

**GAMBARAN HISTOPATOLOGI ORGAN INSANG DAN HATI
PADA BERBAGAI UMUR IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*)
YANG DIPAPAR LOGAM TIMBAL (II) NITRAT**

TESIS

ZULKARNAIN MUSADA

NIM 4620105006



**Untuk Memenuhi Salah Satu Persyaratan
Guna Memperoleh Gelar Magister**

**PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS BOSOWA
MAKASSAR**

2022

HALAMAN PENGESAHAN

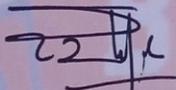
Judul : Gambaran Histopatologi Organ Insang dan Hati Pada
Berbagai Umur Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang
Dipapar Logam Timbal (II) Nitrat
Nama : Zulkarnain Musada
NIM : 4620105006
Program Studi : Budidaya Perairan

Menyetujui :

Komisi Pembimbing

Pembimbing I

Pembimbing II

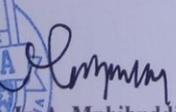

Dr. Ir. Erni Indrayati, M.P
NIDN. 0921106501

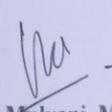

Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M
NIDN. 004066705

Mengetahui :

**Direktur Program Pascasarjana
Universitas Bosowa**

**Ketua Program Studi
Magister Budidaya Perairan**


Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P
NIDN. 005086301


Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M
NIDN. 004066705

HALAMAN PENERIMAAN

Pada hari / tanggal : Senin, 22 Agustus 2022

Hasil Penelitian atas nama : Zulkarnain Musada

NIM : 4620105006

PANITIA UJIAN TESIS

Ketua : Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P
(Pembimbing I)

Sekretaris : Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M
(Pembimbing II)

Anggota Penguji : 1. Dr. Ir. Nurasia Umar, M.Si

2. Dr. Sutia Budi, M.Si

Makassar, 22 Agustus 2022

Direktur Program Pascasarjana
Universitas Bosowa

Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P
NIDN. 005086301

SURAT PERNYATAAN KEORISINALAN TESIS

Yang bertanda tangan di bawah ini :

Nama : Zulkarnain Musada
NIM : 4620105006
Program Studi : Budidaya Perairan

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tesis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri., bukan merupakan pengambil alihan tulisan atau pikiran orang lain yang saya akui sebagai tulisan atau pikiran saya sendiri. Jika dikemudian hari terbukti merupakan duplikat, tiruan, plagiat, atau dibuat oleh orang lain secara keseluruhan atau sebagian besar, maka tesis ini dan gelar yang diperoleh karenanya batal demi hukum.

Makassar, 22 Agustus 2022

Yang menyatakan




Zulkarnain Musada
NIM : 4620105006

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas rahmat-NYA, sehingga penulis dapat menyelesaikan tesis dengan judul **Gambaran Histopatologi Organ Insang dan Hati pada Berbagai Umur Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Dipapar Logam Timbal (II) Nitrat**. Tesis ini disusun untuk memenuhi salah satu persyaratan memperoleh gelar Strata-2 (M.Si) pada pascasarjana program studi Budidaya Perairan Universitas Bosowa.

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

1. Prof. Dr. Ir. Batara Surya, S.T., M.Si selaku Rektor Universitas Bosowa dan jajarannya.
2. Prof. Dr. Ir. A. Muhibuddin, M.P, selaku Direktur Pascasarjana Universitas Bosowa Makassar dan jajarannya.
3. Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M, selaku Ketua Program Studi Pascasarjana Budidaya Perairan dan sebagai Pembimbing II atas kesediaan memberikan solusi serta saran dalam penyempurnaan tesis ini.
4. Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P, selaku Pembimbing I atas kerelaan waktu, pikiran, saran dan motivasi dalam penyusunan tesis ini.
5. Kepala Tata Usaha dan seluruh staf Pascasarjana Universitas Bosowa yang dengan sabar membantu penulis menyelesaikan administrasi mulai dari seminar proposal dan ujian tesis.
6. Segenap staf dan pegawai Laboratorium FMIPA Unhas, BBIHPMM Makassar, Balai Besar Veteriner Maros, dan BBKIPM Makassar atas bantuannya selama penulis melaksanakan penelitian.
7. Orang tua tersayang, ayahanda Almarhum Suharto Musada dan ibunda Selvi Pomalingo dengan segala cinta tulus dan doa agar penulis dapat senantiasa sehat dalam menyelesaikan studi.
8. Paman terhebat sedunia, Moh. Halik Itjen Musada, S.Pd., M.M, yang telah merawat dan menyekolahkan semenjak SD sampai dengan

sekarang. Semoga berkah kesehatan serta kesuksesan senantiasa dilimpahkan oleh Allah SWT dan kasih sayangnya dapat penulis balas.

9. Adik tercinta, Zulfan Musada dan Wahyudin Ismail yang tiada letih memberi semangat agar penulis tetap teguh menyelesaikan studi.
10. Oma Ana, Enga' Oci, Sisa Femi, Om Tani, Om Sonu, Sisa Amin, saudara sepupu, dan keponakan serta seluruh keluarga yang selalu mendoakan agar penulis dapat menyelesaikan studi.
11. Sahabat se almamater Program Studi Pascasarjana Budidaya Perairan angkatan 2020.
12. Abangda Thariq Modanggu, S.Ag., M.Pdi (Bupati Gorontalo Utara), Abangda Hamzah Sidik Djibran, S.H., M.H (Wakil Ketua DPRD Gorontalo Utara), Kakanda "Jenderal" Dahlan Usman, S.E., M.M, (Korwil IKA Unhas Prov. Gorontalo), dan Bapak Thomas Idrus Mopili, S.E., M.M (Ketua Komisi III DPRD Prov. Gorontalo) atas segala bantuan moril dan motivasi bagi penulis dalam menyelesaikan studi.
13. Kawan-kawan perumahan BTN Antara; Iki, Saddam, Pian, Monta, Law, Putra, Mikel, Irman, Alen, Fahri, Aldo, dan Bili. Teman-teman Aspura BOGANI; Novan, Didink, Akbar, Kurnia, Bang Yoga, dan Bang Rein.
14. Keluarga Besar Gerakan Mahasiswa Nasional Indonesia (GmnI) Cabang Makassar.
15. Kakak Roedy Rustam, Kanda Allank, Kak Andi, Sapewali "Cak Ali", Furqan, Tris, dan Bro Enhal.
16. Serta semua pihak yang telah membantu penulis dalam menyelesaikan penulisan tesis ini.

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

Makassar, 22 Agustus 2022

Penulis,

ABSTRAK

Zulkarnain Musada. 2022. Gambaran Histopatologi Organ Insang dan Hati pada Berbagai Umur Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dipapar Logam Timbal (II) Nitrat. Tesis, Program Studi Budidaya Perairan Program Pascasarjana Universitas Bosowa. (Dibimbing oleh Erni Indrawati dan Sri Mulyani).

Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh umur ikan terhadap akumulasi logam Timbal (II) Nitrat pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*), menganalisis gambaran histopatologi organ insang dan hati berdasarkan umur ikan Nila (*O. niloticus*), dan pengaruh logam Timbal (II) Nitrat terhadap sintasan ikan Nila (*O. niloticus*).

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang dilaksanakan selama 7 (tujuh) hari. Populasi yang digunakan adalah ikan Nila (*O. niloticus*) yang berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan. Sampel yang digunakan yaitu organ insang dan hati, sedangkan dosis logam Timbal (II) Nitrat dengan konsentrasi 25 ppm. Pengambilan sampel organ insang dan hati dilakukan pada hari ke 8 (delapan), kemudian dilakukan analisis akumulasi logam Timbal (II) Nitrat dan gambaran histopatologi pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*). Data yang diperoleh ditabulasi menggunakan Anova *one-way* dan dianalisis secara deskriptif.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata nilai akumulasi logam Timbal (II) Nitrat dengan konsentrasi 25 ppm pada organ insang perlakuan A (umur 1 bulan) 16,06 ppm, perlakuan B (umur 2 bulan) 14,47 ppm, dan perlakuan C (umur 3 bulan) 11,20 ppm. Sedangkan pada organ hati perlakuan A (umur 1 bulan) sebesar 24,61 ppm, perlakuan B (umur 2 bulan) 47,61 ppm dan perlakuan C (umur 3 bulan) 51,18 ppm. Hasil analisis sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa umur ikan Nila (*O. niloticus*) berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap akumulasi logam Timbal (II) Nitrat. Pengamatan histopatologi pada organ insang perlakuan A (umur 1 bulan) edema 41,67%, fusi lamela 50%, dan nekrosis 33,33%, perlakuan B (umur 2 bulan) edema 33,33%, fusi lamela 41,67%, dan kongesti 33,33%, dan perlakuan C (umur 3 bulan) edema 33,33%, fusi lamela 33,33%, dan kongesti 41,67%. Pengamatan histologi pada organ hati perlakuan A (umur 1 bulan) *melano macrophages center* (MMC) 41,67% dan vakuola 33,33%, perlakuan B (umur 2 bulan) *melano macrophages center* (MMC) 50,00% dan *hyperemia* 41,67%, perlakuan C (umur 3 bulan) *melano macrophages center* (MMC) 58,33% dan vakuola 41,67%. Sintasan ikan Nila (*O. niloticus*) perlakuan A (umur 1 bulan) 66,7%, perlakuan B (umur 2 bulan) 72,2%, perlakuan C (umur 3 bulan) 83,3% dengan hasil analisis sidik ragam (Anova) menunjukkan bahwa logam Timbal (II) Nitrat berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sintasan ikan Nila (*O. niloticus*).

Kata kunci : Logam Timbal (II) Nitrat, ikan Nila (*O. niloticus*), histopatologi insang dan hati.

ABSTRACT

Zulkarnain Musada. 2022. *Histopathological Description of Gill and Liver Organs at Various Ages of Tilapia (*Oreochromis niloticus*) Exposed to Lead (II) Nitrate.* Thesis, Aquaculture Study Program, Postgraduate Program, University of Bosowa. (Supervised by Erni Indrawati and Sri Mulyani).

The purpose of this study was to determine the effect of fish age on the accumulation of lead (II) nitrate in the gills and liver of Tilapia (*O. niloticus*), analyze the histopathological description of gill and liver organs based on the age of Tilapia (*O. niloticus*), and the effect of lead metal. (II) Nitrates on survival of Tilapia (*O. niloticus*).

This research is an experimental study which was carried out for 7 (seven) days. The population used was Tilapia (*O. niloticus*) aged 1 month, 2 months, and 3 months. The samples used were gills and liver, while the metal dose of Lead (II) Nitrate with a concentration of 25 ppm. Sampling of the gills and liver was carried out on day 8 (eight), then an analysis of the accumulation of Lead (II) Nitrate and histopathological descriptions of the gills and liver of Tilapia (*O. niloticus*) were carried out. The data obtained were tabulated using one-way ANOVA and analyzed descriptively.

The results showed that the average accumulation value of Lead (II) Nitrate with a concentration of 25 ppm in the gills of treatment A (aged 1 month) was 16.06 ppm, treatment B (aged 2 months) was 14.47 ppm, and treatment C (aged 1 month, age 3 months) 11.20 ppm. Meanwhile, the liver in treatment A (aged 1 month) was 24.61 ppm, treatment B (aged 2 months) was 47.61 ppm and treatment C (aged 3 months) was 51.18 ppm. The results of analysis of variance (Anova) showed that the age of Tilapia (*O. niloticus*) had a significant effect ($p < 0.05$) on the accumulation of Lead (II) Nitrate. Histopathological observations on the gill organs of treatment A (age 1 month) edema 41.67%, lamella fusion 50%, and necrosis 33.33%, treatment B (age 2 months) edema 33.33%, lamella fusion 41.67%, and congestion 33.33%, and treatment C (age 3 months) edema 33.33%, lamella fusion 33.33%, and congestion 41.67%. Histological observations on liver treatment A (aged 1 month) melano macrophages center (MMC) 41.67% and vacuoles 33.33%, treatment B (aged 2 months) melano macrophages center (MMC) 50.00% and hyperemia 41, 67%, treatment C (age 3 months) melano macrophages center (MMC) 58.33% and vacuoles 41.67%. The survival rate of Tilapia (*O. niloticus*) treatment A (age 1 month) 66.7%, treatment B (age 2 months) 72.2%, treatment C (age 3 months) 83.3% with the results of analysis of variance (Anova) showed that lead (II) nitrate had a significant effect ($p < 0.05$) on the survival of Tilapia (*O. niloticus*).

Key words : Metal Lead (II) Nitrate, Tilapia (*O. niloticus*), histopathology gills and heart.

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PENERIMAAN	iii
PERNYATAAN KEORISINALAN	iv
PRAKATA	v
ABSTRAK	vii
ABSTRACT	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Logam Berat	5
2.1.1 Timbal	8
2.1.2 Toksisitas Timbal Terhadap Ikan	9
2.1.3 Timbal (II) Nitrat	10
2.2 Histopatologi	11
2.2.1 Organ Insang Ikan dan Histopatologinya	11
2.2.2 Organ Hati Ikan dan Histopatologinya	15
2.3 Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	18
2.4 Kualitas Air	20
2.4.1 Suhu	20
2.4.2 Oksigen Terlarut (DO)	21
2.4.3 Derajat Keasaman (pH)	21

2.5	Kerangka Pikir	22
2.6	Hipotesis	23
BAB III METODE PENELITIAN		
3.1	Lokasi dan Waktu Penelitian	24
3.2	Populasi dan Sampel Penelitian	24
3.3	Rancangan Penelitian	25
3.4	Variabel Penelitian	26
3.5	Alat dan Bahan	27
3.6	Prosedur Penelitian	28
3.7	Parameter Penelitian	34
3.8	Analisis Data	36
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN		
4.1	Akumulasi Logam Timbal (II) Nitrat Pada Organ Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	37
4.1.1	Akumulasi Pada Organ Insang	37
4.1.2	Akumulasi Pada Organ Hati	39
4.2	Gambaran Histopatologi Pada Organ Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	42
4.2.1	Histopatologi Pada Organ Insang	42
4.2.2	Histopatologi Pada Organ Hati	51
4.3	Sintasan Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	57
4.4	Kualitas Air	60
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN		
5.1	Kesimpulan	63
5.2	Saran	64
DAFTAR PUSTAKA		

DAFTAR TABEL

Nomor	Teks	Halaman
1.	Model penyusunan data pengamatan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL)	25
2.	Alat penelitian	27
3.	Bahan penelitian	28
4.	Nilai skoring kerusakan jaringan histopatologi	35
5.	Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	37
6.	Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	40
7.	Hasil pengamatan histopatologi pada organ insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	43
8.	Hasil pengamatan histopatologi pada organ hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	51



DAFTAR GAMBAR

Nomor	Teks	Halaman
1.	Morfologi insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	12
2.	Histologi lamela primer serta sel-sel penyusun	14
3.	Kondisi histologi hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	16
4.	Histologi hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) dengan pewarnaan HE	17
5.	Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	19
6.	Kerangka Pikir Penelitian	22
7.	Layout wadah perlakuan	26
8.	Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	39
9.	Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	42
10.	Skoring histopatologi pada organ insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	44
11.	Struktur organ insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) perlakuan A (umur 1 bulan)	46
12.	Struktur organ insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) perlakuan B (umur 2 bulan)	46
13.	Struktur organ insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) perlakuan C (umur 3 bulan)	46
14.	Skoring histopatologi pada organ hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	52
15.	Struktur organ hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) perlakuan A (umur 1 bulan)	53
16.	Struktur organ hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) perlakuan B (umur 2 bulan)	53
17.	Struktur organ hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) perlakuan C (umur 3 bulan)	53
18.	Sintasan ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	57
19.	Kualitas Air	60

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1.	Hasil perhitungan akumulasi logam timbal (II) nitrat	71
2.	Hasil uji Anova <i>One Way</i> akumulasi logam timbal (II) nitrat	72
3.	Hasil perhitungan skoring histopatologi	73
4.	Hasil perhitungan sintasan ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	74
5.	Hasil perhitungan uji Anova <i>One Way</i> sintasan ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	75
6.	Hasil perhitungan kualitas air	76
7.	Surat permintaan bahan kimia logam timbal (II) nitrat	78
8.	Laporan hasil uji sampel histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) laboratorium BBVet Maros	79
9.	Surat penelitian pemeriksaan foto dan pembacaan histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>) laboratorium BBKIPM Makassar	80
10.	Dokumentasi penelitian	81
11.	Preparat mikroskopis organ insang dan hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	85

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Timbal merupakan logam berat dengan lambang Pb yang berasal dari bahasa latin yaitu pumbum. Timbal sebagai logam berat beracun dan berbahaya serta banyak ditemukan sebagai pencemar yang cenderung mengganggu kelangsungan hidup organisme perairan (Palar, 2002 *dalam* Patang, 2018) . Logam berat terlarut dalam badan perairan pada konsentrasi tertentu akan menjadi sumber racun bagi organisme di perairan. Pencemaran logam berat diduga dapat memicu kerusakan secara struktural dan fungsional pada berbagai organ ikan. Salah satu organ yang sensitif terhadap pencemaran adalah insang dan hati. Timbal mudah terikat dengan protein di dalam jaringan tubuh sehingga mengganggu berbagai fungsi fisiologis, menurunkan sistem kekebalan tubuh, sampai terjadinya mortalitas (Darmono, 1995 *dalam* Oktavyandika, 2017).

Senyawa toksik timbal merupakan logam berat bersifat toksik terhadap tumbuhan, hewan dan manusia (Purnomo, 2007 *dalam* Agustina, dkk, 2019) yang paling banyak menimbulkan dampak pencemaran. Logam ini, ditemukan dalam bentuk terlarut dan kelarutannya di dalam air cukup rendah sehingga pada keadaan normal kadar timbal di dalam air relatif sedikit. Namun pada kasus pencemaran, kandungan logam ini dapat naik dan terabsorpsi ke dalam tubuh ikan melalui respirasi pada insang, rantai makanan sampai masuk ke saluran cerna, atau melalui kulit.

Insang adalah organ respirasi yang langsung berhubungan dengan air, sehingga apabila air mengandung zat pencemar maka akan mengakibatkan kerusakan pada insang dan organ-organ yang berhubungan dengan insang. Insang pada ikan memiliki permukaan yang luas sehingga dengan masuknya senyawa toksik ke dalam insang dapat menyebabkan keracunan, karena bereaksinya kation senyawa tersebut dengan fraksi tertentu dari lendir insang. Kondisi ini menyebabkan proses metabolisme dari insang menjadi terganggu. Senyawa toksik logam seperti timbal telah menyebabkan kerusakan pada insang ikan Nila berupa edema sel epitel, lepasnya epitel dari jaringan dibawahnya dan hiperplasia yang menyebabkan dua lamela sekunder bersatu (Rosmaidar dkk, 2017).

Organ hati sangat rentan mengalami kerusakan akibat pengaruh zat kimia dan sering menjadi sasaran utama dari efek racun zat kimia. Sehingga dengan adanya zat toksik, dapat mempengaruhi struktur histologi hati. Hati yang tercemar zat toksik logam timbal akan mengakibatkan patologis hati seperti pembengkakan sel, pembendungan darah (kongesti), hemoragi dan nekrosis (Darmono, 2001 dalam Rauzatul, dkk 2017). Kerusakan pada hati juga diteliti oleh Asfiyan (2021) dimana kerusakan akibat paparan logam timbal pada hati ikan Bader (*Barbonyumas gonionotus*) berupa edema, inti piknotik, pelebaran sinusoid, karyorheksis dan degenerasi lemak.

Perubahan pada tingkat sel maupun tingkat jaringan baik secara morfologi maupun secara fisiologi merupakan dasar analisis histopatologi. Analisa histopatologi dapat digunakan untuk mengetahui gambaran kesehatan ikan

melalui perubahan struktur yang terjadi pada organ yang menjadi target utama dari bahan pencemar seperti insang, hati, dan daging (Kusumadewi dkk, 2015).

Akibat kerusakan jaringan pada ikan, maka analisa histopatologi dapat menjadi parameter yang sangat sensitif dan menjadi sangat penting didalam menentukan perubahan struktur sel yang terjadi di organ dalam seperti ginjal, hati dan gonad. Histopatologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari kondisi dan fungsi jaringan dalam hubungannya dengan penyakit. Saat terjadi perubahan dalam struktur sel akibat terkena penyakit, bakteri, adanya substansi berbahaya seperti logam berat, maupun karena terjadinya perubahan faktor fisika (suhu) dan kimia (salinitas, pH atau DO) lingkungan, hal tersebut menunjukkan bahwa telah terjadi atau bahkan sedang berlangsung perubahan pada kondisi lingkungan dimana ikan tersebut berada (Prayitno dkk, 2017).

Penelitian yang dilakukan Fatikhah (2014) terhadap ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.) mengalami perubahan struktur mikroanatomi insang yang dipapar timbal asetat pada konsentrasi 259,51 ppm, 291,94 ppm, dan 324,38 ppm selama 96 jam terjadi kerusakan berupa edema, fusi lamela, hiperplasia, *epithelial lifting*, dan nekrosis. Rauzatul, dkk (2017) mengatakan bahwa pengaruh paparan timbal terhadap histopatologis hati ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dengan dosis 25,06 mg/l menyebabkan kerusakan degenerasi dan nekrosis yang berat pada sel hepatosit hati ikan Nila (*Oreochromis niloticus*).

Berdasarkan hal tersebut diatas, maka sangat penting untuk melakukan kajian gambaran histopatologi organ insang dan hati pada berbagai umur ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar logam timbal (II) nitrat.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Bagaimana pengaruh umur ikan terhadap akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*).
2. Bagaimana gambaran histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) pada berbagai umur yang dipapar logam timbal (II) nitrat.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mengetahui pengaruh umur ikan Nila (*O. niloticus*) terhadap akumulasi timbal (II) nitrat pada organ insang dan hati.
2. Menganalisis perbedaan tingkat histopatologi pada umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai akumulasi logam timbal (II) nitrat serta gambaran histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) pada berbagai umur yang dipapar logam berat timbal (II) nitrat. Selain itu, dapat pula memberikan kontribusi bagi insan akademik budidaya perairan dalam memperkaya studi literatur kepustakaan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Logam Berat

Logam berat adalah unsur-unsur kimia dengan bobot jenis lebih besar dari 5 g/cm³, terletak di sudut kanan bawah sistem periodik, mempunyai afinitas yang tinggi terhadap unsur S dan bernomor atom 22 sampai 92 dari perioda 4 sampai 7 (Berniyanti, 2020). Sebagian logam berat seperti timbal (Pb), kadmium (Cd) dan merkuri (Hg) merupakan zat pencemar yang berbahaya. Afinitas yang tinggi terhadap unsur S menyebabkan logam ini menyerang ikatan belerang dalam enzim, sehingga enzim menjadi tidak aktif. Gugus karboksilat (-COOH) dan amina (-NH₂) juga bereaksi dengan logam berat. Kadmium, timbal dan tembaga terikat pada sel-sel membran yang menghambat proses transformasi melalui dinding sel. Logam berat juga mengendapkan senyawa fosfat biologis atau mengakatalis pengurainya (Berniyanti, 2020).

Berdasarkan sifat kimia dan fisiknya, maka tingkat atau daya racun logam berat terhadap hewan air dapat diurutkan (dari tinggi ke rendah) sebagai berikut; merkuri (Hg), kadmium (Cd), seng (Zn), timah hitam (Pb), krom (Cr), nikel (Ni) dan kobalt (Co) (Waji dkk, 2019).

Pencemaran logam berat terhadap alam lingkungan merupakan suatu proses yang erat hubungannya dengan penggunaan logam tersebut oleh manusia. Pada awal digunakannya logam sebagai alat, belum diketahui pengaruh pencemaran pada lingkungan. Proses oksidasi dari logam yang menyebabkan perkaratan sebetulnya merupakan tanda-tanda adanya hal tersebut di atas. Tahun demi tahun

ilmu kimia berkembang dengan cepat dan dengan mulai ditemukannya garam logam (HgNO_3 , PbNO_3 , HgCl , CdCl_2), karena diperjual-belikannya garam tersebut untuk industri, maka tanda-tanda pencemaran lingkungan mulai timbul (Erfandy, 2013).

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

Logam berat yang masuk ke dalam perairan akan mengalami paling tidak tiga proses; yaitu pengendapan, adsorpsi dan absorpsi oleh organisme-organisme perairan. Apalagi konsentrasi logam berat lebih besar dari daya larut terendah komponen yang terbentuk antara logam dan anion yang ada dalam air seperti *carbonat*, *hidroksil* atau *clorida*, maka logam tersebut akan diendapkan. Kebanyakan logam berat mempunyai daya larut yang tinggi (kecuali Fe yang sangat mudah mengendap). Kebanyakan tingginya daya larut logam inilah yang sangat membahayakan kehidupan organisme perairan (Angraeni dan Dewi, 2017).

Selain diendapkan, logam berat dapat pula dipindahkan dari badan air melalui proses adsorpsi (ikatan). Partikel-partikel bahan tertentu seperti *hydrates ferric oxide*, *hydrated mangane oxyde*, *clay mineral*, dan bahan-bahan organik yang terkandung dalam perairan dapat mengadsorpsi (mengikat) logam-logam berat. Logam berat dalam air dapat pula dipindahkan dari badan air melalui absorpsi

(penyerapan) oleh organisme air, baik secara langsung maupun tidak langsung melalui rantai makanan. Absorpsi secara langsung biasanya melalui bagian-bagian tubuh seperti insang, hati dan dinding usus adalah lebih berbahaya dibandingkan melalui rantai makanan. Kondisi ini akan memungkinkan terjadinya penumpukan logam berat di dalam jaringan tubuh organisme pada setiap tropik level (Nurchahyo, 2018).

Organisme akuatik pada tingkat tropik level rendah seperti alga, *phytoplanton*, dan invertebrata yang bersifat *filter-feeding*, akumulasi logam berat berasal dari dalam kolom air. Sedangkan spesies yang berada pada tingkat tropik level yang tinggi seperti ikan akumulasi logam berat berasal dari dua sumber, yaitu berasal dari bioakumulasi dari jaringan tubuh organisme yang dimakan dan penyerapan secara langsung dari dalam kolom air (Muslimah, 2015).

Secara umum ikan yang besar dan dewasa memiliki kadar logam berat dalam tubuhnya lebih tinggi, hal ini disebabkan mereka merupakan spesies yang besar dengan tingkat tropik level yang tinggi pula. Namun demikian kadar konsentrasi logam berat dalam jaringan tubuh ikan berbeda dalam setiap spesies dan tergantung pula pada perbedaan jenis pakan, laju metabolik dan laju pertumbuhannya (Handayani dan Ririn, 2015).

Secara umum pengaruh logam berat, atas daya racunnya terhadap organisme air (ikan, udang-udangan, dan kerang) dapat dibagi menjadi dua, yaitu pengaruh racun bersifat *lethal* atau mematikan dan pengaruh *sublethal*. Pengaruh yang bersifat mematikan (*lethal*) diekspresikan sebagai *median lethal concentration* atau LC_{50} , yaitu konsentrasi yang dibutuhkan untuk membunuh 50% dari pada

organisme uji dalam kurun waktu tertentu, seperti 24, 48 atau 96 jam. Konsentrasi *lethal* tersebut berbeda bagi setiap organisme dan jenis logam berat. Sedangkan *sublethal*, yaitu pengaruh yang terjadi pada organisme tanpa mengakibatkan kematian pada organisme tersebut. Pengaruh *sublethal* ini dapat dibedakan atas tiga macam, yaitu; 1) menghambat pertumbuhan, perkembangan, dan reproduksi, 2) menyebabkan terjadinya perubahan morfologi, dan 3) mengubah tingkah laku dari organisme (Angraeni dan Dewi, 2017).

2.1.1 Timbal

Timbal merupakan salah satu jenis logam berat yang terjadi secara alami yang tersedia dalam bentuk biji logam dan juga dalam percikan gunung berapi, dan bisa juga diperoleh di alam. Karena meningkatnya aktivitas manusia, seperti pertambangan dan peleburan, penggunaan dalam bahan bakar minyak, dan masih banyak lagi digunakan dalam pembuatan produk lainnya, sehingga timbal telah meningkat dalam 300 tahun terakhir. Timbal yang masuk ke dalam perairan dapat berasal dari limbah buangan industri kimia, industri percetakan, industri yang menghasilkan logam dan cat (Reski, 2022).

Secara alami logam timbal masuk ke badan perairan melalui pengkristalan logam timbal di udara dengan bantuan air hujan. Di samping itu, proses korosifikasi pada batuan mineral akibat hempasan gelombang dan angin, juga merupakan salah satu jalur sumber logam timbal akan masuk ke dalam badan perairan. Selanjutnya, dijelaskan lagi bahwa badan perairan yang telah kemasukan senyawa atau ion-ion timbal, menyebabkan jumlah logam timbal yang ada dalam

badan perairan melebihi konsentrasi yang semestinya, sehingga mengakibatkan kematian bagi organisme perairan tersebut (Patang, 2018).

Timbal di perairan sangat berbahaya bagi kehidupan organisme. Hal ini disebabkan oleh sifat logam yang sulit didegradasi, sehingga logam berat mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan sulit untuk dihilangkan (Suarsa, 2015). Penurunan berat badan yang disertai dengan gangguan sistem pernapasan dan pencernaan diakibatkan oleh efek kronis. Sedangkan kerusakan sel darah merah, penurunan kandungan hemoglobin, serta gangguan sistem saraf pusat dan tepi diakibatkan oleh efek akut. Timbal dapat terikat di beberapa jaringan seperti insang, hati, limpa, otak dan sumsum tulang (Rahayu dkk, 2017).

2.1.2 Toksisitas Timbal terhadap Ikan

Pengaruh timbal yang masuk ke dalam tubuh ikan dapat mengakibatkan fungsi hematologi, sistem saraf pusat, dan ginjal. Sedangkan gejala awal akibat keracunan timbal ditandai dengan berkurangnya jumlah eritrosit dalam darah sehingga menyebabkan anemia. Kelainan sistem saraf pusat diakibatkan oleh keracunan timbal organik. Sedangkan kelainan sel darah merah diakibatkan oleh keracunan timbal anorganik (Rahmi, 2020).

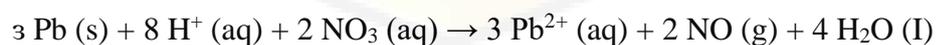
Ciri-ciri ikan yang terakumulasi polutan timbal memiliki tingkat pergerakan yang sangat aktif, aktivitas respirasi meningkat, kehilangan keseimbangan, kerusakan saluran pernapasan (*bronchi*), insang dan kulit tertutup oleh membran mucus yang mengalami pembekuan, hemolisis dan kerusakan pada eritrosit (Tasykal dan Aini, 2015).

Paparan timbal dalam waktu yang lama dalam tubuh, bukan hanya ditemukan pada insang saja melainkan juga ditemukan pada saluran pencernaan, liver dan otot. Paparan timbal selama 2 jam dengan konsentrasi 7,7 mg/l dapat menimbulkan efek racun pada ikan *rainbow trout*. Sedangkan pada ikan *cryprinidonts* efek tersebut terlihat setelah terpapar selama 12 jam pada konsentrasi 3,0 mg/l. sama halnya belut juga mengalami kematian setelah terpapar timbal selama 21 hari pada konsentrasi 3,0 mg/l (Tasykal dan Aini, 2015).

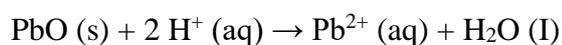
2.1.3 Timbal (II) Nitrat

Timbal yang larut dalam air adalah timbal asetat ($\text{Pb}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$), timbal klorat $\text{Pb}(\text{ClO}_3)_2$, timbal stearat $\text{Pb}(\text{C}_{18}\text{H}_{35}\text{O}_2)$ dan timbal nitrat $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$. Timbal (II) nitrat merupakan senyawa anorganik yang memiliki rumus kimia $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ yang memiliki berat molekul 331,23 g/mol dan meleleh pada 270°C . Timbal (II) nitrat umumnya kristal tidak berwarna atau berbentuk bubuk putih, dibandingkan dengan garam timbal lainnya, maka garam timbal ini sangat mudah larut dalam air. Timbal (II) bersifat racun terhadap manusia, hewan dan merupakan oksidator (Rahmi, 2020).

Cara membuat timbal nitrat adalah melarutkan logam Pb pada larutan asam nitrat dengan melarutkan PbO dalam asam nitrat (Taro, 2020).



atau



2.2 Histopatologi

Histopatologi merupakan cabang ilmu biologi yang mempelajari kondisi dan fungsi jaringan dalam hubungannya dengan penyakit yang secara detail menggunakan mikroskop pada sediaan jaringan yang dipotong tipis. Histopatologi sangat penting dalam kaitannya dengan diagnosis karena salah satu pertimbangan dalam penegakkan diagnosis adalah melalui hasil pengamatan terhadap jaringan yang diduga terganggu. Putri dkk (2019), pemeriksaan histopatologi dilakukan melalui pemeriksaan terhadap perubahan abnormal pada tingkat jaringan yang bertujuan untuk memeriksa penyakit berdasarkan pada reaksi perubahan jaringan. Pemeriksaan ini hendaknya disertai dengan pengetahuan tentang gambaran histologi normal jaringan sehingga dapat dilakukan perbandingan antara kondisi jaringan normal terhadap jaringan sampel (abnormal). Analisa histopatologi dapat menjadi parameter yang sangat sensitif dan menjadi sangat penting di dalam menentukan perubahan struktur sel yang terjadi pada organ dalam seperti insang, hati, dan ginjal (Santoso & Hidayaturrahmah, 2021).

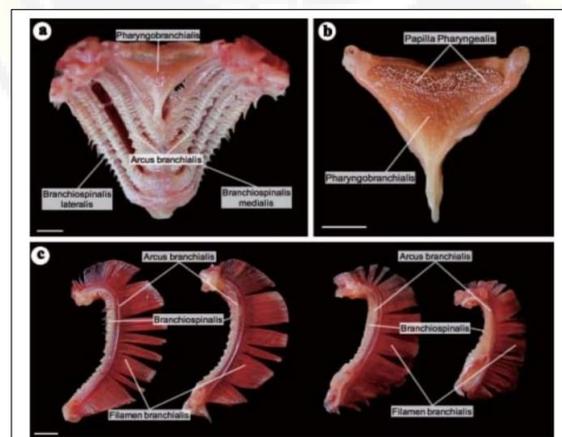
2.2.1 Organ Insang Ikan dan Histopatologinya

Insang atau *branchia* merupakan organ pernapasan yang digunakan oleh ikan untuk melakukan proses pernapasan yaitu pengambilan oksigen dan pelepasan karon dioksida. Setiap ikan memiliki insang pada bagian kanan dan kiri dari faring. Kebanyakan ikan bertulang sejati memiliki empat pasang insang, namun ada yang sampai enam pasang (Made, 2015).

Insang ikan terdiri dari filamen insang atau *hemibranchia* atau *gill filament*, berwarna merah, terdiri atas jaringan lunak dengan bentuk menyerupai sisir dan

melekat pada lengkung insang. Tiap satu lembaran insang terdiri dari sepasang filamen dan pada setiap filamen mengandung banyak lapisan tipis yang disebut lamela. Filamen mengandung pembuluh darah kapiler yang memungkinkan oksigen (O_2) berdifusi masuk dan karbondioksida (CO_2) berdifusi keluar (Made, 2015).

Pada ikan bertulang sejati insang ditutupi oleh tutup insang yang disebut operculum. Tulang lengkung insang atau *archus branchialis* atau *gill arch*, merupakan tempat melekatnya filamen dan tapis insang, berwarna putih, dan memiliki saluran darah yaitu arteri afferent dan arteri efferent yang memungkinkan darah keluar masuk ke dalam insang. Tapis insang atau *gill rakers*, berupa sepasang deretan batang tulang rawan yang pendek dan bergerigi, melekat pada bagian depan dari lengkung insang dan memiliki fungsi untuk menyaring air pernapasan. Pada ikan-ikan herbivora pemakan plankton, tapis insang biasanya rapat dan ukurannya panjang serta berfungsi sebagai penyaring makanan.



Gambar 1. Morfologi insang ikan Nila (*O. niloticus*). Insang tampak dorsal (a), rahang *pharyng* tampak dorsal (b), insang tampak lateral (c). Skala Bar 0,5 cm. (Sumber : Ernita, dkk. 2020).

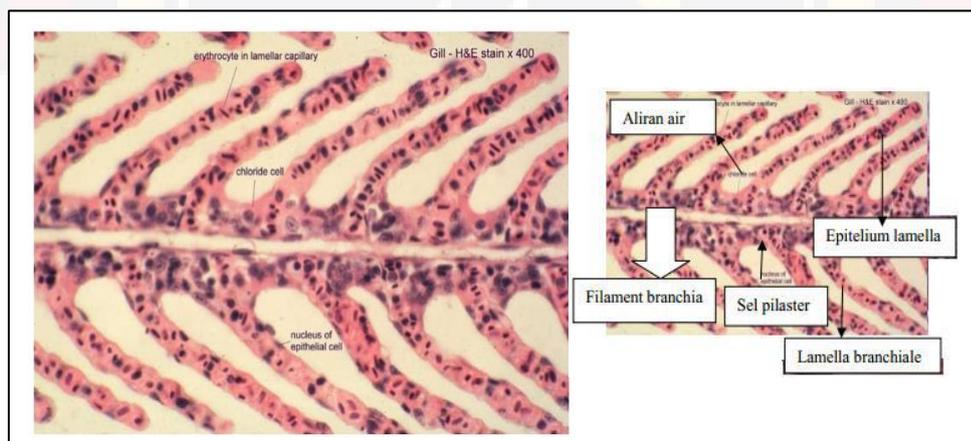
Luas permukaan epitel dari insang menyerupai luas dari permukaan kulit, bahkan pada sebagian besar spesies ikan luas permukaan epitel insang ini jauh melebihi kulit, sehingga insang memiliki peran penting dalam proses hemostatis. Insang ikan memiliki lapisan epitel yang tipis berguna untuk efisiensi pertukaran gas yaitu penyerapan oksigen dan pelepasan karbondioksida. Selain mempermudah pertukaran gas, lebarnya sel epitel dapat mempermudah masuknya bibit penyakit dan meningkatkan resiko iritasi. Selain itu, insang memiliki fungsi untuk mengatur pertukaran garam dan air serta berfungsi dalam ekskresi produk-produk limbah nitrogen, terutama amonia. Kerusakan ringan pada struktur insang ikan mengakibatkan gangguan dalam osmoregulasi dan kesulitan bernapas (Hardi dan Handayani, 2016).

Lengkung insang terdiri dari lamela primer. Masing-masing lamela primer memiliki lamela sekunder yang teletak tegak lurus terhadap lamela primer. Lengkungan insang ditutupi oleh jaringan epidermal dan mengandung banyak sel-sel mukosa. Pada lamela primer terdapat sel klorid. Sel-sel klorid ini paling banyak ditemukan pada basal (proksimal) dari lamela (Tahang, 2018)

Sel ini berfungsi dalam transportasi ion dan detoksifikasi. Pertukaran gas terjadi di seluruh permukaan lamela sekunder terutama melalui pertukaran antara darah dan air yang berasal dari lingkungan. Permukaan lamela sekunder terdiri dari sel squamosa yang saling tumpang tindih, biasanya satu lapisan didukung dan dipisahkan oleh sel pilar dengan ketebalan 9-10 μm . sel-sel pilar memiliki fungsi utama sebagai penyokong membran basal penyusun pembuluh darah. Sel ini mengandung sel kontraktil mirip amuba yang berfungsi menahan aliran darah

yang memiliki tekanan tinggi dari aorta ventral (Mulyani dkk, 2014). Permukaan epitel pipih memiliki mikrovili yang berfungsi untuk membantu lendir pada kutikula dalam mengurangi infeksi dan abrasi serta memiliki peran penting dalam mengatur pertukaran gas, air, dan ion. Sel goblet ditemukan tersebar di antara sel-sel epitel skuamosa lamela insang, serta dalam daerah basal dari lamela tersebut (Khusnah, 2021).

Lapisan epitel insang yang tipis dan berhubungan langsung dengan lingkungan luar mengakibatkan insang berpeluang besar mengalami paparan oleh bahan pencemar yang ada di perairan. Kerusakan sekecil apapun dapat mengakibatkan terganggunya fungsi insang sebagai pengatur osmose dan kesulitan bernapas. Pembendungan aliran darah akibat trauma fisik, zat pencemar, maupun gangguan sistem sirkulasi pada lamela akan mengakibatkan edema atau pembengkakan sel di sekitar pembuluh darah yang terlihat dari perluasan jaringan antara pembuluh darah dengan lapisan epitel lamela primer (Made, 2015).



Gambar 2. Histologi lamela primer serta sel-sel penyusun, diantaranya darah merah, sel epitel, dan sel klorid (Sumber : *Fish Histology and Histopathology*, 2007 dalam Sudiasti, 2011 dan Made, 2015).

Pembendungan dan edema akan mengurangi efisiensi difusi gas dan dapat berakibat fatal seperti kematian. Difusi gas terganggu karena luas permukaan serap pada lamela sekunder insang akan menyempit. Edema sering terjadi akibat pemaparan polutan-polutan yang berasal dari bahan kimia, seperti logam berat (Ploeksic, *et al.* 2010).

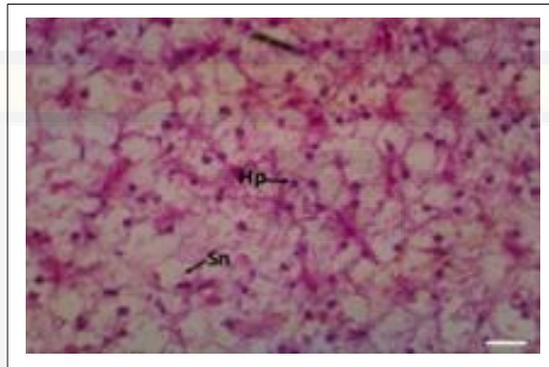
Edema, fusi lamela, dan hiperplasia pada insang ikan dapat diakibatkan oleh panas dan polusi (asam, ammonia, logam berat dan pestisida) yang menyebabkan perubahan struktur sel klorid. Edema dan diikuti oleh lepasnya epitel dari lamela sekunder yang mengakibatkan terganggunya fungsi epitel sebagai penangkap gas terlarut (Saputra, 2013).

Hiperplasia terjadi disertai dengan peningkatan jumlah sel-sel mucus di dasar lamela dan mengakibatkan fusi lamela. Ruang interlamela yang merupakan saluran air dan ruang produksi mucus dapat tersumbat akibat hiperplasia sel epitel yang berasal dari filamen primer sehingga seluruh ruang intralamela diisi oleh sel-sel yang baru. Hiperplasia dapat mengakibatkan penebalan jaringan epitel di ujung filamen atau penebalan jaringan yang terletak di dekat dasar lamela (Rosmaidar dkk, 2017).

2.2.2 Organ Hati Ikan dan Histopatologinya

Hati merupakan organ terbesar pada tubuh ikan yang terletak dibagian sisi perut, dalam rongga *pelitoneal* dan melingkupi *vincera*. Hati memiliki seperti huruf U dan berwarna merah kecoklatan. Struktur utama hati ialah sel hati atau hepatosit. Hepatosit (sel parenkim hati) berperan utama dalam metabolisme. Sel-sel ini terletak sinusoid yang berisi darah dan saluran empedu. Sel kupffer

merupakan monosit atau makrofag dan memiliki fungsi utama menelan bakteri dan benda asing dalam darah. Sehingga hati merupakan salah satu organ utama pertahanan agen toksik (Made, 2015).



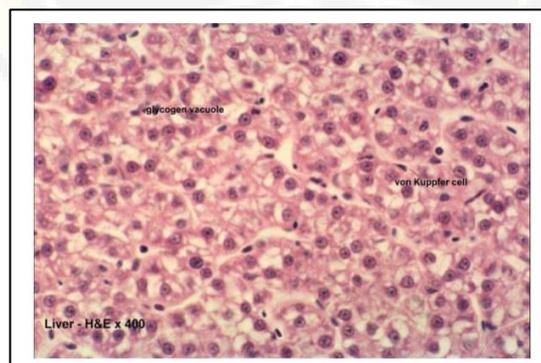
Gambar 3. Kondisi histologi hati ikan Nila. (Hp=hepatosit, VS=vena sentralis, dan Sd=sinusoid) (Sumber : Alifia dan Djawad, 2003).

Hati mampu mensintesis atau menyimpan nutrien yang terserap, memproduksi cairan empedu, dan sebagai pembuangan beberapa produk limbah dari darah. Berdasarkan fungsinya, hati merupakan organ yang paling banyak mengakumulasi zat toksik yang masuk dalam tubuh sehingga dapat mudah terkena efek toksik (Rosmaidar dkk, 2017).

Suatu toksikan dalam hati akan dihentikan (nonaktif) oleh enzim-enzim dalam hati, namun apabila toksikan masuk secara terus menerus, besar kemungkinan hati akan jenuh terhadap toksikan (tidak mampu mendektoksifikasi toksik lagi), sehingga metabolisme dalam hati akan menurun. Apabila metabolisme terganggu, maka proses dektoksifikasi menjadi kurang efektif dan menyebabkan senyawa metabolit bereaksi dengan unsur sel, sehingga memicu kematian sel.

Terdapat zat toksik dalam tubuh ikan yang mempengaruhi struktur histologi hati ikan sehingga dapat mengakibatkan kelainan histologi hati yaitu pembengkakan sel, nekrosis atau kematian sel, fibrosis dan serosis. Pembengkakan sel hati ditandai dengan adanya vakuola atau ruang-ruang kosong akibat pembengkakan hepatosit yang menyebabkan penyempitan sinusoid. Hal tersebut terjadi karena muatan elektrolit di luar dan di dalam sel berada dalam keadaan tidak seimbang. Keadaan tersebut akan berakibat sel membengkak sehingga sel keluar dan kemudian terjadi kematian sel atau nekrosis. Kematian sel yang terus berlanjut akan berakibat fokal nekrosis.

Fokal nekrosis ditandai dengan hilangnya struktur jaringan, daerah nekrosis dikelilingi zona pendarahan atau hemoragik. Adanya nekrosis menyebabkan respon peradangan pada jaringan yang masih hidup di sekitar daerah nekrosis. Peradangan ditandai dengan adanya jendolan darah serta jaringan berwarna merah karena banyaknya eritrosit yang keluar dari pembuluh darah. Respon peradangan ini bertujuan untuk pemulihan serta menekan agen nekrosis.



Gambar 4. Histologi hati ikan dengan pewarnaan HE (Sumber : *Fish Histology and Histopathology*, 2007 dalam Made R.K, 2015).

Hal ini akibat sel-sel mengalami nekrosis tidak mampu di absorpsi oleh sel fagosit sehingga dapat melarutkan unsur-unsur sel sehingga dapat mengeluarkan enzim sitolitik. Respon peradangan dilakukan dengan cara regenerasi sel-sel hilang, pembentukan jaringan ikat serta terjadi emigrasi leukosit ke daerah nekrosis. Tetapi, apabila hati terus terpapar zat toksik maka akan menyebabkan sel kehilangan kemampuan dalam regenerasi sehingga akan memicu terjadinya fibrosis (Made, 2015).

Menurut (Khusnah, 2021), fibrosis ditandai oleh kolagen yang tebal, dimana serabut kolagen berperan dalam menyokong sinusoid dan hepatosit. Jika fibrosis meluas ke semua bagian hati maka akan terjadi sirosis (pemadatan organ hati) yang menyebabkan kegagalan fungsi hati sehingga dapat menyebabkan kematian. Hal itu disebabkan terjadinya hipertensi vena porta yang akan mengganggu aliran darah sehingga menghambat asupan nutrisi dan pertukaran oksigen. Menurut (Darmono, 1995 dalam Rauzatul, dkk (2017), kerusakan hati dibagi menjadi tiga bagian yaitu ringan yang ditandai dengan perlemakan dan pembengkakan sel. Kerusakan sedang ditandai dengan kongesti dan hemoragi, dan kerusakan berat ditandai dengan kematian sel atau nekrosis.

2.3 Ikan Nila (*O. niloticus*)

Ikan Nila (*O. niloticus*) sangat dikenal oleh masyarakat penggemar air tawar. Ikan Nila merupakan jenis ikan pendatang yang diintroduksi ke Indonesia. Ikan ini tergolong ikan pemakan segala atau omnivora (mengkonsumsi hewan dan tumbuhan), sehingga ikan ini mudah dibudidayakan. Ikan Nila memiliki bentuk tubuh yang memanjang, ramping dan relatif pipih. Ikan Nila bersifat herbivora,

omnivora dan pemakan plankton. Sifat penting lain dari ikan Nila adalah pertumbuhan relatif cepat dibandingkan ikan jenis lainnya (Selmi dkk, 2019).

Ikan Nila sangat cocok dipelihara di perairan tenang, kolam, maupun reservoir. Ikan Nila disukai masyarakat karena memiliki tekstur daging yang kesat dan rasa yang lezat serta harga yang terjangkau (Arifin & Kurniasih, 2016).



Gambar 5. Ikan Nila (*O. niloticus*), (Sumber : Musada, 2020).

Berikut kedudukan taksonomi ikan Nila :

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

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

2.4 Kualitas Air

2.4.1 Suhu

Suhu dapat mempengaruhi aktivitas-aktivitas penting ikan seperti pernapasan, pertumbuhan dan reproduksi, Oktafiansyah (2015). Suhu tinggi dapat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dan mempengaruhi selera makan ikan. Suhu air mempunyai pengaruh besar terhadap pertukaran zat atau metabolisme makhluk hidup di perairan. Selain berpengaruh terhadap pertukaran zat, suhu juga berpengaruh terhadap kadar oksigen yang terlarut dalam air. Semakin tinggi suhu suatu perairan semakin cepat pula perairan itu mengalami kejenuhan oksigen (Magfirah dkk, 2015).

Oktafiansyah (2015) mengatakan bahwa suhu optimum 28°C - 30°C ikan akan dicapai pada pagi dan sore hari. Meskipun ikan dapat beraklimatisasi pada suhu yang relatif tinggi, tetapi pada suatu derajat tertentu kenaikan dapat menyebabkan kematian.

2.4.2 Oksigen Terlarut (DO)

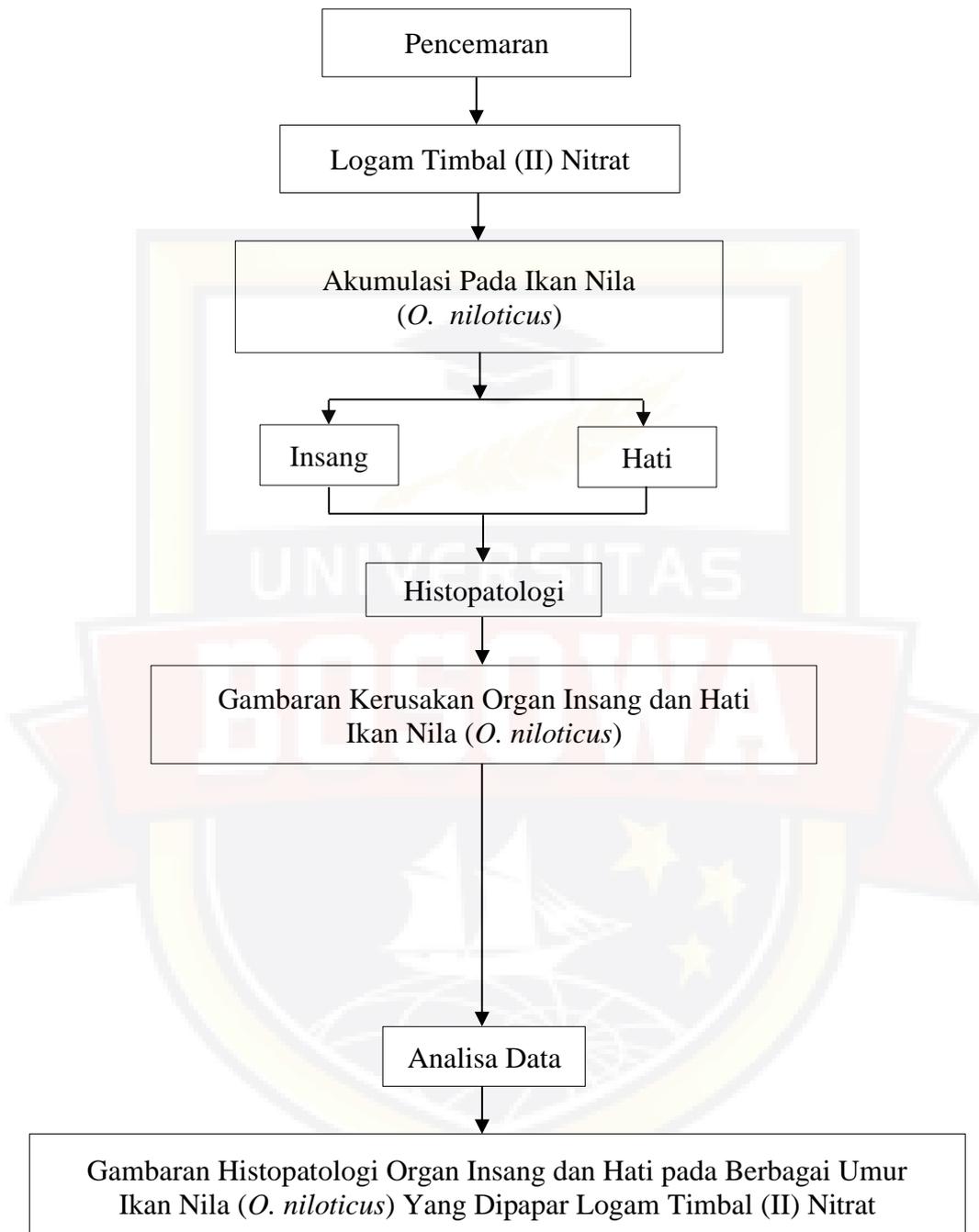
Oksigen terlarut sangat penting untuk kehidupan ikan dan hewan air lainnya untuk bernafas dan proses metabolisme tubuh. Konsentrasi oksigen di perairan dipengaruhi oleh difusi dari udara, aliran air yang masuk, hujan, proses asimilasi tumbuh-tumbuhan hijau, pengambilan oksigen oleh organisme benthos dan plankton serta adanya oksidasi kimiawi dalam perairan Oktafiansyah (2015).

Kehilangan oksigen diperairan dapat disebabkan oleh proses respirasi organisme yang ada diperairan seperti benthos, zooplankton dan phytoplankton (pada malam hari), difusi ke udara dan reaksi kimiawi dalam proses perombakan bahan organik yang terdapat diperairan, Supono (2015).

2.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Menurut Arid (2020) air yang baik untuk budidaya adalah netral atau sedikit alkalis dengan pH antara 7,0-8,0. Sedangkan Pramleonita dkk (2018), mengemukakan bila pH air kolam sekitar 6,5-9,0 pada waktu tertentu adalah kondisi yang baik untuk produksi ikan. Apabila selama 24 jam pH air tidak mengalami perguncangan yang terlalu besar air kolam tersebut dinyatakan baik. Derajat keasaman air yang berkisar antara 4,0-6,5 menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi lambat, sedangkan pH di bawah 4 dan diatas 11 merupakan titik asam dan alkalis yang mematikan (Supono, 2015).

2.5 Kerangka Pikir



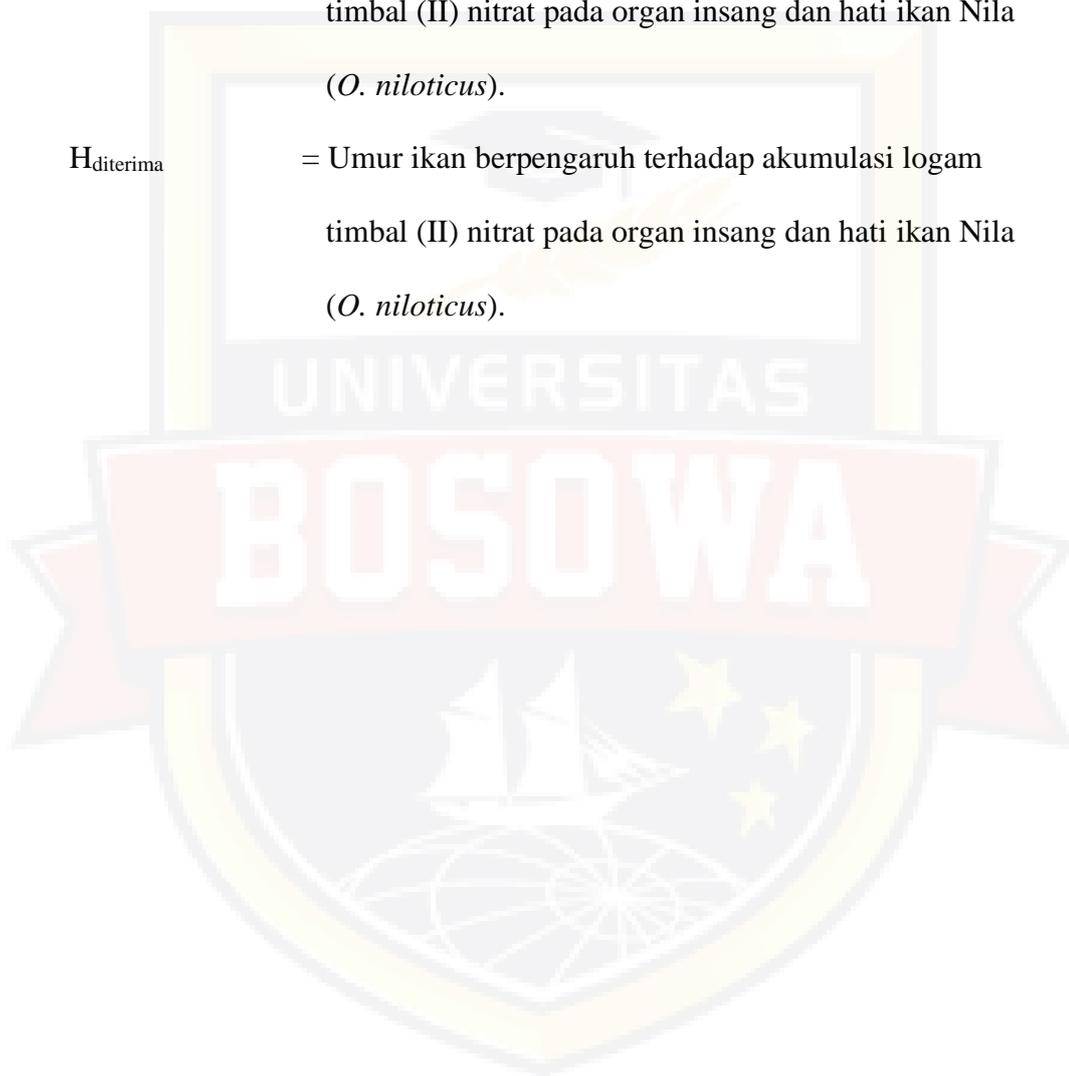
Gambar 6. Kerangka Pikir Penelitian.

2.6 Hipotesis Penelitian

Dari rumusan masalah yang telah diuraikan di atas, maka hipotesis yang didapat adalah :

$H_{ditolak}$ = Umur ikan tidak berpengaruh terhadap akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*).

$H_{diterima}$ = Umur ikan berpengaruh terhadap akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Pemeliharaan hewan uji dilaksanakan di Laboratorium Nutrisi Program Studi Budidaya Perairan Fakultas Pertanian Universitas Bosowa. Uji kandungan logam Timbal (II) Nitrat pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) dilakukan di Laboratorium Balai Besar Standarisasi dan Pelayanan Jasa Industri Hasil Perkebunan, Mineral Logam dan Maritim (BBIHPMM) Kementerian Perindustrian RI, Makassar. Sedangkan analisis histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) dilaksanakan di Laboratorium Balai Besar Veteriner Kementerian Pertanian RI, Maros dan Balai Besar Karantina Ikan, Pengendalian Mutu dan Keamanan Hasil Perikanan, Kementerian Kelautan dan Perikanan RI, Makassar. Penelitian ini akan dilaksanakan pada bulan Maret tahun 2022 selama 7 (tujuh) hari.

3.2 Populasi dan Sampel Penelitian

3.2.1 Populasi

Populasi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan Nila (*O. niloticus*) yang berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan.

3.2.2 Sampel

Organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental yang menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), yaitu 3 perlakuan dan 3 kali ulangan. Perlakuan tersebut meliputi :

- A (Umur 1 bulan) : Pemberian logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm
 B (Umur 2 bulan) : Pemberian logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm
 C (Umur 3 bulan) : Pemberian logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm

Rancangan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan, model RAL menurut Hanafiah (2012) adalah :

$$Y_{ij} = \mu + T_i + \varepsilon_{ij}$$

Keterangan :

Y_{ij} : Nilai hasil pengamatan pada perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

μ : Rata-rata respon seluruh perlakuan dan ulangan

T_i : Pengaruh perlakuan ke-i

ε_{ij} : Pengaruh galat dari perlakuan ke-I dan ulangan ke-j

Tabel 1. Model penyusunan data pengamatan dengan menggunakan rancangan acak lengkap (RAL).

Perlakuan	Ulangan			Jumlah
	1	2	3	
A	Y_{1A}	Y_{2A}	Y_{3A}	Y_1
B	Y_{2B}	Y_{2B}	Y_{2B}	Y_2
C	Y_{3C}	Y_{3C}	Y_{3C}	Y_3
Jumlah	Y_1	Y_2	Y_3	Y

Penempatan wadah perlakuan yang dilakukan secara acak berdasarkan hasil pengacakan didapatkan lay out sebagai berikut :

1 C2	2 B3	3 B1
4 B2	5 C3	6 A1
7 C1	8 A3	9 A2

Gambar 7. Layout Wadah Penelitian.

3.4 Variabel Penelitian

3.4.1 Klasifikasi Variabel

Variabel yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- a. Variabel bebas (*independent variabel*) yaitu ikan Nila (*O. niloticus*) berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm.
- b. Variabel tergantung (*dependent variabel*) yaitu akumulasi logam timbal (II) nitrat, perubahan histopatologi organ insang dan hati serta sintasan ikan Nila (*O. niloticus*).
- c. Variabel kendali meliputi; suhu air, oksigen terlarut (DO) dan pH air.

3.4.2 Definisi Operasional

- a. Umur sampel adalah umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan.
- b. Konsentrasi logam timbal (II) nitrat adalah 25 ppm.

- c. Akumulasi adalah kandungan logam timbal (II) nitrat pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan.
- d. Perubahan histopatologi organ insang dan hati adalah kelainan struktur pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) yang berumur 1 bulan, 2 bulan, dan 3 bulan.
- e. Sintasan adalah tingkat kelangsungan hidup ikan Nila (*O. niloticus*).

3.5 Alat dan Bahan

Peralatan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Alat-alat yang digunakan dalam penelitian.

Nama Alat	Kegunaan
<i>Atomic Absorption Spectrophotometer</i> (AAS)	Menganalisa logam berat pada organ insang dan hati hewan uji
<i>Storage box</i>	Wadah uji dan pemeliharaan hewan uji
Aerasi	Mempertahankan ketersediaan oksigen di wadah uji
Drum air 1500 L	Tempat penyimpanan stok air
Objek glass	Meletakkan sampel organ hewan uji
Dec glass	Menutup sampel
Aluminium foil	
Gelas beaker 25, 100 dan 250	
<i>Blender/homogenizer</i>	
Botol <i>polypropylene</i>	
Cawan porselen bertutup	
Corong plastik	
Desikator	
Gelas ukur 25 dan 50	
<i>Hot plate</i>	
Labu takar 50 (<i>polypropylene</i>) dan 1000	Uji logam timbal (Pb) pada produk perikanan (SNI 2354.5:2011)
Labu takar 100	
Mikropipet	
Oven	
Pipet tetes	
Pipet volumetrik 10, 5 dan 1	
Pisau	
<i>Refrigerator</i> atau <i>freezer</i>	
Sendok plastik	

Timbangan analitik dengan ketelitian $\pm 0,0001$	
Tungku pengabuan (<i>furnace</i>)	
Wadah <i>polystyrene</i>	
Gunting	Memotong organ ikan
Pingset	Mengambil organ ikan
Talenan	Meletakkan ikan
Tissue	Membersihkan proses pembedahan ikan
Timbangan digital	Menimbang bobot dan organ hewan uji
Plastik klip	Menyimpan organ hewan uji
<i>Sryfoam</i>	Menyimpan preparat organ hewan uji
Termometer	Mengukur suhu air
DO meter	Mengukur oksigen terlarut (DO)
pH meter	Mengukur pH air
Microtom	Memotong jaringan
Mikroskop	Pengamatan jaringan organ hewan uji
Waterbath	Meregang jaringan yang telah dipotong sebelum diletakkan pada gelas objek
Kertas label	Penanda sampel

Bahan yang digunakan dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

Tabel 3. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian.

Nama bahan	Kegunaan
Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)	Hewan uji
Logam Timbal (II) 25 ppm	Bahan uji
Formalin 10%	Mematikan sel dengan mengeraskan jaringan organ ikan
Xylol	Tahapan proses clearing
Paraffin	Infiltrasi
Haematoxylin dan eosin	Bahan pewarna jaringan
Aquades	Membersihkan alat parameter
Alkohol 70%	
Alkohol 80%	
Alkohol 90%	Proses dehidrasi
Alkohol 96%	
Pellet	Pakan ikan

3.6 Prosedur Penelitian

Penelitian dilakukan dalam dua tahapan yaitu tahap persiapan dan tahap pelaksanaan :

1. Tahapan persiapan

Menyiapkan alat dan bahan yang akan digunakan selama penelitian meliputi persiapan wadah dan hewan uji.

a. Persiapan Wadah

- *Storage box* plastik kapasitas 10 liter, 20 liter, dan 24 liter yang masing-masing sebanyak 3 buah.
- Aerasi sebanyak 6 buah.
- Drum air 500 liter sebanyak 1 buah.
- Drum air 60 liter sebanyak 3 buah.
- Termometer, DO meter, dan pH meter.
- Pakan (pellet) komersil F-999 1 kg dengan kadar protein 38%.
- Air pemeliharaan 180 liter dan stok pergantian air 252 liter yang telah terkandung logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm.

b. Persiapan Hewan Uji

Ikan Nila (*O. niloticus*) berumur 1 bulan sebanyak 18 ekor, umur 2 bulan sebanyak 18 ekor, dan umur 3 bulan sebanyak 18 ekor.

c. Persiapan Air Wadah

Membuat air media yang mengandung logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm.

2. Tahapan Pelaksanaan

a. Perlakuan Hewan Uji

- Aklimatisasi hewan uji selama 3 hari untuk proses adaptasi dengan lingkungan yang baru.

- Mengisi setiap wadah dengan air yang telah dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm.
- Mengaktifkan aerasi selama 10 hari.
- Penebaran hewan uji berdasarkan perlakuan pada wadah percobaan dengan jumlah hewan uji setiap wadah masing-masing 6 ekor.
- Pemberian pakan (pellet) pada hewan uji 2 kali sehari yaitu pagi dan sore dengan jumlah 5% dari berat tubuh hewan uji.
- Penyimpanan air media dilakukan setiap hari untuk membuang sisa metabolisme hewan uji sebanyak 4% dari volume air media.
- Pengukuran kualitas air dilakukan setiap hari yang meliputi suhu, oksigen terlarut (DO), dan pH sebelum pergantian air.
- Pengamatan sintasan hewan uji dilakukan pada akhir penelitian.
- Pengambilan sampel organ hewan uji dilakukan pada hari ke 8.

b. Pengambilan sampel organ insang dan hati hewan uji

Pada penelitian ini pengambilan sampel organ insang dan hati hewan uji dengan tahapan sebagai berikut :

- Hewan uji diambil dari wadah perlakuan, kemudian diletakkan di nampan yang sudah disediakan.
- Kepala hewan uji ditusuk pada bagian atas (otak) dengan jarum pada *sectio set* agar hewan uji mati sepenuhnya.
- Hewan uji dibedah menggunakan gunting ataupun *cutter* mulai dari anus sampai *linear literalis*.
- Hewan uji dipotong mengikuti *linear literalis* sampai *operculum*.

- Bagian insang hewan uji dipotong menggunakan gunting. Lalu ditimbang dengan bobot 10 mg per sampel dan dimasukkan ke dalam plastik klip untuk uji kandungan logam berat dan uji histopatologi dimasukkan ke dalam botol film yang sudah terisi formalin 10%.
 - Bagian hewan uji dari *operculum* sampai sirip dada dipotong agar bagian perut hewan uji terbuka.
 - Jika sudah terbuka organ perut hewan uji dikeluarkan kemudian organ hati dipisahkan, lalu ditimbang 10 mg per sampel dan dimasukkan ke dalam plastik klip untuk uji kandungan logam berat dan uji histopatologi dimasukkan ke dalam botol film yang sudah terisi formalin 10% sampai organ hewan uji mengapung.
- c. Pembuatan preparat analisis logam berat timbal pada produk perikanan (SNI 2354.5:2011) :
- Timbang produk basah sebanyak 5 gram atau produk kering sebanyak 0,5 g dalam cawan porselen dan catat beratnya (W).
 - Buat kontrol positif timbal
- Contoh pembuatan *spiked* 0,05 mg/kg Pb dan Cd :
- Tambahkan sebanyak 0,25 ml larutan standar Pb 1 mg/l ke dalam contoh sebelum dimasukkan ke tungku pengabuan.
 - Tambahkan sebanyak 0,25 ml larutan standar Pb 1 mg/l ke dalam contoh sebelum dimasukkan ke tungku pengabuan.
- Uapkan *spiked* di atas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering.
 - Masukkan contoh dan *spiked* ke dalam tungku pengabuan dan tutup separuh permukaannya. Naikkan suhu tungku pengabuan secara bertahap 100°C setiap 30 menit sampai mencapai 450°C dan pertahankan selama 18 jam.

- Keluarkan contoh dan *spiked* dari tungku pengabuan dan dinginkan pada suhu kamar. Setelah dingin ditambahkan 1 ml NHO_3 65%, goyangkan secara hati-hati sehingga semua abu terlarut dalam asam dan selanjutnya uapkan diatas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering.
- Setelah kering masukkan kembali contoh dan *spiked* ke dalam tungku pengabuan. Naikkan suhu secara bertahap 100°C setiap 30 menit sampai mencapai 450°C dan pertahankan selama 3 jam.
- Setelah abu terbentuk sempurna berwarna putih, dinginkan contoh dan *spiked* pada suhu ruang. Tambahkn 5 ml HCL 6 M ke dalam masing-masing contoh dan *spiked*, goyangkan secara hati-hati sehingga semua abu larut dalam asam. Uapkan diatas *hot plate* pada suhu 100°C sampai kering.
- Tambahkan 10 ml HNO_3 0,1 M dan dinginkan pada suhu ruang selama 1 jam, pindahkan larutan ke dalam labu takar *polypropylene* 50 ml dan tambahkan larutan *matrik modifier*, tempatkan sampai tanda batas dengan menggunakan HNO_3 0,1 M.

d. Pembuatan Preparat Histologi

Menurut Adayani *et al.* (2018) pembuatan preparat histologi dengan melakukan beberapa langkah sebagai berikut :

- Tahap Fiksasi

Mengambil sampel organ hewan uji, kemudian sampel tersebut direndam dalam larutan formalin 10% selama 24 jam.

- Tahap Dehidrasi

Sampel organ hewan uji dimasukkan ke dalam botol berisi alkohol. Alkohol yang digunakan terdiri dari 4 alkohol berseri naik. Mulai dari alkohol 70%, 80%, 96%, dan alkohol *absolute* dan di setiap alkohol organ hewan uji direndam selama 3 jam. Maksud dari perendaman pada alkohol bertingkat agar stroma tidak terlepas dari jaringan dan nantinya tidak bercampur dengan parafin atau zat lainnya ketika membuat blok preparat.

- Tahap Clearing

Tahap ini untuk membebaskan alkohol dari sampel organ hewan uji dengan cara mencelupkan sampel organ hewan uji ke dalam larutan xylol 1 selama 1 jam dan larutan xylol 2 selama 1 jam.

- Tahap Embedding (pengeblokan)

Tahap ini dilakukan agar mempermudah penyayatan dengan menggunakan mikrotom. Setelah penyayatan selesai kemudian hasil sayatan sampel dimasukkan ke dalam *waterbath* (suhu 45°C) dan dipilih hasil sayatan terbaik kemudian dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 45°C selama 24 jam.

- Tahap Pewarnaan

Setelah *obyek glass* untuk proses pewarnaan, pewarnaan sampel menggunakan HE (*Haematoxylin Eosin*) yang terdiri dari 5 tahapan yaitu deparafinisasi, hidrasi, cat utama, dehidrasi, dan clearing.

- Tahap Mounting

Tahap ini merupakan tahap akhir dalam pembuatan preparat sebelum diamati secara mikroskopik. Preparat di lem menggunakan *entelen new* dan ditutup menggunakan *cover glass* sampai tidak ada gelembung, kemudian didiamkan pada suhu ruangan mengering, kemudian baru bisa diamati dibawah mikroskop dengan pembesaran sesuai kebutuhan analisis.

3.7 Parameter Penelitian

1. Akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) dengan menggunakan metode *Atomic Absorption Spectrometry* (AAS).
2. Tingkat kerusakan jaringan

Untuk mengetahui tingkat kerusakan organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*), maka dilakukan analisis statistik skoring dengan metode kuantitatif yakni menganalisa nilai skoring dengan menghitung persentase kerusakan pada organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*).

Menurut Pantung *et al.* (2008) dalam Fatikhah (2014), metode skoring (semi kuantitatif) perubahan histopatologis yaitu untuk melihat kerusakan jaringan pada setiap filamen dengan dilakukan perbesaran sampai 400x, kemudian dibagi menjadi beberapa luasan pandang dimana pada satu bidang pandang dihitung persentase tingkat kerusakan jaringan insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) tergantung pada luasan perubahan. Nilai skoring disajikan pada Tabel 4 di bawah ini.

Tabel 4. Nilai skoring kerusakan jaringan histopatologi.

Nilai Skoring	Persentase Kerusakan (%)	Keterangan
0	0	Tidak terdapat kerusakan
1	1 – 25	Sedikit
2	26 – 50	Sedang
3	56 – 75	Banyak
4	76 - 100	Sangat Banyak

Setelah diperoleh nilai skoring, kemudian dihitung frekuensi kejadian patologi insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) menggunakan rumus jumlah organ yang menunjukkan gejala patologis dibagi jumlah organ yang diamati dan dikalikan 100% (Fatikhah, 2014).

Menurut Tandjung (1996) *dalam* (Fatikhah, 2014) menyatakan bahwa tingkat kerusakan pada insang ada beberapa tingkat. Tingkat I yaitu edema pada lamela dan terlepasnya sel-sel epithelium dari jaringan dibawahnya. Tingkat II yaitu hiperplasia pada basal proximal lamela sekunder. Tingkat III yaitu hiperplasia menyebabkan bersatunya dua lamela sekunder. Tingkat IV yaitu hampir seluruh lamela sekunder mengalami hiperplasia. Tingkat V yaitu hilangnya struktur lamela sekunder dan rusaknya filamen.

Menurut Tandjung (1996) *dalam* Rauzatul, dkk (2017) menyatakan bahwa tingkat kerusakan pada hati adanya MMC, edema, hiperplasia dan degenerasi digolongkan tingkat kerusakan ringan. Kongesti dan hemoragi digolongkan pada tingkat kerusakan sedang, sedangkan nekrosis dan fusi lamela digolongkan pada tingkat kerusakan berat.

3. Sintasan atau tingkat kelangsungan hidup diamati dengan rumus (Effendie (2002) sebagai berikut :

$$SR = \frac{N_t}{N_0} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : *Survival Rate*

N_t : Jumlah ikan akhir pemeliharaan (ekor)

N_0 : Jumlah ikan awal pemeliharaan (ekor)

3.8 Analisa Data

Data yang diperoleh ditabulasi dan dianalisis menggunakan ANOVA *One-way* untuk mengetahui pengaruh umur ikan Nila (*O. niloticus*) terhadap akumulasi logam timbal (II) nitrat, pengaruh umur terhadap kerusakan jaringan pada organ insang dan hati, dan sintasan ikan Nila (*O. niloticus*). Jika terdapat pengaruh akan diuji lanjut menggunakan uji Duncan (Rachman, 2014).

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Akumulasi Logam Timbal (II) Nitrat Pada Organ Ikan Nila (*O. niloticus*)

4.1.1 Akumulasi Pada Organ Insang

Hasil rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm dapat dilihat pada Tabel 5 dan Lampiran 1.

Tabel 5. Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

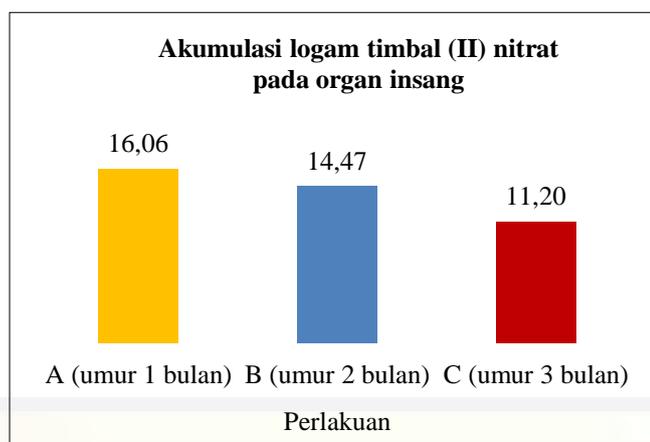
Perlakuan	Akumulasi Logam Timbal (II) Nitrat (ppm)	Penelitian Sebelumnya	
A	16,06	Febi & Yulia Hapsari (2019)	14,68
B	14,47	Agustiana <i>et al.</i> (2019)	17,17
C	11,20		

Berdasarkan Tabel 5 di atas menunjukkan bahwa, rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang berbeda-beda setiap perlakuan. Perlakuan A (umur 1 bulan) sebesar 16,06 ppm, perlakuan B (umur 2 bulan) sebesar 14,47 ppm, dan perlakuan C (umur 3 bulan) sebesar 11,20 ppm. Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa umur ikan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang (Lampiran 2). Selanjutnya hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan C (umur 3 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan B dan perlakuan A. Perlakuan B (umur 2 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan C dan tidak berbeda dengan perlakuan

A, serta perlakuan A (umur 1 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan C dan tidak berbeda dengan perlakuan B.

Besarnya nilai akumulasi perlakuan A (umur 1 bulan) dibandingkan dengan perlakuan B dan perlakuan C, disebabkan karena ikan yang berumur satu bulan membutuhkan energi yang lebih besar daripada ikan yang berumur lebih dari 1 bulan (umur 2 bulan dan 3 bulan), sehingga aktivitas metabolisme lebih besar. Kondisi ini juga akan memacu ikan untuk mengkonsumsi makanan lebih banyak. Menurut Lu (1995) dalam Fatikhah (2014) menerangkan bahwa ikan berumur muda 1,5-10 kali lebih rentan terpapar logam berat dibandingkan ikan dewasa, karena defisiensi berbagai enzim detoksifikasi, selain itu organ belum berfungsi secara optimum. Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang setiap perlakuan dapat diurutkan berdasarkan umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda yaitu 1 bulan > 2 bulan > 3 bulan.

Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat perlakuan A, B, dan C pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Febi dan Yulia (2019) tentang kandungan logam timbal sebesar 14,677 ppm terhadap ikan Bada (*Rasbora argyrotaenia*) di danau Maninjau, Sumatera Barat. Begitu pula dengan Dana, dkk (2019) yang menyatakan bahwa kandungan timbal sebesar 17,17 ppm pada ikan Nila di Sungai Tenggang, Semarang, Jawa Tengah.



Gambar 8. Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

Adanya akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) disebabkan karena insang merupakan organ yang pertama kali menerima zat-zat yang masuk ke dalam tubuh ketika melakukan proses pernapasan dan sebagian masuk ke dalam organ-organ lain yang dibawa oleh darah. Menurut Edwar *et al.* (2015) pengaruh konsentrasi logam timbal (II) nitrat dapat diadsorpsi oleh insang sebagai titik kontak pertama untuk polutan dalam air. Fatikhah (2014) menambahkan bahwa logam berat timbal dalam air kebanyakan berbentuk ion dan logam berat tersebut diserap oleh biota secara langsung melalui air yang melewati insang atau melalui makanan.

4.1.2 Akumulasi Pada Organ Hati

Hasil rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm dapat dilihat pada Tabel 6 dan Lampiran 1.

Tabel 6. Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*).

Perlakuan	Akumulasi Logam Timbal (II) Nitrat (ppm)	Penelitian Sebelumnya	
A	24,61	Yusdinar (2011)	49,83
B	47,61	Sukowati (2018)	50,65
C	51,18		

Dari Tabel 6 di atas menunjukkan bahwa, terjadi perbedaan rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati. Perlakuan A (umur 1 bulan) sebesar 24,61 ppm, perlakuan B (umur 2 bulan) sebesar 47,61 ppm, dan perlakuan C (umur 3 bulan) sebesar 51,18 ppm. Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa umur ikan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati (Lampiran 2). Selanjutnya hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan A (umur 1 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan B dan perlakuan C. Perlakuan B (umur 2 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan A dan perlakuan C, serta perlakuan C (umur 3 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan A dan perlakuan B.

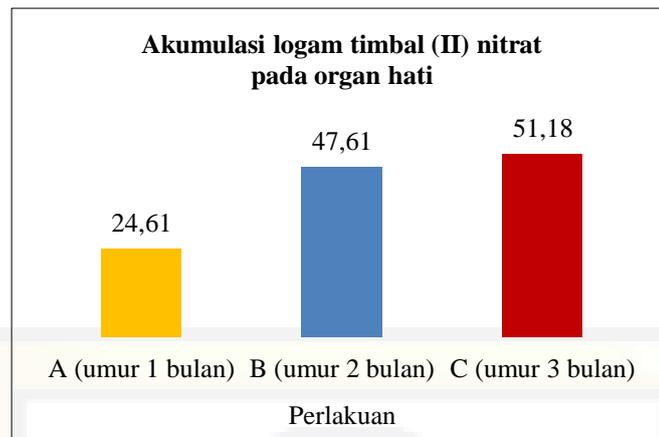
Besarnya nilai akumulasi perlakuan C (umur 3 bulan) dibandingkan dengan perlakuan A dan perlakuan B, disebabkan karena organ hati ikan yang berumur tiga bulan sudah rentan dalam mendetoksifikasi bahan toksik daripada ikan yang berumur kurang dari 3 bulan (umur 1 bulan dan 2 bulan), sehingga organ hati dapat mengakumulasi logam berat lebih besar. Menurut Yusuf (2011) bahwa bobot ikan berpengaruh besar terhadap nilai akumulasi timbal pada hati ikan. Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati setiap perlakuan

dapat diurutkan berdasarkan umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda yaitu 3 bulan > 2 bulan > 1 bulan.

Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat perlakuan A, B, dan C hampir sama dengan penelitian yang dilakukan Yusnidar (2011) bahwa kandungan logam timbal sebesar 49,8 ppm terhadap ikan Mas hasil persilangan di KJA Waduk Citara, Jawa Barat. Begitu pula dengan Sukowati (2018) yang menjelaskan akumulasi timbal sebesar 50,65 ppm pada ikan Bandeng (*Chanos chanos Forsskall, 1775*) di Dukuh Tapak, Kelurahan Tugurejo, Semarang.

Adanya perbedaan nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat setiap perlakuan, disebabkan respon dari organ hati, dimana akumulasi logam timbal (II) nitrat pada sistem pencernaan yang diakibatkan air yang mengandung logam berat masuk melalui mulut secara osmosis atau bersamaan ketika ikan mengambil makanan. Kemungkinan lain juga disebabkan oleh akumulasi logam timbal (II) nitrat dalam tubuh ikan Nila (*O. niloticus*) secara terus menerus sehingga terjadi peningkatan konsentrasi logam berat dalam organ hati. Menurut Selpiani (2015) bahwa racun atau logam berat yang berada di lingkungan perairan akan turut masuk kedalam tubuh ikan.

Menurut Yilmaz (2009) dalam Menurut Yusuf (2011) bahwa besarnya nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) dapat disebabkan karena hati merupakan organ yang aktif dalam mengambil dan menyimpan logam. Akumulasi logam yang tertinggi biasanya dalam organ detoksikasi (hati) dan ekskresi (ginjal).



Gambar 9. Rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*).

Hati berperan penting dalam proses metabolisme dan mendetoks zat-zat pencemar yang masuk kedalam tubuh ikan. Absorpsi melalui saluran pencernaan hanya beberapa persen saja, tetapi jumlah logam yang masuk melalui saluran pencernaan biasanya cukup besar walaupun persentase absorpsinya relatif kecil (Sari, 2021).

4.2 Gambaran Histopatologi Pada Organ Ikan Nila (*O. niloticus*)

4.2.1 Histopatologi Pada Organ Insang

Hasil gambaran histopatologi organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm setiap perlakuan selama 7 hari pemeliharaan diperoleh dari pengamatan langsung dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400x. Hasil pengamatan organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada Tabel 7 dan perhitungan skoring histopatologi disajikan pada Lampiran 3.

Tabel 7. Hasil pengamatan histopatologi pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

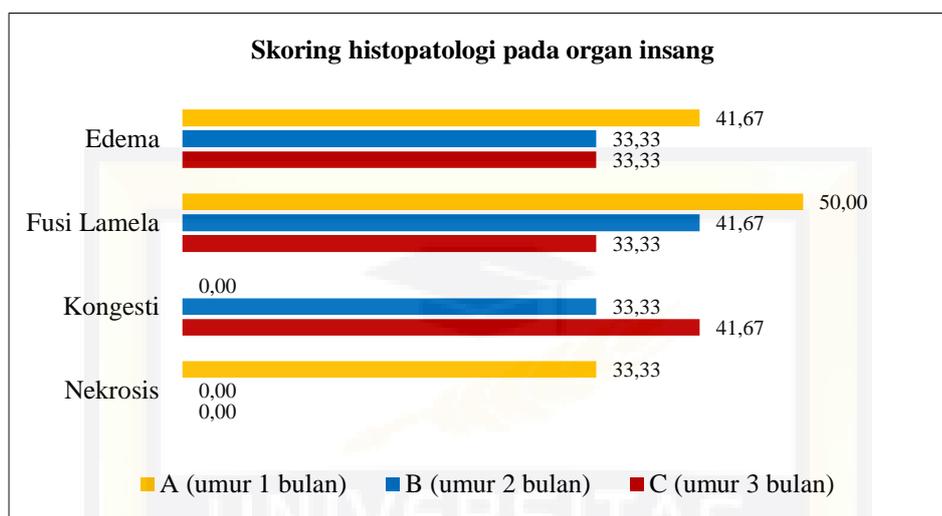
Perlakuan	Ulangan	Histopatologi pada organ insang			
		Edema	Fusi Lamela	Kongesti	Nekrosis
A	A ₁	1	3	0	1
	A ₂	3	1	0	2
	A ₃	1	2	0	1
B	B ₁	2	2	1	0
	B ₂	1	2	2	0
	B ₃	1	1	1	0
C	C ₁	1	1	1	0
	C ₂	2	1	1	0
	C ₃	1	2	3	0

Berdasarkan Tabel 7 di atas menunjukkan bahwa gambaran histopatologi organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) perlakuan A, B, dan C mengalami kerusakan berupa edema, fusi lamela, kongesti, dan nekrosis. Gambaran histopatologi organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) berbagai perlakuan dengan perbesaran mikroskop 400x dapat dilihat pada Gambar 11, 12 dan 13.

Perlakuan A (umur 1 bulan) menyebabkan histopatologi organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) berupa edema, fusi lamela, dan nekrosis. Perlakuan B (umur 2 bulan) dan perlakuan C (umur 3 bulan) terjadi kerusakan meliputi edema, fusi lamela, dan kongesti.

Terjadinya gambaran histopatologi organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) pada perlakuan A, B, dan C kemungkinan disebabkan adanya kontak langsung antara zat toksik yaitu logam timbal (II) nitrat terhadap ikan Nila (*O. niloticus*). Menurut Patang (2018) terjadinya kerusakan insang dari edema sampai ke tingkat nekrosis sebagai bentuk adaptasi sel untuk bertahan hidup akibat pengaruh dari bahan toksik, seperti bahan kimia dan logam berat. Rosmaidar *et al.* (2017)

menambahkan bahwa paparan timbal dengan konsentrasi 25,06 mg/l pada ikan Nila dapat menyebabkan edema, nekrosis, hiperplasia lamela sekunder, dan fusi lamela pada insang.



Gambar 10. Skoring histopatologi pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*).

Kerusakan pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) perlakuan A, B, dan C akan membuat ikan sulit bernafas dan menyebabkan kandungan oksigen dalam darah menjadi berkurang, sehingga Hb kesulitan mengikat oksigen dan mengalami hipoksi akibat dari kerusakan lamela sekunder. Kondisi tersebut menyebabkan ikan kesulitan dalam bernafas, maka merangsang organisme agar mengikat sel darah merah, hematokrit dan hemoglobin untuk meningkatkan mekanisme transfer oksigen di dalam tubuh (Ishikawa *et al.*, 2007 dalam Patang (2018). Senada dengan itu, Sorensen (1991) dalam Fatikhah (2014) menambahkan bahwa bereaksinya logam berat pada insang akan menghasilkan gumpalan lendir dan ikan akan sulit bernapas.

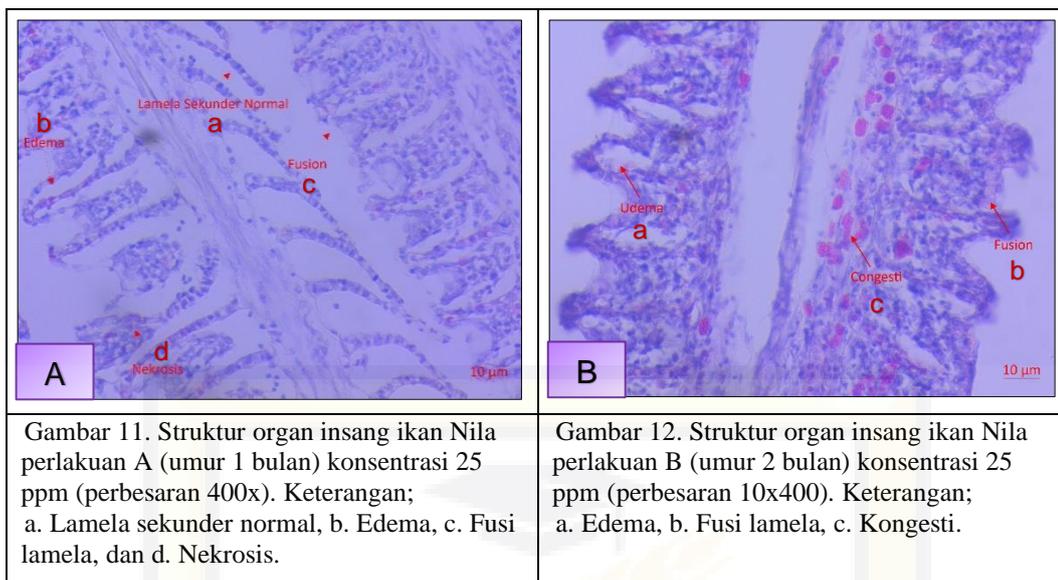
Kerusakan edema perlakuan A, B, dan C tidak ada bedanya, karena terjadi di semua hewan uji dan berada pada lamela sekunder. Begitu pula dengan kerusakan

fusi lamela yang terjadi pada lamela sekunder. Kerusakan kongesti hanya terjadi pada perlakuan B dan perlakuan C, namun terdapat perbedaan pada tempat kerusakannya. Dimana perlakuan B terjadi pada lamela primer dan perlakuan C pada lamela sekunder. Sedangkan kerusakan nekrosis hanya terjadi pada perlakuan A. Perbedaan kerusakan organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) setiap perlakuan yang dipaparkan logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm bisa diakibatkan karena faktor lamanya waktu infeksi dan imunitas individu (Juanda dan Edo, 2018).

Menurut Tandjung (1996) dalam (Fatikhah, 2014) menyatakan bahwa tingkat kerusakan pada insang yang ada beberapa tingkat. Tingkat I, terjadi edema pada lamela dan terlepasnya sel-sel epithelium dari jaringan dibawahnya. Tingkat II, hiperplasia pada basal proximal lamela sekunder. Tingkat III, hiperplasia menyebabkan bersatunya dua lamela sekunder. Tingkat IV, hampir seluruh lamela sekunder mengalami hiperplasia. Tingkat V, hilangnya struktur lamela sekunder dan rusaknya filamen.

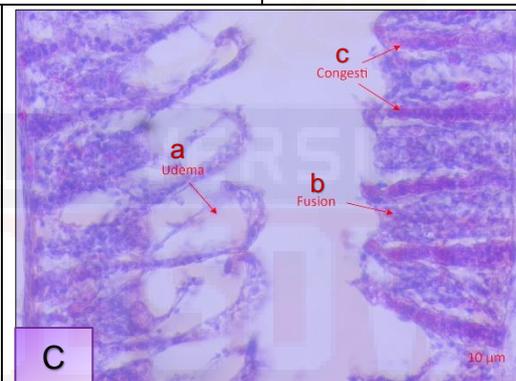
Hasil pengamatan histopatologi organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) dapat disimpulkan bahwa paparan logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm mengakibatkan organ insang ikan nila (*O. niloticus*) mengalami tingkat kerusakan sedang sampai dengan tingkat kerusakan berat.

Kerusakan edema perlakuan A, B, dan C (Gambar 11-13), disebabkan akibat masuknya logam timbal (II) nitrat pada organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) menyebabkan sel bersifat iritatif sehingga sel akan membengkak (Rennika *et al.*, 2013).



Gambar 11. Struktur organ insang ikan Nila perlakuan A (umur 1 bulan) konsentrasi 25 ppm (perbesaran 400x). Keterangan; a. Lamela sekunder normal, b. Edema, c. Fusi lamela, dan d. Nekrosis.

Gambar 12. Struktur organ insang ikan Nila perlakuan B (umur 2 bulan) konsentrasi 25 ppm (perbesaran 10x400). Keterangan; a. Edema, b. Fusi lamela, c. Kongesti.



Gambar 13. Struktur organ insang ikan Nila perlakuan C (umur 3 bulan) konsentrasi 25 ppm (perbesaran 10x400). Keterangan; a. Edema, b. Fusi lamela, c. Kongesti.

Edema adalah pembengkakan sel yang diakibatkan masuknya logam timbal (II) nitrat pada organ insang atau penimbunan cairan secara berlebihan di dalam jaringan tubuh yang ditandai dengan membran basal mulai meregang lepas, sel lacuna menyempit sehingga menyebabkan insang mengalami defisiensi fungsi dan kesulitan dalam proses pernapasan serta metabolisme tubuh mulai terganggu (Fitriawan *et al.*, 2011). Iritasi pada jaringan epitel menyebabkan terganggunya transportasi ATP bebas dan membuat sel tidak mampu memompa ion natrium

dengan cukup, sehingga ion-ion natrium terakumulasi di dalam sel. Kenaikan konsentrasi ion natrium di dalam sel mengakibatkan masuknya air ke dalam sel sehingga terjadi pembengkakan atau degenerasi (Made, 2015).

Menurut Kusumadewi (2015) pembendungan aliran darah dan edema akan mengurangi efisiensi difusi oksigen terlarut di dalam air dan berakibat fatal seperti kematian. Ersa (2008) dalam Rosmaidar (2017) edema mengakibatkan penebalan jaringan epitel diujung filamen yang memperlihatkan bentuk seperti pemukul bisbol (*clubbing distar*). Penelitian Juanda & Edo (2018) terjadi kerusakan insang ikan Nila yang terkontaminasi timbal berupa edema lamela sekunder, hiperlasia, dan fusi lamela sekunder.

Kerusakan fusi lamela perlakuan A, B, dan C yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm (Gambar 11-13), terlihat adanya perlekatan antar lamela sekunder, maka kemungkinan akan menyebabkan luas permukaan insang dalam melakukan proses respirasi berkurang. Lamela sekunder sebagai bagian dari insang yang mempunyai peran penting yaitu sebagai alat respirasi, osmoregulasi dan ekskresi yang sensitif terhadap perubahan fisik dan kimia lingkungan perairan dan mudah mengalami kerusakan akibat adanya pencemar di lingkungan meskipun dalam konsentrasi rendah (Purnamasari, 2017).

Terjadinya fusi lamela diduga akibat dari sel mukus yang berada di dasar lamela meningkat jumlahnya sehingga terjadi penggabungan antar lamela sekunder. Selain itu, fusi lamela diakibatkan adanya lendir yang berlebih pada insang sehingga akan menutup lamela sekunder. Lendir berlebih ini merupakan salah satu respon dari kelenjar mukus untuk melindungi organ insang dari logam

timbangan (II) nitrat yang masuk dalam bentuk ion ke dalam insang. Lendir berlebih akan menghambat pengambilan oksigen dari air. Di sisi lain, fusi lamella merupakan level kerusakan berat karena fusi lamella merupakan kerusakan tahap lanjutan dari kerusakan hiperplasia (Utami *et al.*, 2017).

Menurut Juanda & Edo (2018) bahwa fusi lamella terjadi akibat berkurangnya elastisitas epitel dalam menyangga organ di dalamnya dan menyebabkan terjadinya patahan pada lamella. Fusi lamella bisa pula terjadi akibat hiperplasia lamella sekunder dalam waktu yang lama pada lamella insang. Hal ini bisa terjadi bersamaan dengan terisinya jarak antara lamella yang mengalami hiperplasia dan mengakibatkan perlekatan atau penyatuan antar lamella (Sipahutar *et al.*, 2013). Penelitian Rosmaidar (2017) menyatakan bahwa insang ikan Nila yang terpapar timbal mengalami kerusakan fusi lamella sekunder dan kongesti lamella primer dan sekunder.

Sementara kerusakan kongesti (Gambar 12-13) hanya terjadi pada perlakuan B dan perlakuan C ditandai dengan benjolan kemerahan pada lamella primer dan lamella sekunder. Kerusakan kongesti disebabkan respon dari insang akibat logam timbal (II) nitrat, sehingga terjadi peningkatan jumlah darah berlebih dalam pembuluh darah yang berujung pada kapiler darah membengkak.

Kongesti dapat terjadi karena kenaikan jumlah darah dan vasodilatasi pembuluh darah yang diakibatkan oleh timbulnya reaksi inflamasi. Jika sel tidak dapat beregenerasi, maka adanya edema ataupun hiperplasia menyebabkan salah satu bagian membengkak dan yang lainnya menyempit sehingga peredaran darah tersumbat, dan menyebabkan darah menumpuk pada daerah tertentu. Kongesti

dapat ditandai dengan adanya penumpukan sel-sel darah merah yang sangat padat dalam pembuluh darah yang menunjukkan kondisi tidak normal pada insang ikan (Arindina dkk, 2015).

Kongesti pada tingkat yang paling berat menyebabkan pembuluh darah pecah atau keluar dari sirkulasi kardiovaskuler (arteri, vena, dan kapiler), yang akhirnya akan mengakibatkan sel mati atau nekrosis disebabkan oleh trauma, agen-agen biologis (virus, bakteri, jamur, dan parasit), agen-agen kimia (Rosmaidar, 2017). Penelitian Arindina *et al.*, (2013) bahwa terjadi kerusakan pada insang hati ikan Patin akibat logam timbal berupa edema, hiperplasia, kongesti, dan fusi lamela. Sudrajat dkk (2020) mengatakan bahwa kandungan timbal menyebabkan kerusakan kongesti pada insang ikan Nila pada bekas tambang Kota Samarinda.

Kerusakan nekrosis organ insang hanya terjadi pada perlakuan A (Gambar 11), hal ini disebabkan imunitas dari ikan Nila (*O. niloticus*) berumur 1 bulan sangat rentan terhadap bahan toksik logam timbal (II) nitrat yang terlihat dari rata-rata nilai akumulasi (Tabel 5). Nekrosis yang terjadi pada perlakuan A adalah nekrosis pada jaringan lamela sekunder, yang menunjukkan rusaknya lamela sekunder sehingga bentuknya sudah tidak sempurna. Menurut Juanda & Edo (2018) bahwa hiperplasia merupakan awal terjadinya nekrosis, sedangkan Rosmaidar (2017) menambahkan jika edema terjadi secara terus menerus akan berakibat kematian sel (nekrosis), karena sel kehilangan kemampuan untuk memperbaiki kerusakan yang ada.

Plumb (1994) dalam Kusumadewi (2015) mengatakan bahwa nekrosis ditandai adanya kematian sel-sel atau jaringan yang menyertai degenerasi sel pada

setiap kehidupan hewan dan merupakan tahap akhir degenerasi yang irreversibel. Karakteristik dari jaringan nekrotik yaitu memiliki warna yang lebih pucat dari warna normal, hilangnya daya rentang (jaringan menjadi rapuh dan mudah terkoyak), atau memiliki konsistensi yang buruk atau pucat. Nekrosis juga dapat disebabkan oleh agen-agen biologis (virus, bakteri, jamur dan parasit), agen-agen kimia atau terjadinya gangguan terhadap penyediaan darah pada jaringan tubuh. Penelitian Suci *et al.*, (2017) bahwa paparan timbal dengan konsentrasi berbeda mengakibatkan kerusakan pada insang ikan Nila berupa edema, hiperplasia lamela sekunder, kongesti, fusi lamela dan nekrosis.

Insang ikan Nila (*O. niloticus*) termasuk organ yang sensitif terhadap kualitas air, sebagaimana penelitian Restu dan Suryaningtyas (2018) bahwa kualitas air dari habitat tempat hidup ikan Nila sangat mempengaruhi morfologi dari insang. Noviyanto *et al.* (2022) menjelaskan jika organ insang ikan Nila dapat mengalami kerusakan jaringan akibat tumbuh pada habitat yang tidak baik, seperti paparan limbah cair yang menyebabkan insang ikan mengalami kerusakan.

Hal ini sesuai dengan penelitian Fatikhah (2014) bahwa penyerapan timbal yang secara terus menerus melalui insang sangat memberikan dampak kerusakan pada jaringan insang ikan, hingga dapat menimbulkan kematian terhadap ikan Nila (*O. niloticus*) yang disebabkan oleh proses anoxemia, yaitu terhambatnya fungsi pernafasan dari insang. Kerusakan insang yang terkena logam berat mengakibatkan adanya degradasi sel atau bahkan kerusakan jaringan insang.

4.2.2 Histopatologi Pada Organ Hati

Hasil gambaran histopatologi organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm setiap perlakuan selama 7 hari pemeliharaan diperoleh dari pengamatan langsung dengan menggunakan mikroskop perbesaran 400x. Hasil pengamatan organ insang ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dilihat pada Tabel 8 dan perhitungan skoring histopatologi disajikan pada Lampiran 3.

Tabel 8. Hasil pengamatan histopatologi pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*).

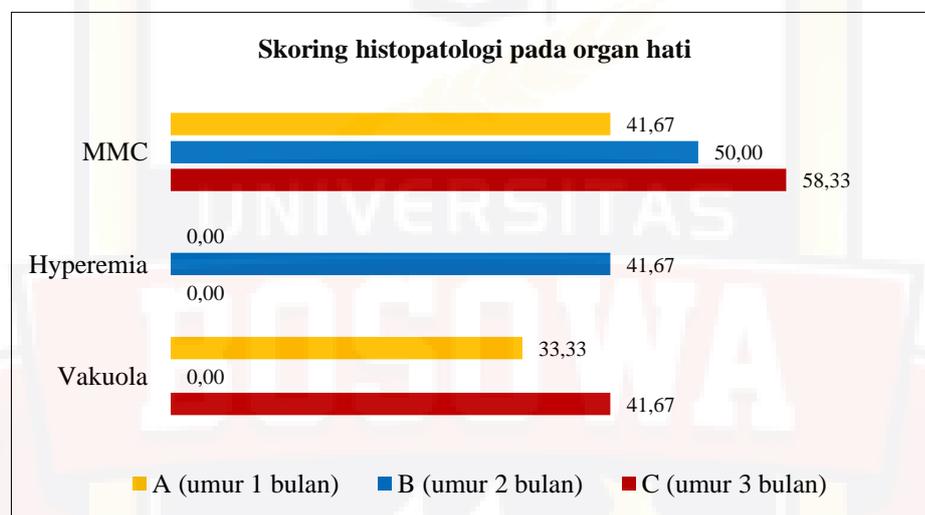
Perlakuan	Ulangan	Histopatologi pada organ hati		
		MMC	Hyperemia	Vakuola
A	A ₁	2	0	2
	A ₂	1	0	1
	A ₃	2	0	1
B	B ₁	1	2	0
	B ₂	2	2	0
	B ₃	3	1	0
C	C ₁	3	0	2
	C ₂	3	0	1
	C ₃	1	0	2

Berdasarkan Tabel 8 di atas menunjukkan bahwa gambaran histopatologi organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) mengalami kerusakan berupa *Melano macrophages Center* (MMC), hyperemia, dan vakuola. Gambaran histopatologi organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) berbagai perlakuan dengan perbesaran 400x dapat dilihat pada Gambar 15-17.

Perlakuan A (umur 1 bulan) menyebabkan histopatologi organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) berupa *Melano macrophages Center* (MMC) dan vakuola. Perlakuan B (umur 2 bulan) yaitu *Melano macrophages Center* (MMC) dan

hyperemia. Kemudian perlakuan C (umur 3 bulan) terjadi kerusakan berupa *Melano macrophages Center* (MMC) dan vakuola.

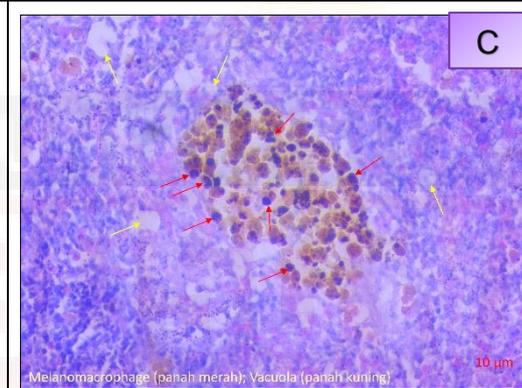
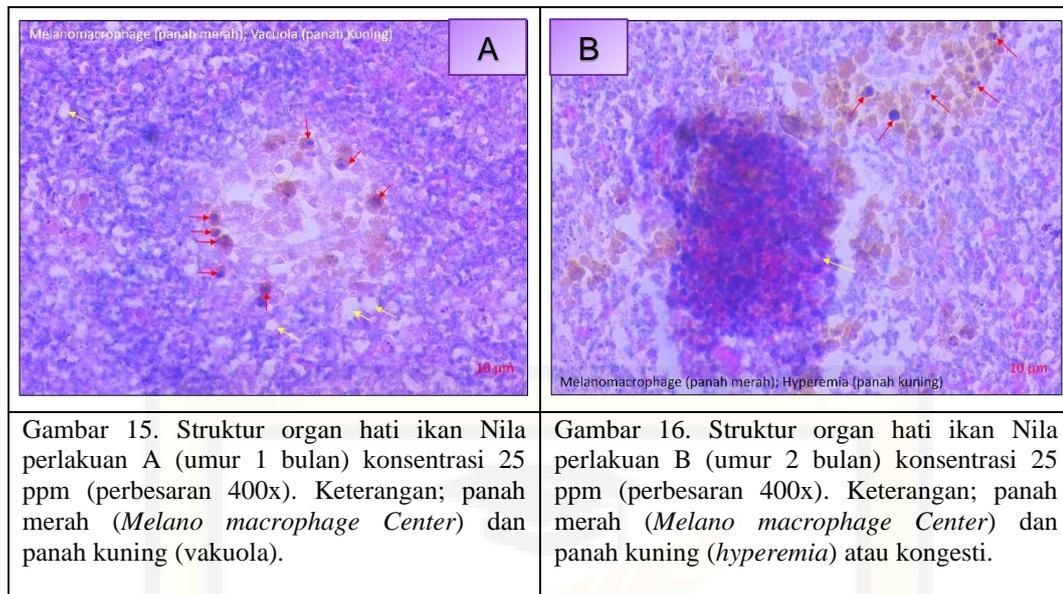
Kelainan yang teridentifikasi pada organ hati perlakuan A, B, dan C disebabkan adanya bahan toksik logam timbal (II) nitrat terhadap ikan Nila (*O. niloticus*). Masuknya zat toksik dapat menyebabkan penurunan aktivitas enzim untuk detoksifikasi racun. Hal tersebut mengakibatkan hepatosit mengalami gangguan fungsi dan perubahan struktur (Made, 2015).



Gambar 14. Skoring histopatologi pada organ hati ikan Nila (*O. niloticus*).

Tingkat kerusakan hati dikategorikan menjadi tiga, tingkat ringan yaitu perlemakan hati yang ditandai dengan pembengkakan sel. Kerusakan tingkat sedang yaitu kongesti dan hemoragi, sedangkan tingkat berat ditandai dengan nekrosis (Darmono, 1995) dalam (Rosmaidar *et al.*, 2017).

Hasil pengamatan histopatologi organ hati ikan Nila (*O. niloticus*), maka dapat disimpulkan bahwa paparan logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm mengakibatkan organ hati ikan Nila (*O. niloticus*) mengalami tingkat kerusakan ringan sampai dengan tingkat kerusakan sedang.



Gambar 17. Struktur organ hati ikan Nila perlakuan C (umur 3 bulan) konsentrasi 25 ppm (perbesaran 400x). Keterangan; panah merah (*Melano macrophage Center*) dan panah kuning (vakuola).

Kerusakan organ hati perlakuan A, B, dan C yang diakibatkan bahan toksik dalam hati akan mengganggu kerja enzim-enzim biologis, serta mempengaruhi struktur histologis hati ikan Nila (*O. niloticus*). Toksikan mampu berikatan dengan enzim, ikatan tersebut terbentuk karena logam berat memiliki kemampuan untuk menggantikan gugusan logam yang berfungsi sebagai ko-faktor enzim (Made, 2015).

Jika toksikan masuk secara terus menerus, besar kemungkinan hati akan jenuh terhadap toksikan (tidak mampu mendetoksifikasi toksik lagi), sehingga metabolisme dalam hati akan menurun. Apabila metabolisme terganggu, maka proses detoksifikasi menjadi kurang efektif dan menyebabkan senyawa metabolit bereaksi dengan unsur sel, sehingga memicu kematian sel (Rauzatul *et al.*, 2017).

Kerusakan *Melano macrophages Center* (MMC) perlakuan A, B, dan C banyak terjadi dalam jaringan hati ikan Nila (*O. niloticus*). Sedangkan kerusakan vakuola tidak terdapat pada perlakuan B, hanya terjadi pada perlakuan A dan perlakuan C dengan letak kerusakan pada vena sentralis jaringan hati. Begitu pun dengan kerusakan hyperemia atau kongesti yang hanya terjadi pada perlakuan B.

Kerusakan *Melano macrophages Center* (MMC) perlakuan A, B, dan C (Gambar 15-17) disebabkan masuknya logam timbal (II) nitrat yang diakumulasi oleh organ pencernaan ikan Nila (*O. niloticus*) yaitu hati. Menurut Ersa (2008) dalam Rauzatul *et al.*, (2017), MMC menandakan adanya peradangan yaitu adanya kumpulan makrofag akibat respon perlindungan diri melawan invasi benda asing. Aktivitas makrofag pada organ hati juga merupakan biomarker histologis atas adanya kontaminan.

Penelitian Arindina *et al.*, (2013) menyatakan bahwa kerusakan hati ikan Patin akibat logam berat timbal meliputi MMC, degenerasi lemak, dan nekrosis. Sementara Juanda & Edo (2018) pada hati ikan Lele yang terpapar timbal terjadi *Melano magrophages Center* (MMC) ditandai adanya bagian yang meradang dan terdapat sekumpulan makrofag disekitarnya.

Kerusakan vakuola pada perlakuan A dan perlakuan C (Gambar 15 dan 17) yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm, terlihat ruang-ruang kosong di dalam sitoplasma dari sel adanya vakuola yang tampak membesar sehingga mendesak nukleus ke tepi sel (degenerasi hidrofily). Vakuola juga ditandai dengan hepatosit membengkak yang menyebabkan penyempitan sinusoid dan sitoplasma tampak keruh. Keadaan ini memicu terjadinya pembengkakan sel akibat penimbunan air dalam sel hati (Rosmaidar *et al.*, 2017).

Penelitian Endang (2015) menjelaskan bahwa efek toksik timbal pada hati ikan Bandeng dengan konsentrasi 0,15 ppm terjadi kerusakan berupa vakuola. Penelitian Heri dkk (2021) kerusakan struktur histologi organ hati ikan Gelodok akibat timbal berupa kongesti pembuluh darah dan vakuola. Menurut Zulfahmi *et al.*, (2015) yang menyebutkan bahwa semakin tinggi konsentrasi polutan berakibat pada semakin meningkatnya proses vakuolalisasi pada sel hati. Vakuolalisasi yang terjadi akan menyebabkan inti sel mengalami penciutan (*shrinkage*) dan kematian (nekrosis).

Kerusakan berupa hiperemia atau kongesti akibat kontaminasi logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm perlakuan B (Gambar 16) disebabkan akibat buntunya pembuluh darah yaitu karena terpapar oleh agen kimia seperti logam timbal (II) nitrat. Kongesti merupakan kerusakan sel hati akibat peningkatan jumlah darah dan vasodilatasi pembuluh darah yang diakibatkan munculnya reaksi peradangan setelah perubahan struktur biokimia sel oleh logam berat. Hal ini terjadi karena sebagian besar racun atau zat toksik yang masuk ke dalam tubuh

setelah diserap oleh sel akan dibawa ke hati oleh vena porta hati, sehingga hati berpotensi mengalami kerusakan Raizatul *et al.*, (2017).

Kongesti pada hati, dimulai dari vena sentralis yang kemudian meluas sampai sinusoid, tersusun tidak teratur dan di dalamnya terdapat eritrosit yang diduga akibat pecahnya dinding sinusoid. Vena sentralis dipenuhi banyak eritrosit akibat penyumbatan pada vena hepatica. Apabila pembendungan berlangsung cukup lama, maka sel-sel hati tampak hilang karena tekanan dan gangguan-gangguan pembawaan zat gizi. Hal ini disebabkan darah yang mengalir dari perifer lobulus hati ke pusat (vena sentralis) kebanyakan sudah kehilangan zat-zat gizi sewaktu tiba di pertengahan lobulus, sehingga di pertengahan lobulus menjadi kekurangan zat gizi. Tanda lain adanya kongesti yaitu bintik darah dalam pembuluh darah yang terpapar oleh agen kimia (Made, 2015).

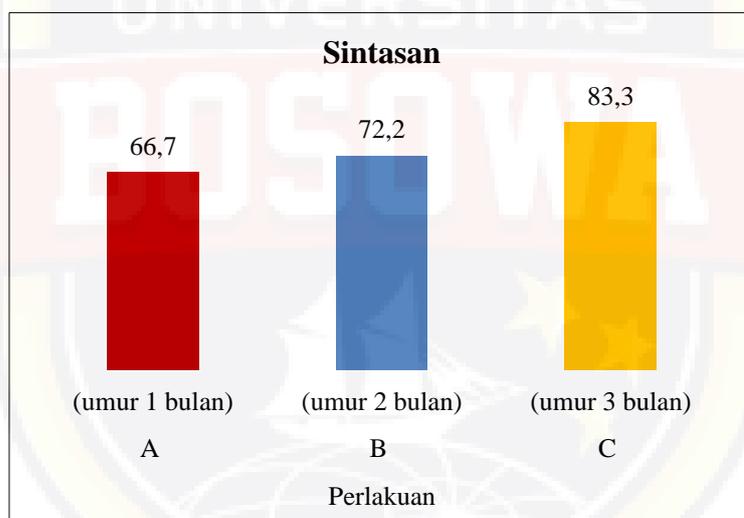
Penelitian Triadayani *et al.*, (2010) menerangkan bahwa kerusakan hati ikan Nila yang dipapar logam timbal dengan konsentrasi 0,05 ppm berupa degenerasi melembak dan kongesti, sedangkan konsentrasi 0,10 ppm yaitu hemoragi dan kongesti. Endang (2015) bahwa efek toksik timbal dengan konsentrasi 3,98 ppm pada ikan Bandeng mengakibatkan kerusakan hati berupa kongesti. Heri dkk., (2021) bahwa terjadi kerusakan hati ikan Timpakul akibat logam berat timbal diantaranya vakuola dan hyperemia atau kongesti.

Hati merupakan organ vital yang berfungsi sebagai detoksifikasi, yaitu bertanggungjawab atas biotransformasi zat-zat berbahaya menjadi zat-zat tidak berbahaya, namun kemampuan detoksifikasi tersebut terbatas. Hati juga menerima 89% suplai darah dari vena portal yang mengalirkan darah dari sistem

gastrointestinal. Disamping itu, jika paparan zat toksik berlangsung lama maka sel tidak dapat mentolerir pengaruh yang diakibatkan oleh zat toksik tersebut sehingga menimbulkan kerusakan pada sel hati (Made, 2015).

4.3 Sintasan

Hasil penelitian menunjukkan terjadi beragam nilai sintasan ikan Nila (*O. niloticus*) setiap perlakuan yang di papari logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm. Sintasan tertinggi berada pada perlakuan C (umur 3 bulan) sebesar 83,3% dan terendah pada perlakuan A (umur 1 bulan) sebesar 66,7%. Sintasan ikan Nila (*O. Niloticus*) dapat dilihat pada Gambar 18 dan disajikan pada Lampiran 5.



Gambar 18. Sintasan Ikan Nila (*O. niloticus*).

Terjadi perbedaan nilai sintasan ikan Nila (*O. Niloticus*) yang dipapari logam timbal (II) nitrat, dimana hasil sintasan setiap perlakuan menunjukkan nilai yang tertinggi sampai terendah diperoleh pada perlakuan C (umur 3 bulan) sebesar 83,3%, perlakuan B (umur 2 bulan) sebesar 72,2%, dan perlakuan A (umur 1 bulan) sebesar 66,7%. Hasil analisis ragam (Anova) memperlihatkan bahwa

logam timbal (II) nitrat berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sintasan (Lampiran 6) ikan Nila (*O. niloticus*). Hasil uji lanjut Duncan menunjukkan bahwa perlakuan A (umur 1 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan B dan perlakuan C. Perlakuan B (umur 2 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan C dan dan tidak berbeda dengan perlakuan A. Perlakuan C (umur 3 bulan) berbeda nyata terhadap perlakuan A dan tidak berbeda nyata dengan perlakuan B.

Gambar 18 di atas menunjukkan bahwa nilai sintasan ikan Nila (*O. niloticus*) tertinggi perlakuan C (umur 3 bulan) sebesar 83,3% selama 7 hari pemeliharaan. Hal ini berarti perlakuan C mengalami angka kematian terkecil atau angka kelangsungan hidup tertinggi ikan Nila (*O. niloticus*) dibandingkan dengan perlakuan A dan perlakuan B. Perbedaan nilai sintasan perlakuan A, B, dan C kemungkinan diakibatkan paparan logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm yang dapat mempengaruhi aktivitas dari ikan Nila (*O. niloticus*).

Sintasan ikan Nila (*O. niloticus*) menggambarkan bahwa terjadi keselarasan dengan rata-rata nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang dan hati (Gambar 8 dan 9) serta gambaran histopatologi pada organ insang dan hati ikan Nila (Gambar 10 dan 14). Artinya nilai sintasan yang diperoleh disebabkan parameter-parameter tersebut. Beragamnya nilai sintasan setiap perlakuan memperlihatkan bahwa masa pemeliharaan ikan Nila (*O. niloticus*) masih tergolong baik. Hal ini didukung oleh (Shofura *et al.*, 2018) bahwa tingkat kelangsungan hidup $>50\%$ tergolong baik, kelangsungan hidup 30-50% tergolong sedang, dan kelangsungan hidup $<50\%$ tergolong tidak baik.

Pada perlakuan A, B dan C yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm, dimana dari pengamatan kondisi air pada wadah perlakuan menjadi keruh dan berbusa. Sehingga diduga kematian yang terjadi disebabkan konsentrasi logam timbal (II) nitrat telah melampaui batas toleransi dari ikan Nila (*O. niloticus*) yang mengalami gangguan, terutama gangguan dalam menyerap oksigen. Hal ini dapat diamati dari tingkah laku ikan Nila (*O. niloticus*) yang sering berenang ke permukaan. Tingkah laku ikan Nila (*O. niloticus*) setiap perlakuan berbeda-beda, hal ini disebabkan akibat perbedaan ukuran tubuh (umur) dalam kebutuhan oksigen.

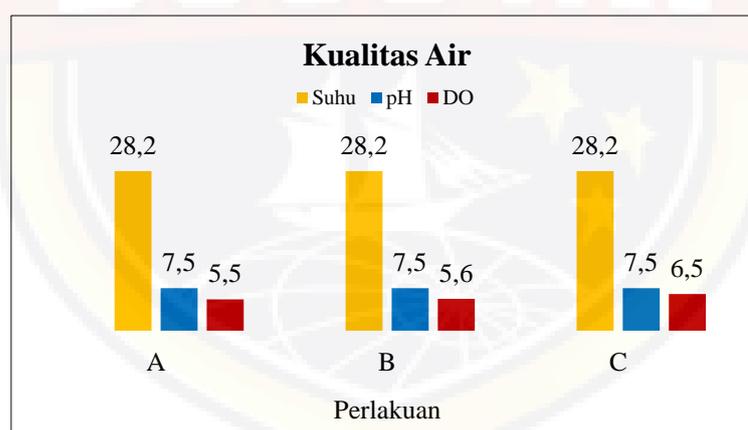
Penyerapan logam timbal (II) nitrat dalam tubuh ikan Nila (*O. niloticus*) yang secara terus menerus melalui organ insang memberikan dampak kerusakan pada organ insang, sehingga menimbulkan kematian terhadap ikan Nila (*O. niloticus*) yang disebabkan oleh proses anoxemia yaitu terhambatnya fungsi pernafasan dari insang. Hal ini menyebabkan fungsi insang menjadi tidak wajar dan mengganggu proses respirasi, sehingga mengalami gangguan pernafasan dan akhirnya menyebabkan kematian (Rennika *et al.*, 2013).

Adanya logam timbal (II) nitrat dalam tubuh ikan Nila (*O. niloticus*) akan mengganggu sintesis Hb. Hb berfungsi untuk mengikat oksigen, jika sintesis Hb dihambat maka kemampuan untuk mengikat oksigen juga semakin kecil. Oksigen dibutuhkan tubuh untuk metabolisme, sementara menurunnya proses metabolisme disebabkan kerja organ yang terganggu, salah satunya adalah hati. Jika metabolisme terganggu maka akan berpengaruh pada kelangsungan hidup (Rosmaidar *et al.*, 2017).

Logam timbal (II) nitrat merupakan logam nonesensial dan dalam kadar tinggi pada jaringan menyebabkan efek neorotolik sehingga ikan mengalami perubahan tingkah laku, penurunan laju pertumbuhan, dan kelangsungan hidup. Respon ikan Nila terhadap toksisitas logam timbal (II) nitrat yaitu ikan Nila (*O. niloticus*) menjadi hiper aktif, dan berusaha untuk melompat keluar kolam dikarenakan iritasi kulit, gangguan respirasi, kehilangan keseimbangan, megap-megap, melakukan gerakan yang tiba-tiba cepat, berputar-putar, berenang mundur, akumulasi mucus yang berlebihan, dan berakhir dengan kematian (Triadayani *et al.*, (2010).

4.4 Kualitas Air

Hasil pengukuran parameter kualitas air selama 7 hari pemeliharaan ikan Nila (*O. niloticus*) setiap perlakuan dapat dilihat pada Tabel 19 dan disajikan pada Lampiran 7.



Gambar 19. Kualitas air.

Gambar 19 di atas menunjukkan bahwa, suhu air setiap perlakuan relatif sama yaitu 28,2°C, sehingga terlihat ikan Nila (*O. niloticus*) dapat hidup cukup baik pada suhu kamar (wadah perlakuan). Magfirah dkk, (2015) mengatakan bahwa

konsentrasi logam berat terakumulasi dengan meningkatnya suhu lingkungan. Suhu juga sangat berperan dalam proses metabolisme di dalam tubuh ikan Nila (*O. niloticus*). Peningkatan suhu dapat menurunkan daya tahan tubuh terhadap racun atau benda asing dari luar (Oktafiansyah, 2015).

Hasil pengukuran pH air setiap perlakuan menunjukkan bahwa sampai penelitian berakhir, air pada wadah perlakuan stabil yaitu pada pH 7,5. Oktafiansyah (2015) mengatakan bahwa kenaikan nilai pH di perairan akan diikuti dengan penurunan kelarutan logam berat, sehingga logam berat cenderung mengendap. Nilai pH dalam air wadah perlakuan adalah netral yaitu 7,5 serta penggunaan aerasi yang digunakan selama penelitian dapat menstabilkan Nilai pH.

Hasil pengukuran oksigen terlarut (DO) setiap perlakuan berkisar antara 5,5 mg/l sampai 6,5 mg/l. Oktafiansyah (2015) mengatakan bahwa ambang batas untuk oksigen terlarut kurang dari 20 mg/l, sehingga kandungan oksigen terlarut selama penelitian masih sesuai bagi kehidupan ikan Nila (*O. niloticus*). Adanya penurunan atau ketidakstabilan oksigen terlarut diduga kian meningkatnya kadar logam timbal (II) nitrat pada air uji, yang dapat dilihat dari hasil pengukuran oksigen terlarut setiap perlakuan yaitu perlakuan A (umur 1 bulan) 5,5 mg/l, perlakuan B (umur 2 bulan) 5,6 mg/l, dan perlakuan C (umur 3 bulan) 6,5 mg/l dengan begitu proses metabolisme ikan Nila (*O. niloticus*) akan semakin meningkat. Terjadinya peningkatan metabolisme ikan Nila (*O. niloticus*) akan diikuti pula menurunnya jumlah oksigen terlarut dalam air, sebab konsumsi oksigen terlarut oleh ikan Nila (*O. niloticus*) juga meningkat.

Supono (2015) menyebutkan bahwa oksigen terlarut merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi kadar logam berat pada organisme air. Rendahnya kadar oksigen terlarut akan berakibat lajunya respirasi organisme air. Kondisi tersebut dapat meningkatnya racun yang masuk ke dalam tubuh organisme. Ikan akan memompa air lebih cepat, sehingga logam timbal (II) nitrat yang masuk ke dalam tubuh juga semakin banyak dan tentunya akan bertambahnya akumulasi dalam organ ikan Nila (*O. niloticus*).



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

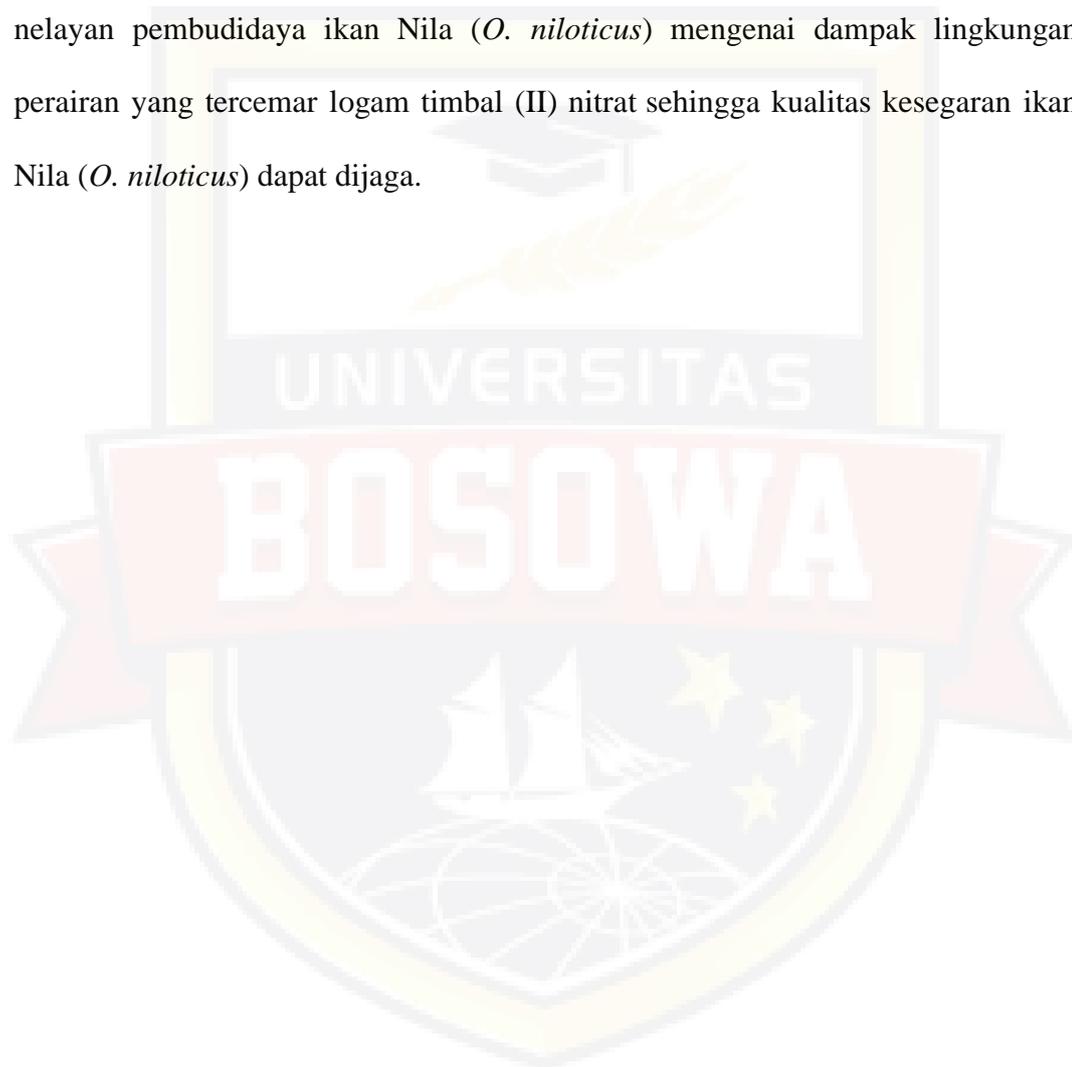
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil dan pembahasan yang telah diuraikan, maka dapat disimpulkan bahwa :

1. Umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap sintasan ikan Nila.
2. Nilai akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang dapat diurut berdasarkan umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda yaitu 1 bulan > 2 bulan > 3 bulan, kemudian pada organ hati yaitu 3 bulan > 1 bulan > 2 bulan. Sedangkan nilai akumulasi pada organ ikan Nila (*O. niloticus*) dapat disusun yakni akumulasi logam timbal (II) nitrat organ hati > organ insang. Hasil analisis ragam (Anova) menunjukkan bahwa umur ikan Nila (*O. niloticus*) berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap akumulasi logam timbal (II) nitrat.
3. Gambaran histopatologi organ insang yang dipapar logam timbal (II) nitrat dengan konsentrasi 25 ppm berdasarkan umur ikan Nila (*O. niloticus*) yang berbeda berupa edema, fusi lamela, kongesti, dan nekrosis dengan tingkat kerusakan sedang sampai tingkat kerusakan berat. Sedangkan pada organ hati berupa *Melano macrophages Center* (MMC), vakuola, dan hyperemia dengan tingkat kerusakan ringan sampai tingkat kerusakan sedang.

5.2 Saran

Penelitian selanjutnya perlu adanya konsentrasi logam timbal (II) nitrat yang bervariasi, sehingga mampu mendapatkan hasil pengujian laboratorium mengenai gambaran histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) yang beragam. Selain itu, hasil penelitian ini dapat menjadi sarana informasi bagi nelayan pembudidaya ikan Nila (*O. niloticus*) mengenai dampak lingkungan perairan yang tercemar logam timbal (II) nitrat sehingga kualitas kesegaran ikan Nila (*O. niloticus*) dapat dijaga.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, D. Y., Suprpto, D., & Febrianto, S. 2019. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Di Sungai Tenggang, Semarang, Jawa Tengah *Heavy Metal Concentration of Pb in Nile tilapia (Oreochromis niloticus) in the Tenggang River, Semarang, Central Java. Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*, 8(3), 242-249.
- Andayani, S., H. Suprastyani dan I. Masfiah. 2020. Pengaruh Pemberian Ekstrak Kasar Kulit Buah Naga Terhadap Histopatologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang terinfeksi *Aeromonas hydrophil*. *Journal of Fisheries and Marine*. 3(2): 149-159.
- Arindina Azzahwaani Mutiara, Ike Rustikawati, Titin Herawati. 2013. Akumulasi Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Serta Kerusakan Pada Insang, Hati, dan Daging Ikan Patin (*Pangasius sp.*) Di Waduk Saguling. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, Vol.4.
- Asfiyan, R. A. 2021. Analisis Kadar Logam Berat Timbal (Pb) Pada Ikan Bader (*Barbonyumas gonionotus*) Di Sungai Berantas dan Sungai Berangkal Daerah Kabupaten Mojokerto (Doctoral dissertation, UIN Sunan Ampel Surabaya).
- Darmono.1995. Logam Dalam Sistem Biologi Mahluk Hidup. UI-Press: Jakarta.
- Desak Wira Triana Wandari, L Wayan Restu, Endang Wulandari Suryaningtyas. 2018. Studi Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Ditinjau Dari Kadar Ammonia (NH₃) Di Danau Batur Bali. *Jurnal Metamorfosa. Udayana University*.
- Dewi, N. K. 2012. Biomarker Pada Ikan Sebagai Alat Monitoring Pencemaran Logam Berat Kadmium, Timbal Dan Merkuri Di Perairan Kaligarang Semarang (*Doctoral dissertation, Program Doktor Ilmu Lingkungan*).
- Ernita, Munawir, dan Resti Faumi. 2020. Perbandingan Secara Anatomi Insang Ikan Keuring (*Tor tambroides*), Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Mahasiswa PKM-Penelitian Eksakta. Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Banda Aceh.
- Ersa, I.M. 2008. Gambaran Histopatologi Insang, Usus, dan Otot Pada Ikan Mujair (*Oreochromis mossabicus*) di Daerah Cimpea, Bogor. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

- Fatikhah, A. M. M. 2014. Uji Toksisitas dan Perubahan Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus* Var.) Yang Dipapar Timbal Asetat. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Juanda, S. J., & Edo, S. I. 2018. Histopatologi Insang, Hati dan Usus Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Di Kota Kupang, Nusa Tenggara Timur (*Gill, Liver and Gut's Histopathology of Catfish (Clarias gariepinus) in Kota Kupang, East West Nusa*). *Saintek Perikanan: Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology*, 14(1), 23-29.
- Kusumadewi, M.R. 2015. Tingkat Biokonsentrasi Logam Berat dan Gambaran Histopatologi Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus*) yang Hidup di Perairan Tukad Bandung Kota Denpasar. Tesis. Ilmu Lingkungan Pasca Sarjana, Universitas Udayana, Denpasar.
- Magfirah, M., Adhar, S., & Ezraneti, R. 2015. Efek Surfaktan Terhadap Pertumbuhan, Kelangsungan Hidup dan Struktur Jaringan Insang Benih Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Acta Aquatica: Aquatic Sciences Journal*, 2(2), 90-96.
- Morrison, J. 2007. Normal Histology. In : Momford, S., J. Heidel, C. Smith, J. Marrison, B. MacConnel dan V. Blazer. *Fish Histology and Histopathology*.
- Mulyani, F. A. M., Widiyaningrum, P., & Utami, N. R. 2014. Uji Toksisitas Dan Perubahan Struktur Mikroanatomi Insang Ikan Nila Larasati (*Oreochromis niloticus*) yang dipapar Timbal Asetat. *Indonesian Journal of Mathematics and Natural Sciences*, 37(1).
- Niti Suparjo, M. 2010. Kerusakan Jaringan Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* L.) Akibat Deterjen *Detergent to Mortality Level and Structural Damage of Gill Tissues on Nila Fish (Oreochromis niloticus L.)*. *Jurnal Saintek Perikanan*.
- Noviyanto, T. S. H., Lusiastuti, A. M., & Susanti, B. H. 2022. Studi Histopatologi Organ Insang pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Bioscientist: Jurnal Ilmiah Biologi*, 10(1), 18-24.
- Oktafiansyah, A. 2015. Analisa Kesesuaian Kualitas Air Di Sungai Landak Untuk Mengetahui Lokasi Yang Optimal Untuk Budidaya Perikanan (*Doctoral dissertation*).
- Patang, Patang. "Dampak Logam Berat Kadmium Dan Timbal Pada Perairan." 2018.

- Pikturalistiik, P.P. 2013. Toksisitas Effluent Di Balai Ipal Pup-Esdm D.I.Y Terhadap Struktur Mikroanatomi Hepar Ikan Mas (*Cryprinus carpio. L*) Di Tinjau Dari Kadar Pb dan Cr. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Pramleonita, M., Yuliani, N., Arizal, R., & Wardoyo, S. E. 2018. Parameter Fisika dan Kimia Air Kolam Ikan Nila Hitam (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Sains Natural*, 8(1), 24-34.
- Prayitno, S. B., Haditomo, A. H. C., Desrina, D., & Sarjito, S. 2017. Prinsip-Prinsip Diagnosa dan Manajemen Kesehatan Ikan.
- Putri, F. F. A. 2019. Analisa Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) dan Histopatologi Pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Perairan Kawasan Industri Kecamatan Manyar, Gresik, Jawa Timur (*Doctoral dissertation*, Universitas Airlangga).
- Rahayu, N. I., Rosmaidar, R., Hanafiah, M., Karmil, T. F., Helmi, T. Z., & Daud, R. 2017. Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Laju Pertumbuhan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(4), 658-665.
- Rahmi, A. 2020. Respon Hematologis Ikan Bandeng, *Chanos chanos* (Forskall, 1755) yang Dipapar Timbal (Pb) Pada Konsentrasi Subkronik (Doctoral dissertation, UIN Ar-Raniry Banda Aceh).
- Rauzatul Jannah, Rosmaidar, Nazaruddin, Winaruddin, Ummu Balqis, dan T. Armansyah. 2017. Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Histopatologis Hati Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *JIMVET*. 01(4):742-748. Fakultas Kedokteran Universitas Syiah Kuala.
- Rennika, R., Aunurohim, A., & Abdulgani, N. 2013. Konsentrasi dan Lama Pemaparan Senyawa Organik dan Inorganik Pada Jaringan Insang Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) Pada Kondisi Sub Lethal. *Jurnal Sains dan Seni ITS*, 2(2), E132-E137.
- Reski, R. 2022. Gambaran Histopatologi dan Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) Pada Daging Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys Pardalis*) Di Danau Tempe (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Rosmaidar, R., Nazaruddin, N., TR, T. A., Balqis, U., & Fahrimal, Y. 2017. Pengaruh Paparan Timbal (Pb) Terhadap Histopatologis Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *The Effect of Lead (Pb) Exposure to the Histopathology of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) Gill*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(4), 736-741.

- Salsabila, M., & Suprpto, H. 2019. Teknik Pembesaran Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Di Instalasi Budidaya Air Tawar Pandaan, Jawa Timur. *Journal of Aquaculture and Fish Health*. <https://doi.org/10.20473/jafh.v7i3.11260>.
- Santoso, H. B., & Hidayaturrahmah, B. S. S. 2021. Aplikasi Biomarker Histopatologi Hati dan Ginjal Ikan Timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) Sebagai Peringatan Dini Toksisitas Logam Berat Timbal (pb) Di Muara Sungai Barito. In *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah* (Vol. 6, No. 3).
- Saputra, H.M., N. Marusin, dan P.Santoso. 2013 Struktur Histologis Insang dan Kadar Hemoglobin Ikan Asang (*Osteohilus hasseltii C.V.*) Di Danau Singkarak dan Maninjau, Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas* 2(2) hal 138-144.
- Sari, A. N. 2021. Perubahan Mikroanatomi Ginjal Ikan Sapu-Sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) Tercemar Logam Timbel (Pb) di Danau Sidenreng dan Danau Buaya (Doctoral dissertation, Universitas Hasanuddin).
- Setyowati, A., D. Hidayati., P.D.N.Awik, dan N. Abdulgani. 2013. Studi Histopatologi Hati Ikan Belanak (*Mugil Cephalus*) Di Muara Sungai Aloo Sidoarjo. *Skripsi*. Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Surabaya, Surabaya.
- Shofura, H., Suminto, S., & Chilmawati, D. 2018. Pengaruh Penambahan “Probio-7” Pada Pakan Buatan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Benih Ikan Nila Gift (*Oreochromis niloticus*). *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 1(1).
- Standar Nasional Indonesia. 2011. Cara Uji Kimia – Bagian 5: Penentuan Kadar Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Pada Produk Perikanan. SNI 2354.5:2011. Jakarta.
- Suarsa, I. W. 2015. Kinetika Adsorpsi Timbal (Pb) Pada Berbagai Absorban. *Universitas Udayana*.
- Sudrajat, Dewi Astuti, dan Muhamad Mustakim. 2020. Analisis Histopatologis Insang dan Kandungan Logam Berat Pb, Cd, dan Fe Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidayakan Di Kolam Bekas Tambang Kota Samarinda. *Dinamika Lingkungan Indonesia*, Vol.7.

- Sukowati, A. S. 2018. The Accumulation of Heavy Metal (Lead And Copper) in Milkfish (*Chanos-Chanos*, Forskal) Ponds From Dukuh Tapak, Kelurahan Tugurejo, Semarang. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 8(3), 271-278.
- Supono, S. 2015. Manajemen Lingkungan Untuk Akuakultur.
- Tahang, N. W. 2018. Gambaran Histopatologi Insang, Labirin, Dan Hepatopankreas Ikan Sepat Siam, *Trichopodus Pectoralis Regan*, 1910 Di Danau Lapompakka Kabupaten Wajo Dan Di Waduk Borong Kota Makassar (*Doctoral dissertation*, Universitas Hasanuddin).
- Tanjung, S. 1982. *The Toxicity of Aluminium for Organs of *Salvalinus Fontanalis Mitchill* in Acid Water*. Jakarta.
- Tasykal, A. R. 2015. Gambaran Histopakologi Organ Hati dan Insang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) Yang Terkontaminasi Logam Timbal (Pb) Di Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkep Makassar. *Fakultas Kedokteran Universitas Hasanudin*.
- Titin Solikhah dan Trianik Widyaningrum. 2015. Pengaruh Surfaktan Terhadap Pertumbuhan dan Histopatologi Insang Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Sebagai Materi Pembelajaran Siswa SMA Kelas XI. *JUPEMASI-PBIO* Vol. 2 hal 248-255. Universitas Ahmad Dahlan.
- Triadayani, A. L., Aryawati, R., & Diansyah, G. 2010. The Effect of Lead Metal (Pb) on Testis Tissue of Duck Grouper (*Cromileptes Altivelis*). *Maspari Journal*, 1(42-47).
- Yusuf, Yusnidar. 2011. "Analisa Kadar Logam Timbal (Pb) Pada Ikan Mas Hasil Persilangan Yang Dibudidayakan Pada Keramba Jaring Apung Waduk Cirata Jawa Barat". *Jurnal Riset Sains Dan Kimia Terapan* 1 (2), 98 - 110. <https://doi.org/10.21009/JRSKT.012.05>.
- Zulkarnain Musada. 2020. Status Pencemaran Logam Berat Timbal (Pb) dan Kadmium (Cd) Di Sungai Tallo Menggunakan Bioindikator Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Yang Di Kultur Di Keramba Jaring Apung. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Bosowa. Makassar.

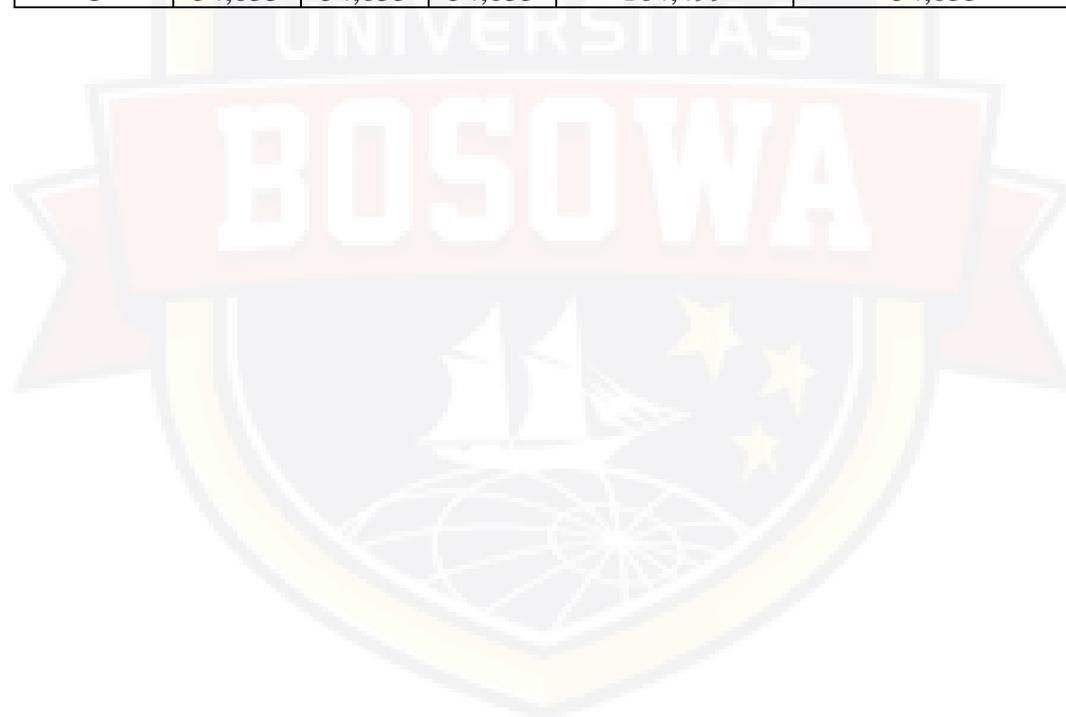


LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil perhitungan akumulasi logam timbal (II) nitrat.

Akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ insang ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)					
Perlakuan	Ulangan			Sum	Average
(Umur/Bulan)	1	2	3	(ppm)	(ppm)
A	22,943	22,943	22,943	68,829	22,943
B	19,893	19,893	19,893	59,679	19,893
C	11,202	11,202	11,202	33,606	11,202

Akumulasi logam timbal (II) nitrat pada organ hati ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)					
Perlakuan	Ulangan			Sum	Average
(Umur/Bulan)	1	2	3	(ppm)	(ppm)
A	47,608	47,608	47,608	142,824	47,608
B	53,389	53,389	53,389	160,167	53,389
C	54,833	54,833	54,833	164,499	54,833



Lampiran 2. Hasil uji Anova *One Way* akumulasi logam timbal (II) nitrat.

ANOVA					
Insang					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	36,927	2	18,463	14,965	0,005
Within Groups	7,403	6	1,234		
Total	44,329	8			

Insang			
Duncan^a			
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05	
		1	2
C (umur 3 bulan)	3	11,1967	
B (umur 2 bulan)	3		14,4667
A (umur 1 bulan)	3		16,0633
Sig.		1,000	0,129
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.			
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.			

ANOVA					
Hati					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	1247,509	2	623,754	1304,168	0,000
Within Groups	2,870	6	0,478		
Total	1250,379	8			

Hati				
Duncan^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A (umur 1 bulan)	3	24,6100		
B (umur 2 bulan)	3		47,6100	
C (umur 3 bulan)	3			51,1767
Sig.		1,000	1,000	1,000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.				

Lampiran 3. Hasil perhitungan skoring histopatologi.

Perhitungan Histopatologi Organ Insang Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)							
Perlakuan	Ulangan	Sampel Histologi (spesimen)	Histopatologi Organ Insang				Tingkat
			Edema	Fusi Lamela	Kongesti	Nekrosis	Kerusakan
A	1	3	1	3	0	1	Berat
	2	3	3	1	0	2	
	3	3	1	2	0	1	
Jumlah			5	6	0	4	
Persentase (%) $jumlah \div 12 \times 100$			41,67	50,00	0	33,33	
B	1	3	2	2	1	0	Sedang
	2	3	1	2	2	0	
	3	3	1	1	1	0	
Jumlah			4	5	4	0	
Persentase (%) $jumlah \div 12 \times 100$			33,33	41,67	33,33	0	
C	1	3	1	1	1	0	Sedang
	2	3	2	1	1	0	
	3	3	1	2	3	0	
Jumlah			4	4	5	0	
Persentase (%) $jumlah \div 12 \times 100$			33,33	33,33	41,67	0	

Perhitungan Histopatologi Organ Hati Ikan Nila (<i>O. niloticus</i>)						
Perlakuan	Ulangan	Sampel Histologi (spesimen)	Histopatologi Organ Hati			Tingkat
			MMC	Hyperemia	Vakuola	Kerusakan
A	1	3	2	0	2	Ringan
	2	3	1	0	1	
	3	3	2	0	1	
Jumlah			5	0	4	
Persentase (%) $jumlah \div 12 \times 100$			41,67	0	33,33	
B	1	3	1	2	0	Sedang
	2	3	2	2	0	
	3	3	3	1	0	
Jumlah			6	5	0	
Persentase (%) $jumlah \div 12 \times 100$			50,00	41,67	0	
C	1	3	3	0	2	Ringan
	2	3	3	0	1	
	3	3	1	0	2	
Jumlah			7	0	5	
Persentase (%) $jumlah \div 12 \times 100$			58,33	0	41,67	

Lampiran 4. Hasil perhitungan sintasan ikan Nila (*O. niloticus*).

Hari Ke-1, 8 Maret 2022				
Perlakuan	Jumlah Ikan Mati			
A	1	2	3	Jumlah
	0	1	0	1
B	1	2	3	Jumlah
	0	1	0	1
C	1	2	3	Jumlah
	0	0	0	0

Hari Ke-2, 9 Maret 2022				
Perlakuan	Jumlah Ikan Mati			
A	1	2	3	Jumlah
	1	0	0	1
B	1	2	3	Jumlah
	1	0	0	1
C	1	2	3	Jumlah
	0	0	0	0

Hari Ke-3, 10 Maret 2022				
Perlakuan	Jumlah Ikan Mati			
A	1	2	3	Jumlah
	1	0	0	1
B	1	2	3	Jumlah
	0	1	0	1
C	1	2	3	Jumlah
	0	0	0	0

Hari Ke-4, 11 Maret 2022				
Perlakuan	Jumlah Ikan Mati			
A	1	2	3	Jumlah
	0	0	1	1
B	1	2	3	Jumlah
	0	0	1	1
C	1	2	3	Jumlah
	0	0	1	1

Hari Ke-5, 12 Maret 2022				
Perlakuan	Jumlah Ikan Mati			
A	1	2	3	Jumlah
	0	1	0	1
B	1	2	3	Jumlah
	0	1	0	1
C	1	2	3	Jumlah
	0	0	0	0

Hari Ke-6, 13 Maret 2022				
Perlakuan	Jumlah Ikan Mati			
A	1	2	3	Jumlah
	1	0	0	1
B	1	2	3	Jumlah
	0	0	1	1
C	1	2	3	Jumlah
	0	0	0	0

Hari Ke-7, 14 Maret 2022				
Perlakuan	Jumlah Ikan Mati			
A	1	2	3	Jumlah
	0	0	2	2
B	1	2	3	Jumlah
	0	1	0	1
C	1	2	3	Jumlah
	0	0	0	0

Lampiran 5. Hasil Uji Anova *One Way* Sintasan Ikan Nila (*O. niloticus*).

ANOVA					
Sintasan					
	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	63.000	3	21.000	21.000	.000
Within Groups	8.000	8	1.000		
Total	71.000	11			

Sintasan				
Duncan^a				
Perlakuan	N	Subset for alpha = 0.05		
		1	2	3
A (umur 1 bulan)	3	12.0000		
B (umur 2 bulan)	3	13.0000		
C (umur 3 bulan)	3		15.0000	
Sig.		.256	1.000	1.000
Means for groups in homogeneous subsets are displayed.				
a. Uses Harmonic Mean Sample Size = 3.000.				



Lampiran 6. Hasil perhitungan kualitas air.

Hari Ke-1, 08 Maret 2022				
Perlakuan		Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,3	7,2	4,9
	2	28,1	7,2	4,9
	3	28,3	7,2	4,9
Rerata		28,2	7,2	4,9
B	1	28,3	7,2	5,8
	2	28,2	7,2	5,8
	3	28,1	7,2	5,8
Rerata		28,2	7,2	5,8
C	1	28,2	7,2	4,7
	2	28,1	7,2	4,7
	3	28,3	7,2	4,7
Rerata		28,2	7,2	4,7

Hari Ke-2, 09 Maret 2022				
Perlakuan		Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,3	7,2	5,0
	2	28,2	7,2	5,0
	3	28,1	7,2	5,0
Rerata		28,2	7,2	5,0
B	1	28,3	7,2	5,3
	2	28,1	7,2	5,3
	3	28,3	7,2	5,3
Rerata		28,2	7,2	5,3
C	1	28,3	7,2	6,3
	2	28,3	7,2	6,3
	3	28,1	7,2	6,3
Rerata		28,2	7,2	6,3

Hari Ke-3, 10 Maret 2022				
Perlakuan		Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,2	7,2	5,6
	2	28,1	7,2	5,6
	3	28,3	7,2	5,6
Rerata		28,2	7,2	5,6
B	1	28,3	7,2	4,9
	2	28,2	7,2	4,9
	3	28,1	7,2	4,9
Rerata		28,2	7,2	4,9
C	1	28,3	7,2	6,7
	2	28,1	7,2	6,7
	3	28,3	7,2	6,7
Rerata		28,2	7,2	6,7

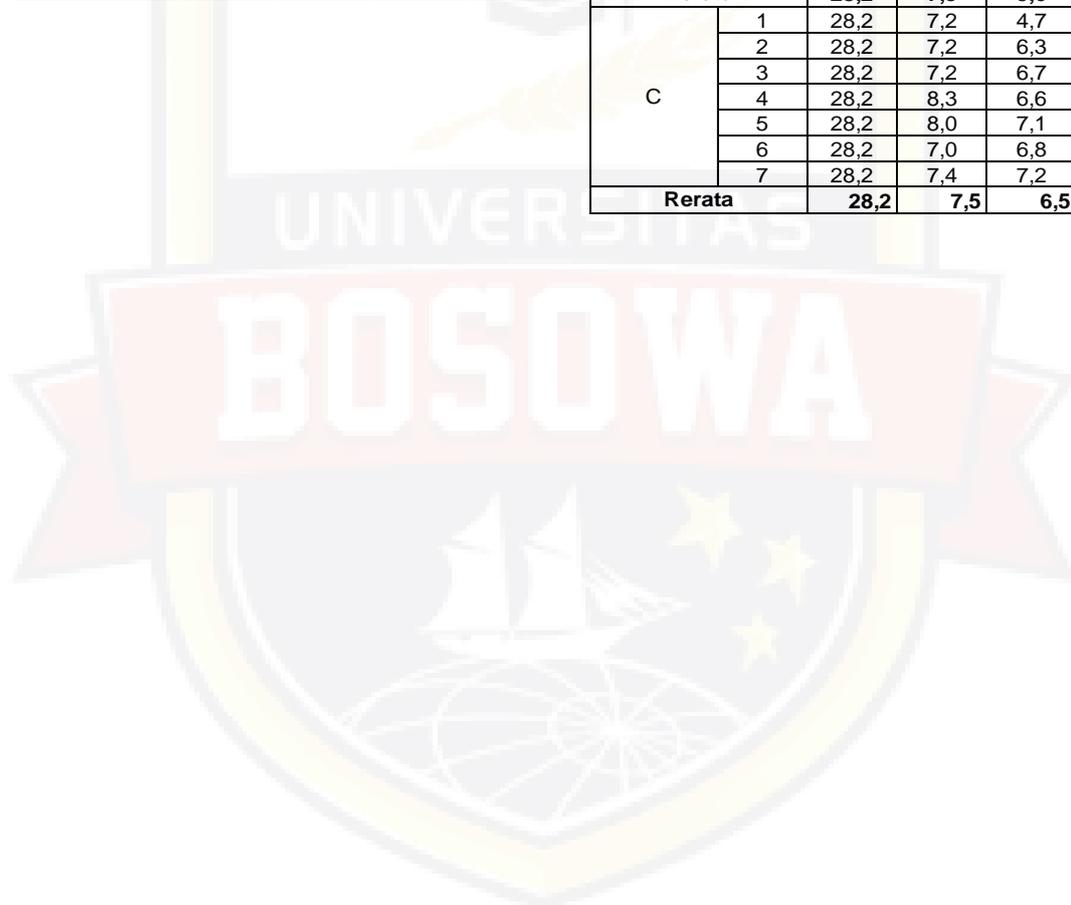
Hari Ke-4, 11 Maret 2022				
Perlakuan		Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,3	8,3	5,3
	2	28,2	8,3	5,3
	3	28,1	8,3	5,3
Rerata		28,2	8,3	5,3
B	1	28,2	8,3	5,5
	2	28,1	8,3	5,5
	3	28,3	8,3	5,5
Rerata		28,2	8,3	5,5
C	1	28,3	8,3	6,6
	2	28,3	8,3	6,6
	3	28,1	8,3	6,6
Rerata		28,2	8,3	6,6

Hari Ke-5, 12 Maret 2022				
Perlakuan		Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,3	8,0	6,1
	2	28,1	8,0	6,1
	3	28,3	8,0	6,1
Rerata		28,2	8,0	6,1
B	1	28,3	8,0	5,7
	2	28,2	8,0	5,7
	3	28,1	8,0	5,7
Rerata		28,2	8,0	5,7
C	1	28,2	8,0	7,1
	2	28,1	8,0	7,1
	3	28,3	8,0	7,1
Rerata		28,2	8,0	7,1

Hari Ke-6, 13 Maret 2022				
Perlakuan		Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,3	7,0	5,9
	2	28,2	7,0	5,9
	3	28,1	7,0	5,9
Rerata		28,2	7,0	5,9
B	1	28,3	7,0	6,0
	2	28,1	7,0	6,0
	3	28,3	7,0	6,0
Rerata		28,2	7,0	6,0
C	1	28,3	7,0	6,8
	2	28,3	7,0	6,8
	3	28,1	7,0	6,8
Rerata		28,2	7,0	6,8

Hari Ke-7, 14 Maret 2022				
Perlakuan		Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,2	7,4	5,6
	2	28,1	7,4	5,6
	3	28,3	7,4	5,6
Rerata		28,2	7,4	5,6
B	1	28,3	7,4	6,3
	2	28,2	7,4	6,3
	3	28,1	7,4	6,3
Rerata		28,2	7,4	6,3
C	1	28,3	7,4	7,2
	2	28,1	7,4	7,2
	3	28,3	7,4	7,2
Rerata		28,2	7,4	7,2

Rerata				
Perlakuan	Minggu	Parameter		
		Suhu	pH	DO
A	1	28,2	7,2	4,9
	2	28,2	7,2	5,0
	3	28,2	7,2	5,6
	4	28,2	8,3	5,3
	5	28,2	8,0	6,1
	6	28,2	7,0	5,9
	7	28,2	7,4	5,6
Rerata		28,2	7,5	5,5
B	1	28,2	7,2	5,8
	2	28,2	7,2	5,3
	3	28,2	7,2	4,9
	4	28,2	8,3	5,5
	5	28,2	8,0	5,7
	6	28,2	7,0	6,0
	7	28,2	7,4	6,3
Rerata		28,2	7,5	5,6
C	1	28,2	7,2	4,7
	2	28,2	7,2	6,3
	3	28,2	7,2	6,7
	4	28,2	8,3	6,6
	5	28,2	8,0	7,1
	6	28,2	7,0	6,8
	7	28,2	7,4	7,2
Rerata		28,2	7,5	6,5



Lampiran 7. Surat permintaan bahan kimia logam timbal (II) nitrat.



UNIVERSITAS BOSOWA
PROGRAM PASCASARJANA

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901 - 452789 Fax. (0411) 424568
 Website: <http://www.univ45.ac.id> E-mail: pascasarjana_empatlima@yahoo.com
 MAKASSAR - INDONESIA

Makassar, 16 Maret 2022

No. : **302/B.03/PPs/Unibos/III/2022**
 Lamp. : **Satu buah Proposal Penelitian**
 Hal : **Izin Penelitian dan Pengambilan Data**

Kepada Yth.

KEPALA LPPS FMIPA UNHAS PERMINTAAN BAHAN KIMIA
 di
 Tempat

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan bahwa Berdasarkan Hasil Seminar Proposal Penelitian pada Tanggal **Dua Puluh Satu** Bulan **Januari** Tahun **Dua Ribu Dua Puluh Dua** Mahasiswa Program Pascasarjana Universitas Bosowa Makassar atas nama:

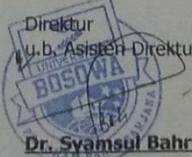
Nama	: Zulkarnain Musada
NIM	: 4620105006
Program Studi	: Magister Budidaya Perairan
Judul Tesis	: Gambaran Histopatologi Organ Pernapasan dan Pencernaan Ikan Nila (<i>Oreochromis Niloticus</i>) Yang Dipapar Logam Berat Pb (NO₃)₂

Untuk mendukung penulisan Tesis Mahasiswa tersebut di atas maka Kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan izin kepada mahasiswa tersebut di atas untuk melakukan penelitian.

Mahasiswa tersebut di atas dibimbing oleh:

1. Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P
2. Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M

Demikian permohonan izin penelitian ini, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih



Dr. Syamsul Bahri, S.Sos., M.Si.
 NIDN 00 1501 6704

Tembusan:

1. Rektor Universitas Bosowa Makassar
2. Direktur PPs Universitas Bosowa
3. Mahasiswa yang bersangkutan
4. Peringgal

Lampiran 8. Laporan hasil uji sampel histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) laboratorium Balai Besar Veteriner Maros.



KEMENTERIAN PERTANIAN
DIREKTORAT JENDERAL PETERNAKAN DAN KESEHATAN HEWAN
BALAI BESAR VETERINER MAROS
 JALAN Dr. SAM RATULANGI, MAROS, SULAWESI SELATAN 90514
 TELEPON : (0411) 371105, FAXMILE : (0411) 372257
 WEBSITE : <http://bbvetmaros.dijepkh.pertanian.go.id>
 EMAIL : bbvetmaros@pertanian.go.id

Form E-30b

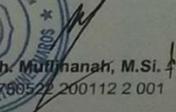
LAPORAN HASIL UJI LABORATORIUM

Pengirim : Zulkamain Musada
 Alamat : Perumahan Alam Indah, Barombong No. 1, Blok H, Desa Kanjilo, Barombong, Gowa, Sulawesi Selatan
 Tgl Kirim / No : 21 Maret 2022
 Tgl Terima : 21 Maret 2022
 No EPI : P07220201
 Jenis Layanan : Penelitian Mahasiswa

Hasil uji

No	Desa	Pemilik	Jenis Sampel	Lab Uji	Jenis Uji	Jum	Pos	Neg	Sero+	Sero-	->BMCM	<BMCM Lainnya
1.	Kanjilo	Zulkamain Musada	Hati	Patologi	Pembuatan Slide Histo	12	0	0	0	0	0	12
2.			Insang		Pembuatan Slide Histo	12	0	0	0	0	0	12

Catatan:
 - Preparat telah dibuat

Maros, 06 April 2022
 Koordinator Pelayanan Veteriner,

DR. drh. Muthhanah, M.Si.
 NIP. 197685222001122001



Lampiran 9. Surat penelitian pemeriksaan foto dan pembacaan histopatologi organ insang dan hati ikan Nila (*O. niloticus*) Laboratorium BBKIPM, Makassar.



**UNIVERSITAS BOSOWA
PROGRAM PASCASARJANA**

Jl. Urip Sumoharjo Km. 4 Telp. (0411) 452901 - 452789 Fax. (0411) 424568
Website: <http://www.univ45.ac.id> E-majil: pascasarjana_empatiima@yahoo.com
MAKASSAR - INDONESIA

Makassar, 17 Juni 2022

No. : **302/B.03/PPs/UNIBOS/VI/2022**
Lamp. : -
Hal : **Pemeriksaan (Foto & Pembacaan Histologi)**

Kepada Yth.

**BALAI BESAR KARANTINA IKAN, PENGENDALIAN MUTU DAN KEAMANAN
HASIL PERIKANAN MAKASSAR**

di

Tempat

Dengan hormat,

Bersama ini kami sampaikan bahwa Berdasarkan Hasil Seminar Proposal Penelitian pada Tanggal **Dua Puluh Satu** Bulan **Januari** Tahun **Dua Ribu Dua Puluh Dua** Mahasiswa Program Pascasarjana Universitas Bosowa Makassar atas nama:

Nama : **Zulkarnain Musada**
NIM : **4620105006**
Program Studi : **Magister Budidaya Perairan**
Judul Tesis : **Gambaran Histopatologi Organ Pernapasan dan Pencernaan Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*) Yang Dipapar Logam Berat Pb (NO₃)₂**

Untuk mendukung penulisan Tesis Mahasiswa tersebut di atas maka Kami mohon kepada Bapak/Ibu untuk memberikan izin kepada mahasiswa tersebut di atas untuk melakukan penelitian.

Mahasiswa tersebut di atas dibimbing oleh:

1. Dr. Ir. Erni Indrawati, M.P
2. Dr. Ir. Sri Mulyani, M.M

Demikian permohonan izin penelitian ini, atas perhatian dan kerjasamanya kami ucapkan terima kasih

Direktur
u.b. Asisten Direktur,

Dr. Syamsul Bahri, S.Sos., M.Si.
NIDN-00 1501 6704

Tembusan:

1. Rektor Universitas Bosowa Makassar
2. Direktur PPs Universitas Bosowa
3. Mahasiswa yang bersangkutan
4. Peninggal

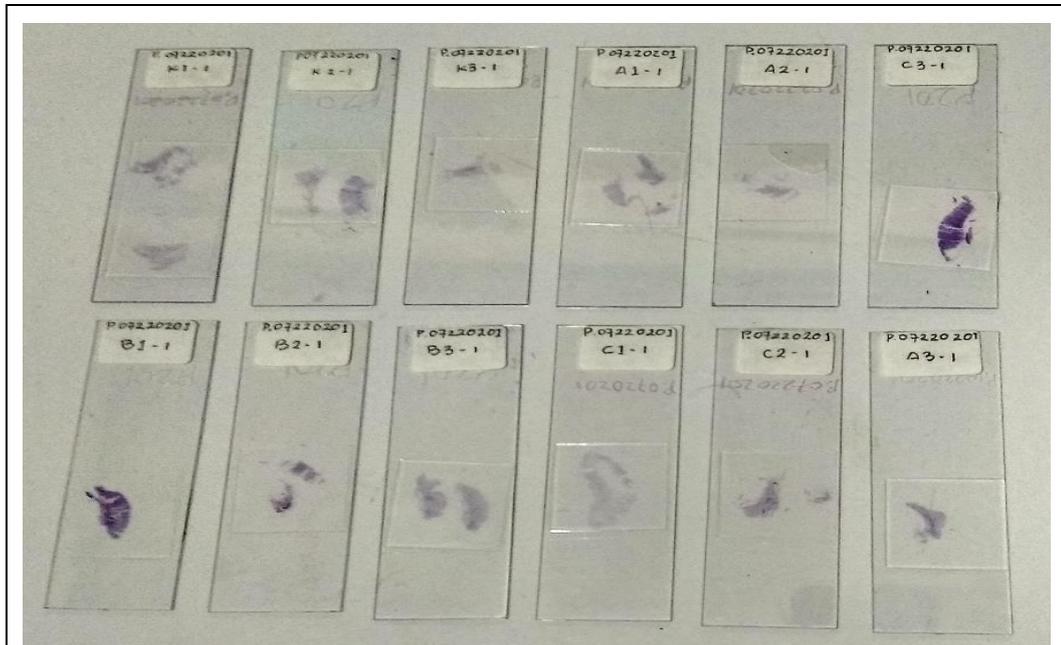
Lampiran 10. Dokumentasi penelitian.

	
Tata Letak Wadah Perlakuan	Persiapan Aerasi
	
Persiapan Wadah Perlakuan	Persiapan Wadah Air Uji
	
Pengisian Air Uji	Logam Timbal (II) Nitrat
	
Penuangan Logam Timbal (II) Nitrat	Penyamanan Logam Timbal (II) Nitrat dengan Aerasi

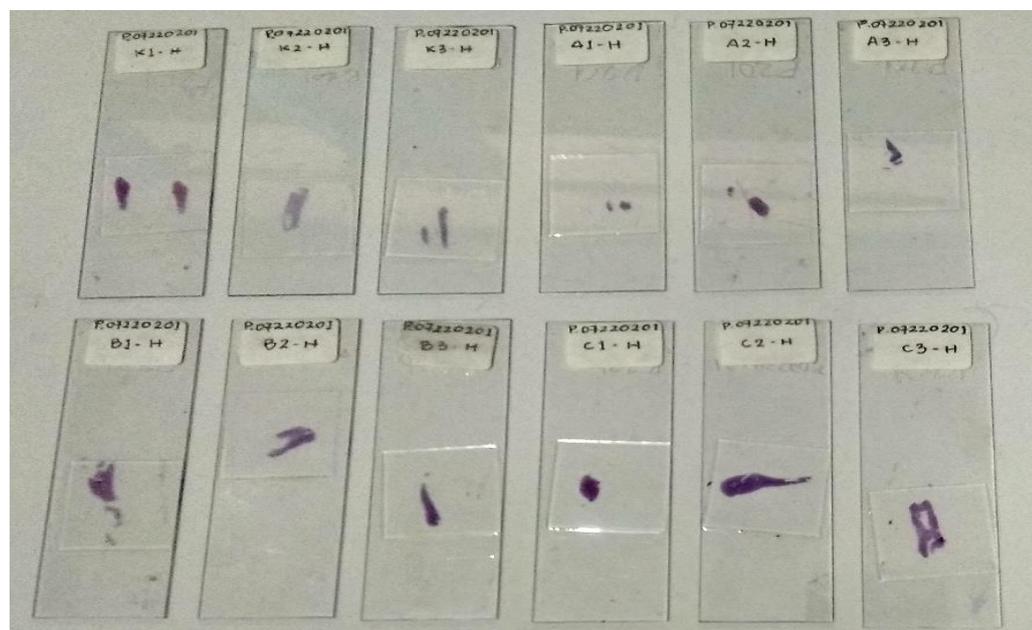
	
<p>Pengisian Wadah Perlakuan dengan Air Kontrol dan Air Uji</p>	<p>Pembelian Hewan Uji Berumur 1, 2 dan 3 Bulan</p>
	
<p>Penyortiran Hewan Uji Sesuai Umur Pemeliharaan</p>	<p>Proses Packing Hewan Uji</p>
	
<p>Hewan Uji Berumur 1, 2 dan 3 Bulan</p>	<p>Proses Aklimatisasi</p>
	
<p>Proses Aklimatisasi</p>	<p>Persiapan Proses Perlakuan</p>
	
<p>Proses Perlakuan</p>	<p>Pemberian Pakan</p>

	
<p>Pengukuran Kuitas Air</p>	<p>Proses Penyiponan</p>
	
<p>Persiapan Alat Pembedahan Sampel Uji Kandungan Logam Berat</p>	<p>Persiapan Alat dan Bahan Uji Sampel Histopatologi</p>
	
<p>Pembuatan Larutan Formalin 10% Untuk Sampel Uji Histopatologi</p>	<p>Persiapan Pembedahan Hewan Uji</p>
	
<p>Pembedahan Organ Insang Hewan Uji</p>	<p>Pembedahan Organ Hati Hewan Uji</p>
	
<p>Hewan Uji Berumur 1 Bulan</p>	<p>Hewan Uji Berumur 2 Bulan</p>

	
<p>Hewan Uji Berumur 3 Bulan</p>	<p>Proses Penimbangan Organ Insang</p>
	
<p>Proses Penimbangan Organ Hati</p>	<p>Proses Penyimpanan Sampel Organ Insang dan Hati untuk Uji Logam Berat</p>
	
<p>Proses Penyimpanan Sampel Organ Insang Uji Histopatologi</p>	<p>Proses Penyimpanan Sampel Organ Hati Uji Histopatologi</p>
	
<p>Sampel Organ Uji Kandungan Logam Berat Siap Diuji Laboratorium</p>	<p>Sampel Organ Uji Histopatologi Siap Diuji Laboratorium</p>
	
<p>Pembacaan Sampel Histopatologi Organ</p>	<p>Belajar Pembacaan Sampel Histopatologi</p>

Lampiran 11. Preparat mikroskopis organ insang dan hati ikan Nila.

Slide Organ Insang Ikan Nila



Slide Organ Hati Ikan Nila