organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat – sifat logam berat menurut Moore & Ramamoorthy (1984) yaitu :

- 1) Sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan keberadaannya secara alami sulit terurai (dihilangkan)
- 2) Terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan
- 3)  $EC_{10}$  dan  $LC_{50}$  – 96 jam yang rendah
- 4) Waktu paruh yang tinggi dalam biota laut
- 5) Nilai CF dan EF (*contamination factor and enrichment factor*) yang besar dalam tubuh biota laut. Faktor konsentrasi atau disebut pula koefisien bioakumulasi adalah rasio antara kandungan polutan dalam tubuh biota akuatik dan kandungan polutan yang bersangkutan dalam kolom air.

#### **D. Karakteristik, Keamanan dan Dampak Logam Berat**

##### **1. Merkuri (Hg)**

Merkuri dalam bahasa latin dikenal dengan nama *hydrargyrum*, dalam bahasa Yunani dikenal *hydragyros* atau *liquid silver* yang berarti cairan berwarna perak. Merkuri disingkat dengan Hg. Merkuri pada tabel periodik terdapat pada golongan II B, periode VI, memiliki nomor atom 80 dengan berat atom 200,59 g/mol (Cotton & Wilkinson, 1989). Sifat – sifat merkuri, berdasarkan Darmono (1995); Effendi (2003) adalah :

- 1) Merkuri merupakan satu – satunya logam yang berbentuk cair pada suhu kamar ( $25^{\circ}\text{C}$ ) dan memiliki titik beku yang paling rendah dibanding logam lainnya, yaitu  $-39^{\circ}\text{C}$
- 2) Kisaran suhu yang luas untuk kondisi merkuri dalam bentuk cair, yaitu  $396^{\circ}\text{C}$
- 3) Volatilitas yang tinggi dibanding logam lainnya
- 4) Konduktor yang baik karena memiliki ketahanan listrik yang rendah

- 5) Mudah dicampur dengan logam lain menjadi logam campuran yang disebut amalgam/alloy
- 6) Merkuri dan komponen – komponennya bersifat toksik terhadap semua makhluk hidup

Senyawa merkuri banyak dipakai dalam pembuatan amalgam, cat, baterai, komponen listrik, ekstraksi emas dan perak, gigi palsu, senyawa anti karat (anti *fouling*), serta fotografi dan elektronik. Pada industri kimia yang memproduksi gas klorin dan asam klorida juga menggunakan merkuri. Penggunaan merkuri dan komponen – komponennya juga sering dipakai sebagai pestisida (Fardiaz, 2005). Logam merkuri sering dipakai sebagai katalis dalam proses di industri – industri kimia, terutama pada industri vinil khlorida yang merupakan bahan dasar dari berbagai plastik. Pada alat – alat pencatat suhu seperti termometer cairan yang dipakai pada umumnya adalah logam merkuri karena bentuknya yang cair pada kisaran suhu yang luas, uniform, pemuaian serta konduktivitasnya tinggi (Fardiaz, 2005).

Sumber alami merkuri adalah cinnabar (HgS), mineral sulfida, misalnya sfalerit (ZnFeS), kalporit (CuFeS<sub>2</sub>) dan galena (PbS). Pelapukan bermacam – macam batuan dan erosi tanah dapat melepas merkuri ke dalam perairan (Effendi, 2003). Penambangan, peleburan, pembakaran bahan bakar fosil, produksi baja, semen dan fosfat juga merupakan sumber merkuri yang dapat menambah keberadaannya di alam (Lu, 2006). Di perairan alami logam berat Hg terdapat dalam bentuk Hg<sup>0</sup>, Hg<sup>+</sup> dan Hg<sup>2+</sup> yang ditentukan oleh kondisi reduksi atau oksidasi. Perairan dimana terdapat oksigen terlarut cukup baik, maka Hg<sup>2+</sup> terlarut menjadi dominan. Dalam keadaan reduksi atau fakultatif akan terbentuk Hg<sup>0</sup> dan Hg<sup>+</sup> dan apabila terdapat sulfit akan terbentuk senyawa HgS. Di perairan yang tidak tercemar, kandungan Hg<sup>2+</sup> terlarut sekitar 0,02 – 0,1 mg/l (air tawar) dan < 0,01 – 0,03 mg/l (air laut) (Sanusi, 2006).

Ada beberapa faktor yang mempengaruhi proses atau produksi metilasi Hg di perairan alami termasuk sedimen. Faktor tersebut antara lain adalah terdapatnya bahan organik atau logam berat donor (grup *alkyl*) yang berfungsi sebagai ligan organik, ukuran partikel sedimen, kadar, temperatur, kondisi reduksi – oksidasi (Eh – pH) dan aktivitas metabolik bakteri atau jasad renik (*Clostridium*, *Methanobacter*, *Neurospora*, *Pseudomonas*). Aktivitas metabolik jasad renik tersebut ada yang melibatkan enzimatik seperti (*methionine synthetase*, *acetate synthetase* dan *methane synthetase*) serta ada yang tidak melibatkan enzimatik. Perairan yang sudah tercemar oleh bahan organik dan Hg akan mempengaruhi kesuburan dan jenjang trofik (*trophic level*) suatu perairan (Sanusi, 2006).

Secara alamiah merkuri terjadi dalam beberapa bentuk di lingkungan/alam. Biasanya ditemukan atau berada pada ikan laut atau kekerangan secara alamiah ± 0,1

mg/kg. Merkuri dapat masuk ke dalam tubuh manusia melalui penyerapan udara yang mengandung bau/uap metalik merkuri atau saat mengonsumsi pangan yang tercemar merkuri. Saat manusia menghirup uap merkuri, 80% merkuri akan langsung masuk ke dalam darah dari paru – paru dan dengan cepat menyebar ke organ tubuh lainnya termasuk otak dan ginjal. Menghirup merkuri organik dapat mempengaruhi otak dan fungsi lainnya dan akan menyebabkan bermacam – macam gejala seperti mudah marah, suka gemetar, kehilangan sensasi, kesulitan daya ingat, otak yang tidak terorganisir dan lain – lain. Apabila kontak dengan kulit, dapat menyebabkan alergi dan reaksi yang terjadi tergantung daya tahan tubuh seseorang. Hg merupakan logam berat yang menduduki urutan pertama dalam sifat racunnya. Keracunan Hg yang akut dapat menyebabkan terjadinya kerusakan saluran pencernaan, gangguan kardiovaskular, kegagalan ginjal akut maupun *shock* (BPOM, 2010).

## 2. Timbal (Pb)

Timbal atau sering disebut juga timah hitam dalam bahasa latin dikenal dengan nama *plumbum*, disingkat dengan Pb. Timbal pada tabel periodik terdapat pada golongan IV A, periode VI, memiliki nomor atom 82 dengan berat atom 207,20 g/mol (Cotton & Wilkinson, 1989). Sifat – sifat timbal berdasarkan Darmono (1995); Fardiaz (2005) antara lain :

- 1) Titik cair rendah
- 2) Logam yang lunak sehingga mudah diubah menjadi berbagai bentuk
- 3) Timbal dapat membentuk alloy dengan logam lainnya dan alloy yang terbentuk mempunyai sifat yang berbeda dengan timbal murni
- 4) Densitas yang tinggi dibanding logam lain kecuali emas dan merkuri, yaitu 11,34 g/cm<sup>3</sup>
- 5) Sifat kimia timbal menyebabkan logam ini dapat berfungsi sebagai pelindung jika kontak dengan udara lembab

Penggunaan timbal terbesar adalah dalam produksi baterai, yang memakai timbal metalik dan komponen – komponennya. Penggunaan lainnya adalah untuk produk – produk logam seperti amunisi, pelapis kabel, pipa, solder, bahan kimia dan pewarna (Lu, 2006). Timbal pada perairan ditemukan dalam bentuk terlarut dan tersuspensi. Kelarutan timbal dalam air cukup rendah sehingga kandungannya relatif sedikit. Bahan bakar yang mengandung timbal (*lead gasoline*) memberikan kontribusi yang berarti bagi keberadaan timbal di perairan. Kandungan dan toksisitas timbal di perairan dipengaruhi oleh kesadahan, pH, alkalinitas dan kadar oksigen (Effendi, 2003). Pada hewan dan manusia timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui makanan dan minuman yang dikonsumsi serta melalui pernapasan dan penetrasi pada kulit.

Dalam tubuh manusia, timbal dapat menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin yang dapat menyebabkan penyakit anemia. Gejala yang diakibatkan dari keracunan logam timbal adalah kurangnya nafsu makan, kejang, lesu, lemah, muntah dan pusing. Timbal dapat juga menyerang susunan syaraf, saluran pencernaan dan menyebabkan depresi (Darmono, 1995).

Keberadaan ligan baik organik maupun anorganik dalam badan air akan membentuk ikatan kompleks dengan Pb. Ligan anorganik fosfat ( $\text{PO}_4^{3-}$ ) dan sulfida ( $\text{S}^{2-}$ ), jika Pb akan membentuk senyawa  $\text{Pb}_3(\text{PO}_4)_2$  dan  $\text{PbS}$  yang bersifat tidak larut. Di perairan dengan pH >6,0 senyawa tersebut akan mengalami proses hidrolisis membentuk  $\text{Pb}(\text{OH})^+$  terlarut. Senyawa solid  $\text{Pb}(\text{OH})_2$  hanya terbentuk pada pH  $\geq 10,0$ . Ikatan kompleks yang bersifat stabil dengan ligan organik, terutama terjadi terhadap ligan organik yang mengandung gugus S, N dan O. Selain itu padatan tersuspensi dalam kolom air akan mengadsorpsi Pb terlarut dalam air membentuk ikatan partikulat Pb. Dalam lingkungan air tawar atau sungai, besarnya adsorpsi mencapai 15 – 83% dari total Pb terlarut (Moore & Ramamoorthy, 1984).

Timbal didalam tubuh diperlukan seperti halnya kalsium. Tempat penyerapan pertama adalah plasma dan membran jaringan lunak. Selanjutnya didistribusikan ke bagian – bagian dimana timbal memegang peranan. Bayi, janin dalam kandungan dan anak – anak lebih sensitif terhadap paparan timbal karena timbal lebih mudah diserap pada tubuh yang sedang berkembang. Selain itu jaringan otot anak – anak lebih sensitif. Sekitar 99% timbal yang masuk kedalam tubuh orang dewasa dapat diekskresikan setelah beberapa minggu, sedangkan untuk anak – anak hanya 32% yang dapat diekresikan. Timbal dapat masuk ke dalam tubuh melalui pernafasan dan makanan. Konsumsi timbal dalam jumlah banyak secara langsung menyebabkan kerusakan jaringan, termasuk kerusakan jaringan mukosa. Sistem yang paling sensitif adalah sistem sintesis jaringan darah (hematopoietik) sehingga biosintesis heme terganggu. Semua sel – sel yang sedang aktif berkembang sensitif terhadap timbal. Timbal juga dapat merusak syaraf. Paparan bahan tercemar logam Pb pada bayi dan anak – anak dapat menyebabkan kerusakan otak, penghambatan pertumbuhan anak – anak, kerusakan ginjal, gangguan pendengaran, mual, sakit kepala, kehilangan nafsu makan, gangguan pada kecerdasan dan tingkah laku. Pada orang dewasa, timbal dapat menyebabkan peningkatan tekanan darah dan gangguan pencemaran, kerusakan ginjal, kerusakan syaraf, sulit tidur, sakit otak dan sendi, perubahan *mood* dan gangguan reproduksi (BPOM, 2010).

### 3. Kadmium (Cd)

Kadmium memiliki nomor atom 49, dengan berat atom 112,41 g/mol, memiliki titik didih dan titik leleh masing-masing 765°C dan 320,9°C. Kadmium disingkat dengan Cd (Cadmium). Pada tabel periodik terdapat pada golongan II B, periode V (Cotton & Wilkinson, 1989). Kadmium mempunyai sifat tahan panas sehingga baik untuk campuran bahan – bahan keramik dan plastik, kadmium juga sangat tahan terhadap korosi sehingga cocok untuk melapisi plat besi dan baja (Darmono, 1995). Kadmium terdapat di alam terutama dalam bijih timbal dan zinc. Kadmium juga digunakan sebagai pigmen pada keramik, pada penyepuhan listrik serta dalam pembuatan alloy dan baterai alkali (Baird, 1995; Lu, 2006). Baird (1995) mengemukakan bahwa kadmium juga sering dipakai sebagai elektroda pada baterai kalkulator yang dikenal sebagai nicad (nikel cadmium). Sebagian besar makanan mengandung sejumlah kecil kadmium. Padi – padian dan produk biji – bijian biasanya merupakan sumber utama kadmium. Melalui asap rokok juga menyebabkan meningkatnya kadmium di lingkungan (Baird, 1995; Lu, 2006). Keracunan kadmium dapat bersifat akut dan kronis. Efek keracunan yang dapat ditimbulkan berupa penyakit paru – paru, hati, tekanan darah tinggi, gangguan pada sistem ginjal dan kelenjar pencernaan serta mengakibatkan kerapuhan pada tulang (Effendi, 2003; Lu, 2006). Kandungan Cd di perairan alami berkisar antara 0,29 – 0,55 ppb dengan rata – rata 0,42 ppb. Kadmium tergolong logam berat dan memiliki afinitas yang tinggi terhadap grup sulfhidrid daripada enzim dan meningkat kelarutannya dalam lemak. Perairan alami yang bersifat basa, kadmium mengalami hidrolisis, teradsorpsi oleh padatan tersuspensi dan membentuk ikatan kompleks dengan bahan organik. Kadmium pada perairan alami membentuk ikatan kompleks dengan ligan baik organik maupun inorganik, yaitu:  $Cd^{2+}$ ,  $Cd(OH)^+$ ,  $CdCl^+$ ,  $CdSO_4$ ,  $CdCO_3$  dan Cd-organik. Ikatan kompleks tersebut memiliki tingkat kelarutan yang berbeda :  $Cd^{2+} > CdSO_4 > CdCl^+ > CdCO_3 > Cd(OH)^+$  (Sanusi, 2006).

Pada perairan alami dimana tersedia anion klorida, maka  $Cd^{2+}$  terlarut akan membentuk ikatan kompleks  $CdCl^+$ ,  $CdCl_2$ ,  $CdCl^{3-}$  dan  $CdCl_4^{2-}$  terutama pada suasana pH basa. Afinitas Cd terhadap anion klorida dibandingkan dengan logam berat lainnya sesuai urutan adalah  $Hg > Cd > Pb > Zn$ , dimana Cd menempati urutan kedua setelah Hg (Moore & Ramamoorthy, 1984). Bahan organik terlarut dalam perairan (gugus asam amino, sistein, polisakarida dan asam karbosilik) memiliki kapasitas membentuk ikatan kompleks dengan Cd dan logam berat lainnya. Demikian pula keberadaan asam humus dalam perairan seperti asam fulvik, asam humik akan membentuk ikatan kompleks (khelasi) dengan Cd. Umumnya stabilitas ikatan kompleks logam berat – asam humus mengikuti deret Irving – Williams (Irving – Williams Order) yaitu sebagai

berikut :



Di perairan tawar kemampuan pembentukan kompleks Cd oleh asam humus sekitar 2,7% daripada total Cd terlarut, sementara di perairan estuari lebih rendah dari 1% daripada total Cd terlarut. Jadi, selain ditentukan oleh kadar asam humus dan Cd terlarut, parameter pH dan salinitas berperan dalam membentuk ikatan kompleks logam berat – asam humus. Logam berat Cd terlarut dalam air akan mengalami proses adsorpsi oleh partikel tersuspensi dan mengendap di sedimen. Proses adsorpsi akan diikuti oleh proses desorpsi yang mengembalikan Cd dalam bentuk terlarut dalam badan air (Sanusi, 2006). Kadmium dalam air laut berbentuk senyawa klorida ( $\text{CdCl}_2$ ), sedangkan pada perairan tawar kadmium berbentuk karbonat ( $\text{CdCO}_3$ ). Pada perairan payau kedua senyawa tersebut berimbang (Darmono, 1995).

Kadmium apabila dalam kondisi asam lemah akan mudah terabsorpsi ke dalam tubuh. Sebanyak 5% kadmium diserap melalui saluran pencernaan, terakumulasi dalam hati dan ginjal. Kadmium dan senyawanya bersifat karsinogen dan bersifat racun kumulatif. Selain saluran pencernaan dan paru – paru, organ yang paling parah akibat mencerna kadmium adalah ginjal. Kerusakan yang terjadi disebabkan oleh proses destruksi eritrosit, proteinuria, rhinitis, emphysema dan bronkitis kronis. Gejala umum keracunan Cd adalah sakit di dada, nafas sesak, batuk – batuk dan lemah. Perkiraan dosis mematikan (*lethal dose*) akut adalah sekitar 500 mg/kg untuk dewasa dan efek dosis akan nampak jika terabsorpsi 0,043 mg/kg perhari (BPOM, 2010).

#### **E. Penentuan Kandungan Logam Berat**

Preparasi sampel untuk dianalisa logam berat dapat dilakukan dengan dua cara yaitu dengan menggunakan teknik digesti basah dan proses pengabuan (digesti kering). Teknik digesti basah dengan cara menguraikan bahan organik dalam larutan dengan bantuan asam pengoksidasi pekat dan panas seperti  $\text{H}_2\text{O}_2$ ,  $\text{HNO}_3$  dan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  dan dipanaskan sampai volume larutan berkurang setengah dari sebelumnya. Mineral anorganik akan tertinggal dan larut dalam larutan asam kuat. Mineral berbentuk kation logam dan berikatan kimia dengan senyawa organik yang telah terurai. Larutan selanjutnya disaring dan siap dianalisis di alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS). Destruksi mempunyai fungsi untuk memutus ikatan antara senyawa organik dengan logam yang akan dianalisis (Alvian, 2007).

Dalam mengekstrak sampel pelarut yang digunakan merupakan pelarut yang bersifat asam. Asam nitrat dan asam klorida merupakan pelarut yang sangat baik dan umumnya digunakan dalam melarutkan unsur – unsur logam yang akan dianalisis

dengan alat AAS. Asam klorida dapat melarutkan beberapa senyawa organik dan anorganik. Asam – asam tersebut mampu menyerap air dan mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam sampel sehingga kandungan logam di dalamnya dapat dianalisis (Darmono, 2001). Prinsip dasar *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) adalah untuk menentukan konsentrasi suatu unsur yang memanfaatkan proses penyerapan radiasi sumber oleh atom – atom yang berada pada tingkat energi dasar. Banyaknya penyerapan radiasi kemudian diukur pada panjang gelombang tertentu menurut jenis logamnya (Darmono, 1995). Kelebihan dari alat *Atomic Absorption Spectrophotometry* (AAS) yaitu spesifik dengan batas deteksi yang rendah dari larutan terhadap contoh, output dapat langsung dibaca, sedangkan kekurangannya yaitu AAS mempunyai keterbatasan hanya dapat diterapkan pada unsur logam saja dan tiap unsur memerlukan lampu katoda yang berbeda untuk tiap penentuannya.

#### **F. Perkembangan Penelitian Logam Berat Ikan Sapu Sapu di Indonesia**

Akhir-akhir ini studi tentang cemaran logam berat pada ikan sapu sapu (*P. pardalis*) di berbagai perairan tawar di Indonesia intensif dilakukan. Penelitian pada tahun 2015 melaporkan kandungan logam berat pada insang, hati dan otot ikan sapu sapu di Sungai Ciliwung. Kadar Cd pada ketiga organ tersebut berturut – turut 0,000146, 0,000828 dan 0,000075 mg/kg, kadar Hg masing – masing 0,002826, 0,004333 dan 0,003960 mg/kg sedangkan kadar Pb adalah 0,002571, 0,005467 dan 0,001609 mg/kg. Konsentrasi ketiga logam berat pada organ ikan sapu sapu tersebut berada dibawah nilai ambang batas menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), FAO, maupun Peraturan Pemerintah Republik Indonesia. Konsentrasi logam berat pada organ tubuh ikan berdasarkan lokasi dan musim tidak berbeda nyata, namun konsentrasi logam berat antar organ target dan jenis logam berbeda nyata. Dengan demikian perlu kehati – hatian dalam mengkonsumsi ikan sapu sapu dari Sungai Ciliwung karena beberapa logam berat terdeteksi pada organ ikan tersebut (Aksari *et al.*, 2015).

Ismi *et al.* (2019) dalam penelitiannya melaporkan kandungan 10 jenis logam berat pada daging ikan sapu sapu (*P. pardalis*) di Sungai Ciliwung Wilayah Jakarta. Hasil penelitian tersebut menunjukkan bahwa kadar logam berat jenis As, Cd, Hg dan Pb (kadar Pb tertinggi) pada daging ikan sapu sapu melewati batas maksimum untuk produk perikanan yang ditetapkan oleh BPOM. Konsentrasi logam berat yang tinggi pada ikan tersebut diduga karena tingginya akumulasi cemaran logam di air dan sedimen terutama pada saat musim hujan. Pada tahun yang sama, Eika (2019) melakukan studi kandungan logam berat (Pb, Cd, Hg dan Cr) pada ginjal, hati, kulit dan insang ikan sapu sapu (*P. pardalis*) juga di sungai Ciliwung Jakarta. Hasil

penelitian tersebut menggambarkan bahwa kadar Pb berturut – turut dari tinggi ke rendah adalah pada insang ( $1.467 \pm 0.309$  mg/kg), kulit ( $0.3415 \pm 0.458$  mg/kg), ginjal ( $0.0168 \pm 0.0080$  mg/kg) dan hati ( $0.0123 \pm 0.0037$  mg/kg). Konsentrasi Hg berturut – turut pada hati ( $0.0680 \pm 0.021$  mg/kg), ginjal ( $0.030 \pm 0.002$  mg/kg), kulit ( $0.013$  mg/kg) dan insang ( $0.0135 \pm 0.005$  mg/kg). Kadar Hg dan Pb pada organ ikan sapu sapu tersebut secara statistik dinyatakan tidak berbeda nyata.

Penelitian terbaru dilaporkan oleh Amir *et al.* (2020) mengenai kandungan logam Pb, Hg dan As ikan sapu sapu pada tiga lokasi di Danau Tempe Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kadar ketiga logam berat tersebut pada daging, sisik/kulit dan tulang/sirip tidak melewati persyaratan batas cemaran logam berat yang dipersyaratkan SNI.