

**STATUS JARINGAN USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI
Myxobolus sp. DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK DALAM MANAJEMEN
PENGELOLAAN KUALITAS AIR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

Oleh :

BIANDI BALYA

NIM. 155080101111017



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

**STATUS JARINGAN USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI
Myxobolus sp. DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK DALAM MANAJEMEN
PENGELOLAAN KUALITAS AIR**

SKRIPSI

**PROGRAM STUDI MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBER DAYA PERAIRAN**

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

Oleh :
BIANDI BALYA
NIM. 155080101111017



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2019**

SKRIPSI

STATUS JARINGAN USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI *Myxobolus sp.* DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK DALAM MANAJEMEN PENGELOLAAN KUALITAS AIR

Oleh:

BIANDI BALYA

NIM. 155080101111017

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 15 Mei 2019
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Mengetahui,
Ketua Jurusan

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 JARINGAN USUS IKAN KOI (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI *Myxobulus sp.* DENGAN PEMBERIAN PROBIOTIK DALAM MANAJEMEN PENGELOLAAN KUALITAS AIR

Nama Mahasiswa : Biandi Balya

NIM : 155080101111017

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

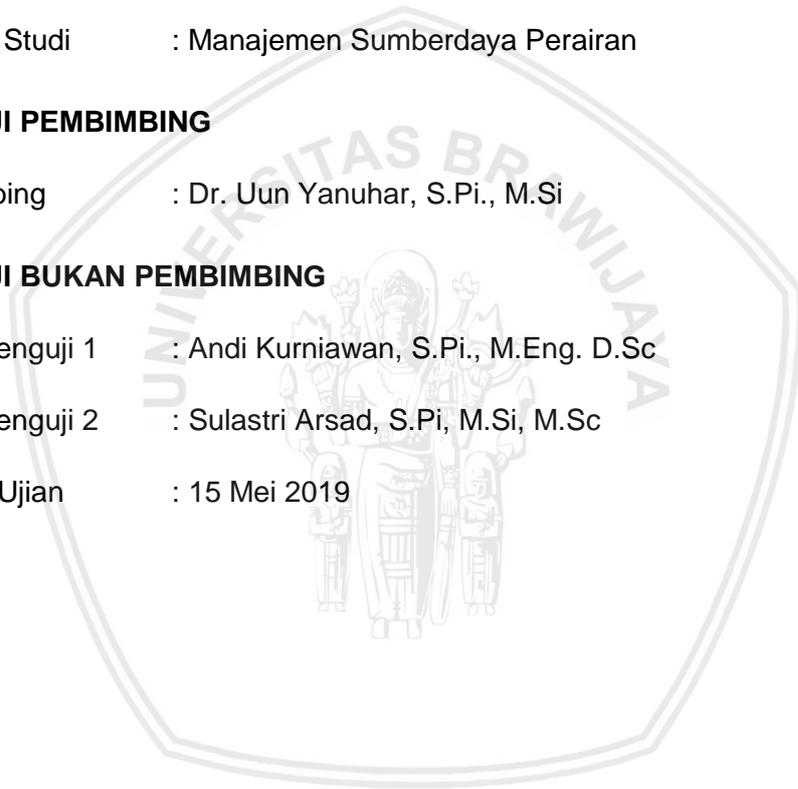
Pembimbing : Dr. Uun Yanuhar, S.Pi., M.Si

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

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

Dosen Penguji 2 : Sulastri Arsad, S.Pi, M.Si, M.Sc

Tanggal Ujian : 15 Mei 2019



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 Jaringan Usus Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Yang Terinfeksi *Myxobolus*
sp. Dengan Pemberian Probiotik Dalam Manajemen Pengelolaan Kualitas Air"

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

Anggota Tim Penelitian Sebagai Berikut:

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

Ketua Peneliti,

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

RINGKASAN

Biandi Balya. Status Jaringan Usus Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi *Myxobolus* sp. Dengan Pemberian Probiotik Dalam Manajemen Pengelolaan Kualitas Air (dibawah bimbingan **Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si.**)

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. Namun, dalam proses pemeliharannya sering mengalami kesulitan akibat kualitas air yang buruk dan tingginya tingkat stress pada ikan sehingga ikan mudah terserang parasit. Salah satu parasit yang sering menyerang ikan koi yaitu parasit *Myxobolus* sp. . Diagnosis keberadaan *Myxobolus* sp. dapat diamati secara visual terhadap tingkah laku dan gejala klinis seperti operkulum yang terbuka yang disebabkan adanya pembengkakan nodul. Selain itu, ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp pada organnya juga mengalami kerusakan antara lain pada organ usus. Pengamatan lebih lanjut dapat dilakukan melalui pengamatan histopatologis organ pada jaringan usus. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui histopatologi pada organ usus ikan koi yang terinfeksi penyakit *Myxobolus* sp dengan perlakuan probiotik yang diperoleh dari kolam pemeliharaan ikan koi. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental eksploratif dengan menggunakan RAL faktorial. Pengamatan jaringan usus dilakukan pada sampel ikan koi yang terdiri dari 2 perlakuan kontrol, yaitu kontrol positif (K+) dan kontrol negatif (K-). Kemudian, terdapat 6 perlakuan yang terdiri dari ikan terinfeksi *myxobolus* dan ikan sehat yang masing-masing diberikan perlakuan dosis yaitu, P1 (Ikan terinfeksi dengan dosis probiotik 1,1 ml/30 liter), P2 (Ikan terinfeksi dengan dosis probiotik 0,55 ml/30 liter), P3 (Ikan terinfeksi dengan dosis probiotik 1,65 ml/30 liter), P4 (Ikan sehat dengan dosis probiotik 1,1 ml/30 liter), P5 (Ikan sehat dengan dosis probiotik 0,55 ml/30 liter), dan P6 (Ikan sehat dengan dosis probiotik 1,65 ml/30 liter). Perlakuan pada ikan uji dilakukan dalam bak terkontrol dengan menjaga parameter kualitas air yang meliputi, suhu, pH, DO dan CO₂. Tingkat kerusakan jaringan usus yang telah diberi perlakuan probiotik dan telah dilakukan preparasi dapat diketahui dengan analisis pemberian skoring. Gejala klinis ikan koi yang ditemukan berupa, pembengkakan sel dan pendarahan pada organ usus. Hasil pengamatan Histopatologi jaringan usus pada ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus*, diperoleh gambaran beberapa kerusakan jaringan yang umum ditemukan yakni kerusakan Edema dan Hemoragi. Pemberian probiotik dengan dosis yang berbeda memiliki pengaruh terhadap tingkat kerusakan histopatologi jaringan insang baik kerusakan Edema maupun Hemoragi yang dapat dilihat dari hasil skoring dengan perlakuan yang memiliki pengaruh terbaik menurut uji BNT 5% adalah perlakuan P5 (Ikan Sehat dengan dosis probiotik sebesar 0,55 ml/30l). Faktor lingkungan sebagai parameter penunjang yang berpengaruh dalam manajemen pengelolaan kualitas perairan pada perlakuan ikan koi terkontrol, yakni suhu (23°C-24,5°C) , pH (7,6-7,8), DO (5,9 ppm-6,14 ppm) dan CO₂ (4,9 ppm-5 ppm) masih tergolong aman dan dapat ditoleransi sehingga masih mampu menunjang kelangsungan hidup dalam kegiatan pengamatan ikan koi.

Kata kunci: Ikan Koi, Jaringan Usus, *Myxobolus* sp.

KATA PENGANTAR

Puji syukur ke hadirat Allah SWT yang telah memberikan rahmat serta karunia-Nya kepada penulis sehingga penulis berhasil menyelesaikan Skripsi yang berjudul "**Status Jaringan Usus Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Yang Terinfeksi *Myxobulus Sp.* Dengan Pemberian Probiotik Dalam Manajemen Pengelolaan Kualitas Air**". Tujuan dibuatnya Laporan Skripsi ini adalah sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar sarjana di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya, Malang.

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu kelancaran hingga penulisan laporan Skripsi ini dapat terselesaikan. Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada :

1. Tuhan YME yang telah memberikan karunia, berkat serta kelancaran dalam kegiatan Praktik Kerja Magang.
2. Shalawat serta salam tujukan kepada Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan rahmat dan hidayah.
3. Doa serta dorongan yang kuat dari Bapak M. Sjaifudin dan Sri Wahyuningsih Suwondo selaku kedua orang tua yang terus memberi semangat, dan restunya serta doa yang tiada hentinya.
4. Kakak Priasta Adhiguna dan Billhaqqi Hikmawan yang selalu memberikan motivasi dan semangat.
5. Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si selaku dosen pembimbing kami atas kesediaan waktunya untuk membimbing penulis hingga terselesaikan laporan skripsi ini.
4. Bapak Saiful Mujab selaku ketua POKDAKAN Sumber Rejeki dan bapak Imam Mustofa selaku ketua POKDAKAN Kedung Koi, dan bapak Effendi telah banyak membantu penulis dalam memberikan informasi.

5. Teman - teman saya di program studi MSP 15, Kracker Supermoto Jombang, Kracker Familia, Merjosari Squad, Tim skripsi *myxobulus* dan *brachionus* dan Tim penyemangat serta pengganggu dalam pengerjaan laporan (Dzacky, Kahfi, Aang, Dimas Pradana, Yoga, David, Dicky, Fauzul, Fahmi, Brema, Sulton, Saddam, Ilyasa, Robroy, Fahmi dan Makata).
6. Semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung dan baik sengaja maupun tidak sengaja telah berperan dalam terselesaikannya laporan ini.

Malang, 15 Mei 2019

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN IDENTITAS TIM PENGUJI	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	v
RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian.....	5
1.4 Kegunaan Penelitian	5
1.5 Waktu dan Tempat.....	6
2. TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	7
2.1.1 Klasifikasi Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	7
2.1.2 Morfologi Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	7
2.1.3 Habitat Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>).....	8
2.1.4 Makanan dan Kebiasaan Makan Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	8
2.2 <i>Myxobolus</i> sp.	9
2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi <i>Myxobolus</i> sp.....	10
2.3 Gejala Ikan yang Terinfeksi <i>Myxobolus</i> sp.....	11
2.4 Penularan <i>Myxobolus</i> sp	11
2.5 Diagnosis <i>Myxobolus</i> sp.....	12
2.6 Histopatologi	12
2.7 Probiotik	18
2.8 Kualitas Air Untuk Pemeliharaan Ikan Koi	19
2.8.1 Parameter Fisika.....	19
2.8.2 Parameter Kimia	20
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	23
3.1 Materi Peneltian	23
3.2 Alat dan Bahan.....	23
3.3 Metode Penelitian.....	23
3.4 Jenis Data	24
3.4.1 Data Primer.....	24
3.4.2 Data Sekunder.....	25



3.5. Prosedur Pengambilan Sampel	25
3.5.1 Prosedur Pengambilan Air Sampel	25
3.5.2 Prosedur Pengambilan Sampel Ikan	26
3.5.3 Uji in-vivo probiotik pada ikan koi (<i>Cyprinus carpio</i>)	27
3.6 Prosedur Analisa Kualitas Air	28
3.6.1 Parameter Fisika	29
3.6.2 Parameter Kimia	29
3.7 Prosedur Analisa Histopatologi	31
3.7.1 Pengamatan Preparat	32
3.8 Analisa Data	34
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	37
4.1 Hasil Analisa Ikan Koi yang Terinfeksi <i>Myxobolus sp.</i>	37
4.2 Hasil Pengamatan Histopatologi dan Skoring Usus Ikan Koi (<i>Cyprinus carpio</i>) yang terinfeksi <i>Myxobolus sp.</i>	38
4.2.1 Edema	38
4.2.2 Hemoragi	39
4.2.3 Skoring	41
4.3 Mekanisme Molekuler Perlakuan Probiotik Terhadap Respon Ketahanan Tubuh Ikan Koi Terhadap Infeksi <i>Myxobolus sp.</i>	45
4.4 Hasil Analisa Kualitas Air	47
4.4.1 Parameter Fisika	48
4.4.2 Parameter Kimia	49
5. KESIMPULAN DAN SARAN	54
5.1 Kesimpulan	54
5.2 Saran	54
DAFTAR PUSTAKA	55

DAFTAR TABEL

	Halaman
Table 1. Jenis kerusakan jaringan histopatologi pada organ ikan	13
Table 2. Komposisi Bahan Probiotik	28
Table 3. Analisis Sidik Ragam	34
Table 4. Analysis of varian (ANOVA)	35
Table 5. Nilai skoring histopatologi Usus dengan pemberian probiotik	41
Table 6. Rata-rata skoring hasil penelitian Kerusakan Jaringan usus	43
Table 7. Analisa Sidik Ragam Hasil Penelitian Kerusakan Pada Jaringan Usus	44
Table 8. Uji BNT Hasil Penelitian Kerusakan Pada Jaringan Usus	44



DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Ikan Koi <i>Cyprinus carpio</i>	7
Gambar 2. Parasit <i>Myxobolus</i> sp	10
Gambar 3. Denah Bak Perlakuan Penelitian	28
Gambar 4. Alur Perhitungan Skoring.....	33
Gambar 5. Ikan Koi Terinfeksi <i>Myxobolus</i> sp.	37
Gambar 6. Histologi usus ikan koi	39
Gambar 7. Histologi usus ikan koi	40
Gambar 8. Uji Hemaglutinin Plasma Darah	47
Gambar 9. Grafik Hasil Pengukuran Suhu.....	48
Gambar 10. Grafik Hasil Pengukuran pH	50
Gambar 11. Grafik Hasil Pengukuran DO	51
Gambar 12. Grafik Hasil Pengukuran DO	52



DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian	59
Lampiran 2. Alat Pengukuran Kualitas Air.....	60
Lampiran 3. Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian.....	61
Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian	63
Lampiran 5. Perhitungan	66



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Negara Indonesia merupakan negara yang memiliki potensi sumberdaya perikanan dan kelautan yang besar dimana hal tersebut dibuktikan dengan tingginya tingkat produksi dan konsumsi oleh masyarakatnya. Ikan koi (*Cyprinus carpio*.) merupakan salah satu dari jenis ikan hias air tawar yang sangat menarik sehingga banyak yang menggemarinya. Ikan koi (*Cyprinus carpio*) dikatakan memiliki nilai yang cukup tinggi untuk kalangan pembudidaya. Adanya kegiatan budidaya ikan sesuai dengan potensi sumberdaya perikanan yang ada di Indonesia serta dalam rangka menghadapi tantangan global di bidang perikanan (Sukadi, 2002).

Kualitas air dalam kegiatan budidaya ikan baik ikan hias maupun ikan konsumsi sangat menentukan keberhasilan budidaya ikan tersebut. Kualitas air yang baik dalam kegiatan budidaya ikan harus dilakukan sesuai dengan manajemen kualitas air yang baik. Di Indonesia, ikan hias merupakan komoditi perikanan yang potensial karena dianggap dapat mensejahterakan masyarakat perikanan (pembudidaya). Pangsa pasar ikan hias Indonesia di dunia sebesar 7,5%, nilai tersebut lebih kecil dari Singapura yang mencapai 22,8%. Ikan hias di Indonesia mempunyai banyak macam seperti ikan cupang, ikan koi, ikan arwana, dan ikan guppy (Bachtiar dan Tim Lentera, 2004).

Koi sebagai ikan hias untuk kolam telah lama dilakukan oleh orang Jepang. Meski koi bukan ikan asli Jepang, namun koi telah banyak dibudidayakan dan dikembangkan di negeri tersebut sehingga nama-nama jenis koi banyak menggunakan nama Jepang. Koi sendiri dalam bahasa Jepang berarti ikan mas atau karper. Koi masih satu jenis dengan ikan mas (*Cyprinus*

carpio). Perbedaan antara keduanya terletak pada bentuk, pola warna dan pemanfaatannya. Proses budidaya, baik pembenihan maupun pembesarannya hampir sama. Di Indonesia, Koi merupakan ikan hias favorit dan banyak digemari masyarakat luas. Ikan koi sampai saat ini masih menjadi salah satu komoditas perdagangan yang cukup baik dalam bidang perikanan. Ikan koi adalah salah satu ikan hias yang banyak diminati karena keindahan bentuk badan serta warnanya. Warna-warna dari ikan koi yang beragam membuat banyak orang tertarik. Koi mempunyai ukuran tubuh cukup besar dan berwarna sangat bervariasi. Karena sifatnya yang mudah menyesuaikan diri dengan lingkungannya, ikan ini dapat dipelihara di hampir semua tempat di dunia (Susanto, 2001).

Komoditas ikan koi telah menjadi komoditas andalan di beberapa daerah di Indonesia seperti Sukabumi, Cianjur, dan Blitar karena telah berhasil mengangkat perekonomian masyarakat dan menjadikannya sebagai alternatif penghasilan pada masyarakat. Para pembudidaya koi di daerah tersebut terbentuk dalam kelompok-kelompok tani sehingga hasil produksi mereka tertata dengan baik meskipun cara budidaya yang dilakukan selama ini masih secara tradisional (Kusrini *et al.*, 2015). Namun dalam perkembangan budidaya ikan koi juga terdapat beberapa masalah yang ditemui. Lingkungan air yang mengalami penurunan kualitas akan mengakibatkan aktifitas agen penyebab penyakit meningkat sehingga ikan mudah terserang penyakit. Salah satu kendala dalam budidaya yaitu masalah penyakit yang disebabkan oleh parasit *Myxobolus* sp. yang menyerang ikan koi. Parasit tersebut mengakibatkan kerugian pada pembudidaya ikan koi akibat dampak yang sering ditimbulkan yaitu kematian pada ikan koi yang terserang *myxobolus* tersebut. Parasit *Myxobolus* ini berasal dari lingkungan perairan yang kurang baik seperti adanya limbah dalam perairan sehingga parasit ini dapat berkembang biak.

Penyakit *Myxobolus* sp. disebabkan oleh serangan parasit dimana terdapat nodul *myxobolus* atau kista pada lembaran insang membuat ikan yang terserang oleh penyakit myxobolus menunjukkan gejala kesulitan untuk bernafas yang kemudian menimbulkan kematian pada ikan koi yang mencapai hingga 90% (Mahasri, 2017). Gejala klinis lainnya yang dapat terlihat adalah operkulum yang tidak dapat menutup apabila ikan terinfeksi berat. Pada saat spora *myxobolus* termakan oleh ikan, spora akan pecah sehingga mengeluarkan sporoplasma yang bergerak secara amoeboid masuk kedalam aliran darah dan terbawa keseluruh jaringan tubuh dan menuju organ target (Hoole *et al.*, 2001).

Di Indonesia *Myxobolus* koi menyebabkan masalah serius pada budidaya ikan koi (*Cyprinus carpio*) dengan tingkat mortalitas sebesar 60-90%. Berdasarkan wilayah Pemantauan Daerah Sebar Hama Penyakit Ikan (HPI)/Hama Penyakit Ikan Karantina (HPIK) di Balai Karantina Ikan *Myxobolus* koi menginfeksi benih ikan koi dengan ukuran 3–16 cm. *Myxobolus* pada ikan koi menginfeksi insang dengan ciri-ciri terdapat nodul putih atau agak kemerahan atau bahkan berwarna merah pada jaringan insang. Parasit ini membentuk kista pada lembar insang ikan, sehingga akan menghalangi proses penyerapan oksigen sehingga dapat menyebabkan kematian. Selain dapat menyebabkan kematian, parasit ini juga dapat menurunkan nilai ekonomis dari ikan hias air tawar. Penyebaran parasit ini terjadi karena perpindahan parasit dari ikan yang terinfeksi ke ikan sehat, baik secara langsung maupun melalui inang antara pada fase tertentu dari siklus hidup parasit tersebut. Infeksi *Myxobolus* pada ikan koi juga ditemukan pada organ lain seperti pada organ ginjal, hati, lambung dan usus. Dengan adanya kejadian tersebut maka diperlukan pemeriksaan histopatologi, yang salah satunya dapat mendeteksi adanya komponen patogen yang bersifat infeksi melalui pemeriksaan terhadap perubahan abnormal pada tingkat jaringan (Prihartini dan Alfiyah, 2017).

Salah satu cara yang dapat dilakukan oleh para pembudidaya ikan koi untuk menghindari terjangkitnya infeksi *myxobolus*, yaitu dengan cara pengobatan secara alami contohnya seperti probiotik dan menggunakan bahan kimia. Probiotik adalah sediaan sel mikroba hidup atau komponen dari sel mikroba yang memiliki pengaruh menguntungkan terhadap kesehatan dan kehidupan inangnya. Pengobatan parasit yang menempel pada ikan koi salah satunya dapat dilakukan dengan cara pemberian probiotik. Pengelolaan kualitas air pada kolam dilakukan dengan pemberian probiotik yang bertujuan untuk memperbaiki serta mempertahankan kualitas air. Menurut Rahmawan *et al.* (2014), penggunaan probiotik jenis lokal merupakan salah satu solusi internal untuk penanganan parasit *myxobolus* untuk menghasilkan pertumbuhan dan efisiensi pakan yang optimal dalam kegiatan budidaya lingkungan perairan. Selain itu probiotik juga berfungsi sebagai obat dalam pencegahan penyakit yang dapat menyerang dalam kegiatan budidaya. Mekanisme kerja dari probiotik sendiri adalah dengan cara memanfaatkan kerja dari mikroba. Bakteri yang terkandung dalam probiotik dapat menguraikan senyawa kompleks menjadi sederhana. Teknik pengaplikasian pemberian probiotik sendiri yaitu dapat dilakukan dengan cara menambahkan pada kolam budidaya. Selain itu juga dapat dilakukan dengan cara menambahkan pada pakan yang akan diberikan pada organisme yang dibudidayakan.

Salah satu respon ikan terhadap adanya parasit yaitu dengan adanya sistem imunitas pada tubuh ikan. Sistem imunitas atau kekebalan adalah mekanisme pertahanan diri terhadap partikel asing atau patogen. Setiap adanya infeksi mikroorganisme baik bakteri, virus dan parasit atau jamur ke dalam tubuh, maka ikan atau udang akan memberikan respon dengan sistem pertahanan tubuh. Meskipun memiliki perlindungan fisik, antigen dapat masuk melalui permukaan epitel yang rusak, insang (terutama sesudah terjadinya stress

osmotik), organ linea lateralis dan saluran pencernaan. Sebagaimana besar sistem pertahanan tubuh pada ikan berupa protein seperti antibodi, *Major Histocompatibility Complex* (MHC), protein reseptor baik sel B atau sel T dan lain - lainnya.

Berdasarkan permasalahan tersebut maka perlu adanya penelitian mengenai Analisa kualitas air dan gambaran histopatologi usus pada ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Myxobulus sp.* pada kolam pemeliharaan ikan koi (*Cyprinus carpio*) di POKDAKAN Sumber Rejeki dan Kedung Koi Kabupaten Blitar Jawa Timur dengan tujuan untuk mengetahui kondisi kualitas air pada kolam pemeliharaan ikan mas di POKDAKAN Sumber Rejeki dan Kedung Koi Kabupaten Blitar Jawa Timur yang terinfeksi *Myxobulus* serta untuk mengetahui tingkat kerusakan pada usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* yang diperoleh pada kolam pemeliharaan ikan koi (*Cyprinus carpio*) di POKDAKAN Sumber Rejeki dan Kedung Koi Kabupaten Blitar Jawa Timur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang masalah tersebut, maka dapat dirumuskan beberapa rumusan masalah salah satunya yaitu bagaimana histopatologi usus ikan koi yang terinfeksi penyakit *Myxobulus sp* dengan perlakuan probiotik yang diperoleh dari kolam pemeliharaan ikan koi?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui histopatologi pada organ usus ikan koi yang terinfeksi penyakit *Myxobulus sp* dengan perlakuan probiotik yang diperoleh dari kolam pemeliharaan ikan koi.

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah pada penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai kualitas air pada kolam pemeliharaan ikan koi

yang terinfeksi penyakit *Myxobolus* sp dan sebagai bahan rujukan ilmu pengetahuan dan teknologi mengenai kerusakan organ usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp pada ikan koi (*Cyprinus carpio*) yang diamati secara histopatologi.

1.5 Waktu dan Tempat

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



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

2.1.1 Klasifikasi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Klasifikasi ikan koi (*Cyprinus carpio*) menurut Effendi (1993) adalah sebagai berikut :

Kerajaan	: <i>Animalia</i>
Filum	: <i>Chordata</i>
Sub Filum	: <i>Vertebrata</i>
Super Kelas	: <i>Pisces</i>
Kelas	: <i>Osteichthyes</i>
Sub Kelas	: <i>Actino Ptergll</i>
Ordo	: <i>Cypriniformei</i>
Sub Ordo	: <i>Cyprinidae</i>
Suku	: <i>Cyrinidae</i>
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Spesies	: <i>Cyprinus carpio L.</i>



Gambar 1. Ikan Koi *Cyprinus carpio* (Fishbase, 2018)

2.1.2 Morfologi Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Ikan koi (*Cyprinus carpio*) merupakan ikan yang hidup di perairan tawar. ikan koi berasal dari keturunan ikan karper hitam atau ikan mas yang melalui proses perkawinan silang dan menghasilkan keturunan yang berwarna-warni. Badan ikan koi berbentuk seperti torpedo dengan gerak berupa sirip. Sirip dada dan sirip ekor ikan koi hanya memiliki jari-jari lunak. Sirip punggung memiliki 3 jari-jari keras dan 20 jari-jari lunak. Sirip perut hanya memiliki jari-jari lunak sebanyak 9 buah. Sirip anus mempunyai 3 jari-jari keras dan jari-jari lunak. Pada sisi badan dari pertengahan batang sampai batang ekor terdapat gurat sisi yang berguna untuk merasakan getaran suara. Hubungan kekerabatan ikan mas dan ikan koi sangat dekat karena termasuk dalam Famili, Genus, dan Spesies yang

sama (Susanto, 2001). Tubuh ikan koi ditutupi oleh dua lapisan kulit yaitu kulit luar (epidermis) dan kulit dalam (dermis). Epidermis berguna untuk melindungi kulit luar dari kotoran, dan hama atau penyakit. Sedangkan lapisan dermis mengandung pigmen atau warna seperti kuning (*xantofora*), hitam (*melanofora*), putih (*guanofora*), dan merah (*eritrofora*) (Haikal dan Mulyana, 2008).

2.1.3 Habitat Ikan Koi (*Cyprinus carpio*)

Habitat ikan koi yaitu di daerah beriklim sedang dan hidup pada daerah perairan tawar. Ikan koi dapat hidup pada kisaran suhu 8-30°C, oleh sebab itu ikan koi dapat dipelihara di seluruh Indonesia, mulai dari pantai hingga daerah pegunungan sedangkan suhu ideal untuk tumbuh ikan koi adalah 15-25°C. Di daerah yang mempunyai musim dingin, ikan koi mampu bertahan hidup pada suhu 2-3°C. Selain itu, habitat ikan koi (*Cyprinus carpio*) adalah perairan yang kedalamannya kurang lebih 1 meter, mengalir pelan dan subur yang ditandai melimpahnya makanan alami, misalnya rotifer, rotatoria, udang-udanganrenik, dan lain-lain. Sebaliknya larva ikan koi menyukai perairan dangkal, tenang dan terbuka (tidak ternaungi pepohonan yang rindang) (Luthfi *et al.*, 2017).

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

Ikan koi (*Cyprinus carpio*) termasuk omnivore (pemakan sagalanya), ketika kecil, ikan koi(*Cyprinus carpio*) menyantap udang-udangan renik serta dapnia dan setelah ikan koi (*Cyprinus carpio*) menjadi dewasaakan memakan serangga air,jentik nyamuk, lumut yang menempel di bati serta daun. Untuk mendapatkan makanan, ikan koi (*Cyprinus carpio*) sering mengaduk-aduk lumpur yang biasanya dihuni cacing dan binatang kecil lainnya. Ikan koi (*Cyprinus carpio*) tidak mempunyai gigi rahang, sehingga mangandalakan gigi taring yang ada di rongga mulutnya. Di dalam air, ikan koi (*Cyprinus carpio*) dapat mengenali pakannya, bahkan mencarinya diantara limpur dan kotoran karena ikan koi

(*Cyprinus carpio*) mempunyai organ penciuman yang sangat tajam. Organ penciuman ini berupa dua pasang kumis yang berada disekitar mulutnya (Susanto dan Agus, 1997).

2.2 *Myxobolus* sp.

Timbulnya suatu penyakit pada ikan mas dapat disebabkan oleh beberapa faktor baik yang terdapat dari dalam tubuh ikan sendiri maupun dari lingkungannya. Salah satu penyebab penyakit adalah terjadi karena serangan patogen baik itu virus, bakteri, jamur, protozoa maupun parasit merupakan golongan penyakit infeksi, sedangkan penyakit non infeksi meliputi penyakit yang diakibatkan oleh lingkungan, pakan, genetik dan tumor. Penyakit *myxobolus* pada ikan koi disebabkan oleh serangan parasit. Penularan penyakit dan parasit dapat terjadi melalui beberapa mekanisme, antara lain melalui kontak langsung antara ikan sakit dan ikan sehat, bangkai ikan sakit maupun melalui air, penularan ini biasanya terjadi dalam satu kolam budidaya. Mekanisme penularan lainnya adalah melalui peralatan dan melalui pemindahan ikan dari daerah wabah dan ke daerah yang bukan wabah (Jasmanindar, 2011).

Myxobolus sp. masuk di Indonesia sejak tahun 1952 di Jawa Tengah dan menyerang ribuan benih ikan Mas. Ikan yang terserang *Myxobolus* sp akan menunjukkan gejala klinis nodul berwarna putih kemerahan pada insang, yang berisi kumpulan dari spora. Pada saat sporater makan oleh inang, maka spora akan pecah sehingga mengeluarkan sporoplasma yang akan bergerak secara amoeboid masuk kedalam aliran darah dan terbawa keseluruh jaringan tubuh inang menuju inang target. Gejala klinis lain yang terlihat adalah operkulum yang tidak dapat menutup apabila ikan terinfeksi berat (Prihartini dan Alfiah, 2017).

2.2.1 Klasifikasi dan Morfologi *Myxobolus* sp.

Myxobolus sp. merupakan parasit yang menjadi agen penyebab penyakit *whirling disease* dan juga kerusakan beberapa organ pada ikan golongan cyprinidae. Sebagian besar dari spesies *Myxobolus* tersebut memiliki sifat patogen yang baik pada ikan yang hidup bebas maupun ikan budidaya. Spesies dari *Myxobolus* yakni *Myxobolus cyprinii* dan *Myxobolus koi* merupakan spesies patogen yang sering menyerang ikan golongan *Cyprinidae*, termasuk di dalamnya ikan koi (Syafar *et al.*, 2017).

Myxobolus sp. merupakan parasit dari genus *Myxosporea* dan terdapat lebih dari 450 spesies yang telah teridentifikasi. Klasifikasi dari *Myxobolus* sp. menurut Syafar *et al.* (2017) adalah sebagai berikut :

Kingdom : *Animalia*

Phylum : *Protozoa*

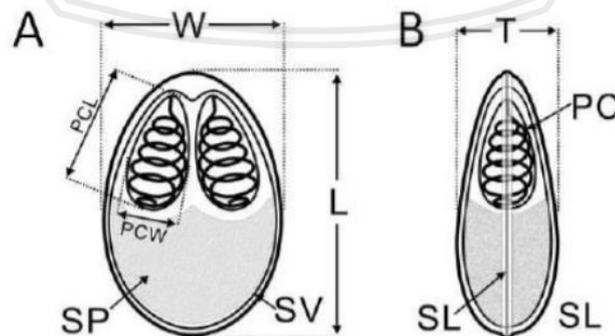
Class : *Myxosporea*

Order : *Bivalvulida*

Family : *Myxobolidae*

Genus : *Myxobolus*

Spesies : *Myxobolus* sp.



Gambar 2. Parasit *Myxobolus* sp. A. Tampak Depan, B. Tampak Samping, PC : Kapsul Polar, SV : Shell Valve, SL : Sutural Line, L : Length, W : Width, T : Thickness, PCL : Polar Capsule Length, PCW : Polar Capsule Width. (Yokoyama, 2012).

2.3 Gejala Ikan yang Terinfeksi *Myxobolus* sp.

Gejala klinis ikan yang terinfeksi *Myxobolus* sp. dapat diketahui dengan memperhatikan insang ditunjukkan dengan adanya bintik dengan bercak merah dan putih pada insang ikan. Bercak putih pada insang terjadi karena nekrosis (kematian) dari jaringan insang. Selain itu, gejala dari infeksi *Myxobolus* sp. pada ikan yaitu adanya benjolan (bisul) pada bagian insang dan mengeluarkan cairan keruh berwarna kemerahan seperti nanah. Nodul yang terdapat pada insang akan mengganggu suplai oksigen ke dalam darah, kondisi ikan akan semakin parah ketika nodul pecah sehingga menyebabkan nekrosis pada jaringan karena fungsi pernafasan terganggu (Insivitawati *et al.*, 2017).

Ikan yang menunjukkan gejala klinis berupa operkulum tidak dapat menutup sempurna dan kejadian kematian tinggi pada ikan muda. Spora *Myxobolus* membentuk kapsula/nodul, biasanya menyerang insang, otak, mata dan kulit. Parasit umumnya dapat menyebabkan kematian dengan menunjukkan gejala-gejala klinisnya. Serangan parasit juga dapat menyebabkan kerusakan pada organ inangnya (Priyono, 2012).

2.4 Penularan *Myxobolus* sp

Penularan parasit pada ikan biasanya dapat terjadi apabila ikan yang dalam kondisi sehat saling bergesekan atau menempel dengan ikan yang telah terjangkit parasit seperti *Myxobolus*. Parasit ini nantinya akan berpindah pada ikan lain yang lebih sehat. Jumlah ikan yang terlalu padat di dalam kolam akan mengakibatkan tingkat penularan penyakit menjadi lebih cepat. Selain itu ikan yang terlalu padat atau banyak dalam suatu kolam yang tidak memadai akan mengakibatkan persaingan nutrisi, dan oksigen (Wardany dan Nia, 2014).

Pada kolam dengan intensitas kepadatan yang tinggi, ruang gerak ikan akan semakin kecil sehingga ikan akan mudah saling bergesekan satu dengan

lainnya sehingga akan terjadi penularan parasit *Myxobolus* sp dengan cepat. Parasit yang memiliki pergerakan aktif juga akan membuat penularan parasit tersebut semakin cepat. Hal tersebut dikarenakan adanya kontak antara ikan dengan parasit dan memungkinkan terjadinya penularan parasit yang menyerang insang dengan cepat (Rustikawati *et al.*, 2004).

2.5 Diagnosis *Myxobolus* sp.

Ikan yang terserang *Myxobolus* sp. akan menunjukkan gejala klinis nodul berwarna putih kemerahan pada insang, yang berisi kumpulan dari ribuan spora. Gejala klinis lain yang terlihat adalah operculum yang tidak dapat menutup apabila ikan terinfeksi berat (Hoole *et al.*, 2001). Ikan Koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp. biasanya akan terganggu proses pernafasannya, selain itu keberadaan nodul pada insang akan membuat ikan kehilangan keseimbangan dan mengakibatkan ikan berenang secara spiral mulai dari dasar hingga permukaan perairan.

Dampak dari infestasi *Myxobolus* sp. bergantung pada tingkat infestasi dan lokasi kista. Infestasi besar yang terjadi pada insang menyebabkan kematian jaringan (*necrosis*) dan tidak berfungsinya pernafasan. Infeksi yang terjadi pada usus akan menyebabkan myolitic pada dinding usus (Sugianti *et al.*, 2005). Gejala klinis *Myxosporeasis* yang hampir sama, yaitu ikan berenang tidak seimbang, operculum selalu membuka, gerakan berenang memutar dari bawah ke atas (*whirling diseases*), ikan berenang mendekati permukaan air yang kemungkinan disebabkan ikan Koi mengalami kesulitan bernafas akibat adanya nodul berwarna putih pada filament insang (Prihartini dan Alfiah, 2017)

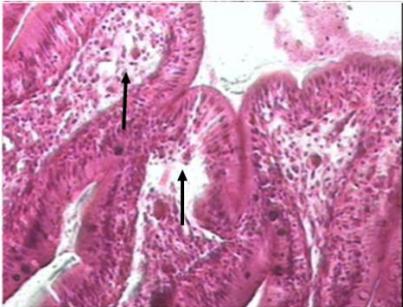
2.6 Histopatologi

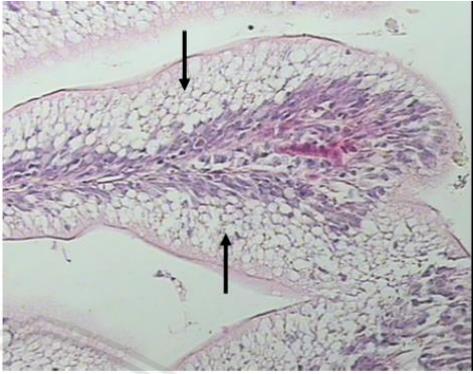
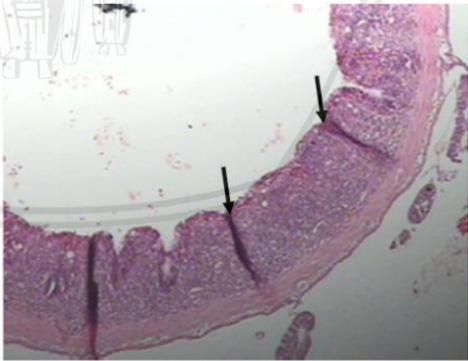
Histopatologi adalah cabang ilmu biologi yang mempelajari tentang jaringan. Patologi adalah kajian tentang penyakit atau kajian tentang adaptasi

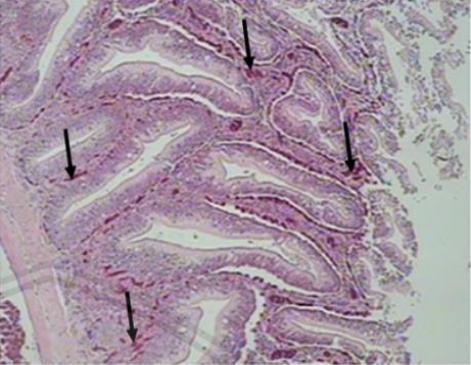
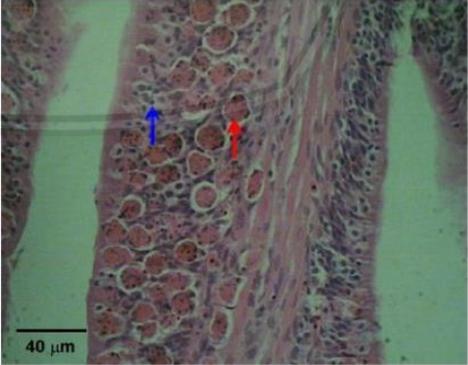
yang tidak hanya fokus terhadap perubahan-perubahan lingkungan eksternal dan internal (Spector dan Spector, 1993). Histopatologi adalah cabang biologi yang mempelajari kondisi dan fungsi jaringan dalam hubungannya dengan penyakit. Histopatologi sangat penting dalam kaitannya dengan diagnosis penyakit karena salah satu pertimbangan dalam penegakan diagnosis adalah melalui hasil pengamatan terhadap jaringan yang diduga terganggu. Histopatologi dapat dilakukan dengan mengambil sampel jaringan atau dengan mengamati jaringan setelah kematian terjadi. Perbandingan kondisi jaringan sehat terhadap jaringan sampel dapat digunakan untuk mengetahui apakah suatu penyakit yang diduga benar-benar menyerang atau tidak (Hinton, 1994).

Histopatologi telah menjadi alat standar dalam pendugaan pada toksikologi akuatik. Pengamatan respons perubahan pada seluler, jaringan, dan organ menggunakan teknik histopatologi dengan mendeskripsikan penandanya (biomarker) menjadi metode yang paling sensitif dan secara biologis bernilai untuk mengukur efek stress hewan akuatik terhadap lingkungan dan parameter uji toksisitas pada kondisi kronis (Paasivirta, 1991).

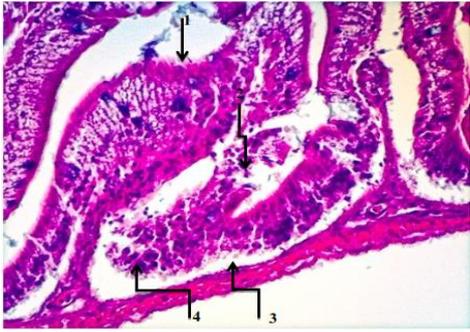
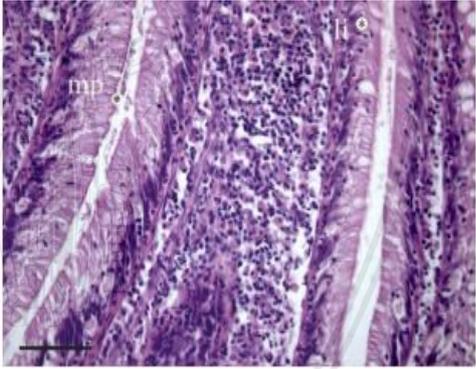
Table 1. Jenis kerusakan jaringan histopatologi pada organ ikan

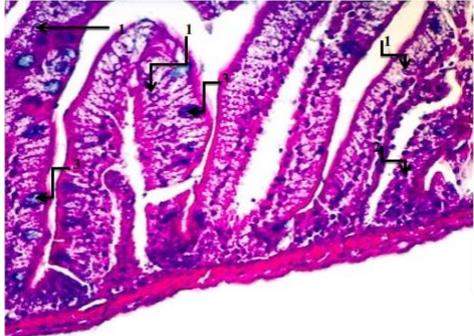
No	Perubahan Histopatologi	Gambar
1.	<p>Edema, merupakan suatu kondisi yang ditandai dengan meningkatnya jumlah cairan dalam kopartemen jaringan interseluler. Edema terjadi pada jaringan ikat longgar (sub kutis) dan rongga-rongga badan</p>	<div style="text-align: center;">  <p>(Sugianti, 2012)</p> </div>

	(rongga perut dan di dalam paru-paru (Asri, 2015).	
2.	<p>Proliferasi, adalah pertumbuhan yang disebabkan adanya pembelahan sel yang aktif dan bukan disebabkan karena adanya penambahan ukuran sel. Abnormalitas sel yang terjadi yakni memiliki ukuran sel yang melebihi ukuran sel normal dan mengalami perubahan bentuk dari asalnya (Willie, <i>et al.</i> 2005).</p>	 <p>(Sugiati, 2012)</p>
3.	<p>Erosi Villi, adalah keadaan dimana pada lapisan mukosa usus halus kehilangan sebagian sel epitel, yang mengakibatkan ketebalan dari lapisan mukosa usus halus menjadi redah. Erosi villi serta epitel usus dapat menyebabkan terganggunya proses penyerapan</p>	 <p>(Sugianti, 2012)</p>

	<p>nutrisi yang dapat menyebabkan kematian ikan. (Asri, 2015)</p>	
<p>4.</p>	<p>Haemoraghi, adalah kondisi yang ditandai dengan keluarnya darah dari dalam vaskula yang disebabkan kerusakan dinding vaskula. Ada 2 macam kebocoran dinding yakni melalui kerobekan (per reksis) dan melalui perengangan jarak antara sel-sel endotel dinding vaskula (per diapedisis) (Asri, 2015).</p>	 <p>(Sugianti, 2012)</p>
<p>5.</p>	<p>Infiltrasi, adalah suatu proses radang usus yang berjalan akut atau kronis, yang dapat menyebabkan peningkatan peristaltik usus, adanya kenaikan jumlah sekresi kelenjar pencernaan dan penurunan proses penyerapan</p>	 <p>(Asri, 2015)</p>

	<p>cairan maupun penyerapan sari-sari makanan di dalamnya (Wikipedia, 2016).</p>	
<p>6.</p>	<p>Kongesti, adalah 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).</p>	 <p>(Asri, 2015)</p>

<p>7.</p>	<p>Nekrosis, adalah jenis kematian sel ireversibel yang terjadi saat ada cedera berat atau lama hingga suatu saat sel tidak dapat beradaptasi atau memperbaiki dirinya sendiri (Asri, 2015)</p>	 <p>(Asri, 2015)</p>
<p>8.</p>	<p>Inflamasi, adalah suatu respon pertahanan jaringan yang rusak yang ditandai dengan respon color, rubor, tumor, dolore dan fuction laeso (panas, merah, bengkak, sakit dan kehilangan fungsi). Inflamasi dapat disebabkan oleh virus, bakteri, parasit, trauma panas iradiasi dan bahan toksik. Inflamasi hemoragik biasanya ditandai tingginya eritrosit dan komponen darah lain pada permukaan organ atau di dalam eksudat (Asri, 2015).</p>	 <p>(Markovic, <i>et al.</i> 2012)</p>

<p>9.</p>	<p>Hipertopi, adalah kerusakan jaringan yang ditandai dengan ukuran organ yang semakin besar akibat ukuran sel yang bertambah sehingga sel yang satu dengan yang lainnya saling lepas (Asri, 2015).</p>	 <p>(Asri, 2015)</p>
-----------	--	--

2.7 Probiotik

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan untuk meningkatkan kesehatan dalam manajemen sistem produksi yang telah dilakukan meliputi studi tentang perilaku dan faktor lingkungan yang mempengaruhi kesehatan hewan akuatik dalam budidaya antara lain dapat menggunakan probiotik, imunostimulan, dan beberapa nutrisi untuk meningkatkan kesehatan ikan. Probiotik merupakan mikroba (jasad renik) yang bersifat menguntungkan, bisa berupa fungi (jamur), *actinomycetes*, bakteri, maupun mikroalga. Penggunaan probiotik saat ini merupakan alternatif dalam mengatasi permasalahan yang berkaitan dengan pengelolaan kualitas air (Juliyanti *et al.*, 2016). Probiotik berguna untuk penetralisir air agar ikan terlindung dari racun dan bakteri-bakteri penyebab penyakit. Hal tersebut dikarenakan pada mikroorganisme *Lactobacillus* dapat menghambat pertumbuhan serta menangani kerusakan yang disebabkan oleh parasit (Novitarizky *et al.*, 2018).

Kriteria mikroorganisme yang dapat dijadikan probiotik adalah tidak patogen, berjumlah banyak, toleran terhadap asam dan garam empedu,

mempunyai kemampuan bertahan pada proses pengawetan dan dapat bertahan pada penyimpanannya serta memiliki kemampuan memberi efek kesehatan yang sudah terbukti. Selain itu probiotik juga terdapat beberapa jenis diantaranya adalah probiotik yang digunakan untuk perairan dan fermentasi pakan. Dua jenis probiotik tersebut memiliki fungsi yang berbeda. Probiotik yang digunakan untuk air kolam berfungsi untuk menstabilkan perairan agar organisme yang ada didalam perairan tersebut tidak terserang dari patogen. Sedangkan probiotik untuk fermentasi pakan digunakan untuk mensuplai nutrisi tambahan yang dibutuhkan oleh organisme (Yulinery *et al.*, 2006).

2.8 Kualitas Air Untuk Pemeliharaan Ikan Koi

Kualitas air merupakan parameter yang menentukan keberhasilan dalam budidaya khususnya dalam budidaya ikan Koi. Kualitas air yang diukur yaitu parameter kimia dan parameter fisika. Parameter kimia meliputi DO, pH dan Amonia. Sedangkan parameter fisika meliputi suhu dan kecerahan.

2.8.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Suhu air akan mempengaruhi laju pertumbuhan, laju metabolisme dan nafsu makan ikan. Suhu juga berpengaruh terhadap kelarutan oksigen dan zat-zat toksik yang terlarut dalam air. Peningkatan suhu juga menyebabkan peningkatan kecepatan metabolisme dan respirasi ikan, dan selanjutnya mengakibatkan peningkatan konsumsi oksigen. Peningkatan suhu perairan sebesar 10°C akan menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen oleh organisme akuatik hingga 2-3 kali lipat (Effendi, 2003).

Suhu air juga dapat mempengaruhi kandungan oksigen terlarut dalam air. Semakin tinggi suhu kandungan oksigen terlarut semakin rendah. Setiap kenaikan suhu 1°C membutuhkan kenaikan oksigen terlarut 10 %. Suhu yang

cocok untuk pertumbuhan ikan dalam budidaya berkisar antara 20°C – 25°C (Ciptanto, 2010). Ikan yang berpotensi terkena virus mungkin akan dengan mudah terinfeksi dan berkembang menjadi penyakit dan dapat menyebabkan kematian, atau ikan yang hidup pada awal infeksi suatu penyakit akan menjadi karier (pembawa) virus, karena suatu virus juga dapat bergantung pada suhu suatu perairan.

2.8.2 Parameter Kimia

a. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan faktor pembatas dalam perairan, sehingga apabila ketersediaannya dalam air tidak mencukupi kebutuhan ikan budidaya, maka segala aktivitas ikan akan terhambat. Pada umumnya, ikan budidaya seperti ikan mas masih dapat bertahan hidup pada perairan dengan kadar oksigen terlarut (DO) lebih rendah dari 0,5 mg/l, namun DO minimum yang harus dipertahankan dalam pemeliharaan organisme akuatik harus lebih tinggi dari 3,5 mg/l, karena rendahnya DO dapat berpengaruh terhadap fungsi biologis dan lambatnya pertumbuhan, bahkan dapat mengakibatkan kematian (Popma dan Lovshin, 1996).

Jumlah konsentrasi oksigen terlarut yang ada di suatu perairan tergantung dari kondisi suhu dan salinitas perairan itu sendiri dan aktifitas turbulensi (agitasi) yang dapat menyebabkan difusi gas oksigen dari udara ke dalam air. Di perairan kadar oksigen terlarut juga dapat berfluktuasi secara harian. Penyebab fluktuasi tersebut yakni adanya aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan (fitoplankton) serta respirasi organisme heterotrof. Penurunan kadar oksigen dalam air juga dapat disebabkan oleh aktifitas dekomposisi bahan organik. Ketika jumlah bahan organik yang didekomposisi terlalu banyak konsentrasi oksigen terlarut di suatu perairan dapat mencapai nilai nol. Kadar

oksigen terlarut yang baik untuk pertumbuhan organisme akuatik yakni lebih dari 3,5 mg/l (Ciptanto, 2010).

b. pH

Derajat keasaman (pH) merupakan ukuran konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan suasana basa atau sama pada suatu perairan. Menurut Khairuman dan Amri (2014), pH 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. Pada kegiatan budidaya ikan air tawar, pH yang sesuai yakni antar 6,5 – 7,5 (Ciptanto, 2010).

Sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH sekitar 7–8,5. Nilai pH sangat mempengaruhi proses biokimiawi perairan, misalnya proses nitrifikasi akan berakhir jika pH rendah. Pada pH rendah, 20 keanekaragaman plankton dan bentos mengalami penurunan. Atas dasar ini, maka usaha budidaya perairan akan berhasil baik dalam air dengan pH 6,5–9,0 dan kisaran optimal pH adalah 7,0–8,7 (Kordi, 2014).

c. Karbondioksida (CO₂)

Semua perairan di alam mengandung karbondioksida. Jumlah oksigen terlarut dalam air tergantung pada jumlah karbondioksida yang ada. Hubungan antara karbondioksida dan oksigen, apabila jumlah oksigen meningkat maka jumlah karbondioksida menurun. Pada proses fotosintesis misalnya karbondioksida yang digunakan untuk bereaksi dengan air akan menghasilkan oksigen sehingga jumlah karbondioksida cenderung menurun dan berbanding terbalik kembali pada proses respirasi (Sutisna dan Sutarmanto, 1995).

Konsentrasi karbondioksida yang tinggi dihasilkan dari proses respirasi dan pembongkaran bahan-bahan organik di dasar kolam (Sutisna dan Sutarmanto, 1995). Batas kadar gas CO₂ yang bisa diterima ikan berkisar 5 ppm. Ini pun harus diimbangi dengan kadar oksigen yang cukup tinggi untuk menghindari resiko ikan kekurangan oksigen. Ikan akan menjadi aktif bernapas apabila CO₂ lebih mudah larut dari pada O₂. Ini terlihat dari gerakan air di seputar insang (Saman, 2014).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi penelitian ini yaitu mengenai kualitas air pada kolam pemeliharaan ikan Koi yang telah terinfeksi penyakit *Myxobolus sp.* dan gambaran histopatologi usus ikan Koi yang terinfeksi *Myxobolus sp.* pada kolam pemeliharaan ikan Koi. Kualitas air yang dianalisis yaitu meliputi parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisika meliputi suhu dan kecerahan, sedangkan parameter kimia meliputi pH, Dissolved Oxygen (DO), dan Amonia (NH₃).

3.2 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini dapat dilihat pada lampiran 1.

3.3 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimental, yaitu kegiatan penelitian yang bertujuan untuk menilai pengaruh suatu perlakuan atau tindakan atau treatment dengan menggunakan perlakuan yang berbeda (Samsundari dan Ganjar, 2013). Penelitian eksperimen dapat diartikan sebagai metode penelitian yang digunakan untuk mencari pengaruh perlakuan tertentu terhadap yang lain dalam kondisi yang terkendalkan. Penelitian eksperimen menggunakan suatu percobaan yang dirancang secara khusus guna membangkitkan data yang diperlukan untuk menjawab pertanyaan penelitian (Ni'matulloh *et al.*, 2018).

Selain itu, menurut Hermawan (2006), penelitian eksperimental adalah suatu set tindakan dan pengamatan, yang dilakukan untuk mengecek atau mengenali hubungan sebab akibat antar gejala.

3.4 Jenis Data

Data yang diambil pada penelitian ini ada dua yaitu data primer dan data sekunder. Data primer dan data sekunder merupakan pengelompokan berdasarkan sumber-sumber data.

3.4.1 Data Primer

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. Data primer adalah data yang dikumpulkan, diolah serta diterbitkan sendiri oleh organisasi yang menggunakannya (Kuswadi dan Mutiara, 2004). Data primer pada penelitian ini diperoleh secara langsung melalui wawancara, observasi, partisipasi aktif maupun dokumentasi.

Black dan Champion (1999) mengungkapkan bahwa observasi adalah kegiatan mengamati dan melihat perilaku seseorang selama beberapa waktu tanpa melakukan, memanipulasi atau pengendalian, serta mencatat penemuan yang memungkinkan atau memenuhi syarat untuk digunakan kedalam tingkat penafsiran analisis. Wawancara adalah suatu kegiatan komunikasi verbal dengan tujuan mendapatkan informasi. Selain itu dengan wawancara akan mendapatkan gambaran yang menyeluruh dan mendapatkan informasi yang penting. Pengambilan data primer dalam penelitian ini meliputi analisa kualitas air pada kolam pemeliharaan ikan Koi yang terserang *Myxobolus* sp. dan deteksi gambaran kerusakan histopatologi usus ikan Koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi penyakit *Myxobolus* sp.

3.4.2 Data Sekunder

Data sekunder adalah data yang telah lebih dulu dikumpulkan dan dilaporkan oleh orang diluar dari penyidik sendiri, walaupun yang dikumpulkan itu sesungguhnya adalah data yang asli, data tersebut tidak diterbitkan atau dibuat oleh penggunanya (Kuswadi dan Mutiara, 2004). Dalam suatu penelitian yang yang dapat dijadikan sumber data sekunder adalah literatur, artikel, jurnal, serta situs di internet yang berkenaan dengan penelitian yang dilakukan (Sugiyono, 2009).

Data sekunder yang digunakan dalam penelitian yang diambil yaitu terdiri dari segala informasi yang berhubungan dengan penelitian tentang Analisa kualitas air dan gambaran histopatologi organ usus ikan koi pada kolam pemeliharaan ikan Koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi penyakit *Myxobolus* sp. Informasi yang digunakan tersebut diperoleh dari studi literatur yang berasal dari situs internet, jurnal nasional maupun internasional, buku dan laporan skripsi yang terdapat di ruang baca Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan maupun yang terdapat di perpustakaan lainnya.

3.5. Prosedur Pengambilan Sampel

Prosedur pengambilan sampel pada penelitian ini yaitu meliputi pengambilan sampel air dan pengambilan sampel ikan. Prosedur pengambilan sampel tersebut yaitu sebagai berikut :

3.5.1 Prosedur Pengambilan Air Sampel

Pengambilan sampel air yang dilakukan dalam penelitian yaitu dengan mengambil sampel air untuk pengukuran beberapa parameter kualitas air dilaboratorium. Adapun prosedur pengambilan sampel air yaitu:

- Mengambil sampel air pada kolam dengan botol plastik volume 600 ml sebanyak 3 botol dengan 1 kali pengambilan sampel air pada setiap minggu selama 3 minggu.
- Melakukan pengukuran beberapa parameter kualitas air seperti DO dan amonia dan dianalisa di laboratorium.

3.5.2 Prosedur Pengambilan Sampel Ikan

Prosedur pengambilan sampel ikan koi dilakukan untuk mengambil beberapa sampel ikan koi untuk analisa gejala klinis ikan koi yang terinfeksi parasit *Myxobulus* sp. dan analisa histopatologi organ usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* sp. Prosedur pengambilan sampel ikan koi yaitu sebagai berikut:

- Mengambil sampel ikan koi (*Cyprinus carpio*) pada kolam dilakukan dengan menggunakan jaring.
- Mengambil sampel ikan koi yang memiliki gejala terinfeksi *Myxobulus* sp. Pengambilan sampel ikan koi dilakukan sebanyak satu minggu sekali selama tiga minggu berturut turut sesuai dengan pengambilan sampel kualitas air.
- Sampel ikan koi yang didapat pada kolam kemudian dimasukkan pada plastik yang telah disediakan untuk proses transportasi dari kolam pengambilan ke laboratorium untuk analisa lebih lanjut.
- Sampel ikan koi kemudian dianalisa gejala klinisnya. Ikan yang memiliki gejala klinis terinfeksi *Myxobulus* sp. yang paling parah yang digunakan analisa histopatologi pada organ usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* sp.
- Sampel ikan koi yang memiliki gejala terinfeksi *Myxobulus* sp. paling parah kemudian dibedah dan diambil organ usus.
- Sampel organ yang didapat dari ikan koi yang dibedah sebagian digunakan untuk pembuatan preparat histopatologi.

3.5.3 Uji in-vivo probiotik pada ikan koi (*Cyprinus carpio*)

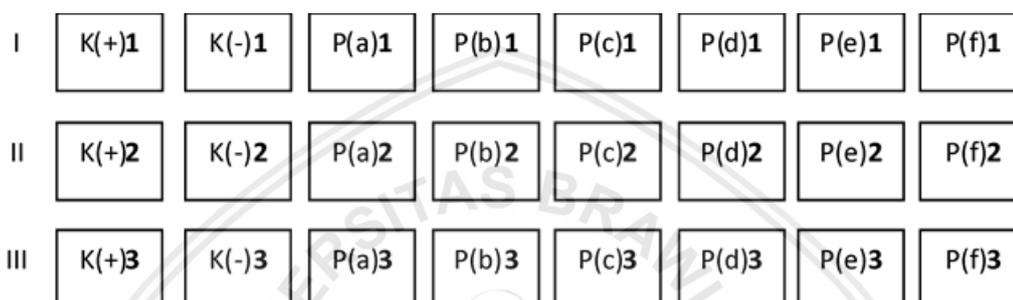
Ikan sampel ukuran 7-12 cm kemudian dimasukkan ke dalam 8 bak perlakuan dengan 3 kali ulangan. Perlakuan ini menggunakan ikan sampel sebanyak 288 ekor ikan. Pengujian dilakukan dengan metode perendaman yaitu menambahkan probiotik pada media hidup ikan koi. Pemberian probiotik dilakukan dengan 3 dosis yang berbeda yaitu 1,1 ml/30 liter air, 0,55 ml/30 liter air, dan 1,65 ml/30 liter air. Sebelum diberi perlakuan, pada tahap pertama ikan dilakukan aklimatisasi pada bak perlakuan. Aklimatisasi dilakukan dengan cara memasukkan kantong plastik berisi ikan kedalam media pemeliharaan. Kantong dibiarkan mengapung selama 10-15 menit, setelah itu ikatannya dibuka dan ikan dibiarkan keluar dari plastik dengan cara menenggelamkan setengah mulut plastik sehingga ikan keluar dengan sendirinya.

Penentuan dosis pemberian probiotik berdasarkan dosis penggunaan lapang oleh para petani dan dosis pada kemasan probiotik. Kemudian hal tersebut juga diperkuat dengan penelitian Sumule *et al.* (2017), dengan pengaplikasian probiotik pada ikan nila dengan dosis 0,01, 0,1, dan 1 ml untuk 30 liter air. Pemberian probiotik berpengaruh sangat nyata terhadap pertumbuhan ikan nila merah (*Oreochromis sp.*) dan nilai sintasan mencapai 84%.

Setelah diberikan perlakuan, selanjutnya dilakukan pemberian pakan. Pemberian pakan dilakukan dua kali dalam sehari yaitu pada pukul 07.00 WIB dan 15.00 WIB. Pemberian pakan dilakukan dengan cara adlibitum yaitu memberikan pakan ke organisme di perairan sedikit demi sedikit hingga ikan kenyang. Pemberian pakan dengan cara ini bertujuan untuk menghindari penumpukan sisa pakan didasar perairan.

Table 2. Komposisi Bahan Probiotik

No.	Bahan	Kuantitas
1.	<i>Lactobacillus</i> sp.	10 ⁸ cfu/ml
2.	<i>Nitrosomonas</i> sp.	10 ⁸ cfu/ml
3.	<i>Bacillus</i> spp.	10 ⁸ cfu/ml
4.	Molase, Aquades, Mineral	10 ⁸ cfu/ml



Gambar 3. Denah Bak Perlakuan Penelitian

Keterangan :

I, II, III : Pengulangan

K+ : Kontrol Positif

K- : Kontrol Negatif

Pa : Ikan *Myxobolus* + Probiotik (Dosis 1,1 ml/30 liter air)

Pb : Ikan *Myxobolus* + Probiotik (Dosis 0,55 ml/30 liter air)

Pc : Ikan *Myxobolus* + Probiotik (Dosis 1,65 ml/30 liter air)

Pd : Ikan sehat + Probiotik (Dosis 1,1 ml/30 liter air)

Pe : Ikan sehat + Probiotik (Dosis 0,55 ml/30 liter air)

Pf : Ikan sehat + Probiotik (Dosis 1,65 ml/30 liter air)

3.6 Prosedur Analisa Kualitas Air

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

3.6.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran suhu menggunakan Termometer Hg adalah sebagai berikut:

1. Ujung lempengan termometer Hg dimasukkan kedalam perairan dengan membelakangi matahari, dan ditunggu beberapa saat sampai air raksa dalam termometer berhenti pada skala tertentu.
2. Skala termometer dibaca dengan mengangkat termometer, dan jangan sampai tangan menyentuh bagian air raksa termometer.
3. Hasil skala yang ada dalam dicatat dengan °C.

3.6.2 Parameter Kimia

a. Oksigen Terlarut (DO)

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran oksigen terlarut atau *Dissolved Oxygen* (DO) adalah sebagai berikut:

1. Alat DO meter dikalibrasi terlebih dahulu hingga menunjukkan angka nol.
2. Sensor dimasukkan ke dalam kolam yang akan diukur.
3. Hasil ditunggu hingga tidak berubah (stabil).
4. Hasil pengukuran DO dicatat pada lembar data pengamatan.
5. Alat DO meter dikalibrasi kemudian di matikan.
6. Mengukur kadar oksigen yang terlarut dengan rumus sebagai berikut :

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

Keterangan :

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

b. pH

Menurut SNI (1990), prosedur pengukuran pH dengan menggunakan pH paper adalah sebagai berikut:

1. Menyiapkan pH meter yang akan digunakan.
2. pH meter dimasukkan kedalam air sampel sampai batas ujung warna kertas pH selama 2 menit.
3. Hasil dari pH meter dicatat kemudian kalibrasi pH meter dan matikan.
4. Mencatat hasil pH.

c. Karbondioksida (CO₂)

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

- Memasukkan 25 ml air sampel ke dalam erlenmeyer, kemudian menambahkan 1 – 2 tetes indikator pp.
- Menghomogenkan dengan cara menggoyang erlenmeyer, apabila terdapat perubahan warna air menjadi merah muda maka air tersebut tidak mengandung CO₂ bebas.

reaksi selanjutnya apabila air tetap tidak berwarna, maka melakukan titrasi dengan Na₂CO₃ 0,0454 N sampai warna menjadi merah muda pertama kali.

Hitung dengan rumus:

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

Keterangan :

v : ml larutan Na₂CO₃ untuk titrasi

N : Normalitas larutan Na₂CO₃

3.7 Prosedur Analisa Histopatologi

Tahapan untuk histopatologi organ usus pada 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 (*Hemotocy 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 basa akan berwarna merah oleh eosin yang bersifat asam. Perbedaan warna ini akan memudahkan dalam melakukan pengamatan serta sangat berguna dalam proses histopatologi itu sendiri

3.7.1 Pengamatan Preparat

a. Metode Uji Hemaglutinasi

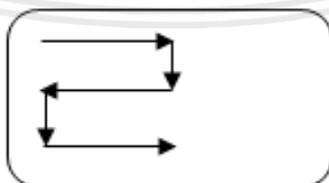
Langkah – langkah uji hemaglutinasi menurut Yanuhar *et al.* (2012), adalah sebagai berikut :

1. Mengisolasi darah ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* sp. menggunakan jarum suntik Terumo Syringe 1 cc dengan pemberian larutan EDTA 10%
2. Menambahkan PBS (Phosfat Buffer Salin) dan dihomogenkan. Lalu di sentrifuge pada 3500 rpm selama 10 menit.

3. Mengencerkan Eritrosit yang di peroleh dari sedimen hasil sentrifuge dengan PBS (1:200) untuk di lakukan uji hematurglinasi yang dilakukan menggunakan micro plate V.
4. Memasukkan protein *Myxobolus* sp. sebanyak 50 μ l untuk di encerkan dengan menggunakan larutan buffer lisis.
5. menambahkan semua eritrosit yang telah di encerkan ke dalam masing-masing V, di homogenkan dan di amati reaksi respon aglutinasi setidaknya setelah 20 menit.
6. Reaksi positif ditandai dengan tidak adanya sedimentasi eritrosit (dalam bentuk titik) di dalam V.

b. Metode Skoring

Tingkat kerusakan jaringan ginjal dan insang ikan yang telah diberi perlakuan probiotik dapat diketahui dengan analisis statistik pemberian skoring. Dengan metode semi kualitatif menurut Kakkilaya (2002), yang digunakan untuk menghitung jumlah area yang berwarna dan dilakukan secara manual dengan menghitung presentasinya. Pembacaan dimulai dari tepi kiri (sesuai dengan posisi ekor preparat) kearah kepala kemudian turun ke bawah dan bergeser kearah ekor kembali (gerak zig zag) dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Alur Perhitungan Skoring (Gerak Zig-zag) (Siswandari, 2005)

Pada metode semi kuantitatif dilihat dari 5 luas bidang lapang pandang sehingga mendapatkan hasil yang maksimal pada tingkat kerusakan jaringan. Setiap lapang pandang diamati tingkat kerusakan jaringannya dengan kriteria hiperplasia, fusi, dan nekrosis (kerusakan sel), kemudian di presentase dengan

pemberian skor dari angka 1 – 4. Presentase kerusakan setiap luas bidang lapang pandang dihitung berdasarkan jumlah sel yang mengalami kerusakan. Menurut Raza'i (2008) dengan rumus :

$$\text{Presentase Kerusakan} = \frac{\text{Jumlah sel yang rusak}}{\text{Jumlah sel analisis}} \times 100\%$$

Kemudian presentase yang telah didapatkan diberi skoring dari angka 1 sampai 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 lebih dari >50%.

3.8 Analisa 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) (Sastrosupadi, 2000).

Table 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

Keterangan :

1, 2 dan 3 : Pengulangan (r)

K+, K-, P1, P2, P3, P4, P5, P6 : Perlakuan (t)

K+ : Kontrol Positif

K- : Kontrol Negatif

P1 : Ikan *Myxobolus* + Probiotik (Dosis 1,1 ml/30 liter air)

P2 : Ikan *Myxobolus* + Probiotik (Dosis 0,55 ml/30 liter air)

P3 : Ikan *Myxobolus* + Probiotik (Dosis 1,65 ml/30 liter air)

P4 : Ikan sehat + Probiotik (Dosis 1,1 ml/30 liter air)

P5 : Ikan sehat + Probiotik (Dosis 0,55 ml/30 liter air)

P6 : Ikan sehat + Probiotik (Dosis 1,65 ml/30 liter air)

Dari data diatas maka dapat dihitung nilai dari :

$$\text{Faktor Koreksi} = Y_{ij}^2/r.t$$

$$\text{Jk Total} = \sum(y_{ij})^2 - \text{FK}$$

$$\text{JK Perlakuan} = (\sum (\sum y_{ij})^2)/r - \text{FK}$$

$$\text{JK Galat} = \text{JK Total} - \text{JK Perlakuan}$$

Berdasarkan perhitungan diatas, selanjutnya dapat dilakukan analisa keragaman untuk mengetahui pengaruh perlakuan. Adapun uraian analisa keragaman dapat dilihat pada tabel 5 sebagai berikut:

Table 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	$\Sigma n-1$	JKT			
-------	--------------	-----	--	--	--

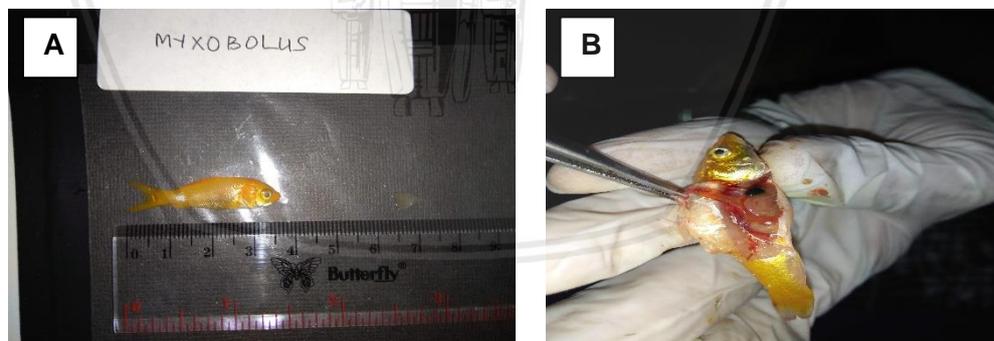
- Jika $F_{hit} > F_{tabel 5\%}$ maka perlakuan berbeda nyata
- Jika $F_{hit} < F_{tabel 5\%}$ maka tidak berbeda nyata



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil Analisa Ikan Koi yang Terinfeksi *Myxobolus sp.*

Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) sebagai bahan pengamatan penelitian merupakan ikan koi yang diperoleh dari Kelompok Pembudidaya Ikan (POKDAKAN) yang berada di kolam ikan Desa Kemloko, Kecamatan Nglegok, Kabupaten Blitar. Berdasarkan topografinya kabupaten Blitar terletak pada ketinggian 40-800 meter (dpl). Kabupaten blitar termasuk kabupaten dengan suhu terendah di kabupaten blitar mencapai 18 °C dan suhu tertinggi mencapai 30 °C. Kabupaten Blitar juga dipisahkan oleh aliran sungai Brantas menjadi Blitar utara (daratan rendah lahan sawah dan beriklim basah) dan Blitar selatan (lahan kering yang cukup kritis dan beriklim kering) (Pemerintah Kabupaten Blitar, 2015). Hasil dari pengamatan ditemukan ikan koi yang terinfeksi parasit *Myxobolus sp.* Ikan koi yang terinfeksi parasit *Myxobolus sp.* Dapat di lihat pada gambar 5.



Gambar 5. Ikan Koi Terinfeksi *Myxobolus sp.*

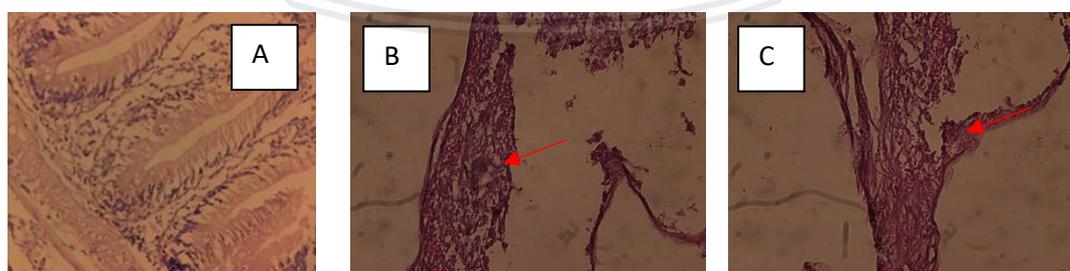
Gambar 5A dapat dikehataui bahwa ikan koi yang terinfeksi parasit *Myxobolus sp.* ditemukan pada benih ikan yang berukuran kecil sekitar 8 cm. Ikan koi yang terinfeksi parasit *Myxobolus sp.* Menunjukkan gejala klinis yang dilihat secara langsung yaitu terdapat kista (tonjolan) yang berwarna kemerah-merahan yang terdapat pada insang. Sedangkan pada gambar 5B menunjukkan bahwa *Myxobolus sp.* juga menyerang pada bagian organ ikan koi sehingga ikan

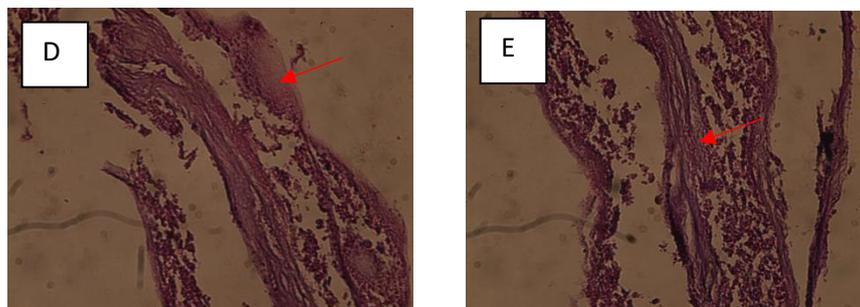
koi yang terserang parasit *Myxobolus* juga mengalami kerusakan pada organ. Pada gambar 5B juga dapat diketahui bahwa organ bagian dalam ikan seperti usus, ginjal, hati dan otot berwarna pucat serta terdapat kista berwarna putih. Hal ini akan berakibat fatal bagi kelangsungan hidup ikan koi karena sudah menyebar ke bagian dalam organ ikan. Parasit *Myxobolus* sp. yang telah menginfeksi ke organ dalam ikan bisa menimbulkan kerusakan organ (Kordi,2014).

4.2 Hasil Pengamatan Histopatologi dan Skoring Usus Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Myxobolus* sp.

4.2.1 Edema

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai kerusakan yang ditimbulkan oleh parasit *Myxobolus* sp. yang menginfeksi usus ikan koi yaitu berupa edema. Edema adalah suatu keadaan dimana terjadinya peningkatan jumlah cairan pada kompartemen intraseluler. Selain itu, edema juga dapat diartikan sebagai pembengkakan sel atau penimbunan cairan secara berlebihan di dalam jaringan tubuh. Penimbunan cairan tersebut mengakibatkan sel bersifat iritatif yang menyebabkan sel akan membengkak (Ismaya *et al.*, 2017). Edema yang disebabkan oleh parasit *Myxobolus* sp. dapat dilihat pada **Gambar 6**.





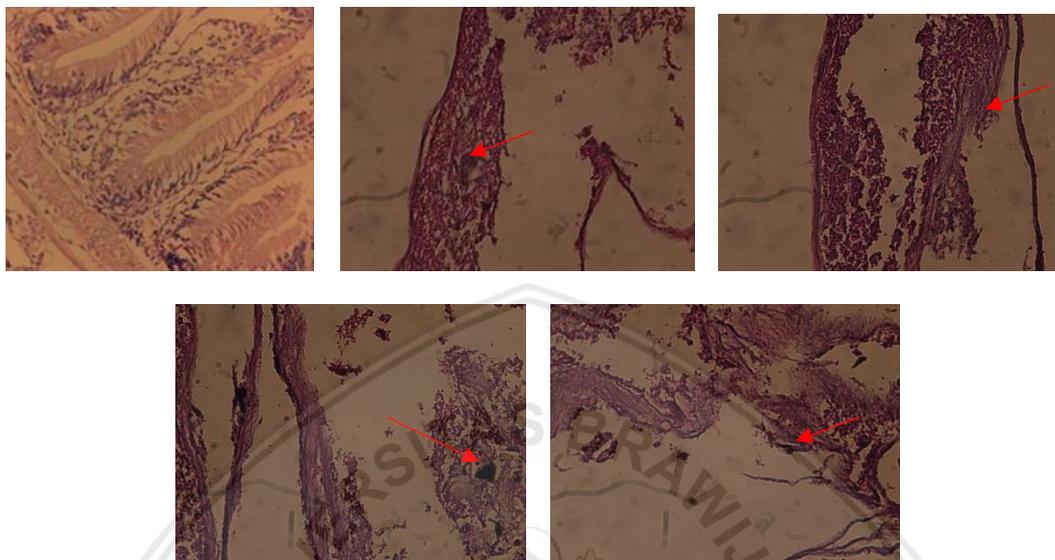
Gambar 6. Histologi usus ikan koi. A. Ikan Kontrol Negatif (sehat tanpa perlakuan), B. Ikan Kontrol Positif (terserang *Myxobolus* sp tanpa perlakuan), C. Ikan Sehat dengan perlakuan probiotik 1,1, D. Ikan sehat dengan perlakuan probiotik 0,55 dan E. Ikan sehat dengan perlakuan probiotik 1,65 dengan pewarnaan HE, Pembesaran 400x. Bar : 40 μ m.

Berdasarkan pengamatan jaringan usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp. yang bisa dilihat pada gambar 6 menunjukkan adanya kerusakan pada jaringan usus yang berbeda pada jaringan usus perlakuan. Kerusakan pada usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobolus* sp yaitu adanya edema yang ditunjukkan dengan panah pada pengamatan kedua (Gambar 6B), pengamatan ketiga (Gambar 6C), pengamatan keempat (Gambar 6D) dan pengamatan kelima (Gambar 6E). Hasil penelitian menunjukkan bahwa edema terjadi di bagian mukosa usus. Hal ini sesuai dengan yang pendapat Hanna *et al.* (2005) bahwa edema pada jaringan usus terdapat diantara bagian mukosa dan submukosa. Terjadinya edema disebabkan karena meningkatnya tekanan hidrostatik intra vaskular menimbulkan perembesan cairan plasma darah keluar dan masuk ke dalam ruang interstisium, yang diakibatkan oleh berbagai kondisi patologik diantaranya terjadi inflamasi yang berkaitan dengan permeabilitas vaskular, juga dapat merupakan perubahan lanjutan pasca kongesti (Guyton dan Hall, 1996).

4.2.2 Hemoragi

Berdasarkan hasil pengamatan mengenai kerusakan yang ditimbulkan oleh parasit *Myxobolus* sp. yang menginfeksi usus ikan koi selain edema yaitu hemoragi. Hemoragi (pendarahan) adalah kondisi yang ditandai dengan keluarnya darah dari dalam vaskula akibat dari kerusakan dinding vaskula. Kebocoran dinding ada dua macam melalui kerobekan (perreksis) dan melalui

perenggangan jarak antara sel-sel endotel dinding vaskula (perdiapedisis). Hemoragi yang disebabkan oleh parasit *Myxobulus* sp. dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Histologi usus ikan koi. A. Ikan Kontrol Negatif (sehat tanpa perlakuan), B. Ikan Kontrol Positif (terserang *Myxobulus* sp tanpa perlakuan), C. Ikan Sakit dengan perlakuan probiotik 1,1, D. Ikan sakit dengan perlakuan probiotik 0,55 dan E. Ikan sakit dengan perlakuan probiotik 1,65 dengan pewarnaan HE, Pembesaran 400x. Bar: 40 μ m.

Berdasarkan pengamatan jaringan usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* sp. yang bisa dilihat pada gambar 6 menunjukkan adanya kerusakan pada jaringan usus yang berbeda pada jaringan usus perlakuan. Kerusakan pada usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* sp yaitu adanya hemoragi ditunjukkan dengan panah pada pengamatan kedua (Gambar 7B), pengamatan ketiga (Gambar 7C), pengamatan keempat (Gambar 7D) dan pengamatan kelima (Gambar 7E). Hemoragi (pendarahan) adalah kondisi yang ditandai dengan keluarnya darah dari dalam vaskula akibat dari kerusakan dinding vaskula. Kebocoran dinding ada dua macam melalui kerobekan (perreksis) dan melalui perenggangan jarak antara selsel endotel dinding vaskula (perdiapedisis). Hemoragi dapat disebabkan oleh trauma yaitu kerusakan dalam bentuk fisik yang merusak sistem vaskula jaringan di daerah benturan atau kontak, infeksi agen

infeksius sehingga mengakibatkan pendarahan, bahan toksik yang merusak endotel kapiler, dan faktor lain yang menyebabkan dinding vaskula lemah sehingga pembuluh darah rentan untuk bocor (Smith dan Jones, 1961).

4.2.3 Skoring

Perlakuan yang diberikan selama penelitian pada ikan koi (*C. carpio*) yang diberi skoring memberikan hasil rerata yang berbeda-beda terhadap kerusakan yang terjadi pada jaringan usus ikan koi (*C. carpio*). Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan didapatkan data rerata nilai skoring dari kerusakan usus yang dapat dilihat pada **Tabel 5**.

No	Perlakuan	Skoring				Keterangan
		Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3	Rata- rata	
1	K+	3,4	3,4	3,5	3,4	Hemoragi
2.	K-	0	0	0	0	Tidak ada kerusakan
3.	P1	3,2	2,9	2,7	3,0	Edema
4.	P2	2,7	2,8	2,6	2,7	Edema
5.	P3	3,3	3,3	3,2	3,2	Edema, Hemoragi
6.	P4	2,5	2,3	2	2,2	Edema
7.	P5	2,3	2,2	2	2,1	Edema, Hemoragi
8.	P6	2,7	2,5	2,2	2,4	Edema

Table 5. Nilai skoring histopatologi Usus dengan pemberian probiotik

Keterangan : Nilai Skoring perubahan Histopologi Menurut Mahasri, (2007) sebagai berikut :

- Skor 0 (tidak mengalami perubahan) : Tidak ada sama sekali kerusakan.
Skor 1 (tingkat kerusakan ringan) : kurang dari 25% dari luasan pandang.
Skor 2 (tingkat kerusakan sedang) : 26-60% dari luasan pandang.
Skor 3 (tingkat kerusakan berat) : 61-75% luasan pandang.
Skor 4 (tingkat kerusakan sangat berat) : lebih dari 75% dari luasan pandang.

Tabel diatas merupakan hasil skoring pada setiap perlakuan ikan kontrol dan ikan terinfeksi *Myxobolus*. Pada pengamatan ikan *Myxobolus* sp. tanpa perlakuan didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 3,4. Pada pengamatan ikan *Myxobolus* dengan perlakuan probiotik 1,1ml didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 3,0. Pada pengamatan ikan *Myxobolus* dengan perlakuan probiotik 0,55 didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 2,7. Pada pengamatan ikan *Myxobolus* dengan perlakuan probiotik 1,65 didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 3,2. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai skoring rata-rata pada ikan *Myxobolus* pada perlakuan tersebut sebesar 3 (tingkat kerusakan berat).

Selanjutnya pada tabel diatas didapatkan hasil skoring pada setiap perlakuan ikan kontrol dan ikan sehat dengan perlakuan. Pada pengamatan ikan *Myxobolus* sp. tanpa perlakuan atau kontrol didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 3,4. Pada pengamatan ikan sehat dengan perlakuan probiotik 1,1ml didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 2,2. Pada pengamatan ikan sehat dengan perlakuan probiotik 0,55 didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 2,1. Pada pengamatan ikan sehat dengan perlakuan probiotik 1,65 didapatkan nilai skoring rata-rata sebesar 2,4. Sehingga dapat disimpulkan bahwa nilai skoring rata-rata pada ikan sehat dengan perlakuan tersebut sebesar 2,2 (tingkat kerusakan sedang).

Menurut Anggarani *et al.*, (2015), pemeriksaan derajat kerusakan usus akibat infestasi *Myxobolus koi* dilakukan dengan preparat histopatologi. Preparat diperiksa secara mikroskopis untuk mengetahui derajat kerusakan dengan skoring pada perubahan histopatologi yang terjadi untuk menentukan jenis.

Tingkat kerusakan pada organ usus, dengan nilai 0 (tidak mengalami perubahan), 1 (tingkat kerusakan ringan), 2 (tingkat kerusakan sedang), 3 (tingkat kerusakan berat) dan 4 (tingkat kerusakan sangat berat).

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, didapatkan data rata-rata nilai skoring kerusakan pada organ usus ikan koi yang dapat dilihat pada **Tabel 6.**

Table 6. Rata-rata skoring hasil penelitian Kerusakan Jaringan usus

No	Perlakuan	ulangan			Jumlah	Rata-rata	STD
		1	2	3			
1	k-	0	0	0	0	0,0	0,0000
2	K+	3,4	3,4	3,5	10,3	3,4	0,0577
3	P1	3,2	2,9	2,7	8,8	2,9	0,2517
4	P2	2,7	2,8	2,6	8,1	2,7	0,1000
5	P3	3,3	3,3	3,2	9,8	3,3	0,0577
6	P4	2,5	2,3	2	6,8	2,3	0,2517
7	P5	2,3	2,2	2	6,5	2,2	0,1528
8	P6	2,7	2,5	2,2	7,4	2,5	0,2517

Keterangan :

(0) = tidak terjadi perubahan mikroanatomi (0%)

(1) = terjadi sedikit perubahan struktur mikroanatomi (1%-25%)

(2) = terjadi sedang perubahan struktur mikroanatomi (26%-50%)

(3) = terjadi banyak perubahan struktur mikroanatomi (51%-75%)

(4) = terjadi sangat banyak perubahan struktur mikroanatomi (76%-100%)

Berdasarkan Tabel 6 dapat di lihat bahwa semakin besar pemberian dosis probiotik tidak terlihat perbedaan yang lebih baik yang terjadi pada nilai kerusakan jaringan pada usus ikan koi. Diperoleh nilai rata-rata kerusakan jaringan usus terendah pada perlakuan P5 (ikan sehat dengan dosis probiotik 0,55 ml/30l). Sedangkan nilai rata-rata kerusakan tertinggi diperoleh pada perlakuan P3 (ikan terinfeksi dengan pemberian dosis probiotik 1,65 ml/30l). Hal ini menunjukkan pada dosis probiotik sebesar 0,55 ml/30l pada ikan terinfeksi maupun sehat menunjukkan pengaruh bagi tingkat kerusakan jaringan usus ikan

koi. Pengaruh pemberian probiotik terhadap kerusakan jaringan usus dapat diketahui dengan melakukan uji sidik ragam yang disajikan pada **Tabel 7**.

Table 7. Analisa Sidik Ragam Hasil Penelitian Kerusakan Pada Jaringan Usus

Sumber Keragaman	JK	db	KT	Fhit	F1%	F5%
P	24,09	7	3,441	119,700**	4,03	2,66
A	11,07	1	11,070	385,058**	8,53	4,49
B	4,35	3	1,452	50,488**	5,29	3,24
AB	8,66	3	2,888	100,459**		
G	0,46	16	0,029			
Total	24,55	23				

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

Berdasarkan data pada tabel 7 menunjukkan bahwa pada hasil uji sidik ragam, nilai F hitung > F 5% dan > F 1%, sehingga dapat dikatakan bahwa pemberian probiotik berpengaruh sangat nyata terhadap kerusakan jaringan usus 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 8**.

Table 8. Uji BNT Hasil Penelitian Kerusakan Pada Jaringan Usus

Perlakuan	ratarata	K-	P5	P4	P6	P2	P1	P3	K+	NOTASI
		0,0	2,2	2,3	2,5	2,7	2,9	3,3	3,4	
K-	0,0	TN								A
P5	2,2	2,2	TN							B
P4	2,3	2,3	0,1*	TN						Bc
P6	2,5	2,5	0,3	0,2*	TN					Cd
P2	2,7	2,7	0,5	0,4	0,2*	TN				De
P1	2,9	2,9	0,7	0,6	0,4	0,2*	TN			Ef
P3	3,3	3,3	1,1	1,0	0,8	0,6	0,4	TN		G
K+	3,4	3,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,5	0,1*	TN	H

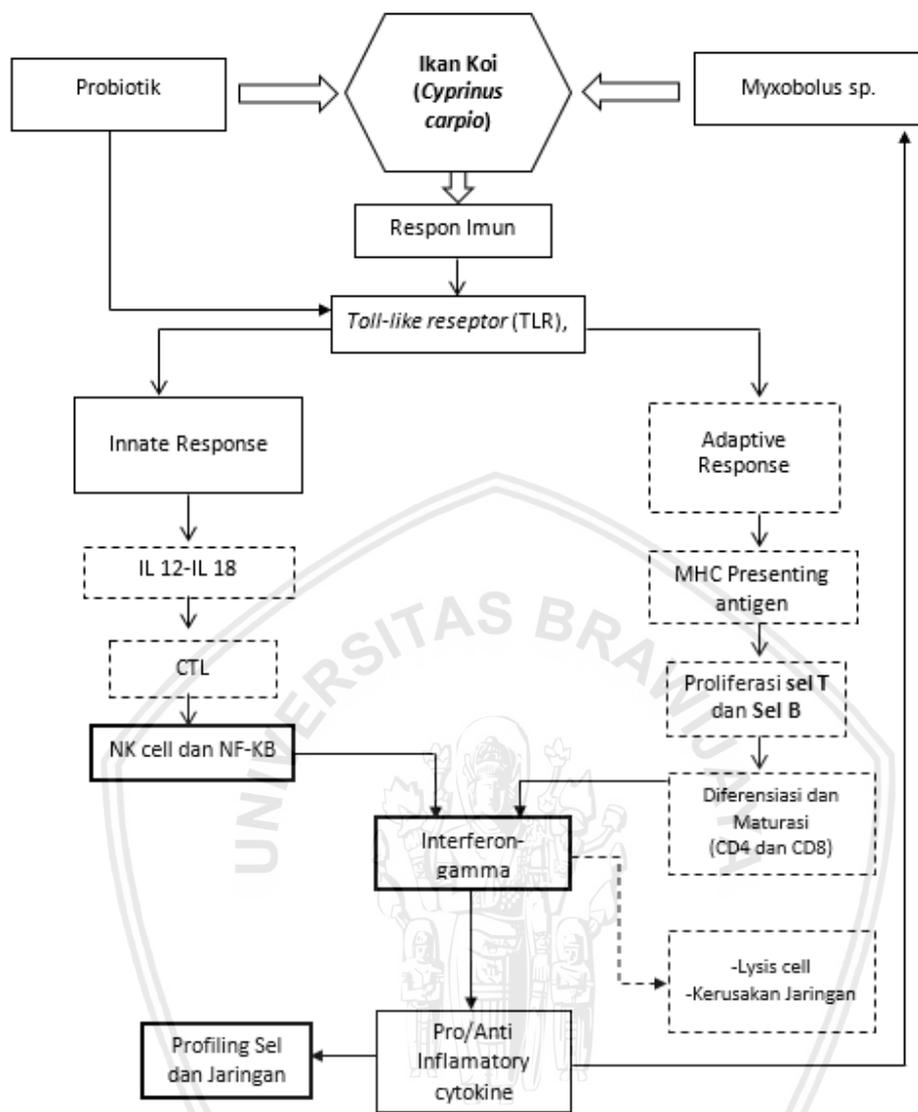
Keterangan : (*) = Berbeda Nyata (TN) = Tidak Berbeda Nyata

Pada Tabel 8 dapat terlihat bentuk kerusakan jaringan dan didapatkan notasi a, b, c, d, e, f, g dan h. Hal ini menunjukkan bahwa hasil yang berbeda pada tiap perlakuan. Pada perlakuan P2 (ikan terinfeksi dengan pemberian dosis probiotik 0,55 ml/30l) dan P5 (ikan sehat dengan pemberian dosis probiotik 0,55 ml/30l) diperoleh nilai rata-rata kerusakan jaringan yang paling rendah, sehingga

dapat disimpulkan bahwa setiap pemberian probiotik dengan dosis yang berbeda pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) dapat memberikan pengaruh yang berbeda terhadap tingkat kerusakan jaringan pada usus ikan koi. Pemberian *Bacillus* spp. sebagai bahan probiotik dengan konsentrasi dan dosis yang tepat mampu meningkatkan jumlah sel darah merah dan kadar hemoglobin darah, hal ini diyakini sebagai salah satu indikator peningkatan kemampuan ikan dalam menyuplai nutrisi ke seluruh tubuh dan perbaikan jaringan, sehingga dapat meningkatkan pertumbuhan ikan (Rajikkannu *et al.* 2015).

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

Penelitian tentang probiotik telah banyak dilakukan untuk peningkatan produksi akuakultur sebagai suplemen makanan, peningkatan resistensi terhadap penyakit, serta peningkatan kinerja pertumbuhan. Probiotik juga mampu berperan sebagai imunostimulan, meningkatkan rasio konversi pakan, mempunyai daya hambat pertumbuhan bakteri patogen, menghasilkan antibiotik, serta peningkatan kualitas air (Watson *et al.* 2008). Pada penelitian ini, pemberian probiotik pada media pemeliharaan diharapkan dapat memperbaiki kualitas air, meningkatkan kelangsungan hidup dan mengatasi parasit *Myxobolus* sp. yang menyerang ikan koi sehingga hasil panen dapat meningkat. Selain itu, dalam penelitian ini bertujuan melihat bagaimana hasil histopatologi kerusakan jaringan usus pada ikan koi terhadap pengaruh pemberian probiotik untuk mengatasi parasit *Myxobolus* sp.



Pada penelitian ini digunakan 3 perlakuan dosis probiotik. Perlakuan 1 dengan pemberian dosis sebesar 1,1 ml/ 30 l, perlakuan 2 dosis sebesar 0,55 ml/ 30 l dan perlakuan 3 dosis sebesar 1,65 ml/ 30 l. Efek yang muncul pada ikan terkait pemberian probiotik adalah terbentuknya respon imun adaptif pada ikan koi. Salah satu mekanisme respon molekuler yang dibentuk oleh tubuh ikan dalam mempertahankan diri dari serangan mikroorganisme patogen adalah melalui pembentukan sel imun baik interleukin maupun MHC (*Major Hstocompatibility Complex*). MHC (*Major Hstocompatibility Complex*) merupakan salah satu molekul yang berperan penting dalam sistem pertahanan adaptif (Yanuhar *et al.*,

2012). Sistem imun non-spesifik ikan antara lain terdiri dari penghalang fisik terhadap infeksi, pertahanan humoral dan sel-sel fagositik (leukosit granulosit dan agranulosit). Ikan hanya mensintesis satu kelas imunoglobulin (IgM). Pada ikan teleostei IgM serum bersifat tetramerik dan pada ikan-ikan bertulang rawan bersifat penta merik. IgM lebih efisien dibandingkan dengan IgG dalam aktivasi komplemen, opsonisasi, netralisasi virus dan aglutinasi. IgM dijumpai pada mukus ikan dan merupakan imunitas yang dimediasi oleh sel. Mekanisme molekuler pada respon imun yaitu dengan cara antibody akan disintesis ketika ada respon dari luar berupa antigen yang kemudian dipresentasikan oleh sel-sel yang bertugas mempresentasikan antigen (Antigen presenting cells, APCs), antara lain makrofag, sel-sel dendrit dan lymphocyte B (sel B). Respon imun adaptif ini selain IGM juga ditandai terbentuknya protein hemaglutinin seperti di Gambar 8.



Gambar 8. Uji Hemaglutinin Plasma Darah

4.4 Hasil Analisa Kualitas Air

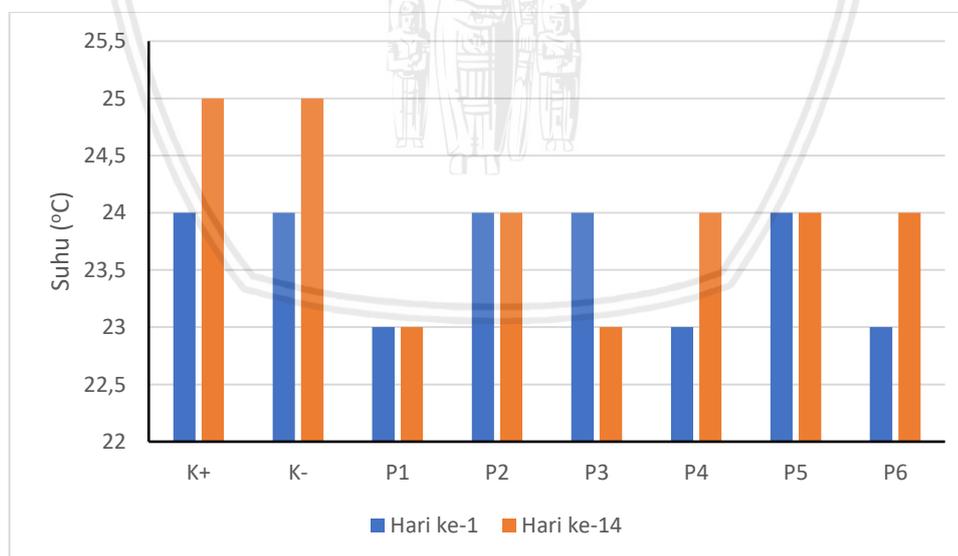
Kualitas air merupakan faktor pembatas dalam pertumbuhan ikan budidaya, termasuk ikan koi. Dalam budidaya ikan koi, kualitas air yang baik sangat dibutuhkan, sehingga pertumbuhan ikan koi akan terhambat apabila kualitas air buruk karena energinya digunakan untuk bertahan pada lingkungan perairan yang buruk sehingga pertumbuhannya melambat dan dapat menyebabkan hidupnya parasit seperti *Myxobulus* sp (Ghufran dan Kordi, 2010).

Kualitas air yang diukur pada penelitian ini meliputi parameter fisika dan kimia. Pada parameter fisika meliputi suhu dan pada parameter kimia meliputi pH, DO, dan CO₂. Pengukuran kualitas air dilakukan dua kali selama penelitian yaitu dilakukan pada hari ke- 1 dan hari ke- 14. Data pengukuran parameter kualitas air ditunjukkan pada Lampiran.

4.4.1 Parameter Fisika

a. Suhu

Menurut Kelabora (2010), suhu merupakan salah satu parameter yang menentukan keberhasilan budidaya ikan koi. Hal ini disebabkan karena suhu dapat mempengaruhi pertumbuhan dan nafsu makan ikan. Suhu dapat mempengaruhi aktivitas penting ikan seperti pernapasan, pertumbuhan dan reproduksi. Suhu yang tinggi dapat mengurangi oksigen terlarut dan mempengaruhi selera makan ikan. Hasil pengukuran suhu pada hari ke-1 dan ke- 14 dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Grafik Hasil Pengukuran Suhu

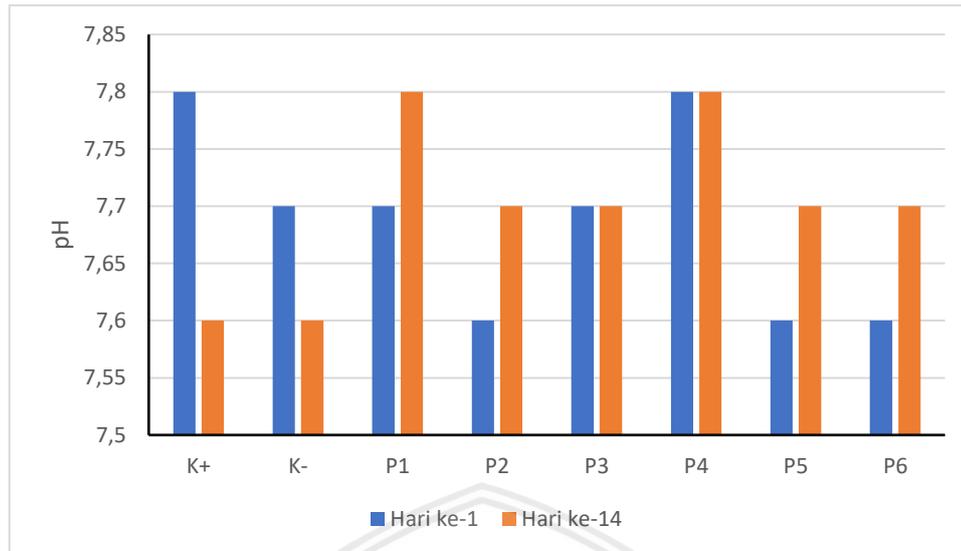
Berdasarkan hasil pengukuran suhu yang dilakukan pada hari ke- 1 dan hari ke- 14 pada pengamatan, didapatkan rata – rata suhu pada perlakuan kontrol + sebesar 24,5°C, perlakuan kontrol - sebesar 24,5°C, perlakuan P1

sebesar 23°C, P2 sebesar 24°C, P3 sebesar 23,5, P4 sebesar 23,5°C, P5 sebesar 24°C dan P6 sebesar 23,5°C. Hal ini membuktikan bahwa nilai suhu selama pemeliharaan dapat dikatakan normal dan layak untuk kehidupan ikan koi (*Cyprinus carpio*) dan bisa dikatakan nilai suhu ini sesuai dengan habitat hidupnya. Hal tersebut sesuai dengan pendapat Susanto (2008), menyatakan bahwa ikan koi dapat tumbuh optimal pada suhu 15-32°C. Perubahan suhu air atau fluktuasi dapat mempengaruhi perubahan homeostatis pada ikan. Ikan menggunakan energi yang berlebihan sehingga mengganggu pertumbuhannya. Dalam rentan waktu yang lama fluktuasi suhu dapat menyebabkan stress pada ikan (Ross dan Ross, 1999). Stress pada ikan dapat menyebabkan pertahanan tubuh ikan terhadap penyakit menurun. Ikan yang stress kondisi fisiknya akan lemah sehingga ikan mudah terserang penyakit salah satunya yaitu *Myxobolus* sp.

4.4.2 Parameter Kimia

a. pH

Pengukuran pH dalam perairan sangat diperlukan karena pH merupakan indikator untuk mengetahui konsentrasi ion hidrogen yang ada di perairan. Kondisi suatu perairan asam atau basa dapat dilihat dari hasil pengukuran pH tersebut. Nilai pH yang terlalu tinggi dapat menghambat proses fotosintesis karena kandungan CO₂ berkurang sementara itu jika nilai pH terlalu rendah dapat menyebabkan ikan lemas bahkan dapat menyebabkan kematian (Mahyuddin, 2010). Hasil pengukuran pH ikan koi pada proses pemeliharaan dapat dilihat pada **gambar 10**.



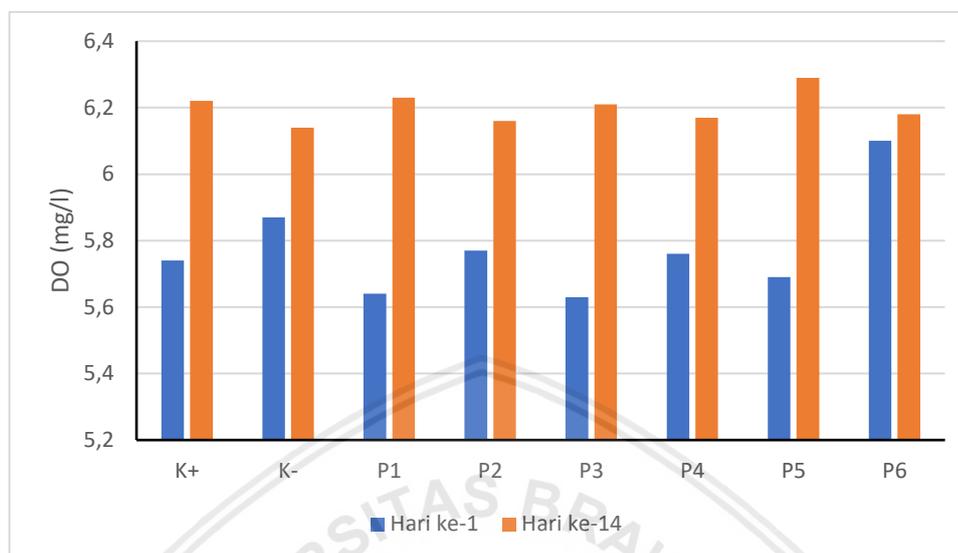
Gambar 10. Grafik Hasil Pengukuran pH

Berdasarkan hasil pengukuran pH yang dilakukan pada hari ke- 1 dan hari ke- 14 pada pengamatan, didapatkan rata – rata pH pada perlakuan kontrol + sebesar 7,7, perlakuan kontrol - sebesar 7,65, perlakuan P1 sebesar 7,75, P2 sebesar 7,65, P3 sebesar 7,7, P4 sebesar 7,8, P5 sebesar 7,65 dan P6 sebesar 7,65. Hasil yang didapatkan tersebut masih dapat ditolerir dalam kehidupan ikan koi. Hal ini sesuai dengan pernyataan Soeprijanto dan Noviati, (2008), bahwa pertumbuhan ikan koi yang optimal pada derajat keasaman (pH) air antara 6,5-8,5. Besar kecilnya angka pH sangat dipengaruhi oleh kandungan karbondioksida di dalam air. Fluktuasi pH juga sangat dipengaruhi oleh proses respirasi. Nilai pH yang sangat rendah dapat menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar dan dapat bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya nilai pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam perairan yang juga dapat bersifat toksik bagi organisme air.

b. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan salah satu gas yang terlarut dalam perairan. Oksigen digunakan oleh ikan nila untuk bernapas. Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer (sekitar 21%) dan aktivitas

fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton. Hasil pengukuran rata - rata oksigen terlarut selama 14 hari pemeliharaan dapat dilihat pada **Gambar 11**.

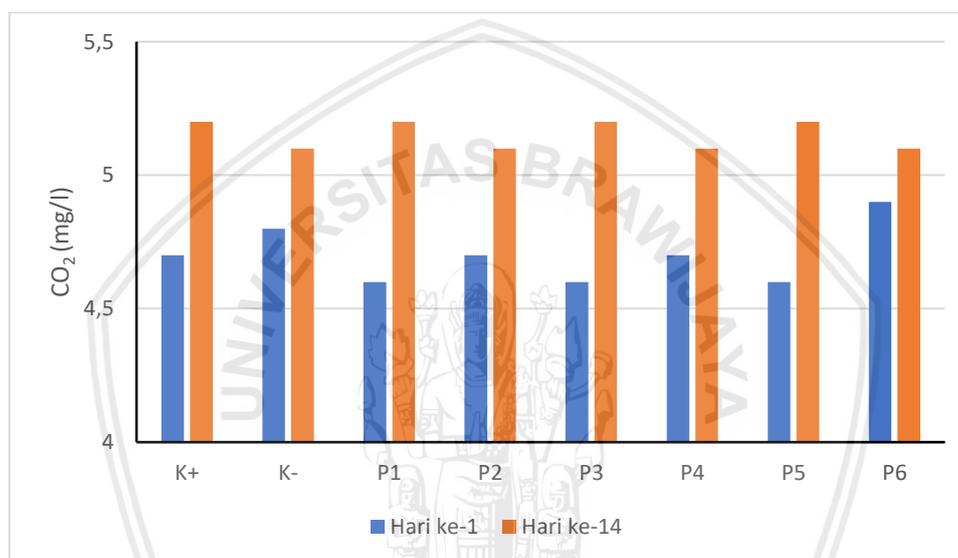


Gambar 11. Grafik Hasil Pengukuran DO

Berdasarkan hasil pengukuran DO yang dilakukan pada hari ke- 1 dan hari ke- 14 pada pengamatan, didapatkan rata – rata DO pada perlakuan kontrol + sebesar 5,98, perlakuan kontrol - sebesar 6, perlakuan P1 sebesar 5,93, P2 sebesar 5,98, P3 sebesar 5,93, P4 sebesar 5,96, P5 sebesar 5,98 dan P6 sebesar 6,14 mg/l. Hasil DO yang didapatkan dari pengukuran tersebut masih dapat di toleransi oleh ikan koi. Hal tersebut dinyatakan oleh Putriana *et.al* (2015), kadar DO yang memenuhi kriteria kualitas air yang dibutuhkan yaitu sebesar 5-6 mg/l. Pada tekanan tertentu, kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu. Beberapa faktor lain yang mempengaruhi kelarutan oksigen dalam perairan adalah pergolakan dan luas permukaan air terbuka bagi atmosfer. 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).

c. Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida merupakan unsur penting yang terdapat di udara maupun perairan. Karbondioksida dihasilkan dari proses respirasi biota akuatik maupun penguraian bahan organik. Pengaruh gas karbondioksida di perairan sangat dipengaruhi oleh adanya oksigen terlarut (Afrianto dan Liviawaty, 1992). Hasil pengukuran karbondioksida yang dilakukan pada pemeliharaan dapat dilihat pada **gambar 12**.



Gambar 12. Grafik Hasil Pengukuran DO

Berdasarkan hasil pengukuran CO₂ yang dilakukan pada hari ke- 1 dan hari ke- 14 pada pengamatan, didapatkan rata – rata CO₂ pada perlakuan kontrol + sebesar 4,95, perlakuan kontrol - sebesar 4,95, perlakuan P1 sebesar 4,9, P2 sebesar 4,9, P3 sebesar 4,9, P4 sebesar 4,9, P5 sebesar 4,9 dan P6 sebesar 5 mg/l. Hasil pengukuran kandungan karbondioksida tersebut masih tergolong normal untuk perairan budidaya ikan mas. Hal tersebut sesuai dengan standar baku mutu PP No. 82 Tahun 2001, tentang Pengelolaan Kualitas Air Dan Pengendalian Pencemaran Air, batas maksimum karbondioksida untuk kegiatan budidaya air tawar yaitu pada kisaran 2 - 9 mg/l. Pada konsentrasi yang tinggi (> 10 mg/l), karbondioksida dapat beracun, karena keberadaannya dalam darah

dapat menghambat pengikatan oksigen oleh hemoglobin. Konsentrasi karbondioksida dalam perairan kolam budidaya juga diperlukan untuk proses fotosintesis oleh kehidupan tanaman air. Nilai karbondioksida di perairan dapat ditentukan oleh pH dan suhu perairan. Jumlah karbondioksida yang bertambah dapat menghambat proses respirasi pada ikan sehingga menyebabkan stress bagi ikan (Carman dan Sucipto, 2013).



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat diambil kesimpulan sebagai berikut:

Pengamatan yang telah dilakukan secara Histopatologi pada preparat jaringan usus ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus* sp. dengan pemberian probiotik menunjukkan adanya kerusakan pada jaringan usus berupa Hemoragi dan Edema. Penanganan parasit *Myxobulus* dapat dilakukan dengan pemberian probiotik dengan dosis antara lain 1,1, 0,55 dan 1,6ml, dimana pada pemberian dosis sebesar 0,55 ml merupakan pemberian dosis probiotik yang optimal pada ikan koi yang terinfeksi *Myxobulus*. Hal ini dikarenakan pada pemberian probiotik pada dosis 0,55 ml merupakan dosis yang paling optimal dibandingkan dengan pemberian dosis yang lain. Probiotik berguna untuk penetralisir air agar ikan terlindung dari racun dan bakteri-bakteri penyebab penyakit. Hal tersebut dikarenakan pada bahan probiotik berupa mikroorganisme *Lactobacillus* dapat digunakan sebagai bahan untuk perombakan yang terjadi pada kerusakan pada jaringan usus.

5.2 Saran

Berdasarkan hasil penelitian diperlukan adanya pengontrolan kualitas air untuk menjaga kualitas air sehingga biota akuatik yang hidup dalam perairan tersebut dapat hidup dan berkembang dengan normal. Serta perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk mengetahui tingkat kerusakan pada biota lain maupun pemberian imunostimulan selain probiotik terhadap histopatologi jaringan usus.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto dan Liviawaty, 1992. Pengendalian Hama dan Penyakit Ikan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. 89 halaman.
- Agus, P. (2012). Penentuan Spesies Myxobolus Pada Ikan Air Tawar di Berbagai Pulau di Indonesia Secara Konvensional dan Molekuler. Disertasi. Sains Veteriner. Yogyakarta : Fakultas Kedokteran Hewan-Universitas Gajah Mada.
- Asep Hermawan. 2006. Metode Penelitian. Jakarta : PT. Gramedia Widia Saran Indonesia.
- 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.
- Bachtiar, I. Y., dan T. Lentera. 2002. Pembesaran ikan mas di kolam pekarangan. AgroMedia.
- Boyd, C. E. 1982. Water Quality Management for Pond Fish Culture Development in Aquaculture and Fish Science, Vol. 9. Elsevier Scientific Pub. Comp.
- Carman, O dan Adi Sucipto. 2013. Pembesaran Nila 2,5 Bulan. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Ciptanto, S. 2010. Top 10 Ikan Air Tawar. Lily Publisher, Yogyakarta.
- Effendi, H. 1993. Mengenal Beberapa Jenis Koi. Kanisius. Yogyakarta.
- Fishbase. 2019. *Cyprinus carpio*. [terhubung berkala]. <http://www.fishbase.org/species/summary.htm>. [21 April 2019].
- Ghufran, M.H., Kordi, K. 2010. Budidaya Ikan Lele di Kolam Ikan Terpal. Lily Publisher, Yogyakarta
- Guyton, A. C. & Hall, J. E. (1996). Textbook of medical physiology (9th ed.). Philadelphia, PA: W.B. Saunders Company.
- Haikal, F. L dan Mulyana. 2008. Koi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hinton, D.E. 1994. Cells, cellular responses, and their markers in chronic toxicity of fishes. Aquatic Toxicology, p.207Á.
- Hoole, D., D. Bucke., P. Burgess., and I. Wellby. 2001. Diseases of carp and other cyprinid fishes. Oxford, UK: Fishing News Books.
- Insivitawati, E., G. Mahasri dan Kusnoto. 2015. Gambaran Darah Dan Histopatologi Insang, Usus Dan Otak Ikan Koi (*Cyprinus carpio koi*) Yang

- Diinfeksi Spora *Myxobolus Koi* Secara Oral. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7 (2) : 225 – 234.
- Jasminandar, Y. 2011. Prevalensi Parasit Dan Penyakit Ikan Air Tawar Yang Dibudidayakan Di Kota/ Kabupaten Kupang. *Bionatura Jurnal Ilmu-ilmu Hayati dan Fisik*. 13 (1) : 25 – 30.
- Juliyanti, V., Salamah dan Muliani. 2016. Pengaruh Penggunaan Probiotik Pada Media Pemeliharaan Terhadap Benih Mas Koki (*Carassius auratus*) Pada Umur Yang Berbeda. *Acta Aquatica*. 3 (2) : 66 – 74.
- Kelabora., Dominggas M. 2010. Pengaruh Suhu Terhadap Kelangsungan Hidup dan Pertumbuhan Larva Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Berkala Perikanan Terubuk Vol 38 No 1 hlm 71-81.
- Kusrini, E., S. Cindelas, 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.
- Kordi, K. 2014. Panen Untung dari Akuabisnis Ikan Gurami. Yogyakarta : Andi Publisher.
- Luthfi, M. Z., S. Rejeki, T. Elfitasari. 2017. Analisa Kelayakan Usaha Budidaya Polikultur Udang Windu (*Penaeus monodon*) Dan Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) di Desa Bangsri, Kabupaten Brebes. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 1 (1) : 62-71.
- Mahasri, G. 2017. Development of Spore Protein of *Myxobolus koi* as an Immunostimulant for Prevent of Myxobolusis on Gold Fish (*Cyprinus carpio* Linn) by Oral Immunisation. *Earth and Environmental Science*.
- Mahyuddin, Kholis. 2010. Panduan Lengkap Agribisnis Lele. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Markovic, Z., Vesna P., Nada L., Ivana Z., Zorka D., Marko S., Milan S., Bozidar R., and Mette S. 2012. Evaluation of Growth and Histology of Liver and Intestine in Juvenile Carp (*Cyprinus carpio*, L.) Fed Extruded Diets with or without Fish Meal. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. 12: 301-308.
- Mustofa, A. (2015). Kandungan Nitrat dan Pospat Sebagai Faktor Tingkat Kesuburan Perairan Pantai. *Jurnal Disprotek*, 6(1).
- Novitarizky, I. M., H. Manoppo, S.N.J. Longdong. 2018. Isolasi bakteri probiotik *Lactobacillus* sp dari usus ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Budidaya Perairan*. 6 (2) : 17 – 24.
- Paasivirta, J. 1991. Chemical Ecotoxicology. Florida: Lewis Publishers.
- Patty, S. I. 2015. Karakteristik Fosfat Nitrat dan Oksigen Terlarut di Perairan Selat Lembeh, Sulawesi Utara. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. Vol. 1 (1).

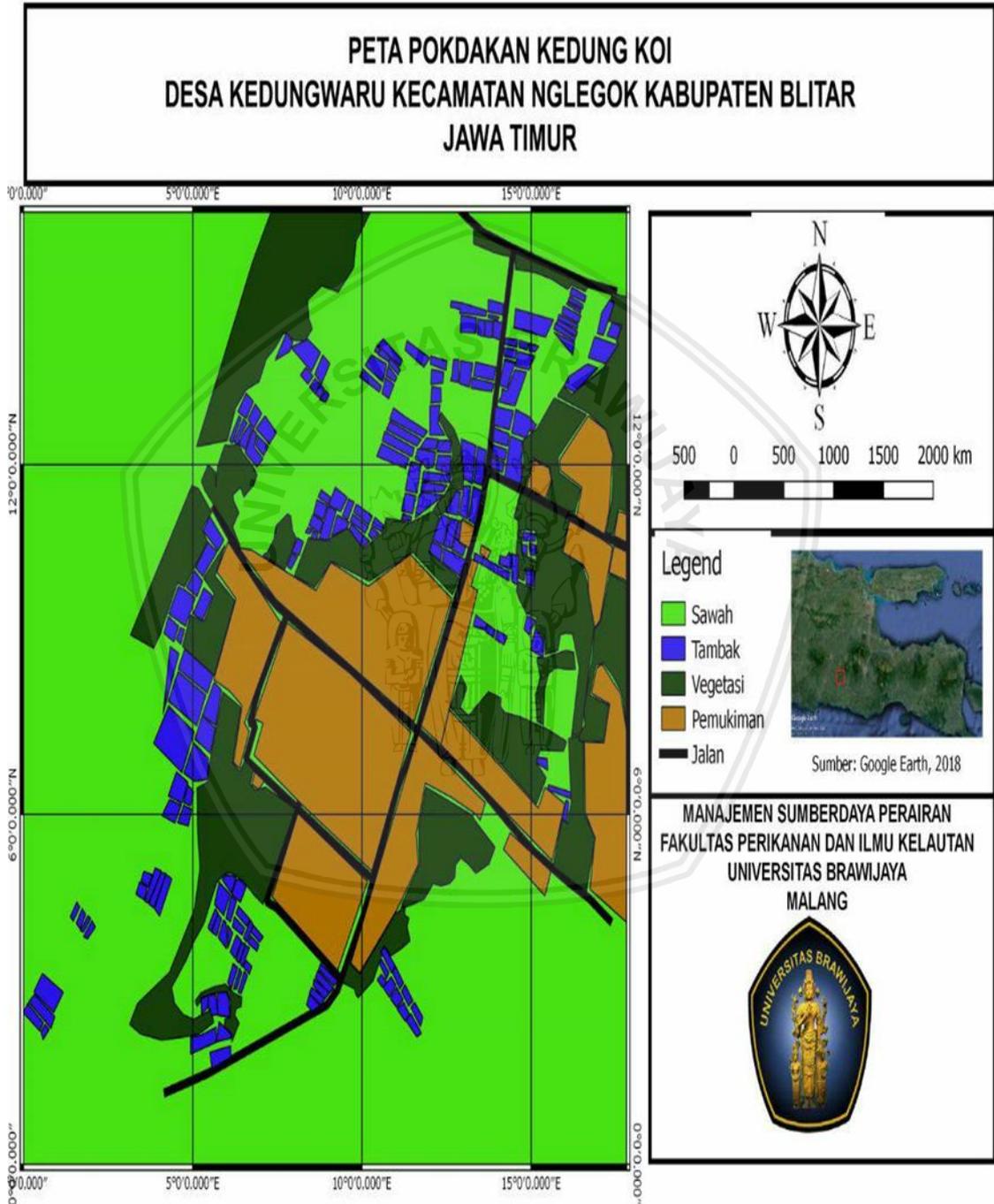
- Prihartini, N. C., dan Alfiyah. 2017. Myxosporeasis Pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan. 8 (1) : 6 – 10.
- Popma, T.J. dan Lovshin L.L. 1996. World prospect for commercial production of tilapia. Research and Development Series No. 41. International Center for Aquaculture and Aquatic Environmens. Departement of Fisheries and Allied Aquacultures Auburn University. Alabama. 23 hal.
- R. Watson., Halpern, B.S, A. Walbridge, K.A. Selkoe, C.V. Kappel, F. Micheli, C. D'Agrosa, J.F. Bruno, K.S. Casey, C. Ebert, H.E. Fox, R. Fujita, D. Heinemann, H.S. Lenihan, E.M.P. Madin, M.T. Perry, E.R. Selig, M. Spalding, R. Steneck, and. 2008. A Global Map of Human Impact on Marine Ecosystems. Science, 319, 948-952.
- Rahmawan, M. E. A., Suminto, dan V. E. Herawati. 2014. Penggunaan Bakteri Kandidat Probiotik Pada Pakan Buatan Terhadap Efisiensi Pemanfaatan Pakan, Pertumbuhan dan Kelulushidupan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*. 3 (4) : 257 - 264.
- Rajikkannu, M., N. Natarajan, P. Santhanam, B. Deivasigamani, J. Ilamathi, S. Janani. 2015. Effect of probiotics on the haematological parameters of Indian major carp (*Labeo rohita*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*.
- Rustikawati, I., R. Rostika, D. Iriana dan E. Herlina. 2004. Intensitas Dan Prevalensi Ektoparasit Pada Benih Ikan Mas (*Cyprinus carpio L.*) Yang Berasal Dari Kolam Tradisional Dan Longyam Di Desa Sukamulya Kecamatan Singaparna Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 3 (3) : 33-39.
- Spector, W.G., dan T.C. Spector. 1993. Pengantar Patologi Umum. Edisi ke-3. Soetjipto NS, Harsoyo, Hana A, Astuti P, Penerjemah; Moelyono MPE, Editor. Yogyakarta. Gadjah Mada University Press.
- Sugianti, B. 2012. Variasi Genetik dan Perubahan Patologis Infeksi Koi *Herpesvirus* (KHV) pada *Cyprinus carpio*. Skripsi. Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sukadi, M. F 2002. Peningkatan teknologi budidaya perikanan. *Jurnal ikhtiologi Indonesia*. 2 (2) : 61-66.
- Susanto, H. 2001. Teknik Kawin Suntik Ikan Ekonomis. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Susunto, H. 2008. Budidaya Ikan Lele. Edisi Revisi. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Syafar, L. A., G. Mahasri, F. A. Rantam. 2017. Blood Description, Parasite Infestation And Survival Rate Of Carp (*Cyprinus carpio*) Which Is Exposed By Spore Protein Myxobolus Koi on Rearing Pond As Immunostimulan Material. *Jurnal Biosains Pascasarjana*. 19 (2) : 1 – 18.

- Wardany, K. H dan Nia, K. 2014. Eksplorasi Ektoparasit Pada Ikan Famili Cyprinidae Di Kolam Rumah Makan Wilayah Malang Raya. *Jurnal Biotropika*. 2 (2) : 87 – 91.
- Yanuhar , U., A. Maizar, Ita, F.S. 2012. Fungsi Sel Imun Interleukin-4 (Il-4) Pada Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) Dengan Induksi Protein Immunogenik *Vibrio Harveyi*. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 4 (1) : 73-79.
- Yulinery, T., E. Yulianto, N. Nurhidayat. 2006. Uji Fisiologis Probiotik *Lactobacillus* sp. Mar 8 yang Telah Dienkapsulasi dengan Menggunakan *Spray Dryer* untuk Menurunkan Kolesterol. *Biodiversitas*. 7 (2) : 118 – 122.
- Yokoyama, H., D. Grabner, and S. Shirakashi. 2012. Health and Environment in Aquaculture. Transmission Biology of The Myxozoa. Germany. Intechopen.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Lokasi Pengambilan Sampel Penelitian



Lampiran 2. Alat Pengukuran Kualitas Air

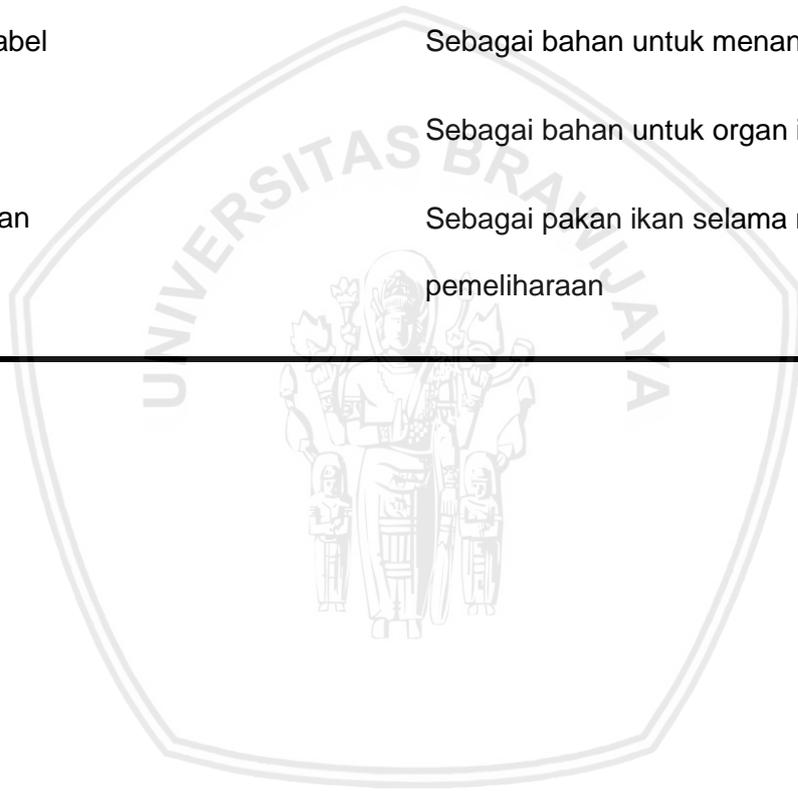
Parameter Fisika	Alat	Gambar
Suhu	<ul style="list-style-type: none"> • Thermometer Digital 	
Parameter Kimia	Alat	Gambar
pH	<ul style="list-style-type: none"> • pH meter 	
DO	<ul style="list-style-type: none"> • DO meter 	
CO ₂	<ul style="list-style-type: none"> • Erlenmeyer 100 ml • Buret • Statif • Botol Air 600 ml • Gelas Ukur 25 ml • Pipet Tetes 	

Lampiran 3. Alat dan Bahan yang digunakan pada penelitian

Alat dan Bahan	Fungsi
Bak	Sebagai wadah pemeliharaan ikan koi dalam penelitian
Nampan	Sebagai tempat ikan pada saat dilakukan pengambilan organ
Sectio 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 pksigen 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

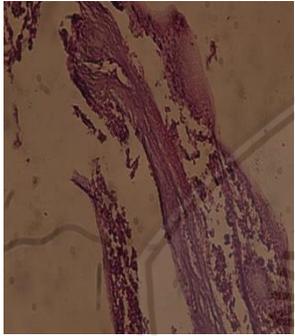
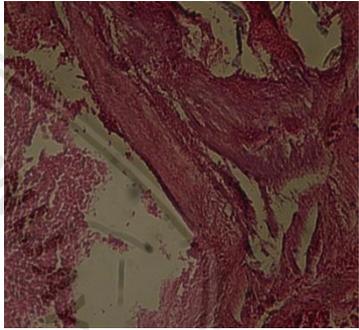


Ikan mas koi	Sebagai bahan yang akan diinfeksi bakteri <i>Myxobolus sp</i>
Dimilin, Kutuklin dan Probiotik	Sebagai bahan uji
Tissue	Sebagai bahan untuk membersihkan alat yang telah digunakan
Alumunium foil	Sebagai bahan untuk menutup organ
Kertas Label	Sebagai bahan untuk menandai
Plastik	Sebagai bahan untuk organ ikan
Pakan Ikan	Sebagai pakan ikan selama masa pemeliharaan



Lampiran 4. Dokumentasi Penelitian

 <p>Bak Perlakuan Penelitian</p>	 <p>Pengukuran berat dan panjang ikan</p>	 <p>Kondisi organ ikan koi yang terinfeksi <i>myxobolus</i> sp.</p>
 <p>Pembedahan ikan koi untuk pengambilan organ</p>	 <p>Sampel ikan yang diberikan perlakuan kutuklin</p>	 <p>Sampel ikan yang diberikan perlakuan dimilin</p>
 <p>Sampel ikan yang diberikan perlakuan probiotik</p>	 <p>Jaringan usus ikan koi</p>	 <p>Hasil antigen ikan koi terhadap respon molekuler pada perlakuan probiotik</p>

 <p>Pengamatan Jaringan ikan koi</p>	 <p>Pengamatan Jaringan ikan koi</p>	 <p>Proses penimbangan pakan</p>
 <p>Hasil pengamatan usus ikan koi yang terinfeksi <i>Myxobolus</i> dengan perlakuan probiotik</p>	 <p>Hasil pengamatan usus ikan koi yang terinfeksi <i>Myxobolus</i> dengan perlakuan kutuklin</p>	 <p>Hasil pengamatan usus ikan koi yang terinfeksi <i>Myxobolus</i> dengan perlakuan dimilin</p>
 <p>Proses pengukuran suhu perairan dalam bak</p>	 <p>Proses pengukuran kandungan pH perairan dalam bak</p>	 <p>Proses pengukuran kandungan oksigen terlarut perairan dalam bak</p>



Proses pengukuran C_{O_2}



Aklimatisasi sebelum dipindahkan ke bak dan dilakukan perlakuan



Lampiran 5. Perhitungan

Skoring Hasil Penelitian Kerusakan Pada Jaringan Usus Ikan Koi

No	Perlakuan	ulangan			Jumlah	Rata-rata	STD
		1	2	3			
1	K-	0	0	0	0	0,0	0,0000
2	K+	3,4	3,4	3,5	10,3	3,4	0,0577
3	P1	3,2	2,9	2,7	8,8	2,9	0,2517
4	P2	2,7	2,8	2,6	8,1	2,7	0,1000
5	P3	3,3	3,3	3,2	9,8	3,3	0,0577
6	P4	2,5	2,3	2	6,8	2,3	0,2517
7	P5	2,3	2,2	2	6,5	2,2	0,1528
8	P6	2,7	2,5	2,2	7,4	2,5	0,2517
		20,1	19	18,2	57,7	19,2	

Perlakuan	Dosis 1,1	Dosis 0.55	Dosis 1.65	Kontrol	Total
Myxo	10,3	8,8	8,1	9,8	37
Sehat	0	6,8	6,5	7,4	20,7
Total	10,3	15,6	14,6	17,2	

$$\begin{aligned}
 \text{Faktor Koreksi} &= \frac{(\text{Jumlah})^2}{a \times b \times r} \\
 &= \frac{(57,7)^2}{2 \times 4 \times 3} \\
 &= 138,72
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{Jumlah Kuadrat (JK) Total} &= \{(K(+))1)^2 + (K(+))2)^2 + \dots + (P6)^2\} - FK \\
 &= \{(0)^2 + (0)^2 + \dots + (2,2)^2\} - 138,72 \\
 &= 24,55
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{JK Perlakuan} &= \frac{\sum K+^2 + \sum K-^2 + \sum P1^2 + \sum P2^2 + \sum P3^2 + \sum P4^2 + \sum P5^2 + \sum P6^2}{r} - FK \\
 &= \frac{0^2 + 10,3^2 + 8,8^2 + 8,1^2 + 9,8^2 + 6,8^2 + 6,5^2 + 7,4^2}{3} - 138,72 \\
 &= 24,09
 \end{aligned}$$

$$\text{Jumlah Kuadrat A} = \frac{\sum \text{Myxo}^2 + \sum \text{Sehat}^2}{r \times b} - FK$$

$$= \frac{37^2 + 20,7^2}{3 \times 4} - 138,72$$

$$= 11,07$$

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

$$= \frac{10,3^2 + 15,6^2 + 14,6^2 + 17,2^2}{3 \times 2} - 138,72$$

$$= 4,35$$

Jumlah Kuadrat AB $= JKP - JKA - JKB$

$$= 24,09 - 11,07 - 4,35$$

$$= 8,66$$

Jumlah Kuadrat Galat $= JKT - JKP$

$$= 24,55 - 24,09$$

$$= 0,46$$

Derajat Bebas Perlakuan $= a \times b - 1$

$$= 2 \times 4 - 1$$

$$= 7$$

Derajat Bebas A $= a - 1$

$$= 2 - 1$$

$$= 1$$

Derajat Bebas B $= b - 1$

$$= 4 - 1$$

$$= 3$$

Derajat Bebas AB $= (a - 1) \times (b - 1)$

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

$$= 3$$

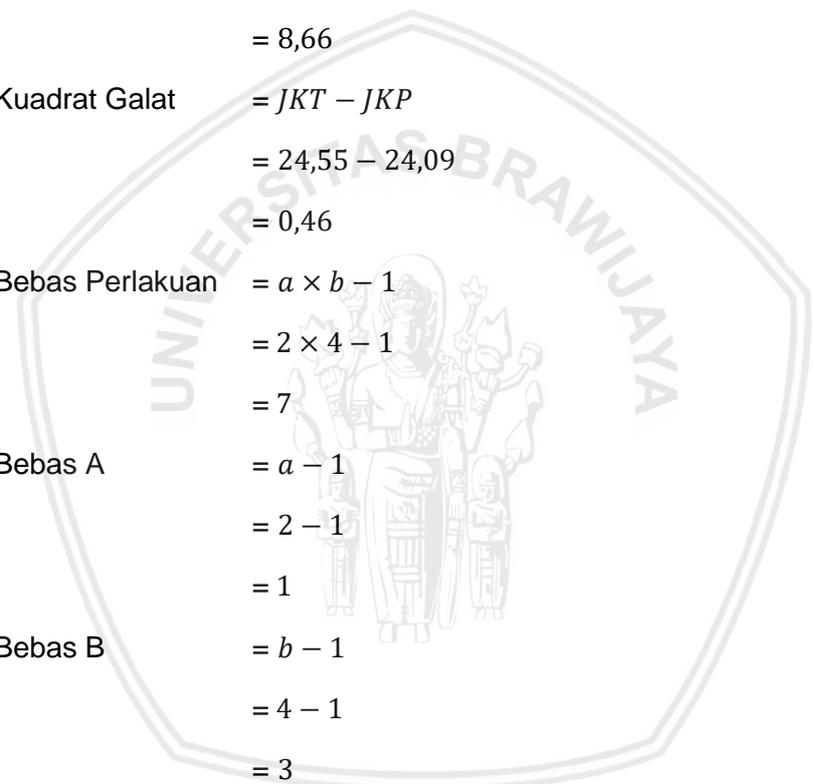
Derajat Bebas Galat $= a \times b \times (r - 1)$

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

$$= 16$$

Derajat Bebas Total $= db Perlakuan + db Galat$

$$= 7 + 16$$



$$= 23$$

$$\text{Kuadrat Tengah Perlakuan} = \frac{JKP}{db \text{ Perlakuan}}$$

$$= \frac{24,09}{7}$$

$$= 3,441$$

$$\text{Kuadrat Tengah A} = \frac{JKA}{db A}$$

$$= \frac{11,07}{1}$$

$$= 11,070$$

$$\text{Kuadrat Tengah B} = \frac{JKB}{db B}$$

$$= \frac{4,35}{3}$$

$$= 1,452$$

$$\text{Kuadrat Tengah AB} = \frac{JKAB}{db AB}$$

$$= \frac{8,66}{3}$$

$$= 2,888$$

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

$$= \frac{0,46}{16}$$

$$= 0,029$$

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

$$= \frac{3,441}{0,029}$$

$$= 119,7$$

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

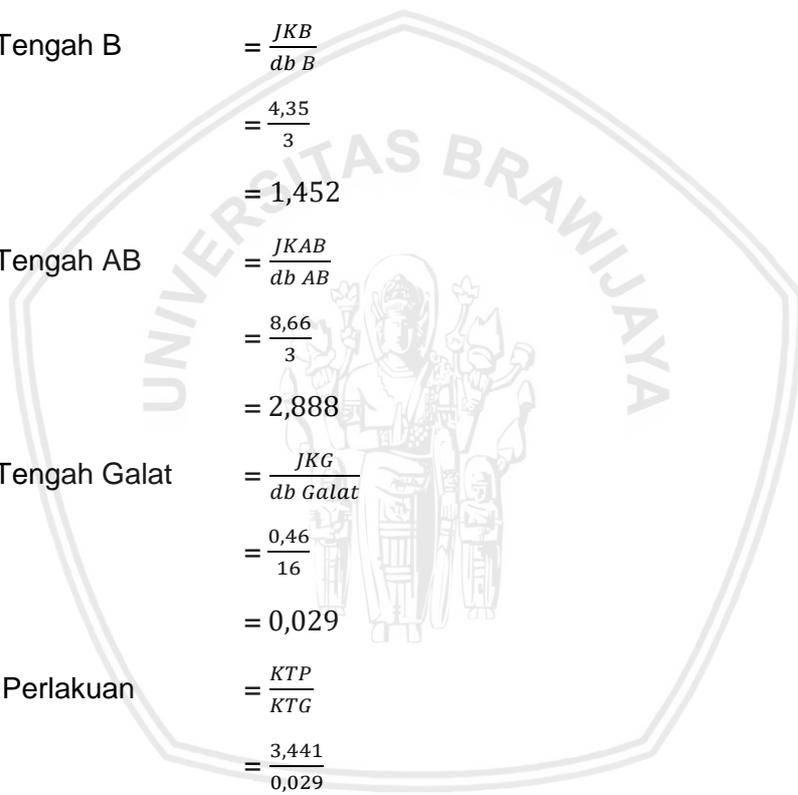
$$= \frac{11,070}{0,029}$$

$$= 385,058$$

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

$$= \frac{1,452}{0,029}$$

$$= 50,488$$



$$\begin{aligned}
 \text{F Hitung AB} &= \frac{KTAB}{KTG} \\
 &= \frac{2,888}{0,029} \\
 &= 100,459
 \end{aligned}$$

Analisa Sidik Ragam

SK	JK	db	KT	Fhit	F1%	F5%
P	24,09	7	3,441	119,700**	4,03	2,66
A	11,07	1	11,070	385,058**	8,53	4,49
B	4,35	3	1,452	50,488**	5,29	3,24
AB	8,66	3	2,888	100,459**		
G	0,46	16	0,029			
Total	24,55	23				

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)

$$\begin{aligned}
 \text{SED} &= \frac{\sqrt{2KTG}}{\sqrt{r}} \\
 &= \frac{\sqrt{2 \times 0,029}}{\sqrt{3}} \\
 &= 0,024
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 5\%} &= t \text{ tabel 5\%} \times \text{SED} \\
 &= 2,119905 \times 0,024 \\
 &= 0,05
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{BNT 1\%} &= t \text{ tabel 1\%} \times \text{SED} \\
 &= 2,920782 \times 0,024 \\
 &= 0,07
 \end{aligned}$$

Perlakuan	ratarata	K-	P5	P4	P6	P2	P1	P3	K+	NOTASI
K-	0,0	TN								a
P5	2,2	2,2**	TN							b
P4	2,3	2,3**	0,1 ^{TN}	TN						bc
P6	2,5	2,5	0,3	0,2 ^{TN}	TN					cd
P2	2,7	2,7	0,5	0,4	0,2 ^{TN}	TN				de
P1	2,9	2,9	0,7	0,6	0,4	0,2 ^{TN}	TN			ef
P3	3,3	3,3	1,1	1,0	0,8	0,6	0,4	TN		g
K+	3,4	3,4	1,2	1,1	0,9	0,7	0,5	0,1 ^{TN}	TN	h

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

