

**STATUS KERUSAKAN JARINGAN USUS DENGAN PEMBERIAN KUTUKLIN
PADA IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI *Myxobolus* sp.**

SKRIPSI

Oleh:

MEGAWATI

NIM. 1550801011111071



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**STATUS KERUSAKAN JARINGAN USUS DENGAN PEMBERIAN KUTUKLIN
PADA IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI *Myxobolus* sp.**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan
Di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh:

MEGAWATI

NIM. 155080101111071



**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN
FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG**

2019

SKRIPSI

STATUS KERUSAKAN JARINGAN USUS DENGAN PEMBERIAN KUTUKLIN
PADA IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI *Myxobolus* sp.

Oleh:

MEGAWATI

NIM. 155080101111071

Telah dipertahankan didepan penguji
pada tanggal 13 Mei 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

Menyetujui,
Dosen Pembimbing



Dr. Ir. M. Firdaus, MP

NIP. 19680919 200501 1 001

Tanggal : 23 MAY 2019

Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, MSi.

NIP. 19730404 200212 2 001

Tanggal : 23 MAY 2019

HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : STATUS KERUSAKAN JARINGAN USUS DENGAN PEMBERIAN KUTUKLIN PADA IKAN KOI (Cyprinus carpio) YANG TERINFEKSI Myxobolus sp.

Nama Mahasiswa : Megawati

NIM : 155080101111071

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

Pembimbing : Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Andi Kurniawan, S.Pi., M.Eng. D.Sc

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Muhammad Musa, MS

Tanggal Ujian : 13 Mei 2019

PERYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan dibawah ini :

Nama : Megawati

NIM : 155080101111071

Prodi : Manajemen Sumberdaya Perairan

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam Laporan Skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan Laporan Skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, 13 Mei 2019
Mahasiswa

Aprilieni Daezna
125080101111020

UCAPAN TERIMA KASIH

Disampaikan Terima Kasih Kepada :
Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat
Universitas Brawijaya

Yang Telah Membiayai :
Skema Doktor Mengabdi
Melalui Dana Penerimaan Negara Bukan Pajak (PNBP) Universitas Brawijaya
Sesuai dengan Daftar Isian Pelaksanaan Anggaran (DIPA) Universitas Brawijaya
Nomor DIPA-042.01.2.400919/2018

Dengan Judul :
"Status Kerusakan Jaringan Usus Dengan Pemberian Kutuklin Pada Ikan Koi
(Cyprinus Carpio) Yang Terinfeksi *Myxobolus* sp."

Sebagai Ketua Peneliti **Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si**

Anggota Tim Penelitian Sebagai Berikut:

- | | |
|---------------------------|------------------------|
| 1. Nico Caesar Rahman | 8. Biandi Balya |
| 2. Feri Setiawan | 9. Dimas Pradana |
| 3. Muhammad Sumsanto | 10. Risky Diana |
| 4. Saddam Langkung Djaduk | 11. Megawati |
| 5. Nur Sakinah Junirahma | 12. Yohana Puspitasari |
| 6. Kurnia Susilowati | |
| 7. Nabila | |

Ketua Peneliti,

Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si
NIP. 19730404 200212 2 001

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah berkontribusi dalam penyusunan laporan Skripsi sehingga dalam terselesaikan dengan baik. Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Tuhan Yang Maha Esa karena atas rahmat-Nya saya diberikan kesehatan sehingga dapat mengerjakan proposal skripsi ini.
2. Orang tua dan keluarga yang selalu memberikan bantuan dalam berbagai bentuk, memberikan dukungan semangat serta mendoakan penulis.
3. Dr.Uun Yanuhar S.Pi., M.Si atas waktunya dalam membimbing dan memberikan nasehat yang telah diberikan dalam penyusunan laporan skripsi ini.
4. Elsa Novan Alfiyanto yang telah memberikan dukungan, bantuan dan doa dalam penyusunan laporan skripsi
5. Teman-teman KMKK dan PMK Immanuel yang telah mendoakan dan dukungan kepada penulis
6. Tim Kesayangan Bu Uun dari jaman PKM sampai Skripsi yang telah bekerjasama dengan baik terhadap penyusunan dan pelaksanaan skripsi ini
7. Teman-teman ARCANA 2015 yang selama ini telah berproses bersama-sama dalam perkuliahan kurang lebih 4 tahun dan yang tanpa sengaja turut membantu dalam penyusunan proposal skripsi ini.

Malang, 5 April 2019

Penulis

RINGKASAN

Megawati. Status Kerusakan Jaringan Usus Dengan Pemberian Kutuklin Pada Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*.) Yang Terinfeksi *Myxobolus* sp. (dibawah bimbingan Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si).

Di Indonesia ikan koi (*C. carpio*) dibudidayakan karena memiliki keunggulan diantara ikan-ikan budidaya ikan tawar lainnya. Hal ini dikarenakan produktivitas ikan koi lebih tinggi sehingga pertumbuhannya relatif cepat. Namun dalam budidaya ikan koi tidak semudah yang kita lihat, terdapat berbagai masalah yang ditemui sehingga memberikan dapat menghambat pertumbuhan dari ikan koi tersebut. salah satunya parasit yang menyerang ikan koi yaitu *myxobolus koi* yang mengakibatkan kerugian bagi para petani yang berdampak ikan mengalami kematian. Ikan nila termasuk salah satu komoditas perikanan yang digemari oleh masyarakat dalam memenuhi kebutuhan protein dengan kandungan protein sebesar 17,5%, lemak 4,1% dan air sebesar 74,8%. Namun masalah yang dianggap sering menjadi penghambat budidaya ikan nila adalah munculnya serangan penyakit. Salah satu jenis penyakit ikan air tawar di perairan tropis yang sering dijumpai yaitu *Myxobolus Koi*, yang disebabkan oleh parasite *myxobolus* sp. . Penyakit *Myxobolus* sp. menunjukkan perubahan histopatologi ikan yang sangat konsisten diantaranya jaringan usus. Hal ini terjadi dikarena dari faktor lingkungan (eksternal) maupun dari faktor dalam ikan koi sendiri (internal). Salah satu cara untuk menyembuhkan parasit dengan dilakukannya pemberian antiparasit. Para pembudidaya ikan koi telah melakukan berbagai macam cara untuk menghindari terjangkitnya infeksi *myxobolus*, yaitu dengan cara pengobatan secara alami dan penggunaan bahan kimia. pada penelitian ini dilakukan pemberian kutuklin (deltamethrin) sebagai alternatif dalam pengobatan parasit yang menginfeksi ikan koi (*Cyprinus carpio*). Beberapa penelitian tentang manfaat kutuklin sudah banyak dilakukan, namun pemanfaatan kutuklin sebagai pengobatan pada ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp. masih belum dilakukan. Oleh karena itu, tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh pemberian kutuklin terhadap parasit yang meyerang ikan koi secara In Vivo dan untuk mengetahui pengaruh kutuklin dalam status kerusakan jaringan usus dengan pemberian dosis yang berbeda. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah metode eksperimen, yaitu penelitian dengan pengumpulan data berupa data primer dengan mengamati langsung objek data. Penelitian ini meliputi pemeliharaan dengan perlakuan dosis kutuklin selama 14 hari, dilakukan pembuatan preparat histopatologi, dilakukan pengamatan histopatologi usus serta pengukuran kualitas air. Rancangan penelitian ini dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) Faktorial yang terdiri dari empat perlakuan dengan empat dosis, dua faktor kondisi ikan yaitu ikan sehat dan ikan yang terinfeksi myxobolus,serta tiga kali pengulangan. Parameter utama dalam penelitian adalah analisis statisti dalam skoring histopatologi usus ikan koi setelah masa pemberian perlakuan selama 14 hari dengan dosis yang berbeda, serta parameter penunjang yaitu terdapat kualitas air yang meliputi parameter fisika (suhu) dan parameter kimia (pH, DO dan CO₂).

Hasil penelitian dalam perlakuan pemberian kutuklin dengan dosis yang berbeda-beda yaitu pada P1 ikan myxobolus dengan kutuklin dosis 1 $\mu\text{l/g}$ pakan, P2 ikan myxobolus dengan kutuklin dosis 0,5 $\mu\text{l/g}$ pakan, P3 ikan myxobolus dengan kutuklin dosis 1,5 $\mu\text{l/g}$ pakan, P4 ikan sehat dengan kutuklin dosis 1 $\mu\text{l/g}$ pakan, P5 ikan myxobolus dengan kutuklin dosis 0,5 $\mu\text{l/g}$ pakan, P6 ikan myxobolus dengan kutuklin dosis 1,5 $\mu\text{l/g}$ pakan. Pada ikan yang sehat pemberian kutuklin 1 $\mu\text{l/g}$ pakan memiliki nilai yang mendekati kontrol negatif, sedangkan ikan myxobolus yang pemberian kutuklin dosis tertinggi sebesar 1,5 $\mu\text{l/g}$ pakan memiliki nilai yang mendekati kontrol positif, dimana artinya kerusakan histopatologi dengan uji BNT lebih besar merupakan dosis yang optimal sehingga kerusakan jaringan pada usus ikan koi lebih sedikit dibandingkan dosis yang lain. Hasil skoring untuk jaringan usus dengan kerusakan hemoraghi didapatkan hasil tertinggi pada perlakuan P3 (ikan myxobolus dosis 1,5 $\mu\text{l/g}$ pakan) sebesar 2,2 dan kerusakan terendah pada perlakuan P4 (ikan sehat pemberian dosis 1 $\mu\text{l/g}$ pakan) sebesar 1,06. Hasil kualitas air selama 14 hari pemeliharaan dengan dilakukan pengukuran 2 kali yaitu hari pertama dan hari ke-14. Hasil yang diperoleh termasuk optimal untuk kehidupan ikan koi pada setiap perlakuan yaitu suhu 24 – 26 °C, pH 6,12 – 6,25, DO 6,15 – 6,21 mg/l dan CO₂ 6,12 – 6,25 mg/l. Hasil yang didapat dari uji hemaglutinasi pada plasma darah dengan perlakuan antigen myxobolus dan kutuklin menandakan bahwa kutuklin mampu berkontribusi mengobati Myxobolus sp. Namun tidak dapat mengembalikan seperti keadaan normal (sampel B).

Kesimpulan dari penelitian ini yaitu pemberian kutuklin dengan dosis 1 $\mu\text{l/g}$ pakan sangat berpengaruh terhadap ikan yang terkena myxobolus sp. dengan hasil ketahanan hidup ikan. Pemberian kutuklin dengan dosis 1 $\mu\text{l/g}$ pakan % juga berpengaruh terhadap histopatologi usus. Berdasarkan hasil skoring kerusakan pada jaringan usus pada ikan koi didapatkan kesimpulan bahwa pemberian dosis yang optimal yaitu 1 $\mu\text{l/g}$ pakan. Karena apabila diberikan dosis yang terendah, maka tidak berpengaruh pada kerusakan jaringan. Hal ini mengingatkan infeksi myxobolus yang sangat akut pada ikan koi, tetapi tidak pemberian yang tertinggi 1,5 $\mu\text{l/g}$ pakan karena bahan kutuklin yang berupa insektisida, sehingga dapat mematikan ikan koi atau memperparah kerusakan jaringan usus ikan koi.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan Skripsi yang berjudul “Status Jaringan Usus Dengan Pemberian Kutuklin Dalam Manajemen Pengelolaan Kualitas Air Pada Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*.) Yang Terinfeksi *Myxobolus* Sp.”. Tujuan dibuatnya Laporan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Pada laporan skripsi ini, disajikan pokok-pokok bahasan mengenai gambaran analisa kualitas air kolam ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus sp* dan juga mengenai gambaran kerusakan histopatologi organ usus ikan koi yang terinfeksi *Mxyobolus sp*. Diharapkan dengan adanya laporan skripsi ini dapat memberikan informasi kepada kita semua.

Penulis menyadari bahwa laporan skripsi ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak supaya tulisan ini dapat bermanfaat dan berguna bagi pihak yang membutuhkan.

Malang, 5 April 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI	4
PERYATAAN ORISINALITAS	5
UCAPAN TERIMAKASIH.....	ii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR	v
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	ix
DAFTAR LAMPIRAN	x
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan.....	4
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Waktu dan Tempat.....	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Ikan Koi (<i>C. carpio</i>).....	6
2.1.1 Klasifikasi Ikan Koi (<i>C. carpio</i>)	6
2.1.2 Morfologi Ikan Koi (<i>Cyprinus Carpio</i>).....	7
2.1.3 Habitat Ikan Koi (<i>Cyprinus Carpio</i>)	9
2.1.4 Makanan dan Kebiasaan Makan Ikan Koi (<i>Cyprinus Carpio</i>)	9
2.1.5 Reproduksi dan Daur Hidup Ikan Koi (<i>Cyprinus Carpio</i>).....	10
2.2 Parasit <i>Myxobolus</i>	11
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Myxobolus</i> Ikan Koi (<i>Cyprinus Carpio</i>).....	11
2.2.2 Daur Hidup <i>Myxobolus</i>	13
2.2.3 Gejala Terinfeksi Parasit <i>Myxobolus</i>	13
2.2.4 Mekanisme Penularan <i>Myxobolus</i> Koi	15
2.2.5 Mekanisme Kutuklin Terhadap Ikan Koi yang Terinfeksi <i>Myxobolus</i> sp.....	16
2.3 Dampak Infeksi Parasit <i>Myxobolus</i> sp.....	16
2.4 Histopatologi.....	17
2.5 Deltamethrin bagi Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	24
2.6 Dampak Negatif Deltametrin Bagi Manusia dan Organisme	26
2.7 Sistem Imunitas Ikan.....	28
2.8 Kualitas Air	28
2.8.1 Parameter Fisika	29
2.8.2 Parameter Kimia	30
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	31
3.1 Materi Penelitian	31
3.2 Alat dan Bahan Penelitian.....	31
3.3 Metode Penelitian	31
3.4 Sumber Data	32
3.4.1 Data Primer	32

3.4.2 Data Sekunder	33
3.5 Kerangka Konseptual	34
3.6 Prosedur Penelitian	35
3.6.1 Pengambilan Sampel Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	35
3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel Air	35
3.6.3 Uji In-vivo Kutuklin pada Ikan Koi (<i>C. carpio</i>)	36
3.6.4 Metode Uji Hemaglutinasi	37
3.7 Prosedur Analisa Kualitas Air	37
3.7.1 Parameter Fisika	38
3.7.2 Parameter Kimia	38
3.8 Prosedur Pembuatan Preparat Histologi Usus Ikan Koi (<i>C. carpio</i>)	40
3.9 Metode Skoring Kerusakan Jaringan Usus	42
3.9.1 Analisis Data	43
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	46
4.1 Gejala Klinis Ikan Koi yang Terinfeksi Parasit <i>Myxobolus sp.</i>	46
4.2 Analisis Histopatologi Usus ikan Koi (<i>C. carpio</i>)	47
a. Edema	50
b. Hemoraghi	55
4.3 Mekanisme Molekuler Perlakuan Kutuklin Terhadap Respon Ketahanan Tubuh Ikan Koi Terhadap Infeksi <i>Myxobolus sp.</i>	58
4.4 Analisa Kualitas Air	61
4.4.1 Parameter Fisika	62
a. Suhu	62
4.3.2 Parameter Kimia	64
a. pH	64
b. Dissolved Oxygen (DO)	66
c. Karbondioksida (CO ₂)	67
5. KESIMPULAN DAN SARAN	45
5.1 Kesimpulan	45
5.2 Saran	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	45

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Tempat dan Waktu Penelitian	5
Tabel 2. Kerusakan Jaringan Usus pada Ikan Koi (<i>C. carpio</i>).....	19
Tabel 3. Analisis Sidik Ragam.....	45
Tabel 4. Analysis of varian (ANOVA)	45
Tabel 5. Rata-rata skoring hasil penelitian Edema	52
Tabel 6. Anova Analisa Sidik Ragam Hasil Penelitian Kerusakan Edema Jaringan Usus	53
Tabel 7. Hasil Uji BNT Penelitian Kerusakan Edema Jaringan Usus	53
Tabel 8. Rata-rata skoring hasil penelitian Hemoragi.....	55
Tabel 9. Sidik Ragam Hasil Penelitian Kerusakan Hemoragi Jaringan Usus	56
Tabel 10. Uji BNT Hasil Penelitian Kerusakan Hemoragi Jaringan Usus	57



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Ikan Koi (<i>Cyprinus Carpio</i>) (Fishbase, 2016)	6
Gambar 2. Morfologi Ikan Koi (<i>Cyprinus Carpio</i>) : a. Barbel; b. Pectoral Fin; c. Ventral Fin; c. Anal Fin; d. Lateral Line scales; e. Dorsal Fin; f. Caudal Fin (Twigg, 2008).....	8
Gambar 3. Struktur Spora <i>Myxobolus</i> sp. (Priyono et al., 2013).....	12
Gambar 4. Nodoul <i>Myxobolus</i> yang menginfeksi Ikan Koi (<i>Cyprinus caprio</i>) (Deriyanti, 2016).....	14
Gambar 5. Histopatologi (a) Lambung dan (b) Usus ikan koi yang terinfeksi <i>Myxobolus</i> . (Nurdin et al., 2011)	18
Gambar 6. Struktur kimia deltametrin (Subowo, 2013)	25
Gambar 7. Kutuklin sebagai antiparasit ikan koi terinfeksi <i>myxobolus</i> sp.	26
Gambar 8. Kerangka Konseptual.....	34
Gambar 9. Metode Zig-Zag	42
Gambar 10. Organ saluran pencernaan ikan koi (<i>Cyprinus carpio</i>) yang terserang <i>Myxobolus</i> sp.	46
Gambar 11. Usus Ikan Koi Kontrol Negatif (-); Usus Ikan Koi Kontrol Positif (+)	49
Gambar 12. Kerusakan jaringan usus ikan koi. Ikan koi ukuran 7-12 cm (A) Ikan kontrol negatif (kondisi ikan sehat tanpa perlakuan); (B) kontrol positif (kondisi ikan terinfeksi <i>myxobolus</i> sp. tanpa perlakuan); (C) ikan <i>myxobolus</i> sp. dengan perlakuan kutuklin dosis 1 µl/g pakan; (D) ikan <i>myxobolus</i> dengan perlakuan kutuklin dosis 0,5 µl/g pakan; (E) ikan <i>myxobolus</i> dengan perlakuan kutuklin dosis 1,5 µl/g pakan	49
Gambar 13. Kerusakan jaringan usus ikan koi. Ikan koi ukuran 7-12 cm (A) Ikan kontrol negatif (kondisi ikan sehat tanpa perlakuan); (B) kontrol positif (kondisi ikan terinfeksi <i>myxobolus</i> sp. tanpa perlakuan); (C) ikan sehat dengan perlakuan kutuklin dengan dosis 1 µl/g pakan; (D)) ikan sehat dengan perlakuan kutuklin dengan dosis 0,5 µl/g pakan;(E) ikan sehat dengan perlakuan kutuklin dengan dosis 1,5 µl/g pakan.	50
Gambar 14. Uji Hemaglutinin Plasma Darah.....	60
Gambar 15. Grafik hasil rata-rata suhu pada bak perlakuan ikan koi.....	63
Gambar 16. Grafik pengukuran pH pada bak perlakuan ikan koi (<i>Cyprinus carpio</i>).....	65
Gambar 17. Grafik pengamatan Dissolved Oxygen (DO) pada bak perlakuan ikan koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	66
Gambar 18. Grafik pengamatan Karbondioksida (CO ₂) pada bak perlakuan ikan koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	68

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel.....	45
Lampiran 2. Alat dan Bahan	46
Lampiran 3. Denah Bak Penelitian	49
Lampiran 4. Perhitungan Kerusakan Jaringan Usus Ikan Koi	50
Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian.....	45



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ikan Koi (*cyprinus carpio*.) merupakan salah satu dari jenis ikan hias air tawar yang sangat menarik sehingga banyak yang menggemarnya. Ikan koi (*cyprinus carpio*.) dikatakan memiliki nilai yang cukup tinggi untuk kalangan pembudidaya. Keberadaan ikan koi ini yang dapat menghasilkan keuntungan dalam bisnis dikarenakan mempunyai warna yang indah dan jenis yang bermacam-macam, sehingga memiliki daya tarik pada setiap konsumen. Komoditas ikan Koi memiliki prospek usaha yang dapat dikembangkan melalui kegiatan budidaya di kolam, namun dalam budidaya sering ditemukan kendala-kendala yang dihadapi dan sulit untuk dikendalikan serta munculnya berbagai penyakit (Wahidi, 2014).

Penyebab penyakit dapat berasal dari dalam tubuh ikan sendiri maupun berasal gangguan dari luar. Gangguan yang dapat menyebabkan penyakit dari dalam tubuh ikan diantaranya dapat diperoleh akibat keturunan (genetik), imunodefisiensi, kelainan saraf, gangguan metabolik dan sekresi internal. Sedangkan penyebab adanya penyakit yang berasal dari luar tubuh ikan diantaranya akibat pengaruh lingkungan ataupun pakan, serangan hama dan pathogen. Adapun penyakit parasit merupakan penyakit yang disebabkan oleh serangan parasit atau protozoa. Parasit sendiri merupakan organisme yang menyerang bagian tubuh ikan seperti insang, lambung, usus maupun lendir. Udang renik, protozoa, cacing, bakteri, virus dan jamur merupakan beberapa organisme yang menyerang ikan (Samsundari dan Ganjar, 2013).

Dampak yang disebabkan oleh parasit bagi pembudidaya cukup merugikan diantaranya dapat menyebabkan kematian, bentuk dan ketahanan tubuh serta menurunkan berat tubuh ikan sehingga penyebab ini dapat menjadi jalan untuk

masuknya bagi infeksi sekunder oleh pathogen antara lain seperti virus, jamur dan bakteri. Parasit yang dapat meyerang ikan Koi adalah *Myxobolus koi*. Salah satu spesies *Myxobolus* yang meyerang ikan koi (*C. carpio*) yaitu *Myxobolus* sp. yang dapat menyebabkan penyakit parsiter pada ikan yang disebut *Myxobolusis*. Organisme yang dapat menyebabkan penyakit ini dapat dikenali dari jumlah dan lokasi filamen polar serta morfologi spora. Penyakit ini dimulai tahun 2009 digolongkan dalam hama penyakit karantina yaitu golongan I, karena dapat meyebabkan ketahanan hidup ikan yang menurun sehingga ikan dapat mengalami kematian. Parasit ini dapat meyebabkan kematian hingga 60-90% dengan prevalensi 100% (Supriyadi dan Tim Lentera, 2004).

Sugianti (2005), morfologi dari parasit *Myxobolus* berbentuk bulat dengan pada bagian anterior meruncing dan berukuran 10-20 mm, selain itu memiliki dua buah kapsul polar dibagian anterior spora. Parasit ini juga dapat membentuk pansporoblast yang menghasilkan dua spora. Spora-spora tersebut berasal dari ikan mati yang terinfeksi, tetapi untuk menjadi spora yang infeksi parasit harus berada di dalam lumpur kolam selama 4 atau 5 bulan. *Myxobolus koi* membentuk nodul pada insang yang berisi ribuan spora sehingga menghalangi proses penyerapan oksigen serta sering menyebabkan operculum sering terbuka. Apabila nodul pecah, maka spora akan menyebar ke perairan tempat ikan koi dibudidaya sehingga tertelan oleh ikan akibat ukuran spora yang relatif kecil. Spora yang tertelan masuk ke dalam usus serta mengeluarkan sporoplasma untuk melakukan penetrasi pada mukosa usus dan mengikuti aliran darah menuju organ target yaitu insang.

Organ utama dalam menyerap makanan dan nutrisi yaitu usus. Usus-usus di ikan sebagian besar berbentuk tabung sederhana yang tidak dapat bertambah diameternya untuk membentuk seperti usus besar (kolon) di bagian belakang pada usus tersebut. Bentuk usus dapat lurus, bergulung-gulung dan melengkung, hal ini

disebabkan menyesuaikan dari bentuk rongga perut ikan koi. Selapis sel epitelium dengan bentuk prisma tersusun di lapisan mukosa. Usus pada ikan koi dapat terserang dari parasit *Myxobolus*. Selain organ usus berbagai organ tubuh lainnya dapat terserang seperti lambung. Saluran pencernaan pada ikan salah satunya yaitu pada lambung (Roberts, 1978). Proses pencernaan dapat terjadi karena adanya gerakan ataupun kontraksi otot yang terdapat di lambung. Sel mukosa yang menutupi seluruh permukaan lambung yang berfungsi sebagai pelindung dinding pada lambung yang berasal dari kerja asam klorida. Terdapat lapisan lendir dibagian luar sel epitelium yang berfungsi sebagai hasil sekresi dari sel mukosa tersebut. Enzim-enzim yang dihasilkan oleh lambung diantaranya lipase, amilase dan chitinase.

Pengobatan untuk parasit pada ikan koi *Myxobolus* adalah dengan pemberian deltametrin. Sifat deltametrin yang mudah terdegradasi dalam tanah dan tidak dapat dilacak pengaruhnya terhadap mikroflora maupun mikrofauna (Baehaki, 1993). Selain deltametrin, dapat juga diberikan dengan *Pyrethrum* yang mengandung metabolit sekunder berupa piretrin. Piretrin adalah racun kontak yang bekerja sebagai racun syaraf pada serangga, akan tetapi piretrin aman bagi manusia dan hewan peliharaan. Piretrin mudah terurai sehingga tidak meninggalkan residu racun baik di lingkungan maupun pada bahan makanan (Kardinan, 2004). Namun *pyrethrum* yang alami memiliki harga yang cukup mahal dan tidak stabil terhadap cahaya, maka untuk mengatasi hal tersebut dapat menggunakan sintetik dari *pyrethrum* yang umum disebut dengan *pyrethroids*. Insektisida *pyrethroid* yang dapat digunakan salah satunya adalah deltametrin. Sehingga pengobatan yang efektif dan ekonomis yang beredar di masyarakat umumnya petani ikan koi di Blitar adalah kutuklin yang memiliki kandungan deltametrin untuk mengatasi serangan *Myxobolus* sp.

Berdasarkan penjelasan diatas, bahwa hal tersebut yang melatarbelakangi penulis untuk melatarbelakangi penulis untuk melakukan penelitian mengenai Status Jaringan Lambung dan Usus Dengan Perlakuan Pemberian Kutuklin Sebagai Upaya Manajemen Pengelolaan Kualitas Air Untuk Antiparasit pada Ikan Koi (*C. carpio*) yang Terinfeksi *Myxobolus* sp. . Diharapkan dalam penelitian ini didapatkan pengetahuan tentang penggunaan kutuklin sebagai obat atau antiparasit pada ikan koi yang terinfeksi myxobolus dengan mengetahui pengaruhnya terhadap hematologi darah, histopatologi jaringan dengan melihat kualitas air dari kolam pemeliharaan tersebut.

1.2 Rumusan Masalah

Parasit yang menginfeksi ikan koi (*C. carpio*) yaitu *Myxobolus* sp. yang merupakan salah satu spesies *Myxobolus* sp. Infeksi yang diakibatkan oleh parasit *Myxobolus* sp. dapat menyerang bagian organ dalam ikan seperti hati, ginjal, lambung dan usus yang mengakibatkan kerusakan jaringan dan kematian. Berdasarkan uraian diatas maka dapat disusun rumusan masalah sebagai berikut:

1. Bagaimanakah gambaran histopatologi organ usus pada ikan koi (*C. carpio*) yang terkena infeksi parasit *Myxobolus* sp. dengan pemberian kutuklin?
2. Bagaimana manajemen kualitas air pada bak pemeliharaan Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Myxobolus* sp?

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian tentang Status Jaringan Usus Dengan Perlakuan Pemberian Kutuklin Sebagai Upaya Manajemen Pengelolaan Kualitas Air Untuk Anti Parasit pada Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) yang Terinfeksi *Myxobolus* sp. ini sebagai berikut:

1. Mengetahui gambaran dari hasil hitopatologi dari organ usus dan lambung ikan koi (*C. carpio*) yang terinfeksi oleh parasit *Myxobolus* sp.

2. Mengetahui kualitas air dari pemberian kutuklin pada ikan koi (*Cyprinus carpio*)

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan penelitian ini adalah sebagai sumber informasi tentang pemberian kutuklin untuk budidaya ikan koi (*C. carpio*) sehingga dapat mengurangi infeksi parasit *Myxobolus* sp. dengan melihat status jaringan usus.

1.5 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan dan Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Universitas Brawijaya pada bulan Januari-Maret 2019.

Tabel 1. Tempat dan Waktu Penelitian

Kegiatan	Januari				Februari				Maret				April			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Survey																
Penyusunan Proposal																
Persiapan Penelitian																
Penelitian																

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Koi (*C. carpio*)

2.1.1 Klasifikasi Ikan Koi (*C. carpio*)

Klasifikasi dari ikan koi yang merupakan nenek moyang dari ikan karper hitam (Bachtiar dan tim Lentera, 2005), sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Filum	: Chordata
Subfilum	: Vertebrata
Superkelas	: Gnathostomata
Kelas	: Osteichthyes
Superordo	: Teleostei
Ordo	: Cypriniformes
Famili	: Cyprinidae
Genus	: Cyprinus
Spesies	: <i>Cyprinus Carpio</i>



Gambar 1. Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) (Fishbase, 2016)

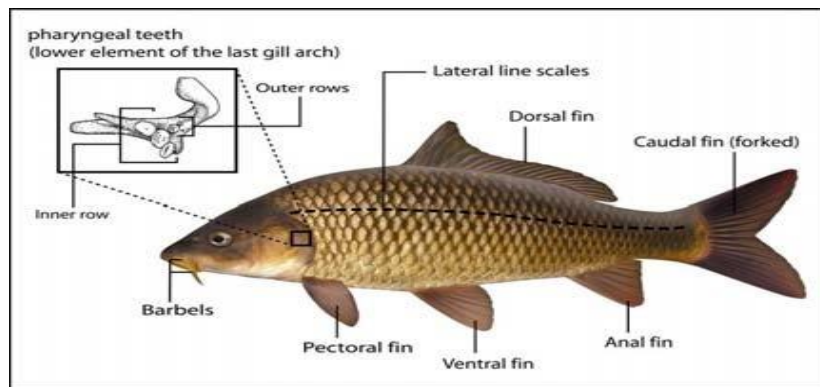
Prawesti *et al.*, (2012), menyatakan bahwa ikan koi memiliki morfologi yang berasal dari berbagai variasi seperti ikan mas. Sama seperti jenis ikan yang lain, ikan koi memiliki morfologi yang tidak jauh berbeda. Ikan koi ini memiliki badan seperti torpedo dengan alat gerak berupa sirip yaitu sirip punggung (*dorsal fin*), sepasang sirip dada (*anal fin*) serta sirip ekor (*caudal fin*). Tubuh ikan koi ditutupi oleh dua lapisan kulit yaitu kulit luar (epidermis), kulit dalam (dermis). Fungsi dari epidermis yaitu untuk melindungi kulit dari lingkungan luar, sedangkan dermis mengandung pigmen atau warna seperti kuning (*xantofora*), hitam (*melanofora*), putih kemilauan (*guanofora*), dan warna merah (*eritrofora*). Ikan koi memiliki bentuk hidung yang berlekung dan tidak berhubungan dengan alat pernafasan

yaitu insang yang terletak di kedua sisi kepala. Bagian ujung kepala ikan koi dilengkapi oleh sepasang *barbell*. Barbel tersebut dijadikan alat indera yang berfungsi untuk mencari makan yang berada di daerah lumpur.

Morfologi dari tubuh ikan koi ini memiliki tulang tubuh, tulang ekor dan tulang tengkorak. Selain memiliki insang, mata, sepasang *barbel*, hidung, indera penciuman, ikan koi memiliki gelembung renang yang dimana berfungsi untuk membantu ikan koi (*C. carpio*) pada saat berenang di perairan. Ikan Koi (*C. carpio*) memiliki perbedaan yang sangat jelas antara betina dan jantan. Ikan koi jantan memiliki tubuh ramping, perut mengecil, dan warna tubuh yang mencolok. Sedangkan ikan koi betina memiliki tubuh yang gemuk, perut besar dan warna kuning yang dominan mencolok (Muharam *et al.*, 2012).

2.1.2 Morfologi Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*)

Ikan Koi (*C. carpio*) merupakan salah satu ikan tawar yang memiliki mata terletak secara bilateral dan dapat digerakan secara bebas. Jangkauan dalam penglihatan cukup luas, dikarenakan dapat melihat ke segala arah. Koi bernafas dengan menggunakan insang yang dapat menyerap air melalui mulut ke bukaan menuju insang, dimana dapat terjadinya proses pertukaran gas O₂ dan CO₂. Oksigen dibawa oleh sistem kapilari dan pembuluh darah ke sel-sel tubuh koi. Sistem pencernaan dari ikan koi dengan saluran usus yang dimana sebagai proses dicernanya dan menyimpan makanan, sebab koi tidak memiliki perut. Organ reproduksi terletak dibawah sak renang (*swim bladder*). Ikan koi jantan memiliki testis dan ovarium bagi betina sperma dan telur dapat masuk melalui bukaan yang disebut *gonopore*.



Gambar 2. Morfologi Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) : a. Barbel; b. Pectoral Fin; c. Ventral Fin; c. Anal Fin; d. Lateral Line scales; e. Dorsal Fin; f. Caudal Fin (Twigg, 2008).

Koi dalam sistem peredaran darah mengandung karbonmonoksida yang dapat diolah didalam jantung. Suhu air dan lingkungan dapat berubah sehingga suhu tubuh ikan koi menyesuaikan dengan perubahan dari habitatnya. Sirip pektorial ikan koi berpasangan dan terletak di bagian depan bawah yang berfungsi membelok dan berhenti, serta untuk mengasuk saat mencari makanan. (Arisuryanti dan Wibowo, 2016). Koi pada saat didalam air mampu mengenali pakan diantara lumpur dan kotoran, karena koi memiliki organ pencium yang sangat tajam. Mulut ikan koi cukup besar sehingga dapat disembulkan. Letaknya berada diujung muncung (herminal), sehingga air dapat masuk bersamaan dengan pakan memasuki rongga mulut. Pakn yang berukuran kecil dapat langsung ditelan dan air keluar melalui lubang insang setelah menyerap oksigen yang terdapat di air. pakan masuk kedalam kerongkongan dan dibawa langsung ke usus yang panjangnya sekitar 5 kali panjang tubuh. Pakan dicerna dan bagian yang tidak diserap oleh tubuhnya dikeluarkan melalui anus yang berupa feses yaitu oleh organ usus. Sedangkan pakan yang diserap tubuh ikan koi digunakan untuk kebutuhan pokok seperti pertumbuhan, reproduksi, bernafas dan berenang (Twigg, 2008).

2.1.3 Habitat Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*)

Ikan Koi (*C. carpio*) merupakan salah satu ikan air tawar yang dapat hidup di daerah dataran rendah sampai tinggi. Koi banyak dijumpai di perairan yang menggenang atau memiliki arus yang tidak terlalu deras seperti danau dan sungai. Ikan Koi mampu hidup di perairan dangkal dan arus air mengalir dengan sangat pelan. Saat musim dingin ikan koi bergerak menempati daerah yang lebih dalam atau pada zona litoral. Hal ini menyebabkan ikan koi dapat hidup di perairan sungai. Suhu optimum di perairan untuk pemeliharaan ikan koi berkisar 20°C-30°C. pH air mempengaruhi kelangsungan hidup ikan koi yaitu berkisar sampai 9. Sedangkan kadar oksigen yang dibutuhkan ikan koi yaitu antara 4-5 ppm (Rachmatika *et al.* 2017).

Ikan koi (*C. carpio*) mampu bertahan hidup di daerah dengan ketinggian 150-600 meter di atas permukaan laut (dpl). Ikan Koi biasanya hidup di perairan tawar, tetapi dapat juga hidup di lingkungan air payau dengan salinitas kurang dari 5 ppt. penyebaran ikan koi meliputi beberapa Negara diantaranya Afrik, Belanda, dan Cina. Sedangkan di Indonesia tersebar di perairan danau di pulau Jawa, Kalimantan dan Sulawesi (Syamsunarno dan Sunarno, 2016).

2.1.4 Makanan dan Kebiasaan Makan Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*)

Ikan Koi merupakan salah satu ikan yang termasuk golongan pemakan omnivore yaitu dapat memakan berbagai jenis makanan berasal dari hewan maupun tumbuhan yang berada di perairan. Pakan utama benih ikan koi adalah fitoplankton dan koi lebih banyak memakan tumbuhan yang tumbuh ditepi dan didasar perairan. Selain fitoplankton, ikan koi pun memakan hewan air yang lain diantaranya invertebrata air, serangga, udang-udangan dan zooplankton. Pembentukan zat warna pada tubuh ikan koi dipengaruhi dari pakan yang dimakan (Dai *et al.* 2014).

Sari *et al.*, (2012) menyatakan ikan koi lebih sering mencari makanan di dasar perairan yang biasa disebut *bottom feeder*. Koi mampu mengenali pakannya pada saat di dalam air dengan bantuan indera peraba sungut di bawah interior mulutnya yang disebut *barbel*. Kegunaan barbel ini dapat membantu ikan koi mencari makanan seperti cacing dan makanan lainnya yang berada disekitar habitatnya. Babel yang terdapat pada ikan koi dapat membantu mencari ikan pada daerah yang dalam dan berlumpur.

2.1.5 Reproduksi dan Daur Hidup Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*)

Reproduksi merupakan suatu proses perkembangan secara terus menerus pada seluruh otogeni yang memerlukan adaptasi fisiologis, anatomi, biokimia, endokrinologis, ekologi dan energi. Sistem reproduksi ikan koi yaitu ovipar yang perkembangbiakan seksual ditandai dengan pelepasan sel telur jantan dan betina dimana spermatozoa diluar tubuh dan fertilisasi terjadi diluar tubuh. Selain itu memiliki ciri-ciri lain yaitu sel telur berukuran besar karena mengandung banyak kuning telur yang dapat menjadi bekal bagi anak-anak ikan koi dalam mengawali hidupnya diluar tubuh (Setyono, 2009).

Setyaningrum dan Wibowo (2017), menyatakan ikan koi memiliki siklus hidup yang dimulai dari berkembangnya di dalam gonad (*ovarium* pada ikan betina menghasilkan telur dan pada ikan jantan menghasilkan *sperma*). Secara alami, pemijahan ikan koi terjadi pada saat malam hari sampai pagi hari (akhir fajar). Induk-induk ikan Koi pada saat akan memijah aktif mencari tempat yang rimbun seperti rerumputan yang menutupi permukaan air atau tanaman air. dimana substrat ini menjadi tempat menempel telur dan membantu perangsangan saat terjadi pemijahan.

2.2 Parasit *Myxobolus*

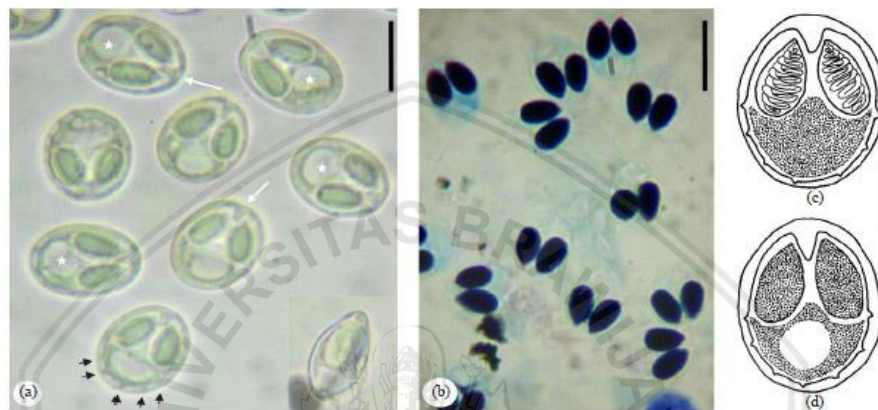
Lingkungan perairan yang mengalami penurunan kualitas dapat mengakibatkan aktifitas organisme yang berada di dalamnya mengalami penurunan sehingga mudah terserang penyakit. Organisme yang terserang penyakit dapat mengakibatkan kualitas dan kuantitas daya produk yang berdampak pada kerugian ekonomi bagi Negara serta pembudidaya. Salah satu parasit yang merugikan dan menginfeksi ikan adalah myxosporea dari genus *Myxobolus*. *Myxobolus* merupakan parasit umum yang berada pada jenis ikan tawar yang hamper di seluruh dunia (Nurekawati *et al.* 2016).

AS'Ari (2006), menyatakan bahwa *Myxobolus* sp. dan *Myxobolus cerebralis* merupakan salah satu daftar Hama dan Penyakit Ikan Karantina (HPIK) pada golongan I. beberapa jenis ikan yang biasanya terinfeksi Myxosporea di Indonesia anntara lain ikan mas, ikan gurami, ikan tawes, dan ikan sepat. Menurut petani ikan koi di Blitar, penyakit *Myxobolus* ini meyerang benih-benih ikan dari tahun 2009sampai dengan 2012. Benih ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* yaitu berukuran 3-16 cm. Dampak dari parasit *Myxobolus* ini dapat meyerang organ dalam pada ikan seperti usus, lambung, hati, ginjal dan insang sehingga menyebabkan kematian, karena tidak dapat bertahan hidupnya ikan akibat terserang penyakit.

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Myxobolus* Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*)

Myxobolus merupakan salah satu protozoa yang termasuk dalam famili *Myxobolidae*. *Myxobolus* memiliki spora berbetuk ellipsoidal, ovoid atau membulat yang terlihat di dalam valvula. Priyono *et al.*, (2013), menyatakan Klasifikasi dan Struktur spora *Myxobolus* dapat dilihat pada gambar berikut:

Kingdom : Animalia
 Phylum : Protozoa
 Class : Myxosporea
 Order : Bivalvulida
 Family : Myxobolus
 Genus : Myxobolus koi



Gambar 3. Struktur Spora *Myxobolus* sp. (Priyono *et al.*, 2013)

Myxobolus merupakan spesies yang paling banyak dari genus Myxosporea dan memiliki lebih dari 450 spesies yang teridentifikasi. Spesies-sepesie ini sebagian besar memiliki sifat pathogen yang baik pada ikan yang hidup dalam budidaya ataupun di alam bebas. *Myxobolus* ditemukan pada ikan koi merupakan parasit sebagai agen penyebab penyakit *whirling disease*. Parasit ini menginfeksi terberat dapat mengakibatkan terjadinya kerusakan pada organ, deformitas tulang tengkorak pada ikan. Jumlah spora pada *Myxobolus koi* umumnya berjumlah 15.000 dalam satu nodul ukuran kecil, nodul berukuran millimeter dengan bentuk bulat telur dan oval yang akan menginfeksi pada bagian insang dan tubuh (Wijanarko, 2011).

2.2.2 Daur Hidup *Myxobolus*

Penyebaran myxosporea belum diketahui pasti, tetapi beberapa *Myxobolus* memiliki siklus hidup secara langsung tanpa harus ada inang sebagai pengantara. Siklus hidup berawal dari ikan yang terinfeksi *Myxobolus* yang ditemukan adanya nodul pada insang ataupun permukaan tubuh. Saat nodul matang, nodul akan pecah dan spora yang terdapat dalam nodul menyebar di perairan dan termakan oleh ikan. Spora menyebar pula di perairan sebagai plankton dan termakan oleh cacing. Spora masuk ke dalam saluran pencernaan sampai usus, lalu berkembang menjadi sitoplasma. Parasit berkembang dalam jaringan usus dan akan menghasilkan aktinospora (stadium infeksi untuk ikan) (Syafar *et al.*, 2017).

Parasit ini memiliki nodul berisi spora yang berisi spora terdapat pada permukaan tubuh (epidermis) mengalami perkembangan jumlah spora dan kematangan nodul. Ikan terinfestasi *Myxobolus* setelah memakan spora, didalam usus terjadi stimulasi polar kapsul menjadi terbuka dan mengeluarkan polar filamen yang melekat pada epitelium usus, lalu valve menjadi terbuka dan amoebula keluar. Amoebula mengikuti aliran darah dan daraha membawa ke organ target. Amoebula yang telah mencapai organ target akan tumbuh mejadi zigot. Inti sel mengalami pembelahan hingga beberapa kali untuk membentuk sporogonik (Assanthi, 2014).

2.2.3 Gejala Terinfeksi Parasit *Myxobolus*

Terdapat gejala-gejala yang ditunjukkan oleh ikan yang terkena parasit *Myxobolus* sp. yaitu dengan timbulnya bintik kemerah-merahan yang berupa kumpulan ribuan spora. Bintik yang muncul ini menyebabkan utup insang selalu terbuka sehingga mengalami gangguan pada sirkulasi pernafasan. Parasit *myxobolus* ini banyak menginfeksi pada ikan-ikan yang berukuran kecil.

Myxobolus ini akan menginfeksi ikan yang berada dalam fase perkembangan atau masih berbentuk spora. Parasit myxobolus akan menepelkan diri di dalam lembar insang dan dilapisi oleh jaringan pengikat sehingga dapat membentuk kista (cyste) (Azmi *et al.*, 2013).



Gambar 4. Nodoul Myxobolus yang menginfeksi Ikan Koi (*Cyprinus caprio*) (Deriyanti, 2016)

Gejala-gejala pada ikan yang terinfeksi parasit myxobolus terbagi atas dua yaitu infeksi ringan dan infeksi berat. Infeksi ringan ditandai dengan gejala seperti ikan terlihat megap-megap di dalam air. Sedangkan pada infeksi berat, pada bagian insang terdapat bintil-bintil berwarna putih kemerahan yang mengakibatkan tutup insang selalu terlihat terbuka. Hal ini dapat menyebabkan ikan mengalami kekurangan oksigen sehingga sulit dalam bernafas. Apabila dibiarkan secara terus-menerus ikan akan mengalami kematian. Ikan yang terinfeksi parasit myxobolus, seharusnya segera di ambil dan dibuang dengan cara dikabar atau dikubur agar pathogen benar-benar mati, sehingga tidak dapat menularkan ke ikan yang lainnya. Gejala parasit *Myxobolus* sp. yang menyerang ikan ini yaitu terdapat pada insang dengan adanya benjolan seperti tumor dan sering disebut penyakit amandel. Bagian tubuh ikan yang terserang parasite *Myxobolus* sp. terlihat bengkak.

Parasit *Myxobolus* sp. ini banyak dilaporkan menyerang berbagai spesies air tawar. Myxoboliasis merupakan penyakit yang disebabkan oleh parasit *Myxobolus* sp. atau *Myxosoma* sp. . dampak yang diberikan dari parasit *Myxobolus*

yang menginfeksi ikan tergantung dari tingkatannya dan lokasi dari kista yang menempel pada bagian tubuh ikan. Infeksi besar terjadi di insang menyebabkan *occlusion* pada sirkulasi branchia, kematian jaringan (*necrosis*) dan tidak berfungsi dalam pernafasan. Sedangkan infeksi yang terjadi pada usus dapat menyebabkan *myolitic* pada dinding usus. Pada usus ditemukannya berbagai bakteri dan parasit yang menyesuaikan terhadap lingkungan, dimana infeksi primer berasal dari usus lebih sering dibandingkan pada bagian perut (Sugianti, 2005).

Infeksi berat pada sub-cutaneous dan insang mengakibatkan penurunan berat badan khususnya pada ikan yang berukuran kecil, semakin melemahnya daya tubuh, berenang didekat pematang kolam, terganggunya sistem syaraf, dan warna kulit yang mulai memucat. Infeksi yang terjadi di bagian organ dalam seperti ginjal, hati, dan usus cenderung lebih fatal. Apabila infeksi tersebut menyerang selaput usus akan mengakibatkan kematian jaringan (*nekrosis*) pada organ usus tersebut.

2.2.4 Mekanisme Penularan *Myxobolus Koi*

Siklus hidup parasit terjadi secara tidak langsung melibatkan sejumlah vertebrata dan invertebrate (Hadiroseyani, 2003). Penularan parasit lebih mudah dan lebih cepat terjadi pada usaha budidaya ikan koi. Tingkat penularan pada parasit *myxobolus* ini tinggi karena dapat menyebar dari satu inang ikan ke ikan yang lainnya. Penyebaran parasit ini melalui air maupun lumpur yang terdapat dalam satu kolam, dan peralatan dalam budidaya ikan tersebut. Mekanisme penularan ini juga dipengaruhi oleh adanya faktor suhu lingkungan perairan (Ronen *et al.*, 2003).

Penularan parasit ikan koi awalnya terjadi pada inang yang memakan spora bebas di perairan dan masuk ke dalam usus. Isi spora dapat berubah menjadi dua flagel yang dapat menembus dinding sel usus pada ikan koi. Reproduksi dan

perkembangan parasit myxobolus terjadi di jaringan usus dan menghasilkan delapan tahap spora actinosporean hingga actinospes. Terjadinya proses kematangan aktinospora yang dilepas oleh inangnya, maka dapat mengapung bebas di perairan. Spora-spora yang sudah masuk ke dalam tubuh ikan dan sebagian yang lain masuk ke pembuluh darah dan menyebar ke seluruh organ tubuh. Hal ini terjadi setelah diawal sudah mengalami kontak dngan kulit maupun insang, sporaplasma menembus epitelium dan perkembangan tahap myxosporean. Proses ini terus terjadi hingga akhirnya spora dapat membentuk bintil baru yang terdapat dalam tubuh ikan (Prasetya *et al.*, 2019).

2.2.5 Mekanisme Kutuklin Terhadap Ikan Koi yang Terinfeksi Myxobolus sp.

Deltametrin merupakan pestisida yang sering digunakan petani untuk mengatasi serangan hama pada tanaman lada. Deltametrin pestisida golongan piretroid sintetis yang digunakan sebagai insektisida. Piretroid sintetis dikembangkan sebagai insektisida yang efektif dengan stabilitas yang tinggi terhadap cahaya dan waktu tinggal yang lama sehingga setelah penggunaannya, senyawa tersebut tidak dapat langsung hilang melalui reaksi fotokimia (Fitriadi, 2016). Menurut Valles dan Koehler (2003) mengatakan bahwa *pyrethroids* merupakan racun syaraf yang cara kerjanya adalah mengikat sejenis protein yang ada pada syaraf yang disebut dengan ion Na⁺ kanal. Pada kondisi normal protein ini menerima dan meneruskan rangsangan yang diterima syaraf. *Pyrethroids* mengikat protein ini sehingga mencegah penerusan rangsangan secara normal.

2.3 Dampak Infeksi Parasit *Myxobolus* sp.

Parasit *Myxobolus* sp. yang menginfeksi ikan mengakibatkan dampak buruk bagi ketahanan tubuh, akan tetapi tergantung dari tingkatan infeksi yang menyerang dan lokasi infeksi. Perkembangan dari parasit ini disebabkan terjadinya sirkulasi air yang tidak teratur sehingga berdampak penurunan kualitas

air. kebanyakan kasus di Asia Tenggara tidak dapat diidentifikasi secara pasti jenis *Myxospora* apa yang menyerang ikan (Nedi *et al.* 2015).

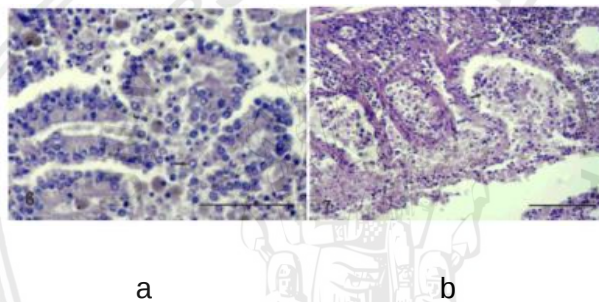
Berdasarkan hasil penelitian Firmansyah, *et al.* (2011) menunjukkan bahwa ikan yang terinfeksi *Myxobolus* sp. memiliki dampak yang berada di insang yaitu operculum tidak tertutup secara sempurna dikarenakan terdapatnya nodul pada insang. Sehingga memberikan dampak yaitu terganggunya proses pernafasan pada ikan. Keberadaan nodul juga membuat ikan kehilangan keseimbangan saat berenang menyebabkan ikan berenang secara spiral dari dasar ke permukaan perairan. Ikan yang sudah positif dinyatakan terinfeksi *myxobolus* maka tidak dapat dibudidayakan lebih lanjut karena ikan akan mengalami kematian.

Parasit *Myxobolus* paling banyak terdapat dalam perairan yang menyebabkan *proliferative kidney disease* (PKD) yang disebabkan oleh *Spaerospora* sp., *ceratomyxosis* yang disebabkan oleh *Cetatomyxa Shasta* dan *whirling disease* (WD) merupakan infeksi parasit kronis yang disebabkan oleh *Myxobolus cerebralis*. Parasit *Myxobolus* sp. yang memiliki bentuk kista dapat menginfeksi permukaan kulit, muscle gill, subcutaneous, dan central nervous system sebagai organ visceral. Apabila kista pecah, maka spora yang berasal dari kista akan menyebar ke perairan dan menyebabkan kematian pada ikan. Selain itu, parasit ini juga dapat menginfeksi tulang tengkorak dan memberikan pengaruh dalam penurunan tingkat produksi perikanan.

2.4 Histopatologi

Histologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari anatomi secara mikroskopis struktur jaringan yang merupakan langkah awal diagnose suatu penyakit pada ikan. Histologi merupakan salah satu indikator yang dapat digunakan untuk mengamati adanya gangguan dengan terjadinya perubahan

jaringan pada ikan. Indikator histologi ini dapat mengetahui penyebab terjadinya perubahan jaringan pada ikan yaitu adanya perubahan kualitas air, penanganan yang kurang efisien atau karena infeksi pathogen. Berbeda dengan histopatologi merupakan ilmu mempelajari tentang pengamatan suatu sel, jaringan maupun organ makhluk hidup. Histopatologi dalam pengamatan jaringan dilakukan dengan pengambilan sampel jaringan organ yaitu setelah terjadinya kematian ikan (Insivitawati et al., 2017). Berikut perubahan histologi yang terjadi pada organ, sel maupun jaringan yang menyerang ikan koi dapat dilihat pada Tabel 1 serta gambaran histopatologi pada usus dan lambung ikan koi yang terinfeksi myxobolus terdapat pada **gambar 5**.

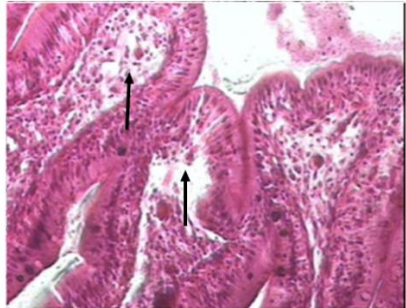
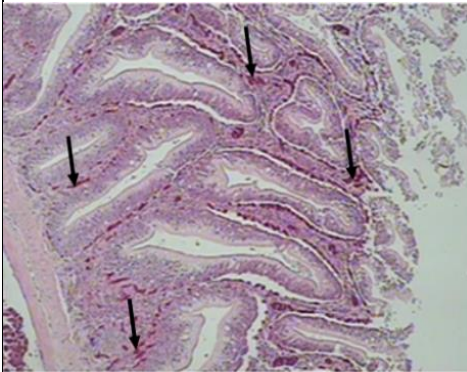


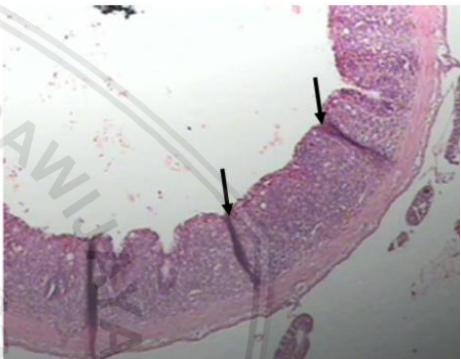
Gambar 5. Histopatologi (a) Lambung dan (b) Usus ikan koi yang terinfeksi Myxobolus. (Nurdin et al., 2011)

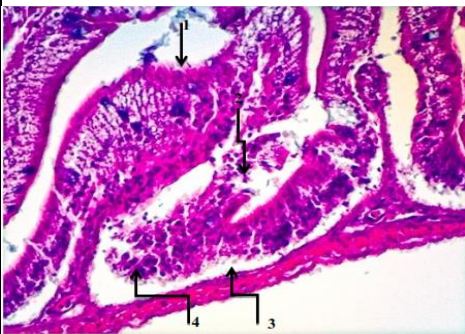
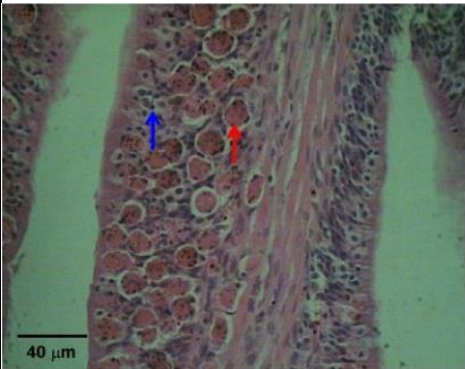
Perubahan histologi berasal dari berbagai sumber seperti kandungan toksik yang masuk ke dalam tubuh, pathogen mikrobial, nutrisi dan kondisi lingkungan perairan yang kurang mendukung kelangsungan hidup ikan. Histologi dijadikan alat standar dalam mengamati toksikologi perairan. Hal ini dikarenakan perubahan histologi dapat terjadi lebih awal atau lebih peka. Sehingga dijadikan indikator dalam penilaian baik dari kesehatan ikan, maupun efek polusi pada parameter biokimia.

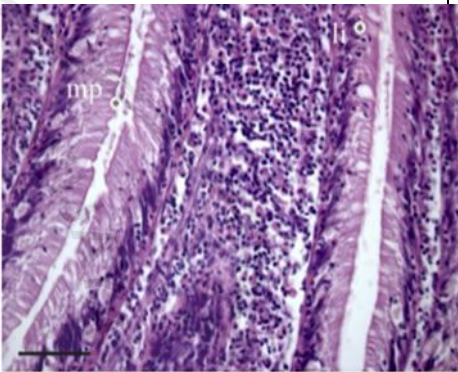
Tabel 2. Kerusakan Jaringan Usus pada Ikan Koi (*C. carpio*)

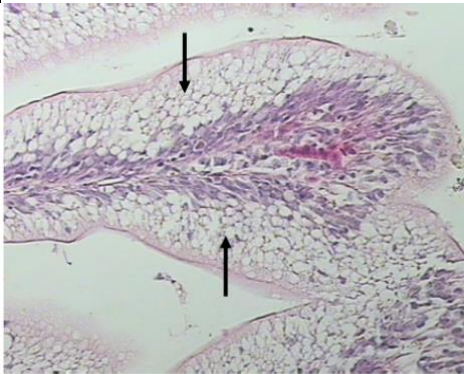
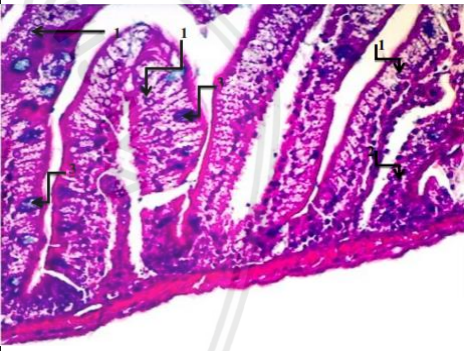
No.	Perubahan Histologi	Pengertian	Gambar
1.	Kongesti	keadaan yang ditandai jumlah darah yang berlebihan (peningkatan jumlah darah) pada pembuluh darah disekitar daerah tertentu (Wulandari, 2010). Kongesti disebut juga hiperemi, apabila dilihat secara mikroskopik kapiler-kapiler pada jaringan hiperemi terlihat melebar dan berisi penuh darah (Asri, 2015).	 (Asri, 2015)
2.	Edema	respon umum untuk berbagai bentuk cedera otak, dan sesuai penyebabnya dapat dikategorikan sebagai sitotoksik, vasogenik, interstisial, atau gabungan. Identifikasi	

		pola pencitraan yang dominan, dengan didukung temuan radiologis tambahan dan riwayat klinis, sering menghasilkan petunjuk untuk diagnosis. Kelainan dapat dicirikan dalam hal lokasi, pola keterlibatan materi abu-abu-putih dan efek massa yang dibuktikan dengan pergeseran garis tengah, penyempitan sulkus, ventrikel, sisterna, dan herniasi otak (Husna, 2017).	 (Sugianti, 2012)
3.	Hemoragik	Perdarahan yang terjadi dari dalam vaskula disebabkan dengan adanya kerusakan dinding vaskula. Perdarahan terjadi di daerah pons atau serebelum memiliki prognosis yang buruk karena cepatnya timbul	

		tekanan pada struktur-struktur vital batang otak, sehingga mempengaruhi kinerja saraf yang mengatur pernafasan ikan (Mangunwardoyo <i>et al.</i>, 2010).	(Sugianti, 2012)
4.	Erosi Villi	Terjadinya kehilangan sebagian sel epitel pada lapisan mukosa usus halus, sehingga menyebabkan penurunan ketebalan dari lapisan mukosa usus halus. Erosi villi serta epitel usus dapat menyebabkan terganggunya proses penyerapan nutrisi sehingga menyebabkan kematian pada ikan (P Elziyad <i>et al.</i>, 2013).	 (Sugianti, 2012)

5.	Nekrosis	Keadaan dimana suatu sel atau sekelompok sel yang mengalami perubahan atau kematian. Hal ini ditandai dengan mengecilnya bentuk pada inti sel, membesar, kabur atau bahkan hilang dari stoplasma sehingga mengisap zat warna yang diberikan dalam proses pembuatan prepaarat histologi. Hal ini membuat sel tidak dapat beradaptasi atau memperbaiki dirinya (Ismaya <i>et al.</i>, 2017).	 (Asri, 2015)
6.	Infiltrasi	Suatu keadaan dimana usus mengalami peradangan yang prosesnya dari akut atau kronis, sehingga menyebabkan peningkatan peristaltic usus, kenaikan jumlah sekresi kelenjar ikan dan	

		penurunan proses penyerapan didalamnya yaitu sari-sari makanan (Purbomartono <i>et al.</i>, 2004).	(Asri, 2015)
7.	Inflamasi	Suatu respon pertahanan jaringan yang rusak dengan ditandai adanya respon color, rubor, tumor, dolore dan fuction laeso (panas, merah, bengkak, sakit dan kehilangan fungsi). Inflamasi hemoragik ditandai eritrosit mengalami peningkatan dan komponen darah lain di dalam eksudat atau pada permukaan organ (Asri, 2015).	 (Markovic, <i>et al.</i> 2012)
8.	Proliferasi	Suatu kadakan dimana fase sel mengalami pengulangan siklus sel tanpa hambatan tetapi bukan disebabkan oleh	

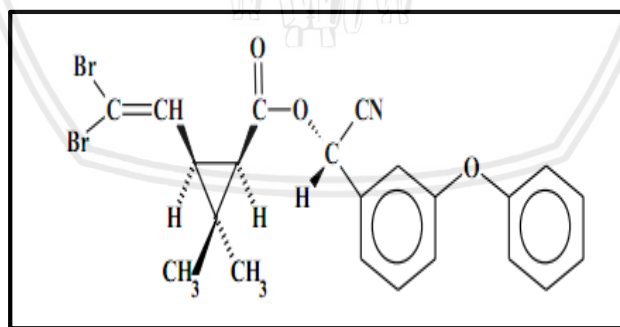
		adanya penambahan ukuran sel. Abnormalitas sel terjadi yakni memiliki ukuran sel normal yang mengalami perubahan bentuk dari asalnya (Willie, <i>et al.</i> 2005)	 (Sugiati, 2012)
9.	Hipertopi	Suatu keadaan dimana jaringan mengalami kerusakan dengan ditandai ukuran organ yang semakin membesar diakibatkan adanya penambahan ukuran sel, sehingga sel yang satu dengan sel yang lain saling melepas (Asri, 2015).	 (Asri, 2015)

2.5 Deltamethrin bagi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Meilin *et al.* (2015), menyatakan deltamerin merupakan salah satu insektisida piretroid yang masih banyak digunakan di Indonesia, dan dapat dijadikan sebagai model dalam penelitian ini. Aplikasi insektisida piretroid secara terus menerus dapat menyebabkan polusi insektisida pada lingkungan. Polusi ini dapat menghambat perkembangan populasi serangga melalui gangguan sistem syaraf. Konsentrasi atau dosis subletal insektisida dapat menyebabkan mortalitas

atau perubahan biologi dan perilaku serangga melalui gangguan sistem syaraf. Deltametrin konsentrasi subletal mempengaruhi respons perilaku pencarian inang parasitoid *Trissolcus basalis* (Wollaston) (Hymenoptera: Scelionidae) terhadap *Nezara viridula* Linnaeus (Heteroptera).

Deltamethrin ($C_{22}H_{19}Br_2NO_3$) memiliki nama lain yaitu Decametrin. Menurut FAO of the United Nations (2016) menyatakan bahwa Deltamethrin (merupakan suatu insektisida piretroid sintetis yang paling banyak digunakan dalam perlindungan tanaman. Produk ini digunakan untuk aplikasi pada berbagai tanaman dan di dalam ruangan terhadap hama seperti Lepidoptera, Hemiptera, Coleoptera dan Diptera. Deltametrin adalah insektisida spektrum luas bertindak sebagai racun kontak dan racun perut. Deltametrin dapat mempengaruhi sistem perifer dan syaraf pusat serangga melalui kerja saluran sodium, memperpanjang pembukaan saluran sodium, menstimulasi sel saraf untuk menghasilkan *repetitive discharge*, menyebabkan paralisis (disebut juga sebagai *knockdown* pada serangga) dan akhirnya serangga mati (Bhanu *et al.*, 2011). Struktur deltametrin dapat dilihat pada gambar 6.



Gambar 6. Struktur kimia deltametrin (Subowo, 2013)

Bahan aktif sipermetrin termasuk dalam insektisida golongan piretroid. Insektisida golongan piretroid memiliki spektrum pengendalian yang luas dan efektif terhadap banyak spesies serangga hama. Piretroid mempunyai sifat sebagai iritan, tidak mudah teradsorpsi ke kulit, tetapi mudah teradsorpsi melalui membran pencernaan dan pernafasan. Penggunaan pestisida piretroid yang

cenderung tinggi dan terus-menerus tanpa memperhatikan kaidah pengendalian hama dapat menimbulkan dampak negatif, yaitu: menurunnya kualitas lingkungan dan menurunnya keanekaragaman hayati (Fitriadi *et al.*, 2016).



Gambar 7. Kutuklin sebagai antiparasit ikan koi terinfeksi *myxobolus* sp.

Wudianto (2016), menyatakan bahwa kutuklin merupakan salah satu obat kutu yang digunakan pada kalangan petani maupun budidaya ikan koi di wilayah Nglegok, Kabupaten Blitar. Kutuklin ini memiliki kandungan bahan aktif deltametrin. Deltametrin merupakan kandungan bahan aktif kimia dari suatu insektisida. Bentuk dari deltametrin ini berupa cairan pekat yang terdiri dari campuran bahan aktif dengan perantara emulsi.

2.6 Dampak Negatif Deltametrin Bagi Manusia dan Organisme

Di Indonesia, pestisida jenis insektisida piretroid dengan komponen deltametrin banyak digunakan petani untuk membasmi hama pada tanaman kubis, cabai, jeruk, padi, dan tanaman hortikultura lainnya (Nurhamidah 2005). Insektisida piretroid merupakan insektisida berdaya kerja cepat (knock down). Daya kerja piretroid terhadap ikan mirip dengan daya kerja DDT (organoklorin) yaitu tidak mudah terurai, bioakumulatif, toksik, dan tidak mampu terurai di dalam lingkungan, serta terakumulasi di dalam tubuh manusia melalui rantai makanan. Gejala keracunan piretroid pada ikan menunjukkan terjadinya keracunan saraf yang menghambat kerja enzim yaitu eksitasi (perangsangan), konvulsi (kejang),

paralisis (kelumpuhan), dan kematian. Deltametrin merupakan insektisida racun saraf yang bekerja menghalangi kerja saluran natrium pada saraf sehingga impuls saraf tidak bekerja. Deltametrin memiliki spektrum luas dan merupakan senyawa golongan piretroid yang paling kuat dan paling beracun (Arfiati *et al.*, 2017).

Berdasarkan Hasan (2006), bahwa cara kerja piretroid yaitu memengaruhi sistem saraf serangga atau mamalia dengan merangsang sel-sel saraf untuk menghasilkan efek pengulangan (repetitive) yang berakhir dengan kelumpuhan dan kematian. Efek ini disebabkan oleh rendahnya penutupan saluran natrium dalam akson saraf, sehingga natrium bergerak cepat dalam sel-sel dan merubah fungsi akson saraf. Ikan yang terpapar air yang tercemar oleh deltametrin pada konsentrasi letal dapat berdampak kematian, sedangkan dalam konsentrasi subletal akan menyerap bahan aktif tersebut melalui permukaan tubuh, membran insang, dan difusi kutikular (Taufik & Setiadi 2012). Terdapat perbedaan pada kondisi ikan sebelum dan sesudah terpapar bahan pencemar hingga pada akhirnya mengalami mortalitas mencapai 100%. Ikan mas yang belum dipapar (kontrol) berenang aktif dan normal hingga pengamatan 96 jam. Bukaannya mulut dan operculum normal dan tidak ada kematian hingga pengamatan 96 jam. Kondisi ikan mas, yang telah dipapar dengan konsentrasi tertinggi yaitu 0,0087 ppm, bergerak tidak beraturan (menabrak dinding bak), cenderung bergerak ke atas dan ke bawah, bukanya operculum ikan semakin cepat. Ikan mulai kehilangan keseimbangan yang mulai ditandai dengan tubuh miring dan gerakan renang yang berubah. Perubahan tingkah laku ikan juga terjadi pada pemaparan dosis yang berbeda. Secara umum ikan mas yang terpapar deltametrin menunjukkan adanya tingkah laku yang abnormal seperti meningkatnya bukanya operculum, berenang di permukaan dan cenderung mendekati aerator serta bergerak cepat tak terarah pada bak percobaan.

2.7 Sistem Imunitas Ikan

Sistem kekebalan tubuh merupakan satu set dari komponen selular dan humoral untuk mempertahankan tubuh terhadap zat asing seperti mikroorganisme, toksin atau sel ganas, yang merespon faktor-faktor seperti endogen atau komponen eksogen yang merangsang sistem ini (Biller-Takahashi dan Urbinati, 2001). Ikan koi merupakan salah satu ikan yang termasuk dalam golongan ikan teleostei. Secara fisiologis, ikan memiliki sistem kekebalan tubuh yang mirip dengan vertebrata yang lebih tinggi yaitu untuk bertahan hidup mereka sejak awal embrio bergantung terhadap sistem imun atau kekebalan bawaan mereka (Uribe *et al.*, 2011). Pada fase benih maupun juvenil, sistem pertahanan tubuh ikan telah terbentuk namun belum berfungsi secara optimal sehingga belum secara efisien bekerja dalam menahan infeksi dari patogen. Ikan telah diketahui lebih mengandalkan mekanisme sistem kekebalan non-spesifiknya /alamiah /bawaan (innate immune system) dari pada sistem kekebalan spesifiknya (Anderson, 1992). Pertahanan non-spesifik merupakan sistem pertahanan tubuh yang sangat penting pada sistem kekebalan tubuh ikan. Pada ikan, respon imun baru terbentuk secara sempurna manakala ikan telah dewasa. Ikan-ikan muda tidak mempunyai respon imun spesifik yang sempurna dan bergantung pada respon selular non-spesifik untuk bertahan dari serangan infeksi mikroba. Pertahanan nonspesifik merupakan pertahanan utama pada ikan stadia benih dan ikan muda (Ode, 2013).

2.8 Kualitas Air

Kualitas lingkungan perairan merupakan suatu kelayakan lingkungan perairan sebagai penunjang kehidupan dan pertumbuhan organisme air yang dinyatakan dalam suatu kisaran tertentu. Salah satunya kualitas air yang merupakan suatu keadaan dan sifat-sifat fisika, kimia dan biologi perairan yang dibandingkan dengan persyaratan atau baku mutu yang telah ditentukan.

Beberapa aspek yang perlu diperhatikan dalam pengelolaan kualitas air yaitu tingkat pemanfaatan dari penggunaan air, faktor kualitas alami sebelum digunakan, faktor yang menyebabkan kualitas air bervariasi, perubahan kualitas air secara alami, faktor-faktor khusus yang mempengaruhi kualitas air, persyaratan kualitas air dalam penggunaan air serta pengaruh perubahan dan keefektifan kriteria kualitas air. Kualitas air yang buruk mengakibatkan persoalan serius bagi ikan koi seperti kekurangan oksigen, perubahan warna menjadi pucat, dan dapat mengalami keracunan (Hartini *et al.*, 2013). Kualitas air yang diukur meliputi parameter fisika, kimia dan biologi. Parameter fisika yakni suhu dan kecerahan. Parameter kimia antara lain pH, karbondioksida (CO_2), dan oksigen terlarut (DO).

2.8.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu merupakan Suhu perairan merupakan salah satu faktor lingkungan penting yang dapat mempengaruhi produksi dalam usaha budidaya perikanan. Air akan mengatur pengendalian suhu tubuh organisme dan pada umumnya ikan sensitif terhadap perubahan suhu air. Berbagai aktivitas penting biota air seperti pernapasan, konsumsi pakan, pertumbuhan, dan reproduksi akan dipengaruhi oleh suhu perairan. Suhu perairan tidak bersifat konstan, akan tetapi karakteristiknya menunjukkan perubahan yang bersifat dinamis. Suhu perairan yang cocok untuk budidaya ikan koi (*Cyprinus carpio*) berkisar antara 22-30°C. Banyak faktor yang akan mempengaruhi suhu perairan sehingga nilainya akan berubah dari waktu ke waktu. Faktor-faktor yang mempengaruhi perubahan suhu di perairan adalah keberadaan naungan (misalnya pohon atau tanaman air), air buangan (limbah) yang masuk ke badan air, radiasi matahari, suhu udara, cuaca, dan iklim (Muarif, 2016).

Salah satu kendala dalam usaha budidaya ikan koi yaitu tingkat kelangsungan hidup yang rendah dan pertumbuhan ikan yang relatif lambat. Kondisi ini salah satunya disebabkan oleh adanya perubahan suhu atau tidak stabilnya suhu, sehingga ikan koi menjadi stres dan mati. Selain itu, tidak stabilnya suhu juga mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat. Hal ini disebabkan suhu sangat berpengaruh terhadap proses metabolisme dan proses metabolisme akan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Perubahan suhu air bisa mengakibatkan perubahan kebiasaan ikan. Semakin dingin, maka nafsu makan dan pertumbuhannya justru melambat. penyebaran parasit myxobolus saat musim semi dan musim gugur terjadi saat suhu air berada di kisaran 60 °F dan 77 °F (16 °C dan 25 °C) dengan masa inkubasi 7 – 21 hari tergantung pada suhunya. (Emaliana *et al.* 2015).

2.8.2 Parameter Kimia

a. pH

Dewi *et al.* (2014), derajat keasaman (pH) merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan suasana basa atau sama pada suatu perairan. pH (*puissance of Hidrogen*) atau derajat keasaman adalah ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan suasana asam pada suatu perairan. pH memiliki ukuran nilai dari 1 – 14, sementara angka 7 menunjukkan pH netral atau normal. Sebagian besar organisme akuatik tidak dapat mentolerir perubahan pH dan lebih menyukai perairan dengan pH antara 7 sampai 8,5 (Wibowo, 2009). Pada kegiatan budidaya ikan air tawar, pH yang sesuai yakni antar 6,5 – 7,5 (Ciptanto, 2010).

Putri *et al.* (2016), pH dapat menunjukkan sejumlah konsentrasi dan jenis fosfor yang ada pada suatu perairan. pH juga dapat digunakan untuk mendiagnosis keadaan lingkungan akuatik guna menunjang kehidupan organisme yang ada di lingkungan tersebut. Pada umumnya pH diukur dengan menggunakan

pH meter. Pengukuran pH juga dapat dilakukan secara kasar dengan menggunakan kertas indikator pH dengan cara mengamati perubahan warna pada level pH yang bervariasi. Kelemahan penggunaan indikator ini yakni tingkat akurasi pengukuran dan bisa menjadi kesalahan pembacaan warna akibat larutan sampel yang berwarna ataupun keruh.

b. Karbondioksida (CO₂)

Setiap perairan pasti terdapat kandungan karbondioksida yang secara alami berasal dari hasil respirasi organisme yang berada di perairan tersebut. Kepekatan suatu karbondioksida sangat mempengaruhi kepekatan oksigen terlarut di dalam air. Selain berasal dari hasil respirasi, tingginya kandungan karbondioksida ini pun dapat dari bongkaran bahan-bahan organik yang berada di dasar kolam perairan (Raharjo *et al.* 2016).

Konsentrasi karbondioksida (CO₂) yang berada di perairan berkisar 50-100 ppm dapat bersifat toksik bagi organisme seperti ikan, sehingga menyebabkan kematian. Dalam budidaya ikan air tawar dapat mentolerir kadar karbondioksida yaitu berkisar 5 ppm. Kadar karbondioksida harus diimbangi dengan kadar oksigen yang tinggi untuk mencegah resikonya kekurangan oksigen di perairan. Pengaruh karbondioksida yang bersifat mudah larut dapat menjadikan ikan lebih aktif dalam pergerakan.

c. Oksigen Terlarut (DO)

Rahman (2016), oksigen terlarut merupakan parameter kimia yang paling kritis di dalam budidaya ikan. Karena pengaruh langsungnya terhadap kehidupan ikan, yaitu mempengaruhi kadar oksigen yang dikandung pembuluh darah arteri. Oleh karena itu jika diketahui level kritis oksigen untuk kehidupan normal ikan yang dibudidayakan diketahui, maka dapat diduga daya dukung unit budidaya yang dikembangkan. Sumber oksigen terlarut di dalam perairan berasal dari difusi

oksigen yang ada di atmosfer, arus, atau aliran air dari air hujan dan aktivitas fotosintesis oleh fitoplankton ataupun tumbuhan air.

Kadar oksigen terlarut di perairan dapat mengalami fluktuasi secara harian. Penyebab terjadinya fluktuasi ini dengan adanya aktivitas fotosintesis oleh fitoplankton dan dari hasil respirasi organisme heterotrof. Terjadinya penurunan kadar oksigen terlarut di dalam air dapat disebabkan oleh aktivitas dekomposisi bahan organik. Jumlah konsentrasi oksigen terlarut di perairan dipengaruhi dengan adanya kondisi suhu dan salinitas dan adanya aktivitas turbulensi (agitasi) yang dapat menyebabkan difusi gas oksigen dari udara yang masuk ke dalam perairan. Konsentrasi oksigen terlarut yang dibutuhkan ikan sangat bervariasi dan tergantung pada jenis, stadia dan aktifitas organisme. Level kritis oksigen terlarut untuk jenis carp pada 20 – 23°C adalah 3 mg L⁻¹ ekuivalen dengan tingkat kejenuhan 47 – 49%, belut (eel) sekitar 2 mg L⁻¹ atau ekuivalen dengan tingkat kejenuhan 29%. Saat konsentrasi oksigen terlarut 4 mg/l ikan masih dapat bertahan hidup tetapi nafsu makannya menurun. Sedangkan kadar oksigen terlarut yang baik bagi budidaya ikan koi yaitu lebih dari 5 mg/l

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi dalam penelitian ini adalah status jaringan dalam kerusakan histopatologi usus dan lambung ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi parasit *Myxobolus* sp. pada kolam pemeliharaan ikan koi (*Cyprinus carpio*) serta analisis kualitas air yang mempengaruhi kelangsungan hidup ikan koi yaitu meliputi parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika meliputi suhu dan kecerahan, parameter kimia meliputi pH, *Dissolved Oxygen* (DO), Karbondioksida (CO₂)

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Lampiran 2.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik eksperimental eksplorasi. Tujuan digunakan metode deskriptif dengan teknik eksperimental eksplorasi sebagai metode yang sistematis guna membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab akibat. Penelitian dengan metode eksperimen ini merupakan metode ini dari suatu penelitian yang menggunakan pendekatan kuantitatif. Berdasarkan metode eksperimen, peneliti harus melakukan tiga syarat yaitu kegiatan mengontrol, kegiatan memanipulasi dan observasi. Selain itu, membagi objek atau subjek yang diteliti menjadi 2 kelompok yaitu kelompok treatment yang mendapatkan perlakuan dan kelompok kontrol yang tidak mendapatkan perlakuan (Mudjiyanto, 2018). Metode deskriptif dapat dilakukan secara kuantitatif dan kualitatif. Metode ini tidak memiliki batasan dalam pengumpulan maupun penyusunan data. Metode deskriptif berupa analisa dengan pembahasan tentang data yang telah diperoleh dari penelitian tersebut,

sehingga diharapkan peneliti dapat memberikan penjelasan berupa gambaran secara umum, aktual, sistematis dan valid mengenai fakta dan sifat-sifat yang terdapat pada populasi tersebut (Subiyanto, 2012).

Rahmawati *et al.* (2016) menyatakan bahwa metode eksperimen digunakan untuk menguji kemampuan dari produk yang akan dihasilkan. Penelitian dengan eksperimen pada tahap uji coba telah ada evaluasi dalam pengukuran, tetapi pengukuran tersebut masih dalam rangka pengembangan produk belum ada kelompok pembanding. Dalam eksperimen telah diadakan pengukuran selain pada kelompok eksperimen juga pada kelompok pembanding atau kelompok kontrol. Pemilihan kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan secara acak atau random. Pembandingan hasil eksperimen pada kedua kelompok tersebut dapat menunjukkan tingkat kemampuan dan produk yang dihasilkan. Penelitian eksperimen harus menyusun variabel-variabel minimal satu hipotesis yang menyatakan hubungan sebab akibat antara variabel-variabel yang terjadi. Variabel-variabel yang diteliti termasuk variabel bebas dan variabel terikat sudah ditentukan secara tegas oleh peneliti sejak awal penelitian.

3.4 Sumber Data

Data yang diambil pada penelitian ini adalah data primer dan data sekunder. Data primer dan data sekunder merupakan pengelompokan berdasarkan sumber data.

3.4.1 Data Primer

Data primer merupakan data yang dibuat oleh peneliti untuk maksud khusus menyelesaikan permasalahan yang sedang ditanganinya. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Data primer dapat diperoleh melalui observasi atau pengamatan dan melakukan wawancara kepada pihak terkait. Data primer yaitu

data yang dibuat oleh peneliti untuk maksud khusus menyelesaikan permasalahan yang sedang ditanganinya. Data dikumpulkan sendiri oleh peneliti langsung dari sumber pertama atau tempat objek penelitian dilakukan. Pengambilan data primer bersifat terbaru yaitu diperoleh secara langsung dari narasumber atau koresponden (Umar, 2011). Data primer disebut juga sebagai informasi utama yang dikumpulkan untuk melakukan pengamatan.

Observasi atau pengamatan digunakan dalam rangka mengumpulkan data dalam suatu penelitian, merupakan hasil perbuatan jiwa secara aktif dan penuh perhatian untuk menyadari adanya sesuatu rangsangan tertentu yang diinginkan atau suatu studi yang disengaja dan sistematis tentang keadaan fenomena sosial dan gejala-gejala psikis dengan jalan mengamati dan mencatat (Amirin, 1986). Memperoleh informasi dari pihak – pihak yang terkait tidaklah cukup dengan cara observasi, karena dapat dilakukan dengan wawancara. Menurut Hadiyati (2011), wawancara (*interview*) merupakan bentuk pengumpulan data berupa wawancara atau tanya jawab (komunikasi) secara langsung dengan responden. Pengambilan data primer dalam penelitian ini meliputi analisa kualitas air pada kolam pemeliharaan ikan mas yang terserang *Myxobolus* sp. dan deteksi gambaran kerusakan histopatologi usus dan lambung ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi parasit *Myxobolus* sp.

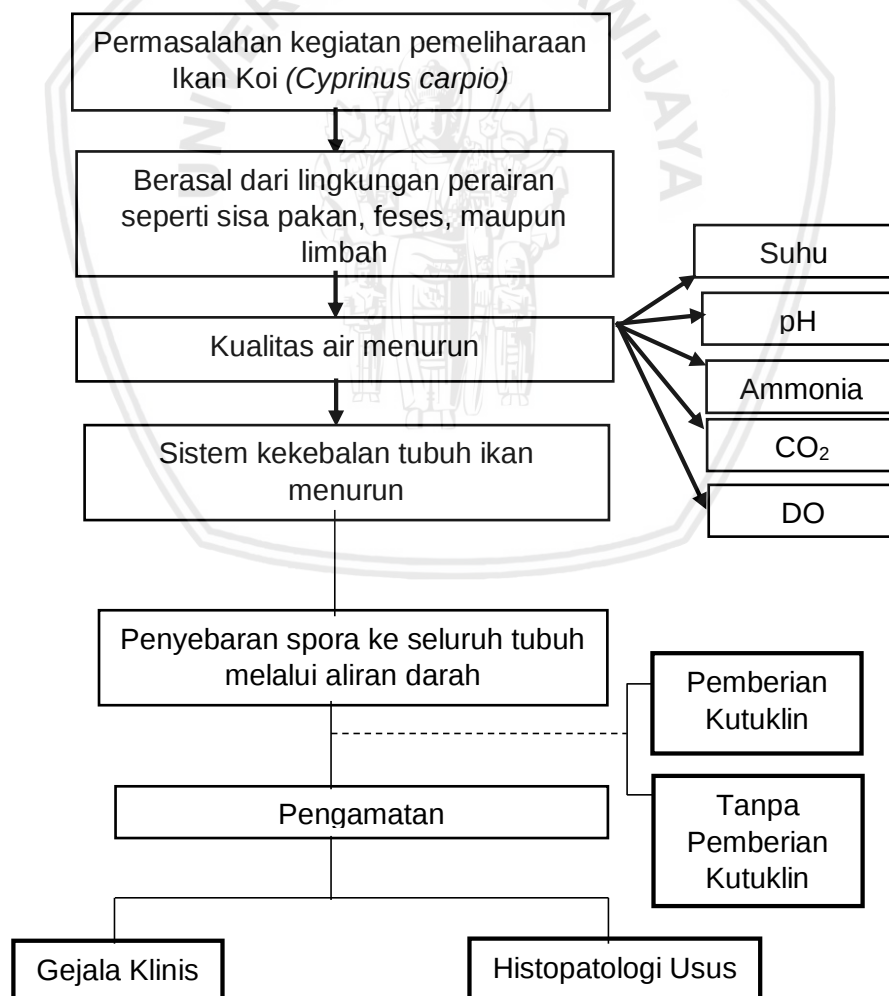
3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah diterbitkan sebelumnya. Data sekunder didapatkan dari harian, majalah, bulletin, dan media masa lain yang mengutip data dari sumber-sumber lain yang menerbitkannya (Kuswadi dan Mutiara, 2004). Dalam penelitian ini yang menjadi sumber data sekunder adalah literatur, artikel, jurnal, serta situs di internet yang berkenaan dengan penelitian

yang dilakukan Data sekunder yaitu data yang telah dikumpulkan untuk maksud selain menyelesaikan masalah yang sedang dihadapi.

Data sekunder yang diambil terdiri dari segala informasi yang berhubungan dengan penelitian tentang analisa kualitas air pada kolam pemeliharaan ikan mas yang terserang Parasit *Myxobolus* sp. dan deteksi gambaran kerusakan histopatologi usus dan lambung ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi Parasit *Myxobolus* sp. Informasi tersebut diperoleh studi literatur yang berasal dari situs internet, jurnal, buku dan laporan skripsi yang terdapat di ruang baca Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.

3.5 Kerangka Konseptual



Gambar 8. Kerangka Konseptual

3.6 Prosedur Penelitian

3.6.1 Pengambilan Sampel Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Berdasarkan penelitian ini sampel ikan yang digunakan diambil secara langsung dari petakan kolam ikan koi di kelompok pembudidaya ikan di Desa Nglegok Kabupaten Blitar, kemudian ditempakan pada plastik untuk dianalisis kerusakan jaringan usus ikan koi. Pengambilan sampel ikan dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa ikan mas (*Cyprinus carpio*) termasuk kedalam kriteria ikan yang terindikasi Parasit *Myxobolus* sp. Ikan mas yang diduga terinfeksi Parasit *Myxobolus* sp. akan menunjukkan adanya gejala klinis seperti insang berwarna pucat, produksi lendir yang berlebih, terdapat *hemorage* (pendarahan) disekitar pangkal dan ujung sirip dan permukaan tubuh lainnya, serta kulit melepuh. Pengambilan sampel ikan dilakukan sebanyak tiga kali ulangan pada kolam pemeliharaan ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan selang waktu satu minggu sekali. Hal ini bertujuan untuk mengetahui kondisi hitopatplogis ikan koi (*Cyprinus carpio*) pada selang waktu yang berbeda.

3.6.2 Teknik Pengambilan Sampel Air

Pada penelitian ini pengambilan sampel air juga dilakukan berdasarkan pertimbangan. Menurut Supratno (2006), penarikan sampel berdasarkan *purposive* atau berdasarkan pertimbangan adalah bentuk penarikan sampel yang didasarkan pada kriteria-kriteria tertentu yakni karakteristik tanah (warna, jenis, atau secara visual), sumber airnya dan kegiatan budidaya. Penentuan lokasi berdasarkan pertimbangan tertentu seperti kemudahan menjangkau lokasi titik sampling, serta efisiensi waktu dan biaya.

Pengambilan sampel air dilakukan sebanyak tiga kali ulangan dengan selang waktu satu minggu sekali. Hal ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan kualitas air pada kolam pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*)

dalam selang waktu yang berbeda dan untuk mengetahui kisaran kualitas air bagi pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi Parasit *Myxobolus* sp. .

Pengukuran parameter kualitas air pada penelitian ini dilakukan dengan menggunakan dua metode yakni, pengukuran secara langsung (*in situ*) dan analisis laboratorium. Pada pengukuran secara langsung (*in situ*) meliputi : suhu, pH, sedangkan analisis laboratorium meliputi: CO₂, dan DO.

3.6.3 Uji In-vivo Kutuklin pada Ikan Koi (*C. carpio*)

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan 299 ekor ikan koi yang dibagi ke dalam 8 perlakuan dengan 3 kali ulangan. Pengujian dalam kutuklin ini dilakukan dengan berbagai variasi dosis perlakuan. Metode pemberian pakan yang digunakan dalam pengujian penelitian ini yaitu dengan menambahkan kutuklin pada pakan ikan koi. Pemberian pakan ini dengan 3 dosis yang berbeda yaitu 1 µl/g pakan, 0,5 µl/g pakan dan 1,5 µl/g pakan. Ikan koi yang akan diberi perlakuan terlebih dahulu dilakukan aklimatisasi, hal ini dilakukan untuk mencegah terjadinya stress dan ikan dapat beradaptasi dengan lingkungan yang baru. Aklimatisasi ini dilakukan selama 24 jam.

Aklimatisasi dilakukan dengan cara memasukkan kantong berisi ikan kedalam calon media pemeliharaan. Kantong dibiarkan mengapung selama 10-15 menit, setelah itu ikatan plastiknya dibuka dan ikan dibiarkan keluar dengan sendirinya. Pemberian pakan ini dilakukan dua kali dalam sehari yaitu pada pukul 07.00 WIB dan 15.00 WIB. Pemberian pakan dilakukan secara adlibitum yaitu diberikan ke dalam perairan secara sedikit demi sedikit sampai ikan merasakan kenyang. Hal ini dilakukan agar tidak terjadinya penumpukan sisa pakan, apabila tidak dimakan oleh ikan sehingga tidak mencemari dasar perairan.

3.6.4 Metode Uji Hemaglutinasi

Langkah-langkah uji hemaglutinasi menurut Yanuهار *et al.* (2012) adalah sebagai berikut:

- Darah ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* sp. diisolasi menggunakan jarum suntik Terumo Syringe 1 cc dengan pemberian larutan EDTA 10%
- Ditambahkan PBS (Phosfat Buffer Salin) dan dihomogenkan. Lalu disentrifuge pada 3500 rpm selama 10 menit.
- Eritrosit yang diperoleh dari sedimen hasil sentrifuge diencerkan dengan PBS (1:200) untuk dilakukan uji hemaglutinasi yang dilakukan menggunakan micro plate V.
- Protein *Myxobulus* sp. dimasukkan sebanyak 50 µl untuk diencerkan dengan menggunakan larutan buffer lisis.
- Semua eritrosit yang telah diencerkan ditambahkan ke dalam masing-masing V, dihomogenkan dan diamati reaksi respon aglutinasi setidaknya setelah 20 menit.
- Reaksi positif ditandai dengan tidak adanya sedimentasi eritrosit (dalam bentuk titik) di dalam V.

3.7 Prosedur Analisa Kualitas Air

Adapun parameter kualitas air yang dianalisa pada penelitian ini antara lain: parameter fisika, kimia, dan biologi. Parameter fisika yang diukur yaitu suhu dan kecerahan. Parameter kimia yang diukur yaitu pH, karbondioksida (CO₂), dan oksigen terlarut (DO) adalah sebagai berikut:

3.7.1 Parameter Fisika

Prosedur dalam pengukuran parameter fisika dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Suhu

Kordi dan Tancung (2007) menjelaskan bahwa pengukuran suhu di perairan dilakukan menggunakan thermometer Hg dengan cara sebagai berikut:

1. Dimasukkan thermometer Hg ke dalam perairan kolam
2. Ditunggu beberapa saat ± 2 menit sampai air raksa dalam thermometer berhenti pada skala tertentu dengan posisi membelakangi sinar matahari
3. Dibaca skala air raksa saat masih dalam perairan dan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa thermometer
4. Dicatat dalam satuan $^{\circ}\text{C}$.

3.7.2 Parameter Kimia

Prosedur dalam pengukuran parameter fisika dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. pH

Derajat keasaman (pH) merupakan gambaran jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Darmayanti *et al.*, 2011).

SNI (1990) menyatakan bahwa pengukuran pH menggunakan alat pH meter adalah sebagai berikut:

1. Dibuka tutup pH meter dan kalibrasi dengan aquades
2. Dimasukkan dan ditekan tombol ON saat di dalam air
3. Ditunggu sampai angka berhenti atau terkunci

4. Dicatat hasilnya

b. Karbondioksida (CO₂)

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran karbondioksida adalah sebagai berikut:

- Masukkan 25 ml air contoh ke dalam erlenmeyer, kemudian tambahkan 1-2 tetes indikator pp.
- Bila air berwarna merah muda (pink) berarti air tersebut tidak mengandung CO₂ bebas.
- Bila air tetap tidak berwarna, segera dititrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna menjadi merah muda (pink) pertama kali. Hitung dengan rumus:

$$\text{CO}_2 \text{ bebas} = \frac{v(\text{titran}) \times N(\text{titran}) \times 22 \times 1000}{\text{ml air sampel}}$$

Keterangan :

v : ml larutan Na₂CO₃ untuk titrasi
N : Normalitas larutan Na₂CO₃

c. Dissolved Oxygen (DO)

Hermawati et al. (2009), menyatakan bahwa prosedur pengukuran oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) dengan menggunakan DO meter dengan merk "Eutech Instrument AZ8401" adalah sebagai berikut

- Menekan tombol "ON" pada DO meter
- Mengkalibrasi ujung batang menggunakan aquades agar tidak terkontaminasi dengan sampel sebelumnya (netral) dan menjadikan hasil yang lebih akurat
- Mencelupkan batang DO meter ke air sampel
- Melihat angka yang ditunjukkan pada layar dan dicatat hasilnya
- Mengukur kadar oksigen yang terlarut dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{DO (mg/l)} = \frac{v(\text{titran}) \times N(\text{titran}) \times 8 \times 1000}{V \text{ botol DO} - 4}$$

Keterangan :

- v : ml larutan Natrium Thiosulfat untuk titrasi (ml)
N : Normalitas larutan Natrium thiosulfat
V : Volume botol DO (ml)

3. 8 Prosedur Pembuatan Preparat Histologi Usus Ikan Koi (*C. carpio*)

Tahapan untuk histologi usus ikan Koi (*Cyprinus carpio*) adalah sebagai berikut:

- Tahap Fiksasi

Sampel usus yang akan diamati jaringan diambil. Jaringan tersebut kemudian direndam dalam larutan formalin 10% selama 24 jam.

- Tahap Dehidrasi

Tahap dehidrasi dengan penarikan air secara lengkap menggunakan alat auto technicon selama 20 jam. Tabung auto technicon terdiri atas alkohol 70% selama 1 jam, alkohol 80% selama 1 jam, alkohol 90% selama 2 jam, alkohol 96% selama 2 jam, alkohol absolute 1 selama 2 jam dan alkohol absolute 2 selama 2 jam.

- Tahap Clearing

Tahap clearing untuk mentransparankan serta menggantikan larutan alkohol dan jaringan. Dilakukan dengan mencelupkan ke dalam larutan xylol 1 selama 1 jam, xylol 2 selama 2 jam dan xylol 3 selama 2 jam.

- Tahap Impregnasi

Tahap impregnasi bertujuan untuk menyamakan keadaan jaringan dengan pengeblokan (embedding). Dilakukan dengan mencelupkan bahan ke parafin cair dengan suhu 56 – 60°C selama 2 jam, kemudian dilanjutkan dengan mencelupkan kembali ke dalam parafin cair dengan suhu 56 – 60°C selama 2 jam.

- Tahap Embedding (Pengeblokan)

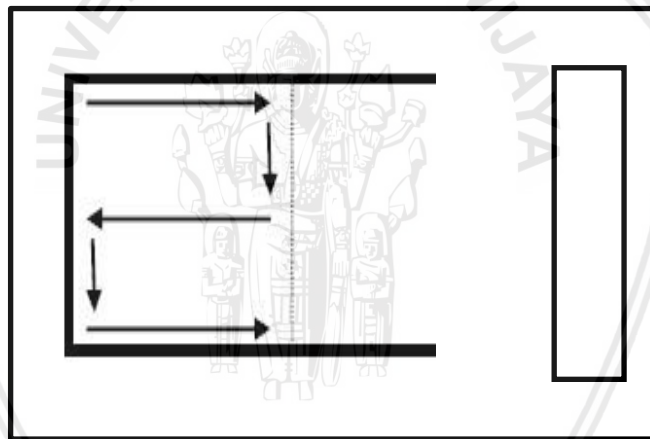
Tahapan ini bertujuan untuk memudahkan penyayatan dengan menggunakan mikrotom. Setelah penyayatan bahan yang sudah diblok selesai, langkah berikutnya adalah memasukkan hasil sayatan ke dalam waterbath dengan suhu 40°C, kemudian pilih hasil sayatan yang terbaik dan siapkan obyek glass (untuk persiapan pewarnaan HE (Hemotocyn Eosin), sebelumnya obyek glass harus diolesi dengan perekat polyisin. Berikutnya, keringkan pada oven dengan suhu 50 – 60°C kurang lebih selama 30 menit.

- Teknik Pewarnaan Jaringan dengan Menggunakan HE (*Hemotocyn Eosin*)
Pewarnaan dengan menggunakan HE dilakukan dengan beberapa tahapan yaitu deparafinisasi, hidrasi, cat utama, dehidrasi dan clearing.
- Tahap Mounting
Tahapan ini merupakan prosedur akhir dalam pembuatan preparat sebelum diamati secara makroskopik dan mikroskopik bertujuan untuk mempermudah saat pengamatan. Preparat di lem dengan menggunakan DPX mounting medium, kemudian ditutup dengan cover glass jangan sampai terjadi gelembung. Preparat dibiarkan dalam suhu ruangan sampai lem mengering kemudian diamati di bawah mikroskop. Dengan pewarnaan HE, inti yang bersifat asam akan berwarna ungu tua oleh Haematoksilin yang bersifat basa, sedangkan sitoplasma yang bersifat berasa akan berwarna merah oleh eosin yang bersifat asam. Perbedaan warna ini akan memudahkan dalam melakukan perbandingan dalam kerusakan jaringan pada usus ikan koi (*C. carpio*) yang terinfeksi *myxobolus sp.*
- Preparat histopatologi diamati dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran mulai dari 400 kali hingga 1000 kali sesuai dengan kejelasan objek.

- Dokumentasi menggunakan camera untuk dijadikan bahan analisis deskriptif.

3.9 Metode Skoring Kerusakan Jaringan Usus

Kerusakan jaringan usus dan lambung yang telah diberi perlakuan kutuklin serta dapat diketahui dengan analisis statistik yaitu pemberian skoring. Metode yang digunakan menurut Kakkilaya (2002), dengan menghitung jumlah area pada preparat organ yang terwarnai dan dilakukan penghitungan persentasenya secara manual. Pembacaan dimulai dari tepi kiri (menyesuaikan posisi ekor pada preparat) kearah kepala kemudian turun ke bawah dan bergeser kearah ekor kembalik (gerakan secara zig zag) dapat dilihat pada gambar.



Gambar 9. Metode Zig-Zag

Berdasarkan metode ini bersifat kuantitatif dapat dilihat dari lima luas bidang, lapang pandang sehingga memperoleh hasil yang maksimal dalam tingkat kerusakan jaringan. Setiap bidang lapang pandang terdapat beberapa tingkat kerusakan jaringan, hal ini dapat dilihat dari kriteria-kriteria seperti hyperplasia, fusi dan nekrosis (kerusakan sel). Kemudian hasil di presentase dengan pemberian skor dari angka 1-4. Presentasi kerusakan setiap luas bidang lapang pandang dihitung berdasarkan jumlah sel yang mengalami kerusakan. Menurut Raza'l (2008) dengan rumus: sebagai berikut:

$$\text{Presentase kerusakan} = \frac{\text{jumlah sel yang rusak}}{\text{jumlah sel analisis}} \times 100 \%$$

Selanjutnya presentase yang telah didapatkan diberi skoring dari angka 1-4. Angka 1 (ringan) mempunyai tingkat presentase kerusakan jaringan 0-5%, angka 2 (sedang) tingkat presentase kerusakan jaringan 6-25%, angka 3 (berat) tingkat presentase kerusakan jaringan 26-50% dan angka 4 (sangat berat) tingkat presentase kerusakan jaringan >50%.

3.9.1 Analisis Data

Analisa data pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 8 perlakuan dan 3 ulangan. Selanjutnya data dianalisa menggunakan cara statistik yaitu analisa keragaman (ANOVA), yang bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya perbedaan pemberian perlakuan. Apabila dari analisa keragaman (sidik ragam) diketahui bahwa perlakuan menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata atau sangat berbeda nyata, maka dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) yaitu untuk mengetahui perbedaan dari masing-masing perlakuan (Sastrosupadi, 2000). Model untuk RAL adalah sebagai berikut:

$$Y_{ijk} = \mu + \tau_i + \epsilon_{(ij)k}$$

Keterangan:

- Y_{ijk} = respon perlakuan ke-I serta ulangan ke-j
- i = perlakuan
- J = ulangan
- μ = nilai rata-rata umum
- τ_i = pengaruh dari perlakuan ke-I
- $\epsilon_{(ij)k}$ = galat atau kesalahan percobaan untuk perlakuan ke-I

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 3 perlakuan. Perlakuan kontrol dilakukan untuk mempermudah penganalisaan hasil. Kontrol pembanding adalah kontrol normal dan kontrol infeksi. Setiap perlakuan dilakukan pengulangan sebanyak tiga kali terkecuali kontrol pembanding. Sehingga total sampel yang diamati sebanyak 11 sampel. Perlakuan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- A : Ikan myxobolus sp. ukuran 7 – 12 cm diberi perlakuan kutuklin dengan dosis 1 $\mu\text{l/g}$ pakan
- B : Ikan myxobolus sp. ukuran 7 – 12 cm diberi perlakuan kutuklin dengan dosis 0,5 $\mu\text{l/g}$ pakan
- C : Ikan myxobolus sp. ukuran 7 – 12 cm diberi perlakuan diberi perlakuan kutuklin dengan dosis 1,5 $\mu\text{l/g}$ pakan
- D : Ikan sehat ukuran 7 – 12 cm diberi perlakuan diberi perlakuan kutuklin dengan dosis 1 $\mu\text{l/g}$ pakan
- E : Ikan sehat ukuran 7 – 12 cm diberi perlakuan diberi perlakuan kutuklin dengan dosis 0,5 $\mu\text{l/g}$ pakan
- F : Ikan sehat ukuran 7 – 12 cm diberi perlakuan diberi perlakuan kutuklin dengan dosis 1,5 $\mu\text{l/g}$ pakan

K (-) : Perlakuan sampel tanpa pemberian kutuklin

K (+) : Perlakuan sampel terinfeksi myxobolus tanpa pemberian kutuklin
berdasarkan rumus analisis data diatas, maka berikut

Tabel 3. Analisis Sidik Ragam.

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata
	1	2	3		
Perlakuan 1	(P1)1	(P1)2	(P1)3	TP1	TP1/3
Perlakuan 2	(P2)1	(P2)2	(P2)3	TP2	TP2/3
Perlakuan 3	(P3)1	(P3)2	(P3)3	TP3	TP3/3
Perlakuan 4	(P4)1	(P4)2	(P4)3	TP4	TP4/3
Perlakuan 5	(P5)1	(P5)2	(P5)3	TP5	TP5/3
Perlakuan 6	(P6)1	(P6)2	(P6)3	TP6	TP6/3
Kontrol Positif	(K+)1	(K+)2	(K+)3	TK+	TK+/3
Kontrol Negatif	(K-)1	(K-)2	(K-)3	TK-	TK-/3
Total				T	

Keterangan = 1,2,dan 3 adalah ulangan (r)

K+, K-, P1, P2 dan P3 adalah perlakuan (t)

K+ : kontrol positif

K- : kontrol negatif

P1 : Ikan *Myxobolus* + deltamethrin (dosis 1 µl/g pakan)

P2 : Ikan *Myxobolus* + deltamethrin (dosis 0,5 µl/g pakan)

P3 : Ikan *Myxobolus* + deltamethrin (dosis 1,5 µl/g pakan)

P4 : Ikan sehat + deltamethrin (dosis 1 µl/g pakan)

P5 : Ikan sehat + deltamethrin (dosis 0,5 µl/g pakan)

P6 : Ikan sehat + deltamethrin (dosis 1,5 µl/g pakan)

Tabel 4. Analysis of varian (ANOVA)

SK	DB	JK	KT	Fhit	Ftabel
					5%
Perlakuan	t-1	JKP	JKP/DBP	KTP/KTG	Tabel
Galat	t (r-1)	JKG	JKG/DBG		
Total	Σn-1	JKT			

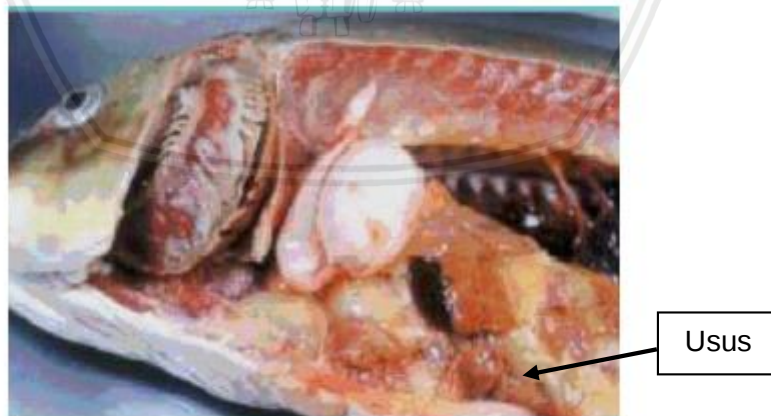
➤ Jika F hit > F tabel 5% maka perlakuan berbeda nyata

➤ Jika F hit < F tabel 5% maka tidak berbeda nyata

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Gejala Klinis Ikan Koi yang Terinfeksi Parasit *Myxobolus sp.*

Sampel ikan koi diambil yang berasal dari kelompok Pembudidaya Benih Ikan (POKDAKAN) yang berada di kolam budidaya Ikan Desa Kemloko, Kecamatan Nglegok, Kabupaten Blitar, Jawa Timur. Dilihat hasil pengamatan ditemukan ikan koi (*C. carpio*) yang terinfeksi parasit *Myxobolus sp.*. Ikan koi yang terinfeksi parasit *Myxobolus sp.* dan ikan dalam kondisi sehat diberikan perlakuan selama 14 hari. Setelah dilakukan perlakuan, maka dilakukan pengamatan untuk mengetahui gejala klinis yang terjadi pada ikan koi. Ikan koi yang terinfeksi *myxobolus* yang telah diberikan pemberian kutuklin dapat dilihat reaksinya seperti ikan cenderung tidak bergerak aktif, dalam pemberian pakan respon menerima makanan melambat, dan mengalami kerusakan organ dalam tubuh, bahkan ikan mengalami kematian. Sedangkan ikan sehat mengalami peningkatan dalam pergerakan menjadi lebih aktif, nafsu makan meningkat, serta tidak adanya kerusakan fisik dari luar tubuh ikan. Hal ini dapat dilihat pada gambar berikut:



Gambar 10. Organ saluran pencernaan ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terserang *Myxobolus sp.*

Berdasarkan gambar 7 diatas, dapat diketahui bahwa ikan koi (*C. carpio*) yang terinfeksi parasit *Myxobolus sp.* ditemukan pada benih ikan yang berukuran

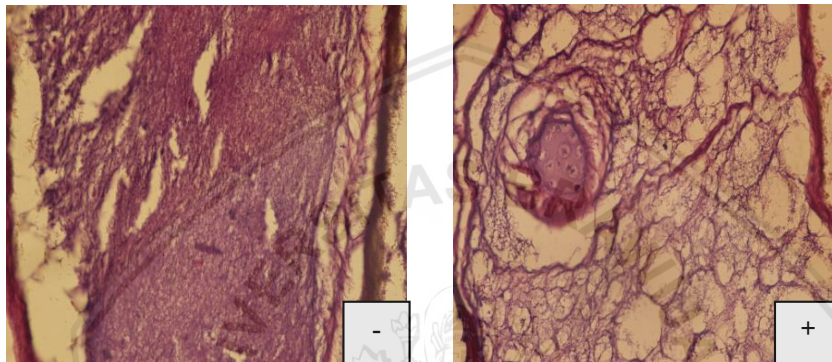
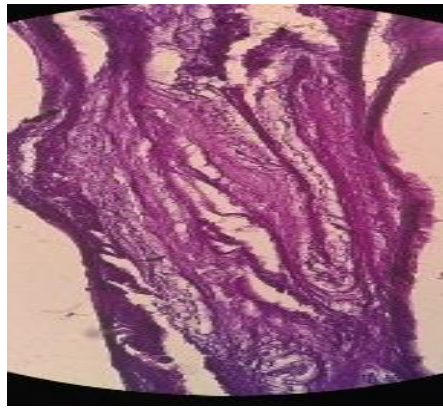
seitar 7 cm. Gejala klinis ini dilihat secara langsung yaitu terdapatnya kista (benjolan) berwarna kemerah-merahan. Kista tersenut berisi ribuan spora yang menutupi insang ikan, sehingga tutup insang tampak terbuka dan mengakibatkan ikan mengalami kesulitan dalam bernafas. Berdasarkan gambar diatas, dapat diketahui bahwa organ bagian dalam ikan seperti usus, hati, otot dan ginjal yang mengalami perubahan warna menjadi lebih pucat dan terdapat kista berwarna putih. Hal ini berakibat fatal bagi kelangsungan hidup ikan koi, karena parasit *myxobolus* sudah menyebar ke bagian dalam organ ikan. Terjadinya penyebaran hingga organ bagian dalam dapat menimbulkan kerusakan pada organ tersebut.

4.2 Analisis Histopatologi Usus ikan Koi (*C. carpio*)

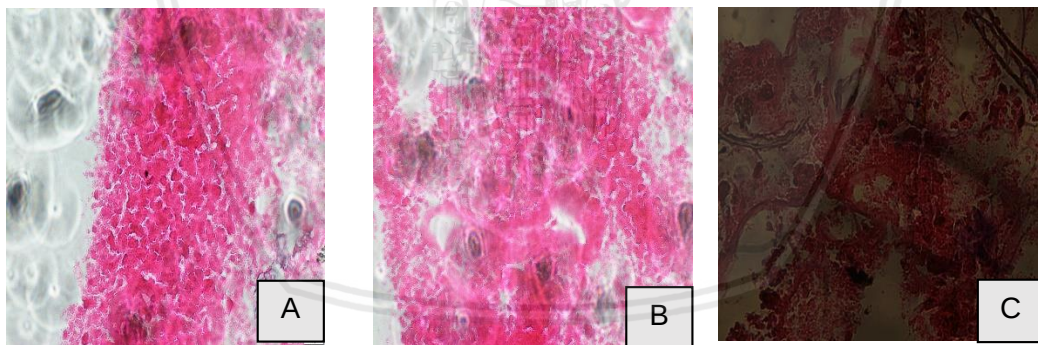
Analisis histopatologi dapat digunakan sebagai biomarker untuk mengetahui kondisi kesehatan biologis ikan melalui perubahan struktur yang terjadi pada organ-organ yang menjadi sasaran utama dari bahan pencemar seperti insang, hati, ginjal dan sebagainya (Dutta, 1996). Selain itu, penggunaan biomarker histopatologi dapat digunakan dalam memonitoring lingkungan dengan mengamati organ-organ tersebut yang memiliki fungsi penting dalam metabolisme tubuh sehingga dapat digunakan sebagai diagnosis awal terjadinya gangguan kesehatan pada suatu organisme (Martinez and Marina, 2007). Pengamatan histopatologi usus ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *myxobolus* sp. menggunakan potongan jaringan usus ikan koi yang telah dipreparasi dan diwarnai dengan menggunakan pewarnaan *Hematoksilin* dan *Eosin* kemudian dilakukan pengamatan menggunakan mikroskop. Pengamatan hitopatologi usus ikan mas menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400x. Usus merupakan organ utama pencernaan makanan dan penyerapan nutrisi. Infeksi virus dalam usus seperti *myxobolus* sp. dapat menimbulkan perubahan patologis pada jaringan usus baik secara langsung maupun tidak langsung (Sugianti, 2012). *Myxobolus* sp. Pertama

kali akan masuk dan menginfeksi tubuh ikan melalui insang dan atau usus ikan. Hal tersebut disebabkan oleh virus yang lepas ke dalam perairan dan terserap kedalam tubuh ikan melalui usus. Terjadinya infiltrasi dan replikasi virus pada jaringan usus yang memicu terjadinya radang yang ditandai dengan adanya peningkatan aktifitas sel-sel goblet. Sel-sel goblet adalah sel-sel penghasil mukus, sehingga adanya proliferasi sel ini menghasilkan sekresi mukus yang berlebihan (Sugianti, 2012).

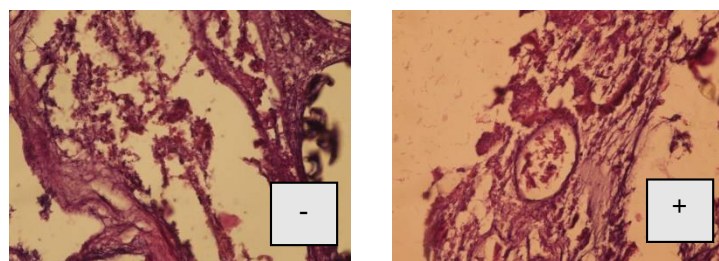
Berdasarkan dari penelitian yang telah dilakukan, diperoleh hasil gambaran jaringan usus ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan perlakuan P1,P2,P3 yaitu ikan yang terinfeksi *Myxobolus* sp. dengan pemberian kutuklin dengan dosis masing-masing sebesar 1 μ l/g pakan, 0,55 μ l/g pakan dan 1,5 μ l/g pakan. Perlakuan dengan kutuklin pada ikan koi yang sehat yaitu dosis masing-masing sebesar 1 μ l/g pakan, 0,55 μ l/g pakan dan 1,5 μ l/g pakan. Berikut hasil gambaran jaringan usus yang mengalami kerusakan dan usus yang normal dengan pengamatan mikroskop dibawah ini.

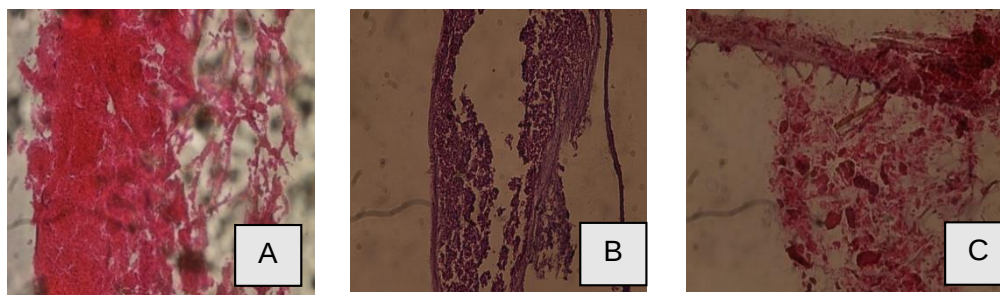


Gambar 11. Usus Ikan Koi Kontrol Negatif (-); Usus Ikan Koi Kontrol Positif (+)



Gambar 12. Kerusakan jaringan usus ikan koi. Ikan koi ukuran 7-12 cm (A) Ikan kontrol negatif (kondisi ikan sehat tanpa perlakuan); (B) kontrol positif (kondisi ikan terinfeksi *myxobolus* sp. tanpa perlakuan); (C) ikan *myxobolus* sp. dengan perlakuan kutuklin dosis 1 μ l/g pakan; (D) ikan *myxobolus* dengan perlakuan kutuklin dosis 0,5 μ l/g pakan; (E) ikan *myxobolus* dengan perlakuan kutuklin dosis 1,5 μ l/g pakan





Gambar 13. Kerusakan jaringan usus ikan koi. Ikan koi ukuran 7-12 cm (A) Ikan kontrol negatif (kondisi ikan sehat tanpa perlakuan); (B) kontrol positif (kondisi ikan terinfeksi myxobolus sp. tanpa perlakuan); (C) ikan sehat dengan perlakuan kutuklin dengan dosis 1 µl/g pakan; (D) ikan sehat dengan perlakuan kutuklin dengan dosis 0,5 µl/g pakan; (E) ikan sehat dengan perlakuan kutuklin dengan dosis 1,5 µl/g pakan.

Hasil penelitian menunjukkan gambaran jaringan insang ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan pemberian dosis kutuklin yang berbeda, memperlihatkan hasil histopatologi yang berbeda-beda pada tiap ukuran ikan. Meskipun tidak terlihat secara langsung bahwa pemberian kutuklin dapat mempengaruhi pemulihan jaringan, tetapi perbedaan kerusakan yang terjadi pada jaringan insang pada dua kondisi ikan yang berbeda (ikan sehat dan terinfeksi) dapat ditunjukkan melalui perhitungan skoring. Perlakuan 1, 2, 3, 4, 5, dan 6 dengan pemberian kutuklin rata – rata ditemukan mengalami kerusakan jaringan yang relatif sama yaitu hemoragi dan edema yang terlihat pada jaringan usus. Deskuamasi epitel dan nekrosa serta hemoragi. Hal tersebut diketahui diakibatkan oleh paparan toksin yang akut, adanya bakteri, virus dan parasite. Namun, terlihat perbedaan hasil skoring pada masing – masing perlakuan. Analisis data kerusakan pada jaringan insang yang terinfeksi *Myxobolus* sp. dan dengan pemberian kutuklin adalah sebagai berikut.

a. Edema

Edema adalah pada sela-sela jaringan atau rongga tubuh terdapat pengumpulan cairan yang berlebihan. Adanya edema ditandai dengan membesarnya volume sel yang diiringi dengan penambahan volume cairan

sitoplasma. Penyebab timbulnya kerusakan edema diantaranya adanya (a). peningkatan tekanan hidrostatik intra vaskular yang menyebabkan perembasan cairan plasma sehingga darah keluar dan masuk ke dalam ruang intestisium, (b). peningkatan tekanan hidrostatik biasanya pada pembendungan pembuluhh vena (kongesti), dan (c). edema merupakan resiko paska kongesti (Asri, 2015). Terjadinya edema pada jaringan usus ikan koi (*Cyprinus carpio*) juga diduga disebabkan adanya parasit *myxobolus* sp. yang ada dalam sitoplasma atau adanya kontak langsung antara sel epitel di usus dengan parasit *myxobolus* sp. tersebut sehingga menyebabkan terjadinya iritasi pada usus tersebut. Edema yang semakin banyak terjadi memicu sel atau jaringan tersebut nekrosis. Sel yang mengalami nekrosis akan melepaskan diri dari jaringan penyokongnya sehingga jaringan yang berada didekatnya akan menjadi rentan terhadap iritan (Oktafitria dan Maulidina, 2018). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan diperoleh gambaran histopatologi jaringan usus ikan koi (*C. carpio*) kontrol negatif atau normal (ikan koi sehat tanpa terkena *myxobolus* dan tanpa pemberian kutuklin, kontrol positif atau yang terinfeksi *myxobolus* tanpa pemberian kutuklin dan perlakuan P1,P2,P3,P4,P5,P6. Masing-masing seperti perlakuan P1 ikan *myxobolus*+kutuklin diberi dosis 1 μ l/g pakan, perlakuan P2 ikan *myxobolus*+kutuklin diberi dosis 0,5 μ l/g, perlakuan P3 ikan *myxobolus*+kutuklin dosis 1,5 μ l/g pakan,cPerlakuan P4 ikan sehat+kutuklin dosis 1 μ l/g pakan, perlakuan P5 ikan sehat+kutuklin dosis 0,5 μ l/g pakan, perlakuan P6 ikan sehat+kutuklin dosis 1,5 μ l/g pakan. Berikut ini adalah perbedaan penampang jaringan usus ikan koi kontrol negatif, kontrol positif dan perlakuan P1,P2,P3. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data rata-rata nilai skoring kerusakan edema dari kerusakan insang yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Rata-rata skoring hasil penelitian Edema

No	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata - Rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
1	K-	0	0	0	0	0.00	0.00
2	P4	1.2	1	1	3.2	1.07	0.12
3	P5	1.4	1	1.2	3.6	1.20	0.20
4	P6	1.8	1.6	1.6	5	1.67	0.12
5	P1	1.4	1.8	2	5.2	1.73	0.31
6	P2	2	1.6	2.2	5.8	1.93	0.31
7	P3	2	2.4	2	6.4	2.13	0.23
8	K+	2.6	2.2	2	6.8	2.27	0.31

Berdasarkan Tabel 5 dapat di lihat semakin besar pemberian dosis kutuklin tidak terlihat perbedaan yang terjadi pada nilai kerusakan jaringan edema pada usus. Diperoleh nilai rata-rata kerusakan jaringan usus terendah pada perlakuan P4 (Ikan sehat dengan dosis kutuklin 1 μ l/g pakan) dan P5 (ikan sehat dengan dosis kutuklin 0,5 μ l/g pakan). Sedangkan nilai rata-rata kerusakan tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (ikan terinfeksi dengan pemberian dosis kutuklin 1,5 μ l/g pakan). Hal ini menunjukkan pada dosis kutuklin sebesar 1 μ l/g pakan pada ikan terinfeksi maupun sehat menunjukkan pengaruh bagi tingkat kerusakan usus ikan koi. Pengaruh pemberian kutuklin terhadap kerusakan edema pada jaringan usus dapat diketahui dengan melakukan uji sidik ragam yang disajikan pada Tabel 6.

Tabel 6. Anova Analisa Sidik Ragam Hasil Penelitian Kerusakan Edema Jaringan Usus

SK	Db	JK	KT	F.hitung	F.tabel	
					5%	1%
perlakuan	7.00	196.08	1.62	32.46**	2.66	4.03
A	3.00	335.12	0.62	12.36**	3.24	5.29
B	1.00	724.88	6.41	128.13**	4.49	8.53
AB	3.00	3.10	1.03	20.67**	3.24	5.29
Galat	16.00	0.80	0.05			
Total	23.00	66.16				

Keterangan : (*) = Berbeda Nyata, (**) = Berbeda Sangat Nyata, (TN) = Tidak Nyata

Berdasarkan tabel 6 menunjukkan bahwa pada hasil uji sidik ragam, nilai F hitung > F 5% dan > F 1%, sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian kutuklin berpengaruh sangat nyata terhadap kerusakan edema pada hasil histopatologi usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp. Adanya perbedaan tiap perlakuan dapat diketahui dengan melakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) yang dapat disajikan pada tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji BNT Penelitian Kerusakan Edema Jaringan Usus

Perlakuan	Rata-Rata	K-	P4	P5	P6	P1	P2	P3	K+	Notasi
		0	1.06	1.2	1.6	1.73	1.93	2.13	2.26	
K-	0	TN								A
P4	1.06	1.06*	TN							B
P5	1.2	1.2*	0.14 ^{TN}	TN						B
P6	1.6	1.6*	0.54*	0.4*	TN					C
P1	1.73	1.73*	0.67*	0.53*	0.13 ^{TN}	TN				C
P2	1.93	1.93*	0.87*	0.73*	0.33 ^{TN}	0.2 ^{TN}	TN			Cd
P3	2.13	2.13*	1.07*	0.93*	0.53*	0.4*	0.2 ^{TN}	TN		D
K+	2.26	2.26*	1.2*	1.06*	0.66*	0.53*	0.33*	0.13 ^{TN}	TN	D

Keterangan : (*) = Berbeda Nyata, (TN) = Tidak Nyata

Berdasarkan Tabel diatas dapat terlihat bentuk kerusakan jaringan yang mengalami edema didapatkan notasi a, b, b, c, c, c, cd, dan d. Hal ini menunjukkan bahwa ditemukannya dalam perakuan kutuklin memiliki berbeda pada tiap perlakuan. Namun, pada perlakuan P4 (ikan sehat dengan pemberian dosis 1 μ l /g pakan) dan P5 (ikan sehat dengan pemberian dosis 0,5 μ l /g pakan) terdapat nilai notasi yang sama dan pada dosis yang berbeda. Pada dosis tersebut juga diperoleh nilai rata-rata yang paling rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan P4 pada ikan sehat dengan dosis 1 μ l /g pakan dan P5 pada ikan sehat dengan dosis 0,5 μ l /g pakan adalah dosis yang baik dalam perlakuan pemberian kutuklin. Hal ini dikarenakan ikan sudah dalam kondisi sehat, dimana kerusakan pada jaringan tidak luas dan ditambah dengan diberikannya perlakuan kutuklin sebagai manajemen dalam mengelola kondisi lingkungan parameter kualitas air pada bak perlakuan sehingga kutuklin tersebut dapat diserap dan meminimalisir adanya kerusakan jaringan pada usus ikan koi. Pendapat Prioesoeryanto (2010), menyatakan pada usus terjadi sel-sel epitel mukosa usus individu dapat menggulung yang disertai penebalan kromatin dan stioplasma eosinophil yang dapat terjadi akibat kelaparan dan kondisi kaheksia. Edema yang terjadi pada usus dapat dilihat dari adanya pembengkakan jaringan sehingga terlihat ada bagian yang membengkak dan ada bagian yang mengecil. Edema pada epitel usus menyebabkan terangkatnya epitel dan jika terus berlanjut akan menjadi dekuamasi dan ruptus epitel. Seperti pendapat Husnawati (2016), membahas bahwa terjadinya edema yaitu kerusakan jaringan dipengaruhi oleh pemeriksaan yang telah dilakukan secara mikroskopis telah terbukti adanya spora yang ditemukan dalam usus ikan koi dengan jumlah berbeda pada tiap bak perlakuan dengan dosis yang berbeda juga pada pemberian kutuklin.

b. Hemoraghi

Asri (2015) mengatakan hemoragi merupakan kondisi yang ditandai dengan keluarnya darah dari vaskula akibat dari kerusakan dinding vaskula. Penyebab terjadinya hemoragi antara lain trauma yakni kerusakan dalam bentuk fisik di jaringan daerah benturan/kontak pada sistem vaskula, infeksi agen infeksius yang mengakibatkan septisemia, bahan toksik yang merusak endotel kapiler, dan faktor lain yang menyebabkan lemahnya dinding vaskula sehingga pembuluh darah rentan untuk bocor. Terjadinya hemoragi ditandai dengan menyebarnya darah pada jaringan usus. Menurut Hadi dan Alwan (2012), Suatu zat toksik seperti logam berat bisa mempengaruhi permeabilitas sel yang berakibat pada keterbatasan sistem transportasi ion sehingga transportasi cairan dari dan ke dalam membran sel terganggu, hal ini juga berakibat pada hancurnya sel darah yang merusak kapiler darah dan menyebabkan hemoragi. Kerusakan hemoragi pada penelitian ini disebabkan oleh infeksi secara langsung dari dalam dan adanya trauma seperti benturan/kontak pada sistem vaskula di jaringan usus oleh parasit *myxobolus* sp. tersebut sehingga pembuluh darah bocor dan menyebabkan hemoragi. Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data rata-rata nilai skoring kerusakan hemoragi dari kerusakan usus yang dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata skoring hasil penelitian Hemoragi

No	Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rata-Rata	Standar Deviasi
		1	2	3			
1	K-	0	0	0	0	0.00	0.00
2	P4	1	1.4	1	3.4	1.13	0.23
3	P5	1.2	1.4	1.2	3.8	1.27	0.12
4	P6	1.8	1.8	2	5.6	1.87	0.12
5	P1	2	1.8	1.83	5.63	1.88	0.11
6	P2	1.8	2	2	5.8	1.93	0.12
7	P3	2.4	2	2.2	6.6	2.20	0.20
8	K+	2.4	3	1.8	7.2	2.40	0.60

Hasil penelitian menunjukkan gambar jaringan usus ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan ukuran yang sama dan diberi perlakuan kutuklin, memperlihatkan hasil yang berbeda-beda pada tiap dosis perlakuan ikan. Pemberian kutuklin pada ikan dapat mempengaruhi pemulihan, meskipun tidak terlihat secara langsung tetapi perbedaan kerusakan yang terjadi pada jaringan usus dengan ukuran yang sama yaitu melalui skoring. Penelitian dilakukan dengan beberapa perlakuan P1, P2, P3, P4, P5, dan P6 dengan konsentrasi dosis kutuklin yang berbeda. Dimana perlakuan P1 yaitu ikan myxobolus diberi kutuklin dosis 1 µl/g, perlakuan P2 yaitu ikan myxobolus diberi kutuklin dosis 0,5 µl/g, perlakuan P3 yaitu ikan myxobolus diberi kutuklin dosis 1,5 µl/g, perlakuan P4 yaitu ikan sehat diberi kutuklin dosis 1 µl/g, perlakuan P5 yaitu ikan sehat diberi kutuklin dosis 0,5 µl/g, dan perlakuan P6 yaitu ikan sehat diberi kutuklin dosis 1,5 µl/g dengan rata-rata mengalami kerusakan jaringan yang diperoleh hasil dari skoring yaitu edema dan hemoragi. Namun hasil skoring memiliki perbedaan pada masing-masing perlakuan. Pengaruh pemberian kutuklin terhadap kerusakan hemoragi pada jaringan usus dapat diketahui dengan melakukan uji sidik ragam yang disajikan pada Tabel 9.

Tabel 9. Sidik Ragam Hasil Penelitian Kerusakan Hemoragi Jaringan Usus

SK	db	JK	KT	F.hitung	F.tabel	
					5%	1%
Perlakuan	7	218.10	1.78	28.15**	2.66	4.03
A	3	374.38	0.71	11.28**	3.24	5.29
B	1	800.39	6.44	101.99**	4.49	8.53
Ab	3	3.86	1.29	20.41**	3.24	5.29
Galat	16	1.01	0.06			
Total	23	73.71				

Keterangan : (*) = Berbeda Nyata, (**) = Berbeda Sangat Nyata,

(TN) = Tidak Nyata

Berdasarkan tabel 5 menunjukkan bahwa pada hasil uji sidik ragam, nilai F hitung > F 5% dan > F 1%, sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian kutuklin berpengaruh sangat nyata terhadap kerusakan hemoragi pada hasil histopatologi

usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp. Adanya perbedaan tiap perlakuan dapat diketahui dengan melakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) yang dapat disajikan pada tabel 10.

Tabel 10. Uji BNT Hasil Penelitian Kerusakan Hemoragi Jaringan Usus

Perlakuan	Rata-rata	K- 0	P4 1.13	P5 1.27	P6 1.87	P1 1.88	P2 1.93	P3 2.2	K+ 2.4	
K-	0	TN								a
P4	1.13	1.13*	TN							b
P5	1.27	1.27*	0.14 TN	TN						b
P6	1.87	1.87*	0.74*	0.6*	TN					c
P1	1.88	1.88*	0.75*	0.61*	0.01 TN	TN				C
P2	1.93	1.93*	0.8*	0.66*	0.06 TN	0.05 TN	TN			C
P3	2.2	2.2*	1.07*	0.93*	0.33 TN	0.32 TN	0.27 TN	TN		Cd
K+	2.4	2.4*	1.27*	1.13*	0.53*	0.52*	0.47*	0.2 TN	TN	D

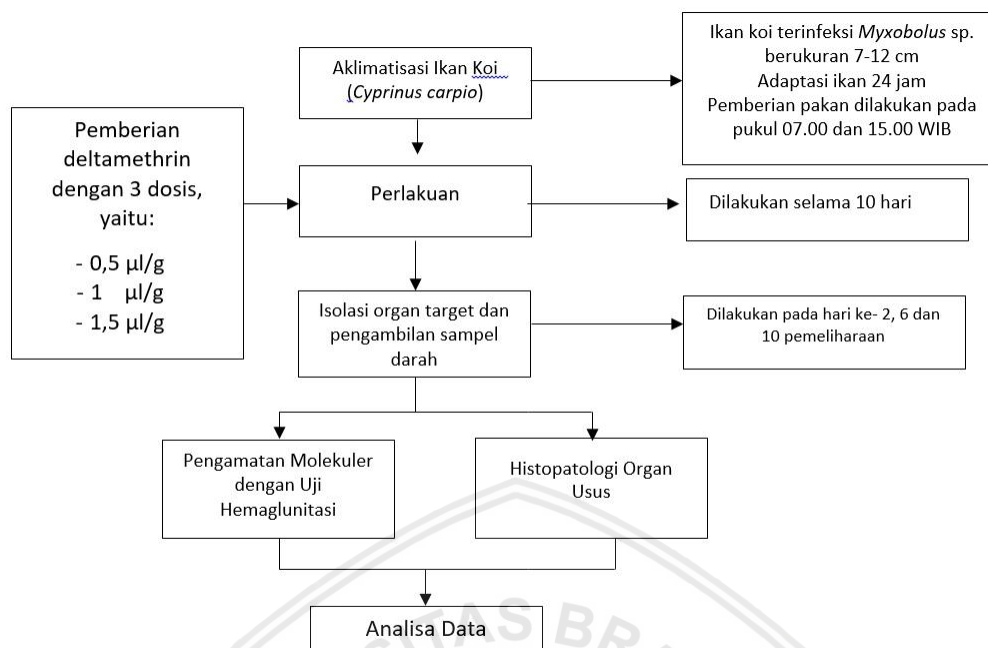
Keterangan : (*) = Berbeda Nyata, (TN) = Tidak Nyata

Berdasarkan Tabel diatas dapat terlihat bentuk kerusakan jaringan yang mengalami edema didapatkan notasi a, b, b, c, c, c, cd, dan d. Hal ini menunjukkan bahwa ditemukannya dalam perakuan kutuklin memiliki berbeda pada tiap perlakuan. Namun, pada perlakuan P4 (ikan sehat dengan pemberian dosis 1 µl /g pakan) dan P5 (ikan sehat dengan pemberian dosis 0,5 µl /g pakan) terdapat nilai notasi yang sama dan pada dosis yang berbeda. Pada dosis tersebut juga diperoleh nilai rata-rata yang paling rendah, sehingga dapat disimpulkan bahwa perlakuan P4 pada ikan sehat dengan dosis 1 µl /g pakan dan P5 pada ikan sehat dengan dosis 0,5 µl /g pakan adalah dosis yang baik dalam perlakuan pemberian kutuklin. Hemoragi menyebabkan terganggunya suplai darah ke sel-sel epitel yang ditandai dengan adanya perdarahan yaitu ditemukannya spot berwarna merah yang menyebar. Kerusakan-kerusakan pada vili akan menyebabkan terganggunya penyerapan zat makanan sehingga ikan akan kekurangan nutrisi (Susanto, 2008). Hemoragi yang terlihat pada jaringan usus ditandai dengan eritrosit yang sudah

keluar dari pembuluh darah dan berada di jaringan usus. Hemoragi yang terjadi pada jaringan usus biasa disebabkan oleh masuknya benda asing bersama makanan yang menyebabkan lesi di usus, adanya kerusakan fisik yang merusak sistem vaskular jaringan di daerah benturan, faktor lain yang menyebabkan dinding vaskular lemah sehingga pembuluh darah rentan bocor. Hal ini dikarenakan ikan sudah dalam kondisi sehat, dimana kerusakan pada jaringan tidak luas dan ditambah dengan diberikannya perlakuan kutuklin sebagai manajemen dalam mengelola kondisi lingkungan parameter kualitas air pada bak perlakuan sehingga kutuklin tersebut dapat diserap dan meminimalisir adanya kerusakan jaringan pada usus ikan koi. Selain ikan sehat yang memiliki kerusakan paling rendah dikarenakan diberikan perlakuan kutuklin dengan dosis optimal, ikan *myxobolus* yang diberi perlakuan kutuklin dengan dosis optimal diperoleh hasil kerusakan yang tergolong rendah sehingga dapat diberi kesimpulan bahwa pemberian kutuklin yaitu berbeda nyata.

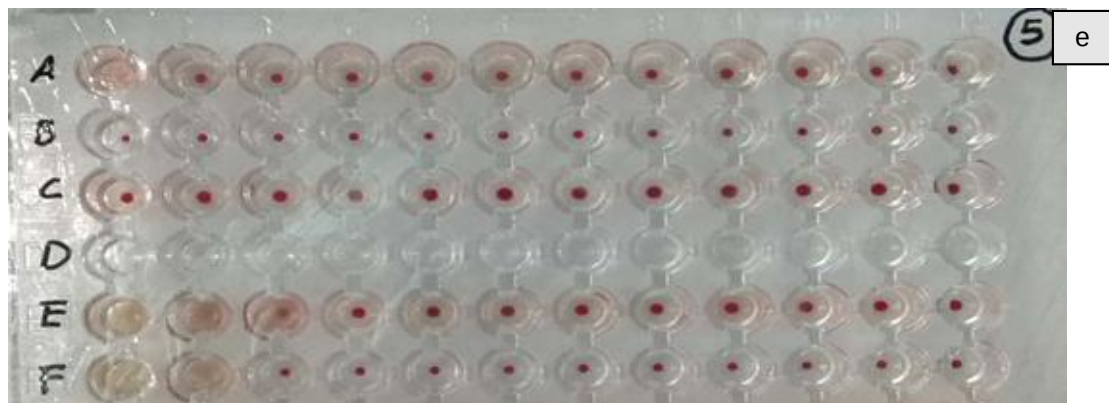
4.3 Mekanisme Molekuler Perlakuan Kutuklin Terhadap Respon Ketahanan Tubuh Ikan Koi Terhadap Infeksi *Myxobolus* sp.

(Dietz et al. 2009; Bhanu et al. 2011) menyatakan deltametrin merupakan kandungan bahan aktif kimia dari suatu insektisida. Bentuk dari deltametrin ini berupa cairan pekat yang terdiri dari campuran bahan aktif dengan perantara emulsi. Dalam penggunaannya, biasa dicampur dengan bahan pelarut berupa air. ini.



Berdasarkan penelitian yang dilakukan dengan penggunaan 3 perlakuan dosis p. Perlakuan 1 dengan pemberian dosis sebesar 1 µl/g pakan, perlakuan 2 dosis sebesar 0,5 µl/g pakan dan perlakuan 3 dosis sebesar 1,5 µl/g pakan. Efek yang muncul pada ikan terkait pemberian p, adalah kutuklin terbentuknya respon imun adaptif pada ikan mas koi. Ikan memiliki sistem pertahanan imun bawaan dan adaptif. Ikan koi juga dapat mengalami stress apabila perlakuan dalam pemberian kutuklin jumlahnya terlalu besar, sehingga ikan koi mengalami kematian. Parameter bawaan berada di garis depan pertahanan kekebalan dan merupakan faktor penting dalam resistansi penyakit. Respons adaptif terhadap ikan biasanya tertunda tetapi sangat penting untuk kekebalan jangka panjang dan merupakan faktor kunci dalam pengobatan yang sukses (Roziqin, 2018). Respon ini terbentuknya ditandai dengan terbentuknya IGM pada ikan koi.

Respon imun adaptif ini selain IGM juga ditandai terbentuknya protein hemaglutinn seperti di Gambar 13.



Gambar 14. Uji Hemaglutinin Plasma Darah

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
A	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
B	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
C	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
D	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
E	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
F	-	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

- A. PBS (50 μ l) + Eritrosit Normal
 B. PBS (50 μ l) + Plasma Normal
 C. PBS (50 μ l) + Eritrosit Kutuklin
 D. PBS (50 μ l) + Plasma Kutuklin
 E. PBS (50 μ l) + Antigen Protein Myxo + Eritrosit Normal
 F. PBS (50 μ l) + Antigen Protein Myxo + Plasma Normal

ERITROSIT :

Terbentuk dot = negatif (-)

Tidak Terbentuk dot = positif (+)

PLASMA :

Terbentuk dot = positif (+)

Tidak terbentuk dot = negatif (-)

Berdasarkan hasil pengamatan dalam molekuler pada perlakuan ikan koi yang diberikan kutuklin menghasilkan respon pada pengenceran plasma konsentrasi $\frac{1}{4}$ pada perlakuan F menandakan bahwa pemberian kutuklin dapat dijadikan sebagai faktor penghambat pertumbuhan *myxobolus* sp. yang menginfeksi ikan koi (*C. carpio*). Diketahui bahwa pada sumur A dan B menunjukkan adanya dot (endapan eritrosit) berukuran kecil yang menandai respon

molekuler yang bagus Sedangkan pada sumur C (eritosit kutuklin) menunjukkan adanya dot berukuran besar yang menandai adanya respon molekuler yang kecil. Pada sumur D (plasma kutuklin) tidak menunjukkan adanya dot yang menandai tidak adanya respon molekuler. Kemudian, pada sumur E (antigen protein Myxo+eritosit kutuklin) dan sumur F (antigen protein myxo+ plasma kutuklin) menunjukkan adanya dot berukuran kecil menyerupai dot pada sumur A dan sumur B hal ini menandakan adanya respon molekuler yang menyerupai sumur A dan sumur B dan ini menunjukkan ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* dengan perlakuan kutuklin memiliki respon yang bagus dibandingkan ikan sehat dengan kutuklin. Sesuai dengan pendapat Husnawati (2006), bahwa kandungan deltamethrin yang berada dalam produk kutuklin memiliki bahan campuran bahan aktif dengan perantara emulsi (hasil dari campuran dari bahan pelarut yaitu berupa cairan encer atau cairan semprot), sifat insektisida yang berada pada deltamethrin ini dapat membunuh penyakit ataupun parasit yang masuk ke dinding pencernaan seperti usus. Dimana deltamethrin ini dapat bekerja dengan mengikat protein yang ada pada syaraf yang disebut dengan ion Na^+ kanal. Pada kondisi normal protein pada ikan ini dapat menerima dan meneruskan rangsangan pada syaraf. Sedangkan pada ikan yang terserang *myxobolus* mengikat protein ini sehingga mencegah penerusan rangsangan sehingga organisme kehilangan kontrol sistem syaraf dan tidak dapat mengkoordinasikan anggota tubuh dengan benar. Sehingga Uji Hemaglutinin Plasma Darah ini dilakukan untuk melihat respon imun yang diberikan perlakuan PBS dengan kutuklin yaitu hasil membuktikan bahwa dapat menghambat proses *myxobolus* dalam menginfeksi ikan koi.

4.4 Analisa Kualitas Air

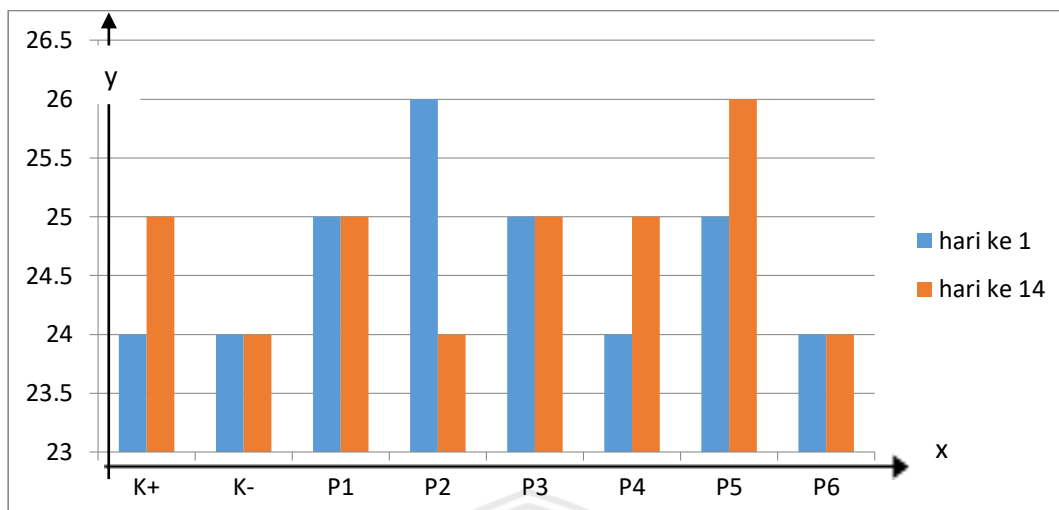
Pada penelitian ini parameter kualitas air yang diukur meliputi pengukuran parameter fisika (suhu) dan parameter kimia (pH, DO, CO_2 , COD). Kondisi

lingkungan dan kualitas air yang tidak optimal dapat menyebabkan ikan stres dan mudah terserang penyakit. Untuk itu perlu dilakukan pengukuran parameter kualitas air untuk mengetahui kondisi lingkungan tersebut. Hasil pengukuran kualitas air pada kolam ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *myxobolus* sp. dapat dilihat pada Lampiran 6.

4.4.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu air memiliki pengaruh terhadap perkembangan dan pertumbuhan ikan. Suhu air yang tidak cocok dapat menyebabkan ikan stres serta tidak berkembang dan tumbuh dengan baik. Faktor lingkungan yang paling utama dalam mempengaruhi parasit *myxobolus* sp. yang menginfeksi pada ikan koi adalah suhu air. Parasit *myxobolus* sp. biasanya menyerang ikan koi ketika suhu air berkisar 18 °C – 26 °C (Gilad, *et al.* 2004). Menurut Kordi (2004), saat suhu rendah ikan akan kehilangan nafsu makan sehingga pertumbuhan akan terhambat, begitu juga sebaliknya saat suhu tinggi ikan akan stres dan bahkan mati kekurangan oksigen. Pada penelitian ini pengukuran suhu pada kolam pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*) dilakukan sebanyak 3 kali. Data grafik hasil pengukuran suhu dapat dilihat pada Gambar 15.



Gambar 15. Grafik hasil rata-rata suhu pada bak perlakuan ikan koi

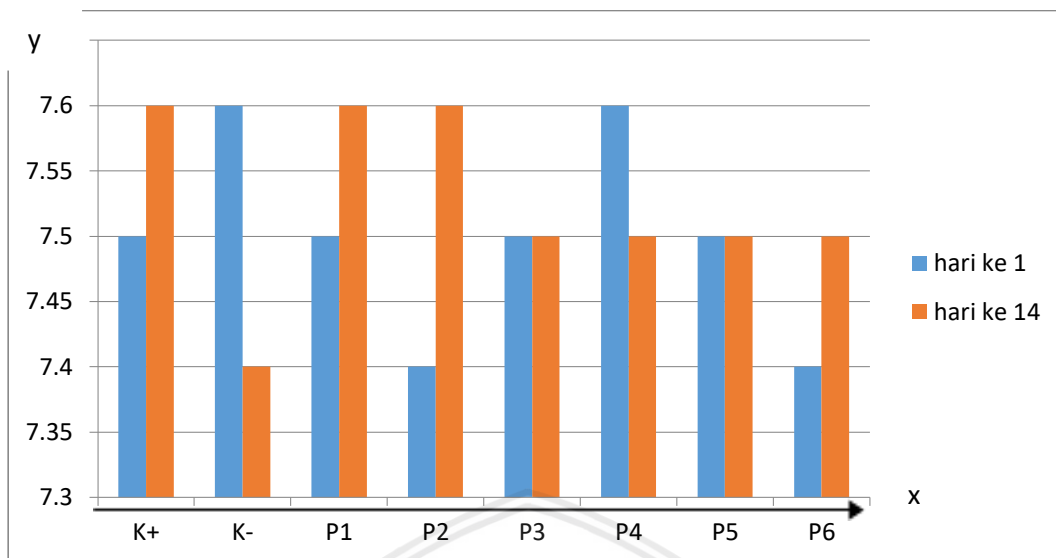
Berdasarkan hasil pengukuran suhu pada bak perlakuan ikan koi (*Cyprinus carpio*) diperoleh suhu air bak di dalam ruangan yakni pada pengukuran hari pertama yang terendah sebesar 24 °C, sedangkan yang tertinggi sebesar 26 °C. Pengukuran pada hari ke-14 diperoleh hasil terendah sebesar 24 °C, sedangkan yang tertinggi sebesar 26 °C. Hal ini membuktikan bahwa nilai suhu selama perlakuan dapat dikatakan normal dan sangat layak untuk kehidupan koi (*Cyprinus carpio*) dan bisa dikatakan nilai suhu ini sesuai dengan habitat hidupnya.. Menurut Kordi dan Tanjung (2007), Kisaran suhu air yang optimal untuk kehidupan biota tropis yakni antara 24 °C – 30 °C dan pada kisaran suhu 18 °C – 23 °C ikan masih dapat bertahan hidup tetapi nafsu makan menurun. Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu dapat menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi organisme air yang akan mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Setiap peningkatan suhu 10 °C terjadi peningkatan konsumsi oksigen sekitar 2 – 3 kali yang mengakibatkan turunya kelarutan oksigen dalam air. Peningkatan suhu juga akan menyebabkan terjadinya peningkatan dekomposisi bahan organik oleh mikroba, hal ini menunjukkan banyaknya mikroba maupun organisme yang berbahaya bagi perairan khususnya yang dapat menimbulkan penyakit pada ikan.

Salah satu penyakit yang sering menyerang ikan mas yakni). Hal ini sesuai dengan pernyataan Wasito *et al.*, (2013) yang menyatakan ikan mas dan ikan koi paling peka terhadap serangan parasit *myxobolus* sp. pada kisaran suhu air 18 °C – 28 °C.

4.3.2 Parameter Kimia

a. pH

Derajat keasaman (pH) merupakan ukuran konsentrasi ion hydrogen yang menunjukkan suasana asam atau basa pada suatu perairan. Sebagian besar organisme perairan sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai pH sekitar 7 – 8,5. Nilai pH memiliki pengaruh terhadap proses biokimiawi perairan, contohnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah (Effendi, 2003). Nilai pH juga dapat mempengaruhi tingkat kesuburan karena mempengaruhi kehidupan jasad renik (Kordi dan Tanjung, 2007). Menurut Riyadi (2006), kondisi air yang asam akan menyebabkan ikan menjadi lemah, mudah terkena infeksi dan lebih muda mati (mortalitas tinggi). Penelitian ini dilakukan pengukuran pH pada bak perlakuan ikan koi (*Cyprinus carpio*) dilakukan sebanyak 2 kali yaitu pada hari ke-1 dan hari ke-14. Data grafik hasil pengukuran pH dapat dilihat pada Gambar 16.

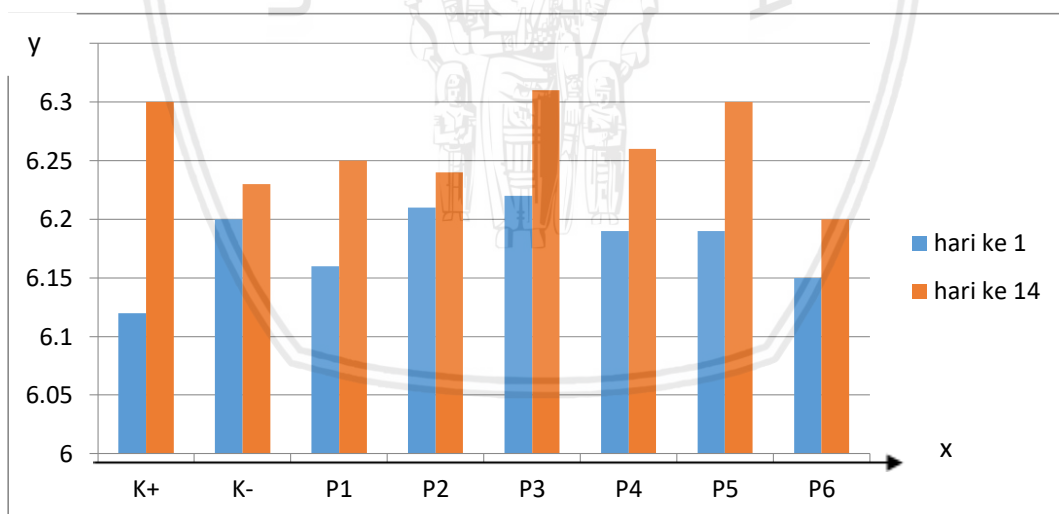


Gambar 16. Grafik pengukuran pH pada bak perlakuan ikan koi (*Cyprinus carpio*)

Berdasarkan hasil pengukuran pH pada kolam pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*) diperoleh data hasil pada hari ke-1 diperoleh pH terendah sebesar 7,4, sedangkan pH tertinggi sebesar 7,6. Pengukuran pada hari ke-14 diperoleh nilai pH terendah sebesar 7,4, sedangkan pH tertinggi sebesar 7,6. Nilai pH pada bak perlakuan ikan koi tersebut menunjukkan nilai yang optimal untuk kehidupan ikan koi. Apabila pH pada kolam tersebut tidak optimal dapat menyebabkan ikan stres dan mudah terserang penyakit serta produktivitas dan pertumbuhannya rendah. Hal ini sesuai dengan pernyataan Tumbol (1991), bahwa kehidupan organisme akuatik akan semakin terganggu apabila pH air makin jauh dari titik normal. Hal tersebut juga didukung oleh pernyataan Tatangidantu, *et al.* (2013), yang menyatakan bahwa pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang bersifat toksik bagi organisme perairan. Berdasarkan standart baku mutu air PP No.82 Tahun 2001 (kelas II), untuk kegiatan budidaya ikan air tawar nilai pH yang baik berkisar antara 6 – 9. Hal ini berarti bahwa pH yang ada pada kolam pemeliharaan ikan mas di BBI Babadan masih dalam batas yang layak untuk kegiatan budidaya.

b. Dissolved Oxygen (DO)

Dissolved Oxygen (DO) merupakan oksigen terlarut dalam perairan. Menurut Syofyan (2011), konsentrasi oksigen terlarut bergantung pada kegiatan fisik, kimia dan biokimia dalam air. Kondisi oksigen dalam air dapat digunakan sebagai indikator dini perubahan kondisi perairan. Menurut Soetini dan Subarijanti (1992), kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu perairan tersebut dimana semakin tinggi suhu kelarutan akan semakin rendah. Pada suhu tinggi, konsumsi oksigen oleh ikan semakin tinggi namun tergantung ukuran ikan (semakin besar ukuran ikan konsumsi oksigen semakin sedikit, semakin rendah pula tingkat metabolisme ikan tersebut). Pada penelitian ini pengukuran *Dissolved Oxygen* (DO) pada kolam pemeliharaan ikan koi (*Cyprinus carpio*) dilakukan sebanyak tiga kali. Data grafik hasil pengukuran DO dapat dilihat pada Gambar 17.



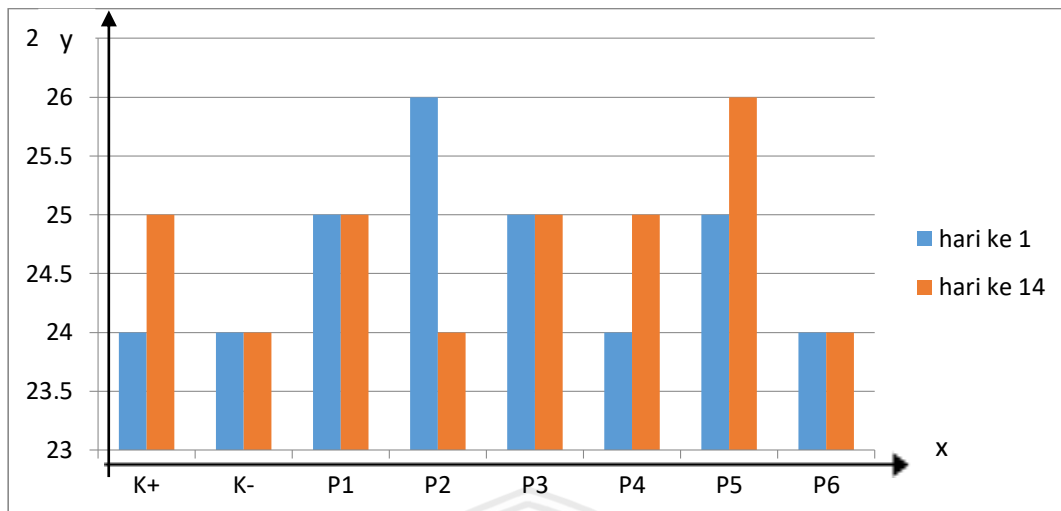
Gambar 17. Grafik pengamatan Dissolved Oxygen (DO) pada bak perlakuan ikan koi (*Cyprinus carpio*)

Berdasarkan hasil pengamatan sampel kualitas air pada hari pertama pengamatan, diperoleh DO terendah sebesar 6,12. Sedangkan, DO tertinggi sebesar 6,22. Pada hari terakhir pengamatan diperoleh DO terendah sebesar 6,20

dan DO tertinggi sebesar 6,31. Berdasarkan grafik diatas dapat ditoleransi oleh ikan koi. Sesuai dengan standar baku mutu air PP. No 82 Tahun 2001 (kelas II), untuk kegiatan budidaya ikan kisaran oksigen terlarut yang baik yakni >4 mg/l. Hal tersebut juga sesuai dengan pernyataan Tatangindatu (2013) yang menyatakan bahwa kandungan DO yang seimbang untuk hewan budidaya yakni lebih dari 5 mg/l. Apabila kandungan oksigen terlarut tidak seimbang akan menyebabkan ikan stres karena otak tidak memperoleh suplai oksigen yang cukup dan bahkan bisa menyebabkan kematian akibat kekurangan oksigen (*anoxia*) yang disebabkan jaringan tubuh tidak bisa mengikat oksigen terlarut dalam darah.

c. Karbondioksida (CO_2)

Keberadaan gas karbondioksida (CO_2) sangat dibutuhkan oleh tumbuhan air renik maupun tumbuhan tingkat tinggi untuk melakukan fotosintesis. Karbondioksida memiliki sifat yang berbalik dengan oksigen, dimana karbondioksida lebih mudah larut air sehingga seringkali di perairan karbondioksida mengeser dan menepati tempat oksigen (Kordi dan Tanjung, 2007). Sumber karbondioksida di perairan berasal dari berbagai sumber antara lain difusi dari atmosfer, air hujan, air yang melewati tanah organik, respirasi tumbuhan, hewan, bakteri aerob maupun anaerob (Afandi, 2009). Data grafik hasil pengukuran CO_2 dapat dilihat pada Gambar 18.



Gambar 18. Grafik pengamatan Karbondioksida (CO_2) pada bak perlakuan ikan koi (*Cyprinus carpio*)

Berdasarkan pengukuran karbondioksida di bak perlakuan pada hari pertama diperoleh terendah 5,64 mg/l, sedangkan tertinggi sebesar 5,82 mg/l. Pengukuran pada hari ke 14 diperoleh terendah 4,65 mg/l, sedangkan tertinggi sebesar 4,84 mg/l. Berdasarkan hasil pengukuran CO_2 selama pemeliharaan, kandungan CO_2 masih tergolong baik untuk menunjang pertumbuhan ikan koi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arifin (2016), yang menyatakan bahwa kandungan karbondioksida di dalam air untuk pembesaran ikan koi sebaiknya kurang dari 15mg/liter.

Ikan koi termasuk jenis ikan yang tahan dalam kondisi kekurangan oksigen. Jika terjadi kekurangan oksigen, ikan koi akan mengambil langsung oksigen dari udara bebas. Hal ini menunjukkan bahwa kadar karbondioksida (CO_2) pada kolam pemeliharaan ikan mas tersebut masih dalam batas normal untuk menunjang kehidupan biota perairan terlebih untuk ikan mas yang biasanya membutuhkan kadar oksigen yang tinggi sehingga dalam kadar karbondioksida >5 mg/l ikan mas masih dapat hidup dengan normal. Karbondioksida akan mempengaruhi keasaman air sehingga akan menurunkan pH air akan lebih membahayakan kelangsungan hidup ikan.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat diberi kesimpulan sebagai berikut:

- Terjadinya Pemberian kutuklin dengan dosis yang berbeda memiliki pengaruh terhadap tingkat kerusakan histopatologi jaringan usus baik kerusakan Edema dan Hemoraghi yang dapat dilihat dari hasil skoring dengan perlakuan yang memiliki pengaruh terbaik menurut uji BNT 5% adalah perlakuan P4 (Ikan sehat dengan dosis kutuklin sebesar 1 μ l/g pakan). Hasil perlakuan yang telah dilakukan dalam penelitian, maka ditemukannya kerusakan jaringan usus ikan koi yang diamati secara bersama yaitu kerusakan jenis edema dan hemoragi.
- Pemberian kutuklin dengan dosis yang berbeda memiliki pengaruh terhadap tingkat kerusakan histopatologi jaringan usus baik kerusakan Edema maupun Hemoragi yang dapat dilihat dari hasil skoring dengan perlakuan yang memiliki pengaruh terbaik menurut uji BNT 5% adalah perlakuan P4 (Ikan Sehat dengan dosis kutuklin sebesar 1 μ l/g pakan).
- Parameter lain yang dijadikan sebagai penunjang kelangsungan hidup ikan koi adalah dalam pengukuran kualitas air seperti suhu, pH, DO dan karbondioksida yang hasil diperoleh rata-rata dapat ditoleransi oleh ikan koi untuk mempertahankan kelangsungan hidup.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, penulis menyarankan perlunya dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui konsentrasi optimal dari pemberian kutuklin sebagai anti parasit untuk kesehatan ikan Koi (*Cyprinus carpio*) terhadap histopatologi jaringan usus yang terinfeksi parasite *Myxobolus* sp.

DAFTAR PUSTAKA

- Angka, S.L., I. Mokoginta, dan D.Damas. 1990. Pengendalian Penyakit Ikan Hispatologi dan Hematologi Ikan-Ikan Air Tawar yang Dibudidayakan. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor
- Arfiati, D., U. Zakiyah., I. S. Nabilah., N. Khoiriyah., A. S. Jayanti dan H. F. Kharismayanti. 2017. Perbandingan LC50 – 96 jam terhadap mortalitas benih ikan mas, *Cyprinus carpio* Linnaeus 1758 pada limbah penyamakan kulit dan insektisida piretroid. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 18(2): 103-114.
- Arisuryanti, T dan A. T. Wibowo. 2016. *Karyotype* ikan mas (*Cyprinus carpio* Linnaeus 1758) *Majalaya. Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*. 1(1): 15-19.
- AS'ARI, O. H. (2006). Study morfologi infeksi *Myxobolus* spp. pada ikan mas (*Cyprinus carpio*)(Doctoral dissertation, Universitas Gadjah Mada)
- ASHURI, M. T., & Mudofir, M. (2018). Proses Daya Juang Penyandang Tuna Netra (Studi Kasus Seniman Penyandang Tuna Netra SLB. A-YKAB Surakarta) (Doctoral dissertation, IAIN SURAKARTA).
- Asri, A. 2015. Gambaran Histopatologi Usus Ikan Dui Dui (*Dermogenys Megarrhamphus*) di Danau Matano Luwu Timur Sulawesi Selatan yang Tercemar Logam Berat Nikel (Ni) dan Besi (Fe). Skripsi. Fakultas Kedokteran, Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Assanthi, A. N. (2014). Prevalensi cacing *Tubifex* yang terinfeksi *myxobolus* di sentra budidaya ikan koi (*cyprinus carpio*) di desa Nglegok, kabupaten Blitar-Jawa Timur (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS AIRLANGGA).
- Azmi, H., Indriyanti, D. R., & Kariada, N. (2013). Identifikasi Ektoparasit pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio* L) di Pasar Ikan Hias Jurnatan Semarang. *Life Science*, 2(2).
- Bachtiar, Yusuf dan Tim Lentera. 2005. Mencemerlangkan Warna Koi. Jakarta: AgroMedia Pustaka.
- Baehaki, A. 1993. Insektisida Pengendalian Hama Tanaman. Angkasa. Bandung. Hal 112.

- Carneiro, P. C. F., & Urbinati, E. C. (2001). Salt as a stress response mitigator of matrinxã, *Brycon cephalus* (Günther), during transport. *Aquaculture Research*, 32(4), 297-304.
- Ciptanto, S. (2010). TOP 10 Ikan Air Tawar Panduan Lengkap Pembesaran secara Organik di Kolam Air, Kolam Terpal, Karamba, dan Jala Apung.
- Dai, L., Jusuf, H. and Kadir, L., 2014. PERBEDAAN IKAN HIAS CUPANG (*Betta*, sp) DAN IKAN HIAS KOI (*Cyprinus carpio*) DALAM MEMAKAN LARVA *Aedes Aegypti* (Doctoral dissertation, ung).
- DERIYANTI, A. (2016). KORELASI KUALITAS AIR DENGAN PREVALENSI *Myxobolus* PADA IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) DI SENTRA BUDIDAYA IKAN KOI KABUPATEN BLITAR, JAWA TIMUR (Doctoral dissertation, Universitas Airlangga).
- Dewi, N. K., Prabowo, R., & Trimartuti, N. K. (2014). Analisis kualitas fisiko kimia dan kadar logam berat pada ikan mas (*Cyprinus carpio* L.) dan ikan nila (*Oreochromis niloticus* L.) di Perairan Kaligarang Semarang. *Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education*, 6(2), 109-116.
- Edi, S., O. Surfianti, N. Christy, R. Wiis, Laminem, E.R. Ekoputri, M. Fathoni, A.D. Koswara, Nurhaidi, dan U. Yanuhar. 2010. Identifikasi Infeksi Koi Herpes Virus (KHV) Pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Dengan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR), Imunositokimia dan Imunohistokimia. 2010. *Indonesia Jurnal of Veterinary Science & Medicine*. 1 (2) : 17-22
- Emaliana., S. Usman dan I. Lesmana. 2015. Pengaruh Perbedaan Suhu Terhadap Pertumbuhan Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). 1-10.
- Fitriadi, B. R., & Putri, A. C. (2016). PENENTUAN RESIDU PESTISIDA DELTAMETRIN DAN λ -SIHALOTRIN PADA LADA (*Piper nigrum* L.) MENGGUNAKAN METODE QuEChERS. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 5(2).
- Firmansyah, D. A., Sullivan, K., Lee, K. S., Kim, Y. H., Zahaf, R., Zachariah, M. R., & Lee, D. (2011). Microstructural behavior of the alumina shell and aluminum core before and after melting of aluminum nanoparticles. *The Journal of Physical Chemistry C*, 116(1), 404-411.
- Fishbase. 2016. *Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758. Situs: [http://www.fishbase.se/summary/Cyprinus carpio.html](http://www.fishbase.se/summary/Cyprinus%20carpio.html). Diakses tanggal 25 Juli 2016.
- Hadiroseyani, Y. (2003). The Potential of *Oligochaeta* as Intermediate Host of *Myxosporea* Parasite in Common Carp (*Cyprinus carpio* Linnaeus). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 2(1), 37-39.
- Hartini, S., A.D. Sasanti., dan F. H. Taqwa. 2013. Kualitas Air, Kelangsungan Hidup Dan Petumbuhan Benih Ikan Gabus (*Channa striata*) Yang

- Dipelihara Dalam Media Dengan Penambahan Probiotik. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*. 1(2): 192-202.
- Hayashida, K., Lefèvre, T., Chevalier, B., Hovasse, T., Romano, M., Garot, P., ... & Bouvier, E. (2011). Transfemoral aortic valve implantation: new criteria to predict vascular complications. *JACC: Cardiovascular Interventions*, 4(8), 851-858
- Hermawati, A. R. Kusdarwati, S. Sigit dan A.S Mubarak. 2009. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1 (1):43-50.
- Husna, U., dan M.Dalhar. 2017. Patofisiologi dan Penatalaksanaan Edema Serebri. *Pathophysiology and Management of Cerebral Edema*. 3(2): 94-107.
- Husnawati, S. 2006. Penggunaan Deltamethrin sebagai Pengendali Ektoparasit *Argulus* sp. Pada Ikan Mas Koki (*Carassius auratus* L). Skripsi. Program Studi Budidaya Perairan. ADLN-Perpustakaan Universitas Airlangga
- Insivitawati, E., G. Mahasri dan Kusnoto. 2015. Gambaran Darah dan Histopatologi Insang, Usus, dan Otak Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Yang Diinfeksi Spora *Myxobolus koi* Secara Oral. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(2): 225-234.
- Ismaya, Nur. 2017. Pengaruh Opini Audit, Pergantian Manajemen, Ukuran KAP, Ukuran Perusahaan Klien dan Audit Fee terhadap Auditor Switching pada Perusahaan Jasa yang terdaftar di BEI Tahun 2010-2015. Skripsi. Fakultas Ekonomi dan Bisnis Islam IAIN Surakarta.
- Kardinan, A. 2004. Pestisida Nabati Ramuan dan Aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta. 88 hal.
- Kakkilaya, B.S. 2002. Peripheral smear examination for malaria parasite. Dr.B.S. Kakkilaya's Malaria Website.
- Kusrini, E., S. Cinderelas., dan A.B. Prasetyo. 2015. Pengembangan Budidaya Ikan Hias Koi (*Cyprinus carpio*) Lokal di Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias Depok. *Media Akuakultur*. 10(2): 71-78.
- Mangunwardoyo, W., R. Ismayasari dan E. Riani. 2010. Uji Patogenisitas dan Virulensi *Aeromonas hydrophila* Stanier Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Lin.) Melalui Postulat Koch. *J. Ris. Akuakultur*. 5(2): 245-255.
- Meilin, A., Y. A. Trisyono., E. Martono dan D. Buchori. 2015. Pengaruh Insektisida Deltametrin Terhadap Perilaku Orientasi Parasitoid *Anagrus nilaparvatae* (Pang et Wang) (Hymenoptera: Mymaridae). *Jurnal Entomologi Indonesia*. 12(3): 129-138.
- Muarif. 2016. Karakteristik Suhu Perairan di Kolam Budidaya Perikanan. *Jurnal Mina Sains*. 2(2):96-101
- Mudjiyanto, B. (2018). Tipe Penelitian Eksploratif Komunikasi. *Jurnal Studi Komunikasi dan Media*, 22(1).

- Muharam, E. G., dan I.D. Buwono dan Yuniar Mulyani. 2012. Analisis Kekerabatan Ikan Koi Mas Majalaya (*Cyprinus carpio carpio*) Menggunakan Metode RAPD. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 3(3): 15-23.
- Nurdin, A., Puspasari, K., Nurdian, E., Asri, T. Y., & Taukhid, T. (2012). PENGEMBANGAN TEKNIK DIAGNOSA PENYAKIT EPIZOOTIC ULCERATIVE SYNDROME (EUS) PADA IKAN MELALUI PENDEKATAN GEJALA KLINIS, ISOLASI PATOGEN, HISTOPATOLOGIS. *Jurnal Riset Akuakultur*, 7(2), 257-267.
- Nurekawati, A. D. (2016). Identifikasi *Myxobolus* sp. pada Famili Cyprinidae dengan Metode Molokuler di Provinsi Jawa Timur dan Jawa Tengah. *Jurnal Biosains Pascasarjana*, 18(2).
- Ode, I. 2013. Kajian Sistem Imunitas Untuk Pengendalian Penyakit Pada Ikan dan Udang. *Jurnal Ilmiah agribisnis dan Perikanan (agrikan UMMU-Ternate)*. 6(2): 41-43.
- P, Elziyad. M. T., N. M. R Widjaja. 2013. Pengaruh Boraks Terhadap Gambaran Histopatologi *Duodenum* Tikus Putih (*Rattus norvegicus*). *Veterinaria Medika*. 6(2): 133-138.
- Prasetya, N., & Sri Subekti, K. (2019). Prevalensi Ektoparasit Yang Menyerang Benih Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Di Bursa Ikan Hias Surabaya [The Prevalence Of Ectoparasits That Attack The Seed Of Koi Fish In The Stock Of Ornamental Fish Surabaya]. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 113-116.
- Prasetyorini, H. T., & Prawesti, D. (2012). Stres Pada Penyakit Terhadap Kejadian Komplikasi Hipertensi Pada Pasien Hipertensi. *Jurnal STIKES*, 5(1), 61-70.
- Prastyo, A. D., Subiyanto, S., & Suprayogi, A. (2012). Aplikasi Fotogrametri Jarak Dekat Untuk Pemodelan 3d Candi Gedongsongo. *Jurnal Geodesi Undip*, 1(1).
- Priyono, A. Kurniasih., R. Widayanti, dan A. D. Nurekawati. 2013. Identifikasi *Myxobolus* sp. yang Diperoleh dari Insang Ikan Karper di Jawa Timur. *Jurnal Veteriner*. 14(1): 31-36.
- Putri, A.K., Zahidah dan S. A. Harahap. 2016. Peningkatan Produksi Ikan Mas (*Cyprinus carpio* L) Menggunakan Sistem Budidaya Bersama Ikan Nilem (*Osteochilus hasselti*) Di Waduk Cirata, Jawa Barat. *Jurnal Perikanan Kelautan*. 7(1): 146-156.
- Rachmatika, I., & Wahyudewantoro, G. (2017). JENIS-JENIS IKAN INTRODUKSI DI PERAIRAN TAWAR JAWA BARAT DAN BANTEN: CATATAN TENTANG TAKSONOMI DAN DISTRIBUSINYA [Introduced Fishes to Inland Waters in West Java and Banten: Some Notes on its Taxonomic and Distribution]. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(2), 93-97.
- Raharjo, E. I., Farida., dan Sukmayani. 2016. Analisis Kesesuaian Perairan di Sungai Sambas Kecamatan Sebawi Kabupaten Sambas Untuk Usaha Budidaya Perikanan. *Jurnal Ruaya*. 4(2): 21-27.

- Rahman, M. 2016. Dinamika Kualitas Air dan Kecenderungan Perubahannya Untuk Pengelolaan Budidaya Perikanan Keramba Berbasis Daya Dukung Perairan Di Sub-Das Riam Kanan. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah*. 1028-1037.
- Rahmawati, Z., U. Yanuhar dan D. Arfiati. 2016. Analisis Histopatologi Otot Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Yang Terinfeksi Koi Herpes Virus (KHV) Pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*. 290-294.
- Rahmawati, L., Sihwi, S. W., & Suryani, E. (2016). Analisa Clustering Menggunakan Metode K-Means dan Hierarchical Clustering (Studi Kasus: Dokumen Skripsi Jurusan Kimia, Fmipa, Universitas Sebelas Maret). *ITSMART: Jurnal Teknologi dan Informasi*, 3(2), 66-73.
- Roberts, R. J. 1978. *Fish Patology*. Bailliere Tindall, London.
- Ronen, A., Perelberg, A., Abramowitz, J., Hutoran, M., Tinman, S., Bejerano, I., Steinitz, M. and Kotler, M., 2003. Efficient vaccine against the virus causing a lethal disease in cultured *Cyprinus carpio*. *Vaccine*, 21(32), pp.4677-4684.
- Roziqin, M. (2018). Respon Anti-Inflamasi B-Aktin Pada Organ Saraf Mata Ikan Kerapu Cantang (*Epinephelus fuscoguttatus-Lanceolatus*) Yang Diberi Perlakuan Viral Nervous Necrosis (Vnn) Dan Mikroalga Laut Spirulina Sp (Doctoral dissertation, Universitas Brawijaya).
- Salikin, R. Q dan S. B. Prayitno. 2014. Pengaruh Perendaman Ekstrak Daun Binahong (*Anredera cordifolia*) Terhadap Mortalitas dan Histologi Hati Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas caviae*. *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3(3): 43-50.
- Samsundari, S., dan Ganjar A.W. 2013. Analisis Penerapan Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguillabicolor*). *Jurnal Gamma*. 8 (2) : 86-97.
- Sari, N. P., Santoso, L., & Hudaidah, S. (2012). Pengaruh Penambahan Tepung Kepala Udang Dalam Pakan Terhadap Pigmentasi Warna Pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Jenis Kohaku. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(1), 31-38.
- Sastrosupadi, A. 2000. *Rancangan Percobaan Praktis Bidang Pertanian*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Setyaningrum, N., & Wibowo, E. S. (2016). Potensi Reproduksi Ikan Air Tawar Sebagai Baby Fish. *Jurnal Ilmiah Biologi BIOSFERA: A Scientific Journal*, 33(2), 85-91.
- Setyono, A. and Nugraha, S., Sutrisno. 2009. Prinsip penanganan pascapanen. Dalam: Suyamto, Widiarta IN, Satoto, editors. Padi: inovasi teknologi dan ketahanan pangan. Subang (ID): BB Padi. hlm, pp.471-492.
- Siswandari, W. 2005. Nilai Diagnosis Pemeriksaan Imunositokimia Limfosit Sediaan Apus Darah Tepi Dibandingkan Analisis Kromosom Pada

- Penderita Dengan Dugaan Sindroma Fragile X. Tesis. 74 hal. Tidak Dipublikasikan.
- Subowo, Y. B. (2013). Kemampuan Beberapa Jamur Tanah Dalam Menguraikan Pestisida Deltametrin Dan Senyawa Lignoselulosa [the Ability of Some Soil Fungi on Degradation of Deltamethrin and Lignocelluloses]. *Berita Biologi*, 12(2).
- Sugianti, B. 2005. *Pemanfaatan Tumbuhan Obat Tradisional Dalam Pengendalian Penyakit Ikan*. Institut Pertanian Bogor.
- Sugianti, B., Nedi, G. Mahasri dan Mufasirin. 2015. Prevalensi dan Tingkat Kelulushidupan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Diuji Tantang Dengan Protein Spora Utuh *Myxobolus koi* di Tambak. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(1): 61-66.
- Sunarno, M. T. D., & Syamsunarno, M. B. (2016). Live Feed Combination for knife fish-*Chitala lopis*. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 5(2).
- Supriyadi, Hambali & Tim Lentera. 2004. *Membuat Ikan Hias Tampil Sehat & Prima*. Penerbit: AgroMedia Pustaka.
- Syafar, L. A., G. Mahasri., dan F. A. Rantam. 2017. Blood Description, Parasite Infestation And Survival Rate Of Carp (*Cyprinus carpio*) Which Is Exposed By Spore Protein *Myxobolus koi* On Reading Pond As Immunostimulan Material. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 19(2): 1-18.
- Tatangindatu, F., O.Kalesaran dan R. Rompas. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*. 1(2): 8-19.
- Tokah, C., S. L. Undap dan S. N. J. Longdong. 2017. Kajian kualitas air pada area budidaya kurungan jaring tancap (KJT) di Danau Tutud Desa Tombatu Tiga Kecamatan Tombatu Kabupaten Minahasa Tenggara. *Budidaya Perairan*. 5(1): 1-11.
- Twigg, D. 2008. Informasi lengkap cara memberi makan, memelihara kesehatan, membiakkan, dan membeli serta memamerkan Nishikogi dalam kontes. *Buku Pintar Koi*. Gramedia. Jakarta.
- Wahidi, B. R. 2014. Analisis Filogenetik Gen Thymidin Kinase Koi Herpesvirus (KHV) Beberapa Ikan Air Tawar pada Sentra Budidaya di Jawa Timur. *Jurnal Sain Veteriner*. 32(1): 130-145.
- Wijanarko, A. 2011. Effect of the Presence of Substituted Urea and Also Ammonia as nitrogen Source in Cultivied Mediun on Chlorella Lipid Content. *In Progress in Biomass and Bioenergy Production*. IntechOpen.
- Wudianto, D. (2016). EFIKASI BEBERAPA BAHAN AKTIF INSEKTISIDA TERHADAP HAMA UTAMA PENGISAP DAN PENGOROK DAUN TANAMANKENTANG (*Solanum tuberosum* L.) (Doctoral dissertation, Universitas Mataram).

Yanuhar, U. 2009. Regulasi Reseptor Organ Spesifik Ikan Kerapu Tikus *Cromileptes altivelis* pada Infeksi Antigen yang disebabkan oleh Protein Imunogenik *Vibrio alginolyticus*. *Aquacultura Indonesiana*. 10(2): 93-100.



PETA POKDAKAN SUMBER REJEKI DESA KEDUNGWARU KECAMATAN NGLEGOK KABUPATEN BLITAR JAWA TIMUR

Lampiran 2. Alat dan Bahan

a.) Alat Beserta Fungsinya

Parameter Fisika	Alat	Bahan
Suhu	• Thermometer Hg • Stopwatch	
Parameter Kimia	Alat	Bahan
pH	• Kotak Standart • pH • Stopwatch	
DO	• Buret • Statif • Corong • Botol DO • Washing Bottle • Pipet Tetes	
CO ₂	• Erlenmeyer 100 ml • Buret • Statif • Botol Air 600 ml • Gelas Ukur 25 ml • Pipet Tetes	

b.) Bahan Beserta Fungsinya

Bahan	Fungsi
Bak	Sebagai wadah pemeliharaan ikan koi dalam penelitian
Nampan	Sebagai tempat ikan pada saat dilakukan pengambilan organ
Section Set	Sebagai alat untuk mengambil organ ikan koi
Minyak Cengkeh	Sebagai alat untuk bius ikan koi pada saat akan dilakukan pembedahan
Aerator	Sebagai alat untuk menyuplai oksigen dalam bak pemeliharaan
Batu Aerasi	Sebagai alat memecah oksigen yang dihasilkan oleh aerator ke air
Selang Aerasi	Sebagai alat untuk menyalurkan oksigen dari aerator ke media
Washing Bottle	Sebagai wadah aquades
Lemari Pendingin	Sebagai alat untuk menyimpan organ yang telah diambil dalam pembedahan
Seser	Sebagai alat untuk mengambil ikan koi
Alkohol 70 %	Sebagai bahan pengkodisian aseptis pada tangan
Ikan mas koi	Sebagai bahan yang akan diinfeksi bakteri <i>Myxobolus sp</i>

Dimilin, Kutuklin dan Probiotik	Sebagai bahan uji
Tissue	Sebagai bahan untuk membersihkan alat yang telah digunakan
Alumunium foil	Sebagai bahan untuk menutup organ
Kertas Label	Sebagai bahan untuk menandai
Plastik	Sebagai bahan untuk organ ikan
Pakan Ikan	Sebagai pakan ikan selama masa pemeliharaan



Lampiran 3. Denah Bak Penelitian

I	K(+) 1	K(-) 1	P(a) 1	P(b) 1	P(c) 1	P(d) 1	P(e) 1	P(f) 1
II	K(+) 2	K(-) 2	P(a) 2	P(b) 2	P(c) 2	P(d) 2	P(e) 2	P(f) 2
III	K(+) 3	K(-) 3	P(a) 3	P(b) 3	P(c) 3	P(d) 3	P(e) 3	P(f) 3

Keterangan: A, B, dan C merupakan ulangan (r)

K+ = Kontrol positif

K- = kontrol negatif

P1 = ikan Myxobolus + Dimilin (Dosis 0,02 mg)

P2 = ikan Myxobolus + Dimilin (Dosis 0,01 mg)

P3 = ikan Myxobolus + Dimilin (Dosis 0,03 mg)

P4 = Ikan sehat + Dimilin (Dosis 0,02 mg)

P5 = Ikan sehat + Dimilin (Dosis 0,01 mg)

Lampiran 4. Perhitungan Kerusakan Jaringan Usus Ikan Koi

a) Hemoraghi

Rerata Skoring Hasil Penelitian Kerusakan Edema Jaringan Insang

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	Standar Deviasi
	1	2	3			
K(+)	2.4	3	1.8	7.2	2.40	0.60
K(-)	0	0	0	0	0	0
P1	2	1.8	1.83	5.63	1.88	0.11
P2	1.8	2	2	5.8	1.93	0.12
P3	2.4	2	2.2	6.6	2.20	0.20
P4	1	1.4	1	3.4	1.13	0.23
P5	1.2	1.4	1.2	3.8	1.27	0.12
P6	1.8	1.8	2	5.6	1.87	0.12
Total	12.6	13.4	12.03	38.03		

Tabel 2 Arah					
Perlakuan	Dosis 1	Dosis 0.5	Dosis 1.5	Kontrol	Total
Myxo	5.63	5.8	6.6	7.2	25.23
Sehat	3.4	3.8	5.6	0	12.8
Total	9.03	9.6	12.2	7.2	

$$\text{Faktor Koreksi} = \frac{(\text{Jumlah})^2}{a \times b \times r}$$

$$= \frac{(38,03)^2}{2 \times 4 \times 3}$$

$$= 60,27$$

$$\text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} = \{(K(+))1)^2 + (K(+))2)^2 + \dots + (P6)^2\} - FK$$

$$= \{(2,4)^2 + (3)^2 + \dots + (2)^2\} - 60,27$$

$$= 13,44$$

$$\text{JK Perlakuan} = \frac{\sum K^{+2} + \sum K^{-2} + \sum P1^2 + \sum P2^2 + \sum P3^2 + \sum P4^2 + \sum P5^2 + \sum P6^2}{r} - FK$$

$$= \frac{7,2^2 + 0^2 + 5,63^2 + 5,8^2 + 6,6^2 + 3,4^2 + 3,8^2 + 5,6^2}{3} - 60,27$$

$$= 12,44$$

Jumlah Kuadrat A

$$= \frac{\sum Dosis\ 1^2 + \sum Dosis\ 0,5^2 + \sum Dosis\ 1,5^2 + \sum Kontrol^2}{r \times b} - FK$$

$$= \frac{9,03^2 + 9,6^2 + 12,2^2 + 7,2^2}{3 \times 2} - 60,27$$

$$= 2,13$$

Jumlah Kuadrat B

$$= \frac{\sum Myxo^2 + \sum Sehat^2}{r \times a} - FK$$

$$= \frac{25,23^2 + 12,8^2}{3 \times 4} - 60,27$$

$$= 6,43$$

Jumlah Kuadrat AB

$$= JKP - JKA - JKB$$

$$= 12,44 - 2,13 - 6,43$$

$$= 3,86$$

Jumlah Kuadrat Galat

$$= JKT - JKP$$

$$= 13,44 - 12,44$$

$$= 1,01$$

Derajat Bebas Perlakuan

$$= a \times b - 1$$

$$= 2 \times 4 - 1$$

$$= 7$$

Derajat Bebas A

$$= a - 1$$

$$= 4 - 1$$

$$= 3$$

Derajat Bebas B

$$= b - 1$$

$$= 2 - 1$$

$$= 1$$

Derajat Bebas AB

$$= (a - 1) \times (b - 1)$$

$$= (4 - 1) \times (2 - 1)$$

$$= 3$$

Derajat Bebas Galat

$$= a \times b \times (r - 1)$$

$$= 4 \times 2 \times (3 - 1)$$

$$\begin{aligned}
 &= 16 \\
 \text{Derajat Bebas Total} &= db \text{ Perlakuan} + db \text{ Galat} \\
 &= 7 + 16 \\
 &= 23
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuadrat Tengah Perlakuan} &= \frac{JKP}{db \text{ Perlakuan}} \\
 &= \frac{12,44}{7} \\
 &= 1,77
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuadrat Tengah A} &= \frac{JKA}{db \text{ A}} \\
 &= \frac{2,13}{3} \\
 &= 0,71
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuadrat Tengah B} &= \frac{JKB}{db \text{ B}} \\
 &= \frac{6,43}{1} \\
 &= 6,43
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuadrat Tengah AB} &= \frac{JKAB}{db \text{ AB}} \\
 &= \frac{3,86}{3} \\
 &= 1,28
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Kuadrat Tengah Galat} &= \frac{JKG}{db \text{ Galat}} \\
 &= \frac{1,01}{16} \\
 &= 0,06
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung Perlakuan} &= \frac{KTP}{KTG} \\
 &= \frac{1,77}{0,06} \\
 &= 28,14
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung A} &= \frac{KTA}{KTG} \\
 &= \frac{0,71}{0,06}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 11,27 \\
 \text{F Hitung B} &= \frac{KTB}{KTG} \\
 &= \frac{6,43}{0,06} \\
 &= 101,99
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung AB} &= \frac{KTAB}{KTG} \\
 &= \frac{1,28}{0,06} \\
 &= 20,40
 \end{aligned}$$

Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	218.10	1.78	28.15**	2.66	4.03
A	1	374.38	0.71	11.28**	4.49	8.53
B	3	800.39	6.44	101.99**	3.24	5.29
AB	3	3.86	1.29	20.41**	3.24	5.29
Galat	16	1.01	0.06			
Total	23	73.71				

Keterangan : (**) = Berbeda Sangat Nyata

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned}
 \text{SED} &= \frac{\sqrt{2KTG}}{\sqrt{r}} \\
 &= \frac{\sqrt{2 \times 0,063}}{\sqrt{3}} \\
 &= 0,20514
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\%} \times \text{SED} \\
 &= 2,11991 \times 0,20514 \\
 &= 0,43487
 \end{aligned}$$

$$\text{BNT 1\%} = t \text{ tabel 1\%} \times \text{SED}$$

$$= 2,920782 \times 0,20514$$

$$= 0,5991$$

Perlakuan	Rerata	K(-)	P4	P5	P6	P1	P2	P3	K(+)	Notasi
		0	1.13	1.27	1.87	1.88	1.93	2.2	2.4	
K(-)	0	TN								A
P4	1.13	1.13	TN							B
P5	1.27	1.27	0.14 ^{TN}	TN						b
P6	1.87	1.87	0.74 ^{**}	0.6 [*]	TN					c
P1	1.88	1.88	0.75 ^{**}	0.61 ^{**}	0.01 ^{**}	TN				c
P2	1.93	1.93	0.8 ^{**}	0.66 ^{**}	0.06 ^{**}	0.05 ^{**}	TN			c
P3	2.2	2.2	1.07 ^{**}	0.93 ^{**}	0.33 ^{**}	0.32 ^{**}	0.27 ^{**}	TN		cd
K(+)	2.4	2.4	1.27 ^{**}	1.13 ^{**}	0.53 ^{**}	0.52 ^{**}	0.47 ^{**}	0.2 ^{**}	TN	d

Keterangan : (*) = Berbeda Nyata, (**) = Berbeda Sangat Nyata, (TN) = Tidak Nyata

b. Edema

Rerata Skoring Hasil Penelitian Kerusakan Hemoraghi Jaringan Usus

Perlakuan	Ulangan			Jumlah	Rerata	Standar Deviasi
	1	2	3			
K(+)	2.6	2.2	2	6.8	2.27	0.31
K(-)	0	0	0	0	0	0
P1	1	1.8	2	5.2	1.73	0.31
P2	2	1.6	2.2	5.8	1.93	0.23
P3	2	2.4	2	6.4	2.67	0.31
P4	1.2	1	1	3.2	1.7	0.12
P5	1.4	1	1.2	3.6	1.20	0.20
P6	1.8	1.6	1.6	5	1.67	0.12
Total	12	11.6	12	36	13.17	

Tabel 2 Arah

Perlakuan	Dosis 1,0	Dosis 0,5	Dosis 1,5	Kontrol	Total
Myxo	5.2	5.8	6.4	6.8	24.2
Sehat	3.2	3.6	5	0	11.8
Total	8.4	9.4	11.4	6.8	36

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi} &= \frac{(\text{Jumlah})^2}{a \times b \times r} \\
 &= \frac{(36)^2}{2 \times 4 \times 3} \\
 &= 54
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= \{(K(+1))^2 + (K(+2))^2 + \dots + (P6)^2\} - FK \\
 &= \{(1,4)^2 + (1,8)^2 + \dots + (1,6)^2\} - 54 \\
 &= 12,16
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum K^2 + \sum K^{-2} + \sum P1^2 + \sum P2^2 + \sum P3^2 + \sum P4^2 + \sum P5^2 + \sum P6^2}{r} - FK \\
 &= \frac{6,8+0^2+5,2^2+5,8^2+6,4^2+3,2^2+3,6^2+5^2}{3} - 54 \\
 &= 11,36
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kuadrat A} &= \frac{\sum \text{Dosis } 1^2 + \sum \text{Dosis } 0,5^2 + \sum \text{Dosis } 1,5^2 + \sum \text{Kontrol}^2}{r \times b} - FK \\
 &= \frac{8,4^2+9,4^2+12,4^2+6,8^2}{3 \times 2} - 54 \\
 &= 1,85
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kuadrat B} &= \frac{\sum \text{Myxo}^2 + \sum \text{Sehat}^2}{r \times a} - FK \\
 &= \frac{24,2^2+11,8^2}{3 \times 4} - 54 \\
 &= 6,40
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kuadrat AB} &= JKP - JKA - JKB \\
 &= 11,36 - 1,85 - 6,40 \\
 &= 3,11
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kuadrat Galat} &= JKT - JKP \\
 &= 12,16 - 11,36
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 &= 0,8 \\
 \text{Derajat Bebas Perlakuan} &= a \times b - 1 \\
 &= 4 \times 2 - 1 \\
 &= 7 \\
 \text{Derajat Bebas A} &= a - 1 \\
 &= 4 - 1 \\
 &= 3 \\
 \text{Derajat Bebas B} &= b - 1 \\
 &= 2 - 1 \\
 &= 1 \\
 \text{Derajat Bebas AB} &= (a - 1) \times (b - 1) \\
 &= (4 - 1) \times (2 - 1) \\
 &= 3 \\
 \text{Derajat Bebas Galat} &= a \times b \times (r - 1) \\
 &= 4 \times 2 \times (3 - 1) \\
 &= 16 \\
 \text{Derajat Bebas Total} &= db \text{ Perlakuan} + db \text{ Galat} \\
 &= 7 + 16 \\
 &= 23 \\
 \text{Kuadrat Tengah Perlakuan} &= \frac{JKP}{db \text{ Perlakuan}} \\
 &= \frac{11,36}{7} \\
 &= 1,62 \\
 \text{Kuadrat Tengah A} &= \frac{JKA}{db A} \\
 &= \frac{1,86}{3} \\
 &= 0,62 \\
 \text{Kuadrat Tengah B} &= \frac{JKB}{db B} \\
 &= \frac{6,40}{1}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} &= 6,40 \\ \text{Kuadrat Tengah AB} &= \frac{JKAB}{db\ AB} \end{aligned}$$

$$= \frac{3,1}{3}$$

$$= 1,03$$

$$\text{Kuadrat Tengah Galat} = \frac{JKG}{db\ Galat}$$

$$= \frac{0,8}{16}$$

$$= 0,05$$

$$\text{F Hitung Perlakuan} = \frac{KTP}{KTG}$$

$$= \frac{1,62}{0,05}$$

$$= 32,4$$

$$\text{F Hitung A} = \frac{KTA}{KTG}$$

$$= \frac{0,61}{0,05}$$

$$= 12,35$$

$$\text{F Hitung B} = \frac{KTB}{KTG}$$

$$= \frac{6,40}{0,05}$$

$$= 128,13$$

$$\text{F Hitung AB} = \frac{KTAB}{KTG}$$

$$= \frac{1,03}{0,05}$$

$$= 20,67$$

Analisis Sidik Ragam

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F Hit	F 5%	F 1%
Perlakuan	7	196.08	1.62	32.46**	2.66	4.03
A	3	335.12	0.62	12.36**	4.49	8.53
B	1	724.88	6.41	128.13**	3.24	5.29
AB	3	3.10	1.03	20.67**	3.24	5.29

Galat	16	0.80	0.05			
Total	23	66.16				

Keterangan : (**) = Berbeda Sangat Nyata

Karena didapatkan hasil nilai F Hitung lebih besar dari F tabel 5% dan F tabel 1%, maka dilanjutkan ke Uji Beda Nyata Terkecil (BNT).

Menghitung Nilai Beda Nyata Terkecil (BNT)

$$\begin{aligned}
 SED &= \frac{\sqrt{2KTG}}{\sqrt{r}} \\
 &= \frac{\sqrt{2 \times 0,05}}{\sqrt{3}} \\
 &= 0,1826
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\%} \times SED \\
 &= 2,11991 \times 0,1826 \\
 &= 0,3870
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\%} \times SED \\
 &= 2,920782 \times 0,1826 \\
 &= 0,5333
 \end{aligned}$$

Perlakuan	Rerata	K(-)	P4	P5	P6	P1	P2	P3	K(+)	Notasi
		0	0.27	0.47	0.73	1.47	2.07	2.67	3	
K(-)	0	TN								A
P4	1.06	1.06*	TN							B
P5	1.2	1.2**	0.14 ^{TN}	TN						B
P6	1.6	1.6**	0.54**	0.4*	TN					C
P1	1.73	1.73**	0.67**	0.53**	0.13**	TN				C
P2	1.93	1.93**	0.87**	0.73**	0.33**	0.2**	TN			cd
P3	2.13	2.13**	1.07**	0.93**	0.53**	0.4**	0.2**	TN		D
K(+)	2.26	2.26**	1.2**	1.06**	0.66**	0.53**	0.33**	0.13*	TN	D

Keterangan : (*) = Berbeda Nyata, (**) = Berbeda Sangat Nyata, (TN) = Tidak Nyata

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



Bak Perlakuan Penelitian



Pengukuran berat dan panjang ikan



Pemberian Kutuklin dalam Perlakuan Ikan Koi



Pembedahan ikan koi untuk pengambilan organ



Sampel ikan yang diberikan perlakuan kutuklin



Sampel ikan yang diberikan perlakuan dimilin



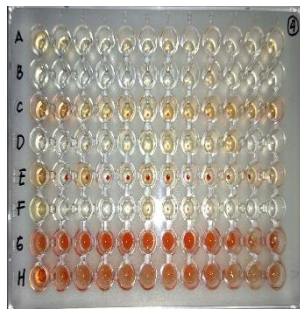
Sampel ikan yang diberikan perlakuan probiotik



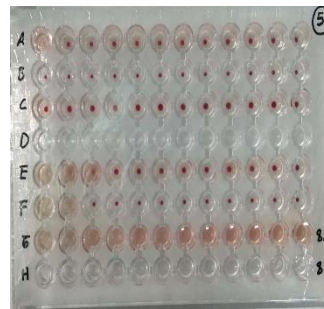
Jaringan usus ikan koi



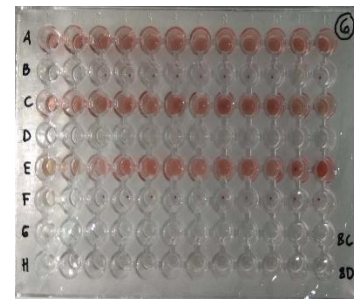
Jaringan insang ikan koi



Hasil antigen ikan koi terhadap respon molekuler pada perlakuan probiotik



Hasil antigen ikan koi terhadap respon molekuler pada perlakuan kutuklin



Hasil antigen ikan koi terhadap respon molekuler pada perlakuan dimilin



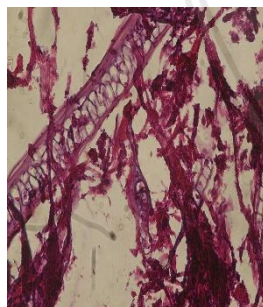
Pengamatan Jaringan ikan koi



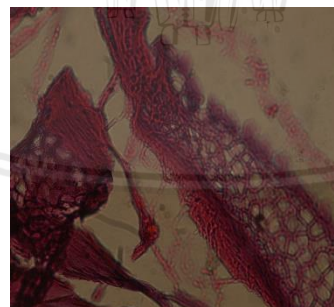
Pengamatan Jaringan ikan koi



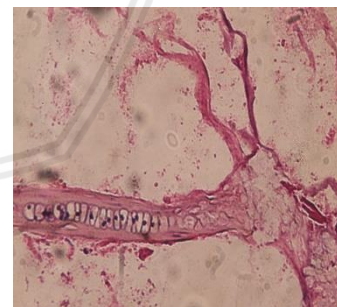
Proses penimbangan pakan



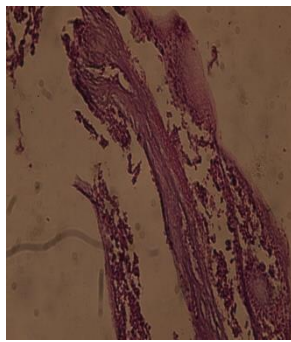
Hasil pengamatan insang perlakuan probiotik



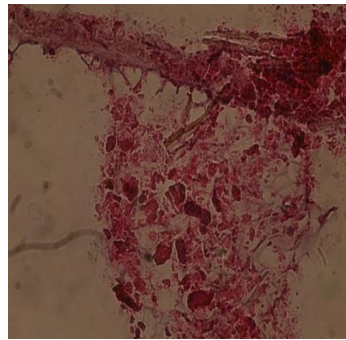
Hasil pengamatan insang perlakuan kutuklin



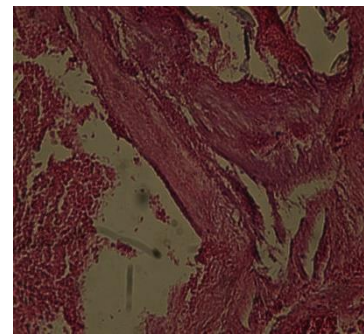
Hasil pengamatan insang perlakuan dimilin



Hasil pengamatan usus perlakuan probiotik



Hasil pengamatan usus perlakuan kutuklin



Hasil pengamatan usus perlakuan dimilin



Proses pengukuran suhu perairan dalam bak



Proses pengukuran kandungan pH perairan dalam bak



Proses pengukuran kandungan oksigen terlarut perairan dalam bak



Proses pengukuran CO₂



Aklimatisasi sebelum dipindahkan ke bak dan dilakukan perlakuan



Kondisi organ ikan koi yang terinfeksi myxobolus sp.

