

**ANALISIS HISTOPATOLOGI OTOT IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) YANG
TERINFEKSI *KOI HERPES VIRUS* (KHV) PADA KOLAM PEMELIHARAAN
IKAN MAS**

SKRIPSI

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

Oleh :

ZULFA RAHMAWATI

NIM. 125080101111025



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

**ANALISIS HISTOPATOLOGI OTOT IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) YANG
TERINFEKSI *KOI HERPES VIRUS* (KHV) PADA KOLAM PEMELIHARAAN
IKAN MAS**

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 :

ZULFA RAHMAWATI

NIM. 125080101111025



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2016

SKRIPSI

ANALISIS HISTOPATOLOGI OTOT IKAN MAS (*Cyprinus carpio*) YANG TERINFEKSI KOI HERPES VIRUS (KHV) PADA KOLAM PEMELIHARAAN IKAN MAS

Oleh:

Zulfa Rahmawati

NIM. 125080101111025

Telah dipertahankan di depan penguji

Pada tanggal 17 Juni 2016

Dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Dosen Penguji I

[Signature]

Dr. Ir. Umi Zakiyah, M.Si

NIP. 19610303 198602 2 001

Tanggal:

19 JUL 2016

Dosen Penguji II

[Signature]

Dr. Ir. Mulyanto, M.Si

NIP. 19600317 198602 1 001

Tanggal:

19 JUL 2016

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

[Signature]

Dr. Uun Yanuhar S.Pi, MSi

NIP. 19730404 200212 2 001

Tanggal:

19 JUL 2016

Dosen Pembimbing II

[Signature]

Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS

NIP. 19591230 198503 2 002

Tanggal:

19 JUL 2016

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP



Dr. Ir. Arning Wilgijeng Ekawati, MS

NIP. 19620805 198603 2 001

Tanggal:

19 JUL 2016



PERNYATAAN ORISINALITAS

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

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

Malang, 28 Juni 2016



Zulfa Rahmawati

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar- besarnya kepada :

1. Allah SWT yang telah memberikan kesempatan kepada saya untuk menyelesaikan laporan skripsi ini.
2. Sujud dan terimakasih saya persembahkan kepada Kedua orang tua saya serta kakak dan adik tercinta atas dorongan yang kuat baik materil maupun immaterial dan doa yang tiada henti.
3. Ibu Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si dan Ibu Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS selaku dosen pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan wawasan selama penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dr. Ir. Umi Zakiyah M.Si dan Bapak Dr. Ir. Mulyanto, M.Si selaku dosen penguji yang telah memberikan pengarahan dan wawasan selama penyelesaian skripsi ini.
5. Teman-teman 1 Tim penelitian (Eni, Aini, Feri, Yuli, Yeyen, Diki, Dyah, Destin, Suci, Anik, Atik, Vava, Nico, Anto, Fiqi, Anjar, Ima, Dayinta, Dini, Iqbal, Wima, Arrayan), sahabat-sahabat dari jaman MABA (Eni, Hima, Dian, Mifta, Adin, Titin, Yoshi, Tumbeg), Sobat sekaligus saudara yang kemana-mana selalu bareng (Lindha, Mei, Qumil), saudara beda ayah ibu (Ratih, Irohmi, Febri, Maria, Isti, Isma, Zuan, Anggi) dan teman-teman MSP angkatan 2012 yang telah memberikan motivasi dan semangat dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Malang, 28 Juni 2016

Penulis

RINGKASAN

Zulfa Rahmawati. Analisis Histopatologi Otot Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) Pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas. (Di bawah bimbingan **Dr. Uun Yanuhar, S.Pi, M.Si dan Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS**).

Kesehatan otot atau daging ikan sangat diperlukan karena merupakan bagian yang umum dikonsumsi. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui gambaran histopatologi otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) dan dilaksanakan dengan metode deskriptif. Penelitian ini dimulai pada bulan Januari hingga April 2016. Pengambilan sampel ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan sampel kualitas air dilakukan di BBI Desa Babadan, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar. Analisa PCR dilakukan di Laboratorium Penyakit Ikan dan Lingkungan UPT Pengembangan Budidaya Air Payau (PBAP) Bangil. Pembuatan preparat histopatologi dengan pewarnaan hematoksilin dan eosin dilakukan di Rumah Sakit Saiful Anwar Malang. Analisa kualitas air dan pengamatan histopatologi dengan menggunakan mikroskop cahaya dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Ikan mas yang mengalami gejala klinis kurang sehat pada kolam pembesaran diambil sebagai sampel dalam penelitian ini, selanjutnya di laboratorium dipilih ikan yang benar-benar terlihat mengalami gejala klinis positif KHV dan diperoleh 3 ekor masing-masing dengan panjang total (TL) 25.6 cm, 23 cm, dan 18.3 cm. Pada sampel pertama ditemukan adanya kerusakan otot berupa edema, degenerasi lemak, hiperplasia, vakuolisasi dan nekrosis. Sampel kedua ditemukan adanya kerusakan berupa edema, vakuolisasi, dan atropi. Sampel ketiga ditemukan adanya kerusakan berupa edema, degenerasi lemak, vakuolisasi, melanomakrofag, dan nekrosis. Kualitas air kolam budidaya tersebut tergolong tercemar sedang: Suhu 25-27 °C, kecerahan 32-33 cm, oksigen terlarut 7.095-7.77 mg/l, *Biological Oxygen Demand* (BOD) 3.986-4.729 mg/l, karbondioksida 3-5 mg/l, *Chemical Oxygen Demand* (COD) 7.45 - 7.61 mg/l, pH yaitu 8 dan nilai amonia 0.373-0.377 mg/l yang telah melebihi ambang batas baku mutu kualitas air.

Sebaiknya dibuat kolam pengendapan dan bak filter untuk menjaga kualitas air agar tidak terjadi penyebaran virus yang merugikan. Dalam penanganan virus KHV (*Koi Herpes Virus*) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan pembunuh biologi yang mampu memberantas virus tersebut. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perhitungan total persen kerusakan pada otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi KHV.

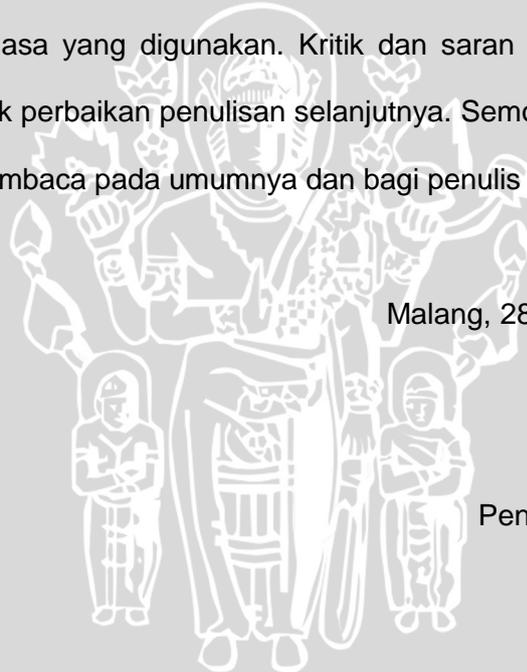
KATA PENGANTAR

Dengan memanjatkan puji syukur kehadirat Allah SWT atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyajikan laporan skripsi yang berjudul “Analisis Histopatologi Otot Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas”. Laporan skripsi ini menyajikan pokok-pokok bahasan meliputi histopatologi otot ikan mas yang terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV).

Penulis menyadari bahwa dalam pembuatan laporan skripsi ini masih jauh dari kata sempurna, baik dari segi materi, sistematika, pembahasan, maupun susunan bahasa yang digunakan. Kritik dan saran yang membangun penulis harapkan untuk perbaikan penulisan selanjutnya. Semoga laporan skripsi ini bermanfaat bagi pembaca pada umumnya dan bagi penulis pada khususnya.

Malang, 28 Juni 2016

Penulis



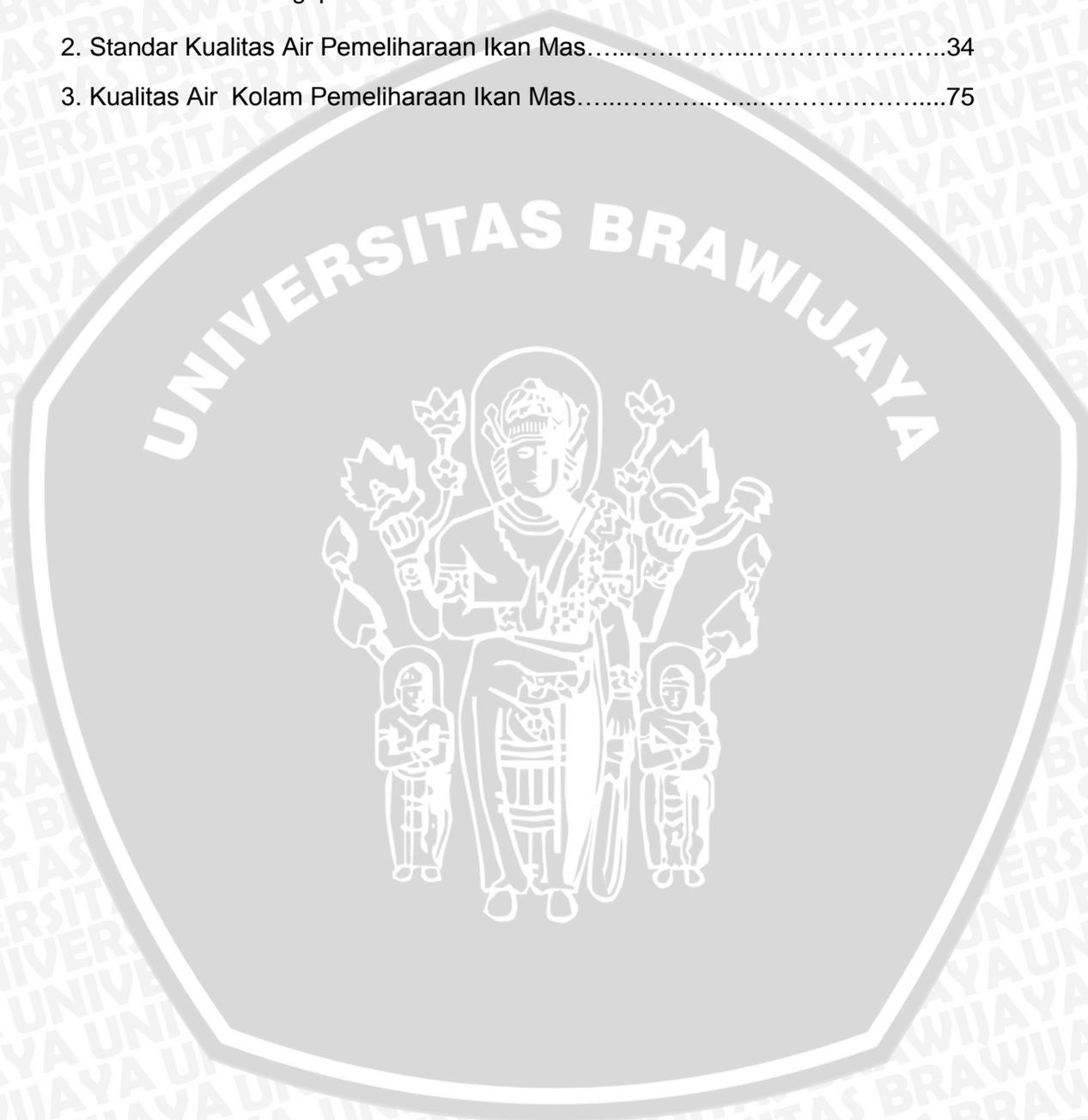
DAFTAR ISI

RINGKASAN	vi
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Kegunaan	3
1.5 Tempat dan Waktu	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	4
2.1.1 Taksonomi dan Morfologi	4
2.1.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup	6
2.1.3 Siklus Hidup Ikan Mas	7
2.1.4 Otot Daging Ikan Mas	8
2.2 Virus Pada Ikan	10
2.3 Koi Herpes Virus	12
2.3.1 Biologi <i>Koi Herpes Virus</i>	12
2.3.2 Epidemiologi Infeksi <i>Koi Herpes Virus</i>	13
2.3.3 Gejala Klinis	15
2.3.4 Pengertian DNA	17
2.3.5 Diagnosis Infeksi <i>Koi Herpes Virus</i> (KHV)	18
2.3.6 Mekanisme Infeksi <i>Koi Herpes Virus</i> (KHV)	19
2.4 Histopatologi	20
2.5 Perubahan Patologi Otot Ikan Mas	22
2.6 Strategi Penanggulangan Koi Herpes Virus (KHV)	26
2.7 Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Mas	28
2.7.1 Parameter Fisika	30
2.7.2 Parameter Kimia	31
3. METODE PENELITIAN	38
3.1 Materi Penelitian	38
3.2 Metode Penelitian	38
3.3 Teknik Pengumpulan Data	39
3.3.1 Data Primer	39
3.3.2 Data Sekunder	40
3.4 Metode Analisis Data	40
3.4.1 Teknik Pengambilan Sampel Ikan	41

3.4.2 Teknik Pengambilan Sampel Air	41
3.5 Prosedur Penelitian	42
3.5.1 Kualitas Air.....	42
A. Parameter Fisika	42
1. Suhu	42
2. Kecerahan	42
B. Parameter Kimia.....	43
1. Oksigen Terlarut (DO).....	43
2. <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD ₅).....	44
3. Karbondioksida (CO ₂)	45
4. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	46
5. Derajat Keasaman (pH)	46
6. Amonia	46
4. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	48
4.1 Kondisi Umum Stasiun Pengamatan Kolam Pemeliharaan Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	48
4.2 Pengamatan Gejala Klinis	49
4.3 Pemeriksaan Patologi Anatomi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	50
4.4 Pemeriksaan PCR pada Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	54
4.5 Pemeriksaan Histopatologi Otot Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	56
4.5.1 Histologi Otot Ikan Normal	57
4.5.2 Histopatologi Otot ikan yang terinfeksi <i>Koi Herpes Virus</i> (KHV)	58
4.6 Pengamatan Kualitas Air Kolam Budidaya Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	64
4.6.1 Suhu	65
4.6.2 Kecerahan	66
4.6.3 Oksigen Terlarut (DO).....	68
4.6.4 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....	69
4.6.5 Karbondioksida (CO ₂)	70
4.6.6 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD)	72
4.6.7 Derajat Keasaman (pH)	73
4.6.8 Amonia.....	75
5. KESIMPULAN DAN SARAN.....	78
5.1 Kesimpulan.....	78
5.2 Saran.....	78
DAFTAR PUSTAKA.....	79
LAMPIRAN	88

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Perubahan Patologi pada Otot Ikan.....	25
2. Standar Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Mas.....	34
3. Kualitas Air Kolam Pemeliharaan Ikan Mas.....	75

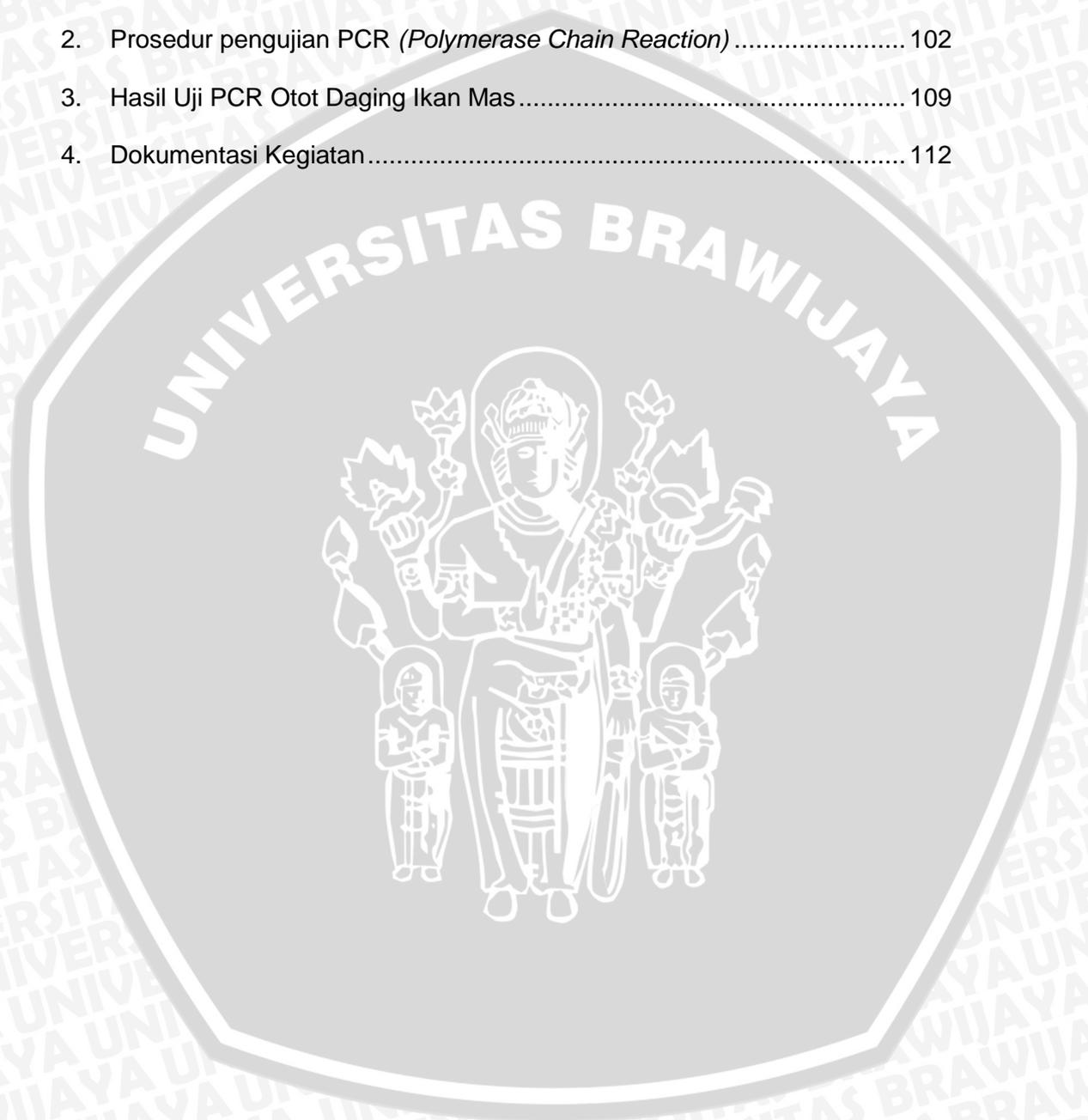


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) (Google image, 2016)	6
2. A) otot merah ikan, B) otot putih ikan (Morison <i>et. al.</i> ,2007).....	9
3. Garis Melintang Struktur Otot Rangka/Lurik.....	9
4. Gejala Klinis KHV	17
5.Tahapan Virus Menginfeksi Sel Inang.....	22
6. Peta Stasiun Penelitian BBI Babadan Blitar	58
7. Kolam Penelitian di BBI Babadan Blitar	59
8. Morfologi Ikan yang Terinfeksi KHV.....	61
9. Morfologi Otot.....	67
10. Suhu Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Mas	76
11. Kecerahan Kualitas Air pada Pemeliharaan Ikan Mas.....	78
12. Oksigen Terlarut (DO) Kualitas Air pada Pemeliharaan Ikan Mas.....	79
13. <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD) pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas.....	81
14. Karbondioksida (CO ₂)pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas	83
15. <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD) pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas	84
16. Derajat Keasaman (pH) pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas	86
17. Amonia pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas.....	86

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Alat dan bahan pengukuran kualitas air	100
2. Prosedur pengujian PCR (<i>Polymerase Chain Reaction</i>)	102
3. Hasil Uji PCR Otot Daging Ikan Mas	109
4. Dokumentasi Kegiatan	112



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Salah satu kendala yang sangat berpengaruh terhadap peningkatan produksi perikanan adalah penyakit pada ikan antara lain oleh infeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) yang dapat menyebabkan kematian massal pada ikan. Menurut Saselah *et al.* (2012), KHV merupakan salah satu contoh jenis virus yang menyerang famili *cyprinid* yang awalnya ditemukan pada tahun 1996 di Inggris. Virus ini dapat menular dengan cepat dan dapat menyebabkan kematian secara massal pada golongan ikan *cyprinid* seperti pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan koi (*Cyprinus carpio koi*). Wabah KHV telah menyerang beberapa Negara seperti Israel, Amerika Serikat, beberapa negara Eropa, Afrika Selatan, China, Taiwan, Jepang dan Indonesia.

Gejala yang ditimbulkan dari KHV yaitu (1) produksi lendir (*mucus*) berlebih sebagai respon fisiologis terhadap kehadiran patogen, selanjutnya produksi lendir menurun drastis sehingga tubuh ikan terasa kasar; (2) insang berwarna pucat dan terdapat bercak putih atau coklat yang sebenarnya adalah kematian sel-sel insang atau "*gill necrosis*", selanjutnya menjadi rusak, geripis pada ujung tepi insang dan akhirnya membusuk. Secara mikroskopis menunjukkan adanya kerusakan jaringan yang serius serta kematian sel yang berat; (3) pendarahan (*hemorrhage*) di sekitar pangkal dan ujung sirip serta permukaan tubuh lainnya; (4) sering pula ditemukan adanya kulit yang melepuh atau bahkan luka yang diikuti dengan infeksi sekunder oleh bakteri, jamur dan parasit; (5) hati berwarna pucat, selanjutnya menjadi rusak; (6) ginjal (*anterior & posterior*) berwarna pucat. Kematian terjadi antara 1 – 5 hari setelah gejala awal dan kematian dapat mencapai 100 % dalam waktu singkat yaitu 5 - 7 hari pada suhu air 22 – 27 °C (Hartman *et al.*, 2004).

Upaya terhadap pencegahan penyebaran wabah KHV ikan - ikan sebelum dibudidayakan dan ditransportasikan ataupun bahkan di pusat- pusat perikanan budidaya dapat dilakukan dengan pemeriksaan sejak awal, untuk memastikan ikan-ikan tersebut adalah sehat (tidak terinfeksi KHV) (Wasito *et al*, 2013). Mengingat dampak yang ditimbulkan oleh serangan KHV mengakibatkan kerugian yang besar dalam kegiatan produksi ikan mas, maka diperlukan diagnosis secara tepat dan akurat dalam diagnosis penyakit. Perkembangan IPTEK dalam bidang biologi molekuler dengan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dapat membantu untuk mendeteksi virus secara cepat dan tepat (Masri, 2013).

Pemeriksaan histopatologi pada ikan dapat memberikan gambaran perubahan jaringan ikan yang terinfeksi penyakit. Dalam penentuan penyakit pada ikan, diagnosa penyakit merupakan langkah awal yang perlu diterapkan. Pada proses diagnosa penyakit infeksi pada ikan, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu, tanda-tanda klinis yang meliputi tingkah laku, ciri-ciri eksternal maupun internal serta perubahan patologi. Untuk mengetahui perubahan patologi pada ikan yang terserang penyakit, perlu dilakukan pemeriksaan histologi untuk mendeteksi adanya komponen-komponen patogen yang bersifat infeksiif melalui pengamatan secara mikro anatomi terhadap perubahan abnormal pada tingkat jaringan (Asniatih *et al*, 2013).

Pencegahan dan pengobatan penyakit ikan dilakukan dengan cara pengendalian terhadap lingkungan dan perlu diketahui hal-hal yang berhubungan dengan timbulnya penyakit ikan. Kusumadewi (2015) menjelaskan bahwa otot atau daging ikan merupakan bagian tubuh ikan yang umum dikonsumsi oleh masyarakat. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui gambaran histopatologi otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) dengan menggunakan metode histopatologi.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah pada penelitian ini yaitu bagaimana histopatologi otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi KHV (*Koi Herpes Virus*) dari kolam pemeliharaan ikan mas di BBI desa Babadan, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar.

1.3 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui histopatologi organ otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) pada kolam pemeliharaan ikan mas di BBI desa Babadan, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar.

1.4 Kegunaan

Kegunaan dari penelitian ini yaitu dapat memberikan informasi tentang histopatologi otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) sehingga memunculkan ide untuk penelitian lebih lanjut tentang histopatologi.

1.5 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dimulai pada bulan Januari hingga April 2016. Pengambilan sampel ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan sampel air dilakukan di BBI Desa Babadan, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar. Analisa PCR dilakukan di Laboratorium Penyakit Ikan dan Lingkungan UPT Pengembangan Budidaya Air Payau (PBAP) Bangil. Pembuatan preparat histopatologi dengan pewarnaan hematoksilin dan eosin dilakukan di Rumah Sakit Saiful Anwar, Malang. Analisa kualitas air dan pengamatan histopatologi dengan menggunakan mikroskop cahaya dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Bioteknologi Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Di Indonesia ikan mas (*Cyprinus carpio*) dipelihara sejak tahun 1810, sedangkan introduksi ikan mas dari pulau Jawa ke Manado dan Minahasa terjadi pada tahun 1905. Ikan mas (*C. carpio*. L) merupakan salah satu jenis ikan yang mempunyai kemampuan beradaptasi cukup tinggi terhadap lingkungan (Singkoh, 2012). Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan salah satu komoditas ikan pangan strategis, pemasok protein hewani bagi jutaan rakyat Indonesia baik di pedesaan maupun di perkotaan. Setiorini (2008) menjelaskan bahwa salah satu komoditi perikanan yang memiliki prospek cukup baik untuk dikembangkan sebagai ikan budidaya adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*). Budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) banyak dilakukan karena mampu beradaptasi dengan perubahan suhu lingkungan, tahan terhadap penyakit dan tahan terhadap perubahan fisik lingkungan, seperti adanya proses seleksi, penampungan, penimbangan atau pengangkutan (Taukhid *et al.*, 2010).

2.1.1 Taksonomi dan Morfologi

Secara umum, karakteristik Ikan mas memiliki bentuk tubuh yang agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*) dengan mulut terletak di ujung tengah (*terminal*) dan dapat disembulkan (*protaktil*) (Gambar 1). Bagian ujung mulut memiliki dua pasang sungut (*berbel*). Pada bagian dalam mulut terdapat gigi kerongkongan (*pharyngeal teeth*) yang tersusun dari tiga baris gigi geraham. Sirip punggung (*dorsal*) memanjang. Letak sirip punggung berseberangan dengan sirip perut (*ventral*) (Setiorini, 2008).

Pudjiastuti (2015) menjelaskan bahwa sirip pada *pectoral* terletak dibelakang tutup insang (operculum). Sisik ikan mas berukuran relatif lebih besar dan digolongkan kedalam tipe sisik sikloid. *Linea lateralis* (gurat sisi), terletak dipertengahan tubuh, melintang dari tutup insang sampai keujung belakang pangkal ekor. *Pharyngeal teeth* (gigi kerongkongan) terdiri dari tiga baris yang berbentuk gigi geraham. Bachtiar (2002) menyebutkan bahwa berdasarkan ilmu pengelompok hewan atau taksonomi, ikan mas termasuk kedalam klasifikasi :

Filum (<i>phylum</i>)	: Chordata
Anak filum (<i>subphylum</i>)	: Vertebrata
Induk kelas (<i>superclass</i>)	: Pisces
Kelas (<i>Class</i>)	: Osteichthyes
Anak Kelas (<i>Sub class</i>)	: Actinopterygii
Bangsa (<i>Ordo</i>)	: Cypriniformes
Anak bangsa (<i>Sub ordo</i>)	: Cyprinoidea
Suku (<i>Family</i>)	: Cyprinidae
Sub suku (<i>Sub family</i>)	: Cyprininae
Marga (<i>Genus</i>)	: Cyprinus
Jenis (<i>Species</i>)	: <i>Cyprinus carpio</i> L.



Gambar 1. Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) (Google image, 2016)

2.1.2 Habitat dan Kebiasaan Hidup

Habitat yang disukai ikan mas adalah perairan yang kedalamannya mencapai 1 meter, mengalir pelan dan subur yang ditandai melimpahnya makanan alami, misalnya rotifer, rotatoria, udang-udangan renik, dan lain-lain. Sebaliknya, larva ikan mas menyukai perairan dangkal, tenang, dan terbuka (tidak ternaungi pepohonan yang rindang). Benih ikan mas yang berukuran cukup besar lebih menyukai perairan yang agak dalam, mengalir dan terbuka (Djarjah, 2001).

Ikan mas dapat hidup secara ideal ditempat yang memiliki ketinggian 150-600 meter diatas permukaan laut (dpl). Ikan mas termasuk jenis ikan yang bersifat thermofil karena mampu menyesuaikan diri atau beradaptasi dengan perubahan suhu lingkungan yang ditempatinya dengan kisaran suhu antara 4-30 °C. Suhu Air yang optimum untuk pemeliharaan dan pembesaran ikan mas sekitar 25-30 °C. Meskipun tergolong ikan air tawar, ikan mas dapat hidup di perairan yang mengandung kadar garam sekitar 25-30‰. Selain itu, ikan mas juga mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan kandungan oksigen terlarut dalam perairan yang ditempatinya dan tahan terhadap perubahan fisik lingkungan, seperti adanya proses seleksi, penampungan, penimbangan atau pengangkatan (Bachtiar, 2002).

Ikan mas tergolong jenis omnivora, yakni ikan yang dapat memangsa berbagai jenis makanan, baik yang berasal dari hewan air maupun tumbuhan. Hewan air yang menjadi makanan ikan mas diantaranya invertebrata air, udang-udangan, serangga, kerang-kerangan dan larva. Ikan mas juga memakan tumbuhan plankton (*phytoplankton*) dan plankton hewani (*zooplankton*) (Supriatna, 2013).

2.1.3 Siklus Hidup Ikan Mas

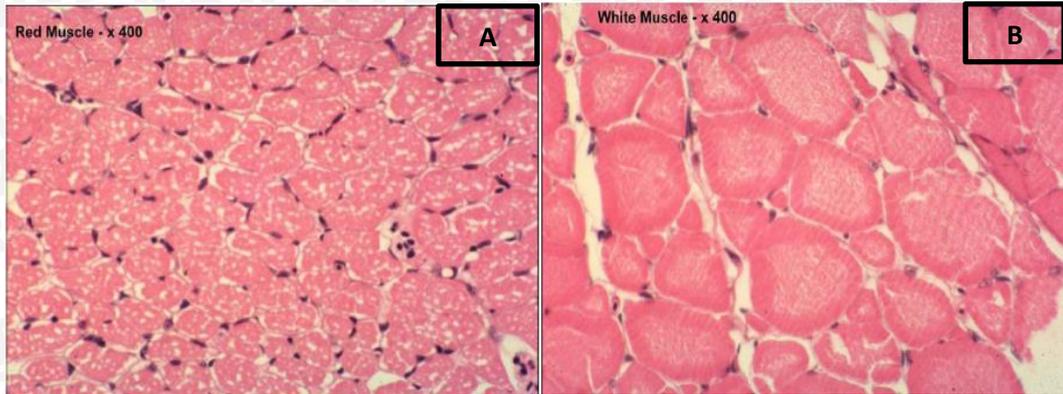
Di daerah subtropis ikan mas mencapai tingkat kedewasaan (matang kelamin atau matang gonad atau matang telur) pada umur 2-5 tahun dengan panjang tubuh berkisar 25-40 cm. Ikan mas jantan mencapai dewasa kelamin pada umur 2-3 tahun atau panjang tubuhnya berkisar 25-30 cm. Ikan mas betina mencapai matang kelamin pada umur 4-5 tahun atau panjang tubuhnya mencapai 30-40 cm. Di wilayah iklim tropis, ikan mas mencapai tingkat kedewasaan pada usia yang lebih muda yaitu sekitar umur 1-2 tahun (Tim Lentera, 2002).

Siklus hidup ikan mas dimulai dari perkembangan di dalam gonad (ovarium pada ikan betina yang menghasilkan telur dan testis pada ikan jantan yang menghasilkan sperma). Secara alami pemijahan terjadi pada tengah malam sampai akhir fajar. Menjelang memijah, induk-induk ikan mas aktif mencari tempat rimbun, seperti tanaman air atau rerumputan yang menutupi permukaan air. Substrat inilah yang nantinya akan digunakan sebagai tempat menempel telur sekaligus membantu perangsangan ketika pemijahan. Sifat telur ikan mas menempel pada substrat. Embrio akan tumbuh di dalam telur yang telah dibuahi oleh spermatozoa. Antara 2-3 hari kemudian, telur-telur akan menetas dan tumbuh menjadi larva, kemudian berubah menjadi kebul (larva stadia akhir) dalam waktu 4-5 hari. Pada stadia kebul ini, ikan mas memerlukan pasokan makanan dari luar untuk menunjang kehidupannya. Setelah 2-3 minggu, kebul tumbuh menjadi burayak. 2-3 minggu kemudian burayak tumbuh menjadi putihan (benih yang siap untuk di dederkan). Tiga bulan kemudian berubah menjadi gelondongan yang bobot perekornya sekitar 100 gram. Gelondongan akan tumbuh terus menjadi induk (Khairuman *et al.*, 2008).

2.1.4 Otot Daging Ikan Mas

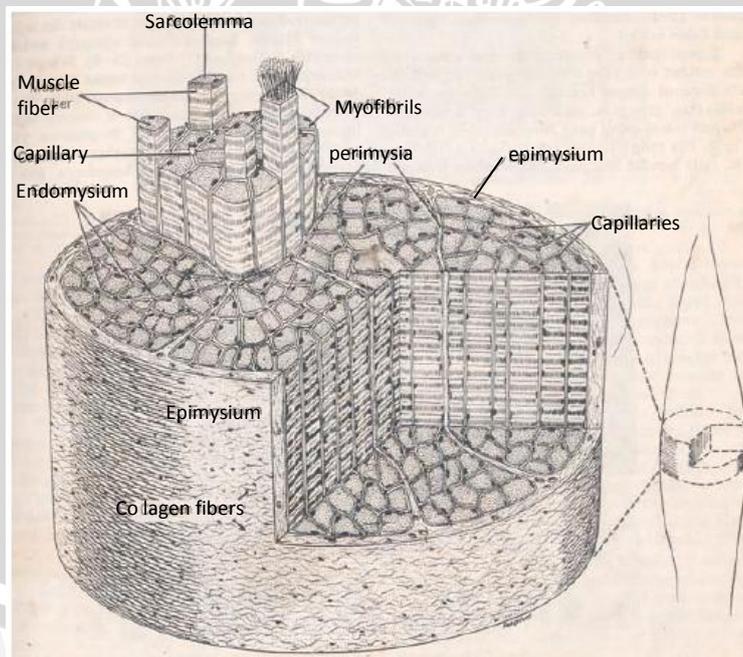
Rahardjo *et al.* (2011) menyatakan bahwa otot merupakan sistem organ tubuh yang mempunyai peran sentral dalam gerak ikan. Dilihat dari struktur histologis otot, ikan mempunyai tiga macam otot yakni otot bergaris, otot licin dan otot jantung. Otot bergaris terutama mencakup sebagian besar otot pada badan dan ekor, selain itu juga terdapat pada rahang dan sirip. Otot ini menempel pada rangka (skeletal). Dua otot yang lain yaitu otot licin dan otot jantung tidak menempel pada rangka (non-skeletal). Secara fungsional otot dibedakan menjadi dua tipe yaitu otot bergaris merupakan otot yang dibawah rangsangan otak (*voluntari*). Tipe kedua, otot yang tidak dibawah rangsangan otak (*involuntari*) yaitu otot licin dan otot jantung. Selain otot sebagai organ utama, gerak ikan yang dilakukan secara aktif melibatkan berbagai organ tubuh, antara lain rangka dan gelembung gas.

Effendi (1972) menjelaskan bahwa urat daging yang terdapat pada ikan seperti yang terdapat pada vertebrata lain pada prinsipnya terdiri dari tiga macam. Pertama ialah urat daging licin (*involuntary*) seperti urat daging yang terdapat pada usus yang kerjanya tidak di bawah rangsangan otak. Kedua ialah urat daging jantung merupakan urat daging khusus yang secara fisik antara urat daging licin dan urat daging bergaris. Urat daging jantung ini juga bekerja tanpa di pengaruhi oleh kemauan otak. Ketiga ialah urat daging bergaris atau urat daging rangka, kebanyakan menempel pada tulang. urat daging rangka bekerja di bawah rangsangan otak (*voluntary*). Morison *et al.* (2007) menyatakan bahwa otot rangka atau otot lurik dibagi menjadi dua jenis yaitu merah dan putih. Otot merah memiliki jumlah mitokondria dan aktivitas respirasi yang lebih besar dibandingkan dengan otot putih. Otot merah dan otot putih pada ikan dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. A) otot merah ikan, B) otot putih ikan (Morison, 2007).

Sistem otot pada teleostei terdiri dari sel yang elemen utamanya adalah miofibril disebut serabut otot. Miofibril terdiri dari ratusan protein miofilamen yang terbagi menjadi bagian tipis (aktin) dan bagian tebal (myosin). Jika dilihat secara longitudinal penampakan lurik pada serabut otot adalah akibat susunan aktin dan myosin ini (Chinabut *et al.* (1991). Gambar struktur otot rangka/lurik menurut Harjana (2011), dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur otot rangka/lurik (Harjana, 2011)

2.2 Virus Pada Ikan

Kata virus berasal dari bahasa latin yaitu venom yang berarti racun. Diartikan demikian karena hampir semua jenis virus adalah penyebab penyakit, baik pada tumbuhan, hewan maupun manusia. Virus hanya dapat bereplikasi di dalam sel/jaringan hidup sehingga disebut parasit obligat intraseluler. Virus memiliki sifat yang unik yaitu apabila di dalam sel makhluk hidup (intraseluler) virus dapat bereplikasi seperti makhluk hidup, sebaliknya apabila virus berada di luar sel makhluk hidup (ekstraseluler) virus merupakan benda mati sehingga sering disebut sebagai partikel (Zurnidas, 2010).

Virus merupakan organisme penyebab dan sumber penyakit yang sangat kecil karena memiliki ukuran tubuh antara 20-300 nanometer sehingga hanya dapat dilihat dengan mikroskop electron. Virus ini mempunyai struktur tubuh yang sangat sederhana dan tidak mempunyai organ pencernaan sendiri. Dengan demikian, kebutuhan pakan untuk memperbanyak dirinya tergantung pada organ pencernaan dari tubuh inangnya. Virus pathogen ikan umumnya berbentuk peluru. Infeksi virus biasa tersebar secara horisontal dan vertikal. Dalam infeksi horisontal, virus menyebar dari satu ikan ke ikan yang lain dalam satu generasi. Sementara dalam infeksi vertikal, virus menyebar dari satu generasi ke generasi berikutnya melalui telur atau sperma yang terinfeksi (Mahyuddin, 2008).

Penyakit yang disebabkan virus belum banyak diketahui masyarakat. Serangan yang ditimbulkan dapat berakibat fatal. Kesehatan ikan dan kebersihan media budidaya dapat mengendalikan serangan virus. Berikut ini merupakan jenis penyakit pada ikan yang disebabkan oleh virus menurut Afrianto *et al.*, (2015).

1. Channel Catfish Virus Disease (CCVD)

Channel Catfish Virus Disease adalah infeksi akut dan haemoragik oleh virus herpes. Penyakit ini dapat menimbulkan kematian massal kadang hampir

100 % pada anak-anak ikan. Tanda-tanda klinis CCVD antara lain hilangnya keseimbangan tubuh, ikan bergerak berputar-putar dan tergantung vertical, mata menonjol, perut mengembung. Secara histopatologi terlihat adanya pendarahan, insang terlihat pucat dan terjadi pendarahan, adanya kenaikan sel limfosit dan terjadi nekrosis pada hati, limpa, serta alat pencernaan.

2. Spring Viraemia of Carp (SVC)

SVC merupakan penyakit akibat infeksi oleh virus yang bersifat akut dan menular. Penyakit SVC menyerang golongan ikan Cyprinids dan lebih spesifik pada *Common carp* dan *Ciprinus carpio*. Penyakit ini biasanya timbul pada musim semi dan dapat menyebabkan kematian pada semua umur ikan.

3. Infectious Pancreatic Necrosis (IPN)

IPN merupakan penyakit viral yang akut dan sangat menular. Ikan air tawar, air laut, dan *Shellfish* laut dapat terserang virus ini dan merupakan penyakit endemik didaerah/lokasi perikanan trout di Skandinavia, Inggris, Amerika Utara, dan Jepang. IPN juga diketahui menyerang ikan mas, diskus dan sidat. Penyakit ini sangat berbahaya karena masa inkubasinya hanya 3-5 hari. Umur inang, suhu rendah dan spesies ikan akan berpengaruh terhadap lamanya masa inkubasi.

4. Penyakit Bintil Putih

Penyakit ini disebabkan oleh virus *Lymphocystis* dari *family iridovirus*, yaitu kelompok virus DNA. Virus ini memiliki ukuran 180-200 mikron sehingga sulit untuk dilihat dengan menggunakan mikroskop biasa. Penyakit ini menyerang ikan, tapi tidak menyerang ikan mas maupun lele.

5. Dropsi

Dropsi merupakan akibat dari infeksi virus, bakteri *aeromonas*, *myobakteri*, atau internal parasit bersifat pathogen seperti *Hexamita* atau *Mitasproa cyprinid*. Infeksi utama biasanya terjadi melalui mulut yaitu ikan secara sengaja atau tidak memakan kotoran ikan lain yang terkontaminasi pathogen atau akibat

kanibalisme terhadap ikan lain yang terinfeksi. Akumulasi nitrogen dalam media budidaya dapat memicu terjadinya gejala dropsi ini.

6. Penyakit *Infectious Hematopoietic Necrosis* (IHN)

Penyakit ini bersifat akut dan sistemik yang menyerang *rainbow trout*, *Chinook salmon* dan *Sockeye salmon*. Penyakit IHN menyerang organ penghasil darah yaitu ginjal muka dan limpa. Tanda-tanda klinis ikan yang terinfeksi adalah berkumpul di tepi kolam, tubuhnya berwarna lebih gelap, anemia dan mata menonjol.

2.3 *Koi Herpes Virus*

2.3.1 Biologi *Koi Herpes Virus*

Penyakit adalah segala bentuk penyimpangan yang dapat menyebabkan ikan merasa terganggu kehidupannya atau penyakit sebagai suatu keadaan fisik, kimia, biologis, morfologi, dan atau fungsi yang mengalami perubahan dan kondisi normal karena penyebab dari dalam (internal) dan luar (eksternal). Jenis mikroba yang menyerang ikan dapat dibedakan menjadi mikroba patogen dan parasit atau protozoa. Mikroba patogen terdiri atas virus, bakteri dan jamur. Penyakit virus adalah penyakit yang disebabkan oleh serangan virus. Penyakit ini sulit diobati, selain ukuran virus relatif kecil, virus hidup di dalam sel dan belum ada obat yang efektif (Afrianto et al., 2015).

Herpes berasal dari bahasa Yunani yang artinya gambaran yang mengerikan. Virus herpes termasuk ke dalam *family Herpesviridae*. Virus ini berkembang biak di dalam inti sel inang dan membentuk badan inklusi yang disebut Cowdry tipe A. Virus ini bila sudah menginfeksi inang, maka sejumlah virus akan tetap tinggal di dalam inangnya sehingga bersifat laten seumur hidup berada di dalam inangnya. Secara morfologik, anggota virus herpes mempunyai struktur yang serupa. Morfologi struktur virus herpes dari arah dalam ke luar

terdiri atas genom DNA untai ganda linier, kapsid, lapisan tegument dan selubung. Virus herpes mempunyai kemampuan masuk ke dalam tempat-tempat tubuh yang sulit dilalui bahkan virus tersebut dapat menjadi tidak terdeteksi karena berada dalam sel syaraf sehingga mekanisme pertahanan tubuh tidak dapat merespon sebagai ancaman (Laelawati, 2008).

Koi Herpes Virus memiliki ukuran diameter 100-230 nm. Sedangkan inti virus berukuran 100-110 nm dengan bentuk ikosahedral. Partikel inti ditemukan juga berbentuk sirkular atau poligonal dengan diameter 78-84 nm dan ekstraseluler virus terbungkus sebagai virion matang dengan diameter sekitar 133 nm (Laelawati, 2008).

2.3.2 Epidemiologi Infeksi *Koi Herpes Virus*

Prajitno (2008) menjelaskan bahwa epidemiologi adalah studi tentang pola (dinamika dan distribusi) dan faktor penyebab (*determinant*) penyakit didalam suatu populasi. *Determinant* terdiri dari 3 faktor yaitu *agent, host dan environment*. Terjadinya suatu penyakit ditimbulkan oleh interaksi ketiga faktor tersebut. Jadi dalam memonitoring atau pemantauan penyakit atau sering disebut juga *surveillance*, ketiga faktor tersebut selalu dianalisis keterkaitannya satu sama lain supaya dapat disimpulkan faktor mana yang dominan dalam menimbulkan penyakit.

Infeksi KHV pertama kali ditemukan di Israel pada tahun 1998 dan mulai menyebar ke berbagai negara di Eropa pada tahun 1999, kemudian Amerika dan Asia. Titik masuk KHV ke Indonesia berasal dari import ikan koi dari China yang masuk ke Surabaya melalui Hong Kong pada bulan Desember 2001. Infeksi ini bisa menyebabkan kematian yang tinggi bahkan mencapai 100% dalam waktu singkat (Nuryati *et al.*, 2008).

Wabah penyakit KHV menyerang sejak tahun 2002. Serangan wabah KHV terjadi pertama kali di Blitar Jawa Timur. Kerugian akibat KHV pertama kali dilaporkan oleh asosiasi ikan hias di Blitar yang menyatakan bahwa telah terjadi wabah kematian masal pada ikan koi dengan total kerugian mencapai lima ratus juta rupiah. Dalam tiga bulan pertama wabah ini telah menyebabkan kerugian lebih dari lima ribu pembudidaya ikan koi di Blitar. Selanjutnya penyakit ini menular ke ikan mas sehingga kerugian semakin besar (Perdana, 2008).

Pada bulan Februari 2003, wabah KHV menyebar ke Lubuklinggau, Sumatera Selatan. Gejala klinis ikan sakit ini sama persis dengan gejala klinis pada wabah yang terjadi di Jawa. Selanjutnya dari Lubuklinggau, wabah menyebar ke daerah sekitarnya termasuk di Bengkulu sebelah selatan dan Jambi di sebelah barat. Pada bulan Agustus 2004, wabah KHV menyebar ke danau Singkarak dan Maninjau, Sumatera Barat yang menyebabkan kematian massal ikan mas sebanyak 150 ton. Pada akhir Oktober 2004, dilaporkan terjadi wabah kematian massal ikan mas di Danau Toba Sumatera Utara (Laelawati, 2008).

Menurut Prajitno (2008), Beberapa mekanisme penularan penyakit (a). menyebar didalam farm melalui kontak langsung antara ikan sakit dan ikan sehat, melalui bangkai ikan sakit dan melalui air; (b). penularan lokal antar farm melalui air yang terkontaminasi dan melalui peralatan yang terkontaminasi; (c). penularan jarak jauh, terutama melalui pemindahan ikan dari daerah wabah ke daerah bukan wabah. Pola penyebaran penyakit infeksius bermula dari satu lokasi dan seterusnya menyebar secara lokal disekitar lokasi tersebut serta menyebar secara jarak jauh. Masa inkubasi sekitar 7 hari dengan angka kontak sangat tinggi, sehingga satu ekor ikan sakit dapat menyebarkan penyakit ke ribuan ikan dalam satu kolam. Ada beberapa faktor yang meningkatkan resiko terjadinya wabah penyakit ini, antara lain:

- Memasukkan ikan dari daerah lain, terutama daerah wabah
- Ukuran ikan, ikan besar kadang-kadang terlihat lebih rentan, tetapi hal ini mungkin karena berhubungan dengan kerusakan insang sehingga memerlukan oksigen lebih banyak
- Oksigen terlarut (DO tinggi mungkin mengurangi angka kematian ikan)
- Aliran air
- Ikan yang sakit atau mati segera dipisahkan dari kolam (dibakar atau dikubur)
- Suhu air (virus aktif pada suhu 18-28°C)
- Kualitas air (bahan organik), pakan, pengobatan infeksi sekunder dan pengelolaan budidaya ikan yang baik (*Good Management Practices*, GMPs).

2.3.3 Gejala Klinis

Herpes virus pada ikan secara umum diidentifikasi sebagai penyakit mulai dari infeksi sisik hingga infeksi sistemik yang fatal. Pada herpes virus yang menyerang cyprinid, sebelumnya sudah dikenal adanya pox herpes virus ikan mas (Cyprinid herpesvirus 1, CyHV-1) dan haematopoietic necrosis herpes virus ikan mas koki (Cyprinid herpes virus 2, CyHV-2) (Afrianto *et al.*, 2015). Menurut Perdana (2008), gejala klinis ikan yang terserang penyakit antara lain nafsu makan menurun, lemah, produksi lender berlebih, kulit melepuh dan gejala yang sangat khas adalah insang rusak.

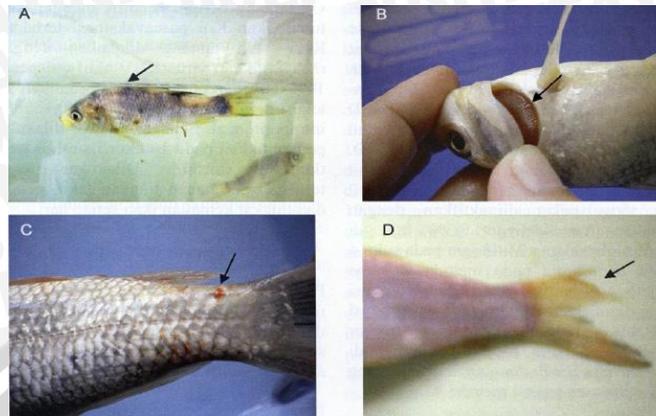
Mudjiutami *et al.*, (2007) menyatakan bahwa infeksi KHV ditandai terutama oleh adanya bercak merah atau kerusakan insang serta kematian masal pada ikan yang terserang. Selain itu biasanya diikuti oleh adanya infeksi sekunder berupa luka atau bercak putih di permukaan tubuh yang diinfeksi oleh bakteri seperti *Aeromonas hydrophila* ataupun *Flexibacter columnaris*. Menurut Tauhid *et al.*, (2010), Infeksi KHV dipicu oleh penurunan suhu lingkungan

sehingga disebut sebagai virus yang menyerang pada saat dingin (*a cold virus*). Individu yang bertahan hidup (*survivors*) pada saat terjadi wabah umumnya akan menjadi tahan (*resistant*) terhadap infeksi berikutnya. Namun ketahanan tersebut tidak menunjukkan adanya transfer kepada keturunannya (*maternal immunity*). Secara klinis atau visual, infeksi KHV sering ditunjukkan dengan adanya nekrosa pada insang, ekses mucus, lepuh pada kulit, serta pergerakan renang yang tidak terarah (*nervous movement*).

Laelawati (2008) menjelaskan bahwa gejala klinis ikan yang terserang KHV adalah hemoragi pada insang, bintik putih pada insang, bercak pucat pada insang, kulit melepuh, mata cekung dan ikan gelisah. Gejala klinis lain yang ditimbulkan akibat serangan KHV adalah gerakan ikan sangat lemah, berenang lambat di permukaan air, sisik mengelupas, megap-megap, nafsu makan menurun, kulit melepuh kadang disertai hemoragi pada sirip atau badan, insang geripis pada ujung lamella dan akhirnya membusuk serta kehilangan lendir pada permukaan kulit. Gejala klinis ikan yang terserang KHV adalah terjadi infeksi sekunder berupa memar atau melepuh disertai borok pada permukaan kulit dan tubuh, kadang disertai sirip rontok dan ujung sirip geripis. Kondisi yang akut menyebabkan hemoragi di bagian pangkal sirip dan perut. Jika virus ini menyerang organ dalam seperti hati dan limpa, maka akan mengalami perubahan warna dan ginjal akan rusak serta membengkak.

Afrianto *et al.* (2015) menyatakan kematian ikan yang terserang 1-5 hari setelah gejala awal. Kematian mencapai 100 % dalam waktu singkat. Kematian massal akibat KHV terjadi pada temperatur air 17-25 °C dan tingkat kematian akan menurun apabila suhu air berada di atas atau di bawah kisaran temperatur tersebut. Keganasan KHV ditunjukkan oleh waktu kematian yang berlangsung cepat setelah ikan menunjukkan tanda-tanda awal terinfeksi KHV. Selain itu,

waktu penyebaran dan penularan KHV juga relatif sangat cepat. Menurut Sulistyowati *et al.*, (2010), gejala Klinis KHV dapat dilihat pada Gambar 4.



Gambar 4. Gejala Klinis KHV (A). Ikan berenang di permukaan air, (B). Insang Pucat, (C). Pendarahan pada permukaan tubuh, (D). Geripis pada sirip ekor.

2.3.4 Pengertian DNA

DNA (*Deoxyribonucleid Acid*) merupakan substansi penurunan sifat dan suatu polimer heliks ganda yang terdiri dari nukleotida, setiap nukleotida terdiri dari tiga komponen; satu basa nitrogen, satu gula pentosa yang disebut deoksiribosa, dan satu gugus fosfat. Basa nitrogen terdiri dari adenine (A), guanine (G) atau sitosin (S). Adenin dan guanine adalah purin, basa nitrogen dengan dua cincin organik. Sebaliknya, sitosin dan timin adalah anggota famili basa nitrogen yang dikenal sebagai pirimidin, yang mempunyai satu cincin tunggal (Saefudin, 2007).

Murwantoko (2006) menyatakan bahwa penemuan struktur asam deoksiribonuleat (DNA) sebagai benang rantai ganda oleh Watson dan Crick pada tahun 1963 telah memberikan landasan pengembangan bioteknologi modern. Teknik *Polymerase Chain Rection* (PCR) merupakan teknik amplifikasi atau perbanyakkan rantai DNA telah berkembang pesat terutama setelah ditemukannya enzim *polymerase* DNA yang tahan panas dari bakteri *Thermos aquaticus* oleh Saiki *et al.*, pada tahun 1988. PCR merupakan pengulangan dari

siklus reaksi denaturasi atau pemisahan rantai ganda DNA, *annealing* atau penempelan primer pada sekuen DNA yang sesuai dan polimerisasi atau pemanjangan rantai DNA dari primer untuk membentuk komplemen DNA nya. Pengaturan siklus tersebut dilakukan dengan mengatur suhu reaksi dalam suatu *thermocycler*.

2.3.5 Diagnosis Infeksi *Koi Herpes Virus* (KHV)

Upaya mendiagnosis keberadaan KHV dapat dilakukan secara langsung. Salah satunya dengan bantuan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk mendeteksi keberadaan DNA virus. Namun sebelum melakukan identifikasi dengan PCR, DNA genom harus diisolasi terlebih dahulu. Isolasi DNA genom ikan mas yang terserang KHV merupakan tahap awal dalam pendeteksian KHV. Tingkat serangan KHV yang ringan memungkinkan isolasi yang dihasilkan kurang optimal. Untuk dapat mendeteksi keberadaan KHV dengan tingkat serangan ruangan maka dibutuhkan metode isolasi yang dapat mengisolasi DNA dengan konsentrasi yang tinggi (Tauhid *et al.*, 2004).

Metode PCR Menurut Murwantoko (2006), digunakan untuk berbagai kepentingan diantaranya untuk deteksi suatu gen, diagnosis suatu penyakit, cloning dan mutagenesis suatu gen. Dalam bidang perikanan teknik PCR telah digunakan untuk deteksi penyakit ikan yang tergolong dalam parasit seperti *Mycrosporidium serioale* (*microspora*), *Myxobulus cerebralis*, berbagai bakteri patogen. Metode PCR juga digunakan untuk deteksi penyakit virus dengan DNA seperti *White Spot Syndrome Virus* (WSSV) pada udang, *Channel Catfish Virus* (CCV), *Iridovirus* dan *Koi Herpes Virus* (KHV). Deteksi KHV dengan PCR menggunakan primer KHV dengan *band* 292 bp yaitu

Forward : 5' –GAC-ACC-ACA-TCT-GCA-AGG-AG-3'

Reverse : 5'-GAC-ACA-TGT-TAC-AAT-GGT-CGC-3'

2.3.6 Mekanisme Infeksi *Koi Herpes Virus* (KHV)

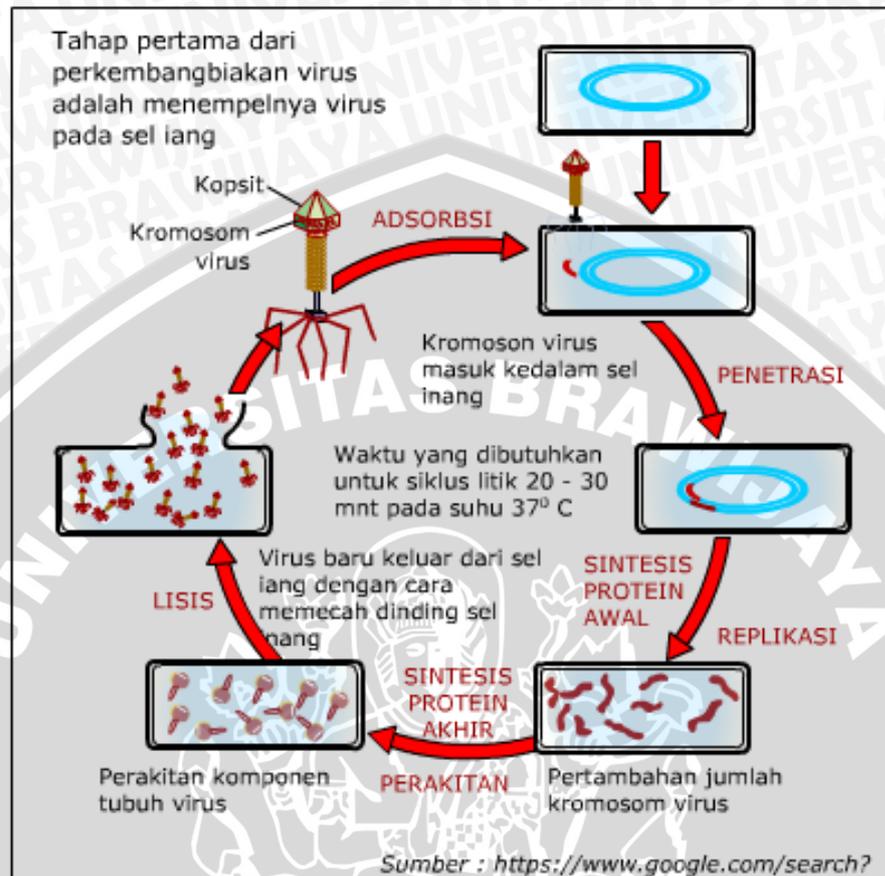
Koi Herpes Virus (KHV) adalah salah satu penyakit yang digolongkan sebagai penyakit utama di Indonesia oleh Komisi Nasional Kesehatan Ikan. Selain itu, KHV merupakan Hama Penyakit Ikan Golongan I sesuai Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.03/MEN/2010 tentang penetapan Jenis-Jenis Hama dan Penyakit Ikan Karantina, Golongan, Media Pembawa dan Sebarannya (Masri, 2013). *Koi Herpes Virus* (KHV) merupakan penyakit viral yang menyerang ikan mas dan koi dan bersifat sangat menular. Penyakit ini dipicu oleh penurunan suhu lingkungan sehingga disebut sebagai virus yang menyerang saat dingin (*a cold virus*). *Koi Herpes Virus* dapat menyerang pada semua umur inang dan semua sistem budidaya (Nuryati *et al.*, 2008).

Penyakit *Koi Harpes Virus* (KHV) telah didiagnosa pada ikan koi dan ikan mas. Namun spesies golongan cyprinid lainnya seperti *common goldfish* (*Carasius auratus*) dan *grass carp* (*Ctenopharyngodon idella*) menunjukkan tidak terserang KHV, seperti halnya infeksi virus herpes lainnya, KHV diyakini berada dalam tubuh ikan mas yang terinfeksi sehingga untuk kelangsungan hidupnya ikan mas tersebut berpotensi sebagai *carrier virus* (Edi *et al.*, 2010).

Mekanisme serangan virus pada tahapan pertama terjadinya infeksi adalah penyerangan (*attachment*), reseptor mulai mengenali virus tersebut pada lapisan membran plasma. Proses berikutnya adalah penetrasi (*penetration*) yaitu masuknya partikel virus ke dalam sel inang (*host*) selanjutnya virus akan melepas bagian luar yang melapisi tubuhnya (*uncoating*) untuk masuk ke dalam membran sel atau saluran lisosom. Berikutnya terjadi proses *transcription* yaitu virus mulai membuat rekaman untuk mRNA yang selanjutnya akan diterjemahkan sebagai protein. Proses selanjutnya DNA virus akan memperbanyak diri (*replication*) untuk kemudian membentuk virion dan apabila telah sempurna akan melepaskan

diri keluar dari sel untuk menginfeksi sel yang lainnya (Setyorini *et al.*, 2008).

Tahapan virus menginfeksi sel inang dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Tahapan virus menginfeksi sel inang (Google, 2016).

2.4 Histopatologi

Histologi berasal dari kata *histo* dan *logos*. *Histo* berarti jaringan dan *logos* berarti ilmu sehingga histologi adalah ilmu yang mempelajari sel, organ, dan jaringan tubuh secara mikroskopik. Histologi sangat diperlukan dalam mempelajari struktur jaringan normal suatu organ atau alat tubuh lain baik struktur anatomi maupun fisiologi. Setiawan (2012) menjelaskan bahwa salah satu cara yang dapat digunakan untuk mengetahui tentang status kesehatan ikan yaitu dengan teknik histologi. Histologi adalah suatu ilmu yang menguraikan struktur dari hewan atau tumbuhan secara terinci, dan hubungan antara struktur pengorganisasian sel dan jaringan dan fungsi-fungsi yang mereka lakukan,

dengan gambaran jaringan yang dihasilkan oleh teknik histologi inilah status kesehatan yang dilihat dari gambaran jaringan dari suatu organisme dapat dilihat dan ditentukan status kesehatannya. Histologi sangat penting dalam mengenali suatu kondisi patologi yang merupakan akibat suatu penyakit dan perubahan-perubahan seluler. Ilmu yang mempelajari tentang kelainan patologi (abnormal) suatu jaringan disebut histopatologi.

Asniatih *et al.*, (2013) menjelaskan bahwa pemeriksaan histopatologi pada ikan dapat memberikan gambaran perubahan jaringan ikan yang terinfeksi penyakit. Dalam penentuan penyakit pada ikan, diagnosa penyakit merupakan langkah awal yang perlu diterapkan. Pada proses diagnosa penyakit infeksi pada ikan, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan yaitu, tanda-tanda klinis yang meliputi tingkah laku, ciri-ciri eksternal maupun internal serta perubahan patologi. Perubahan patologi pada ikan yang terserang penyakit dapat dilakukan dengan pemeriksaan histologi untuk mendeteksi adanya komponen-komponen patogen yang bersifat infeksi melalui pengamatan secara mikro anatomi terhadap perubahan abnormal tingkat jaringan. Mahasri *et al.*, (2011) menjelaskan melalui pengamatan histopatologi akan didapatkan perubahan sel, jaringan dan organ yang terinfeksi sehingga dapat diketahui perbedaan sel, jaringan dan organ yang terinfeksi dan tidak terinfeksi. Struktur jaringan normal maupun abnormal dapat dipelajari secara mikroskopik dalam bentuk preparat jaringan. Preparat ini dibuat melalui proses histopatologi.

Sunarto (2007) menyatakan bahwa membedakan dan mengembangkan suatu metoda untuk mengevaluasi tingkat kerusakan yang terjadi pada suatu jaringan organisme yang berhubungan dengan pengaruh pencemaran, yaitu : 1. Edema merupakan pembengkakan pada jaringan dan terjadi penimbunan cairan di dalam tubuh. 2. Hiperplasia merupakan pembentukan jaringan secara berlebih akibat bertambahnya jumlah dan ukuran sel. 3. Fusi merupakan menyatunya

jaringan ataupun sel tertentu. 4. Atropi merupakan penyusutan pada sel maupun jaringan sehingga tampak lebih kecil dari awalnya. 5. Nekrosis hampir seluruh struktur jaringan mengalami kerusakan ataupun kematian sel (suatu keadaan dimana sel dan jaringan mempunyai aktifitas yang rendah dan kadang mati).

2.5 Perubahan Patologi Otot Ikan Mas

Priosoeryanto *et al.* (2010) menyatakan bahwa perubahan histopatologi yang terjadi pada otot ikan yaitu perubahan-perubahan yang melibatkan pertumbuhan berlebihan, pertumbuhan tidak sempurna, atau pola pertumbuhan abnormal pada jaringan otot. Perubahan secara histopatologi yang terjadi yaitu atropi, degenerasi, dan edema.

Ningrum (2006) menjelaskan bahwa perubahan patologi pada *musculus* ikan berupa :

1. Pembengkakan sel (edema)

Merupakan tingkat awal degenerasi berupa pembengkakan dan kekeruhan sitoplasma serta timbulnya banyak granula dalam sitoplasma yang melebihi jumlah normal.

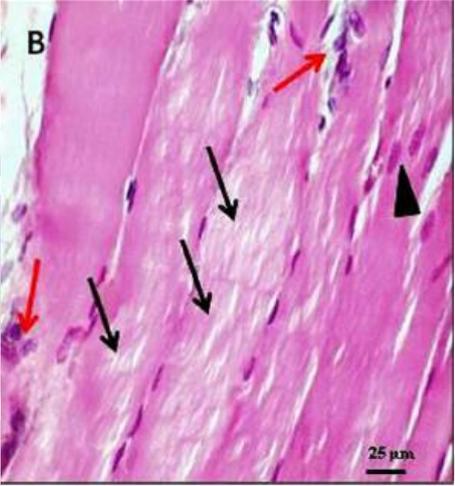
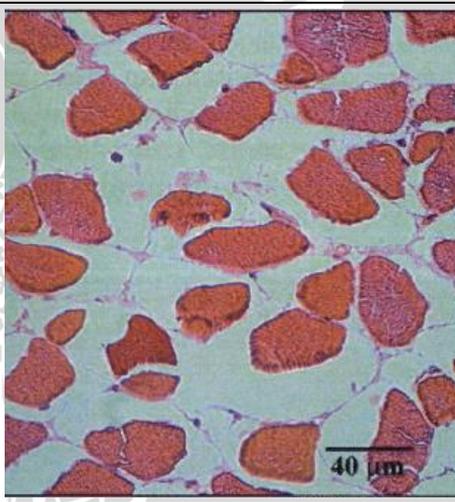
2. Hiperplasia

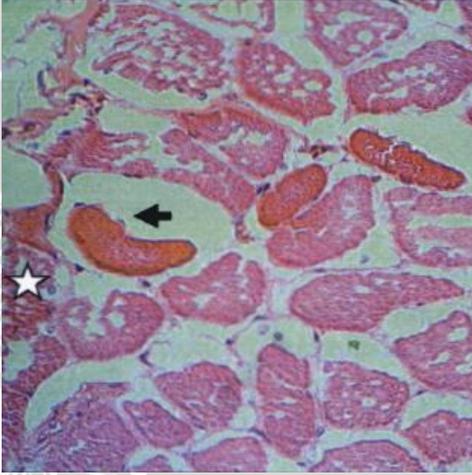
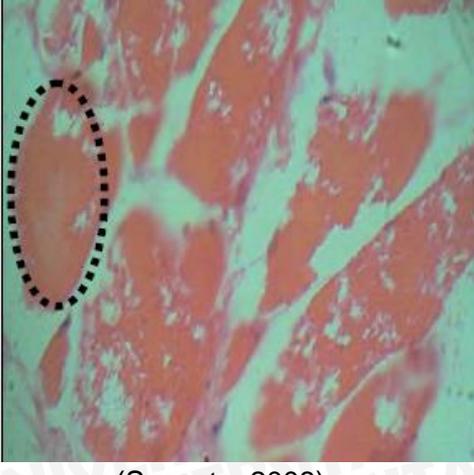
Terjadi proliferasi sel terus menerus, sehingga menyebabkan bersatunya serabut-serabut otot yang berdekatan.

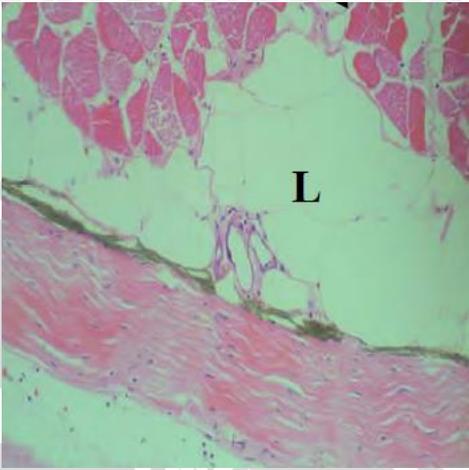
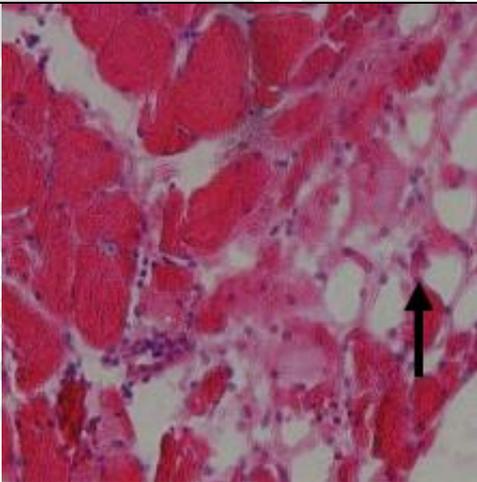
3. Tingkat kematian sel (nekrosis)

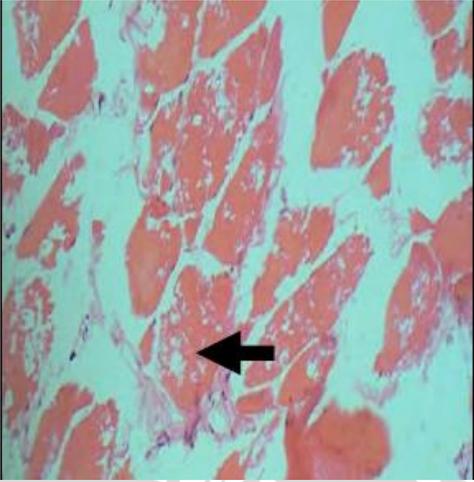
Nekrosis merupakan kematian yang terjadi secara cepat pada bagian yang terbatas pada suatu jaringan hewan yang masih hidup, bersifat permanen dan terjadi pada stadium akhir. Perubahan patologi pada otot ikan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Perubahan Patologi pada Otot Ikan

No.	Perubahan Histologi	Gambar
1.	<p>Inflamasi, merupakan suatu respon pertahanan jaringan yang rusak dan responnya ditandai dengan <i>color, rubor, tumor, dolore</i> dan <i>function laeso</i> (panas, merah, bengkak, sakit dan kehilangan fungsi) (Roberts, 2001). Inflamasi ditunjukkan pada panah merah yang ditandai dengan munculnya warna kemerahan pada sel.</p>	 <p>(Musumecia <i>et. al.</i>, 2014)</p>
2.	<p>Edema, adalah suatu akumulasi cairan yang abnormal didalam rongga-rongga tubuh atau di dalam ruang-ruang interstitial dari jaringan dan organ yang dapat mengakibatkan kebengkakan dan biasanya mengindikasikan adanya suatu ketidakseimbangan tekanan hidrostatis atau kesalahan pada tekanan osmotis darah, peningkatan permeabilitas pembuluh kapiler, limfe obstruksi atau disfungsi ginjal (Hibiya and Fumio, 1995). Perubahan edema pada gambar disamping berupa rongga antar serabut otot.</p>	 <p>(Priosoeryanto, 2010)</p>
3.	<p>Infiltrasi Radang, adalah masuknya sel-sel radang ke dalam jaringan sebagai respon karena adanya penyakit atau agen toksik. Perubahan histopatologi akibat infestasi sel radang ditandai dengan adanya infiltrasi sel-sel radang pada jaringan normal. Adanya sel dan jaringan yang mengalami kerusakan, maka sel radang akan keluar dari pembuluh darah dan menuju ke daerah yang terinfiltrasi tersebut, sehingga jaringan pembuluh darah banyak dijumpai vakuola (Thomson, 1984).</p>	 <p>(Prihartini, 2015)</p>

No.	Perubahan Histologi	Gambar
4.	<p>Hiperplasia, adalah penambahan dari suatu bagian tubuh karena adanya peningkatan jumlah sel (Robert, 2001). Hiperplasia ditunjukkan pada panah no.5 yang menunjukkan bersatunya otot-otot yang berdekatan. Hal ini ditandai dengan membesarnya serabut otot.</p>	 <p>(Ningrum,2006)</p>
5.	<p>Atropi, adalah berkurangnya ukuran dari suatu bagian tubuh akibat adanya pengurangan ukuran atau jumlah dari sel-sel yang ada dan proses terjadinya biasanya lambat (Plump,1994). Atropi sel otot ditunjukkan dengan panah hitam, tampak pada sel otot berwarna lebih merah.</p>	 <p>(Priosoeryanto, 2010)</p>
6.	<p>Degenerasi Hyalin, merupakan keadaan serabut otot yang menunjukkan penampilan homogen dan menyerap pewarnaan eosin secara dominan. Serabut otot yang mengalami degenerasi hyalin akan lebih mudah rusak dibandingkan serabut otot yang normal. Nukleus otot pada serabut otot normal yang berada di sekitar otot yang mengalami hyalinasi terkadang mengalami hiperplasia. Beberapa serabut otot yang terlihat normal di sekitar serabut yang terhyalinasi sering memperlihatkan pemisahan longitudinal yang frekuensi (Hibiya dan Takasima, 1995).</p>	 <p>(Susanto, 2008)</p>

No.	Perubahan Histologi	Gambar
7.	<p>Degenerasi Lemak, Degenerasi lemak terjadi karena akumulasi lipid dan gangguan metabolisme lemak karena kekurangan enzim lipase intraseluler atau asupan nutrisi yang mengandung lemak yang tinggi. Lemak pada otot ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi rasa daging ikan. Degenerasi lemak juga dapat terjadi karena penyakit infeksi, ketidakseimbangan nutrisi dan beberapa bahan toksik (Susanto, 2008). Degenerasi lemak ditunjukkan pad huruf L.</p>	 <p>(Susanto, 2008)</p>
8.	<p>Nekrosis, adalah kematian sel-sel atau jaringan yang menyertai degenerasi sel pada setiap kehidupan hewan dan merupakan tahap akhir degenerasi yang irreversible. Nekrosis dapat disebabkan oleh trauma, agen-agen biologis (virus, bakteri, jamur dan parasit) dan agen-agen kimia (Plump,1994). Gambaran mikroskopis dari peristiwa nekrosis, berupa perubahan warna jaringan menjadi lebih pucat dan perubahan konsistensi jaringan menjadi lebih lunak.</p>	 <p>(Priyatna <i>et al.</i>, 2011)</p>
9.	<p>Vakuolisasi. Penampakkannya terlihat pada bentuk inti yang tampak membesar dan bergelembung serta khromatinnya jarang dan tidak eosinophil (kemerahan). Vakuolisasi ini disebabkan oleh perubahan keseimbangan cairan dalam sel akibat bertambahnya cairan (Mitchell <i>et. al.</i>, 2006). Ditandai dengan terbentuknya vakuola (ruang kosong) pada sel.</p>	 <p>(Rajkumar <i>et.al.</i>, 2016)</p>

No.	Perubahan Histologi	Gambar
10.	<p>Nekrosa Serabut Otot, Nekrosa serabut otot merupakan kelainan yang terjadi berupa lisisnya sel-sel otot yang terlihat menjadi lubang-lubang. Nekrosa serabut otot dapat terjadi karena iskemia atau berhentinya suplai darah ke suatu jaringan otot, kekurangan nutrisi dan penyakit infeksius (Susanto, 2008).</p>	 <p>(Susanto, 2008)</p>

2.6 Strategi Penanggulangan *Koi Herpes Virus* (KHV)

Prajitno (2008) menyatakan bahwa sejak terjadinya wabah KHV pada bulan Maret 2003, pemerintah pusat dalam hal ini Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya, Badan Riset Kelautan dan Perikanan dan Pusat Karantina Ikan, Universitas, Dinas Kelautan dan Perikanan, serta masyarakat telah melakukan upaya pengendalian wabah ditingkat nasional, antara lain melalui:

- Peraturan perundangan

Usaha pencegahan agar penyakit KHV tidak menyebar dari satu daerah ke daerah lain yang masih bebas dilakukan pemerintah dengan mengeluarkan berbagai peraturan tentang transportasi ikan mas dan koi dari satu daerah ke daerah lain. Paling tidak ada 15 peraturan dalam bentuk Surat Edaran dan Surat Keputusan Direktur Jenderal Perikanan Budidaya maupun Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan (antara lain SK No. 28, 40 dan 55) yang berhubungan dengan wabah KHV. Ditingkat petani atau unit usaha perikanan (kolam, karamba) usaha penanggulangan KHV antara lain dilakukan, sebagai berikut :

- Pengobatan

Tidak ada obat yang efektif untuk pengobatan penyakit KHV. Namun demikian, antibiotik dapat digunakan untuk pengobatan infeksi sekunder karena penyakit dan bacterial. Oksitetrasiklin (OTC) dan Enrofloxacin (5-10 ppm) digunakan untuk pengobatan bakteri dan Dyvon (dichlorophos) 1-5 ppm serta Benzalkonium chloride (BKC) 1 tetes/100 L air digunakan untuk pengobatan Argulus dan parasit lain.

- Karantina

Pendekatan lain adalah dengan menerapkan tindakan karantina pada ikan yang baru masuk. Ikan dikarantina dalam lokasi terpisah dan dalam waktu tertentu. Masa karantina tergantung dari jenis penyakit target, ketersediaan fasilitas, biaya dan strategi karantina yang diterapkan. Dalam hal penyakit KHV pada ikan mas dan koi, karantina dilakukan minimal 2 minggu pada suhu optimum.

- *Biosecurity*

Biosecurity didefinisikan sebagai serangkaian usaha untuk mencegah atau mengurangi peluang masuknya suatu penyakit ke suatu sistem (Negara, daerah, lokasi budidaya, kolam) dan mencegah penyebarannya dari satu sistem ke sistem lain yang masih bebas. Dalam hal penanggulangan KHV, tujuan aplikasi *biosecurity* adalah untuk : (1). Mencegah meluasnya penyebaran penyakit KHV , (2). menjaga agar stok ikan bebas KHV (disuatu daerah atau farm tertentu) tidak terkontaminasi dengan KHV, (3). Memberikan informasi kepada petani tentang ikan (benih atau induk) yang bebas KHV, (4).Bila mungkin mengurangi daerah sebar (distribusi geografis) penyakit dengan tujuan akhir pemusnahan KHV.

- Pola Budidaya yang Baik

Tingkat kematian ikan karena serangan penyakit KHV dapat dikurangi dengan cara menerapkan pola Budidaya yang baik (*Good Management Practices, GMPs*), antara lain

- a. Ikan mas sakit yang belum mati dan siap untuk dipanen sebaiknya segera dipanen untuk dikonsumsi.
- b. Melakukan alih komoditas misalnya budidaya ikan nila sebagai usaha memutus siklus hidup virus KHV
- c. Melakukan budidaya ikan dengan sistem polikultur
- d. Karantina benih ikan mas yang akan ditebar selama 2 minggu.
- e. Desinfeksi semua peralatan sebelum dan setelah dipakai, menggunakan benih bebas penyakit, mengurangi padat tebar, menghindari stress, tidak membuang bangkai ikan ke perairan umum.

- Manajemen Berbasis Masyarakat

Penanggulangan KHV harus dilakukan secara terintegrasi dengan kondisi lingkungan sekitarnya. Kondisi ini penting untuk memastikan bahwa tidak ada farm lain disekitarnya yang melakukan pencemaran sumber air dengan penyakit berbahaya, misal dengan tidak memasukkan ikan dari daerah wabah. Oleh karena itu diperlukan kerjasama antara petani dalam satu kawasan (*cluster management*) dalam kerangka manajemen berbasis masyarakat (*community-based management*).

2.7 Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Mas

Frasawi *et al.* (2013) menjelaskan bahwa air merupakan salah satu kebutuhan yang sangat dibutuhkan oleh makhluk hidup yaitu manusia, tumbuhan, hewan yang sangat penting diperlukan untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari yaitu air bersih dan untuk pembudidayaan ikan membutuhkan kualitas

air bersih dan bebas dari pencemaran. Biota budidaya membutuhkan lingkungan hidup yang optimal untuk tumbuh optimal. Kualitas air dapat diketahui dari pengukuran parameter untuk budidaya biota air yaitu karakteristik fisik dan kimia air.

Kualitas air memegang peranan penting dalam bidang perikanan terutama untuk kegiatan budidaya serta dalam produktifitas hewan akuatik. Parameter kualitas air yang sering diamati antara lain suhu, kecerahan, pH, oksigen terlarut, karbondioksida, alkalinitas, kesadahan, fosfat, nitrogen dan lainnya. Pengaruh kualitas air terhadap kegiatan budidaya sangatlah penting, sehingga pengawasan terhadap parameter kualitas air mutlak dilakukan oleh pembudidaya (Dauhan *et al.*, 2014). Standar kualitas air pada budidaya ikan mas akan disajikan pada Tabel 2.

Tabel 2. Standar Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Mas

No.	Parameter	Nilai	Sumber
1.	Suhu	25-30 °C	(SNI,2015)
2.	Kecerahan	25-40 cm	(Boyd,1982)
3.	Oksigen Terlarut (DO)	Min 3 (mg/l)	(SNI, 2015)
4.	Biological Oxygen Demand (BOD)	6 mg/l	(UU No. 82 Tahun 2001 Kelas III)
5.	Karbondioksida (CO ₂)	< 5 mg/l	(Boyd, 1982)
6.	Chemical Oxygen Demand (COD)	50 mg/l	(UU No. 82 Tahun 2001 Kelas III)
7.	Derajat Keasaman (pH)	6.5-8.5	(SNI, 2015)
8.	Amonia	Kandungan amonia bebas untuk ikan yang peka ≤ 0,02 mg/L sebagai NH ₃ mg/l	(UU No. 82 Tahun 2001 Kelas III)

2.7.1 Parameter Fisika

A. Suhu

Wahyudi (1999) menjelaskan bahwa suhu merupakan faktor pembatas yang penting untuk kehidupan organisme karena setiap organisme mempunyai kemampuan yang terbatas untuk mentolerir perubahan suhu yang terjadi pada lingkungannya. Organisme akan tumbuh dan berkembang dengan baik pada kondisi suhu optimalnya. Kondisi di atas atau di bawah suhu optimal akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan organisme. Bahkan pada suhu yang ekstrim organisme mungkin akan mengalami kematian. Terdapat dua macam pengaruh suhu terhadap perairan, yaitu pengaruh langsung dan pengaruh tak langsung. Pengaruh langsung adalah toleransi organisme terhadap kondisi suhu perairan, terjadinya pertukaran zat, aktivitas metabolisme organisme dan kandungan oksigen terlarut. Sedangkan pengaruh tak langsung adalah terjadinya stratifikasi suhu di perairan yang menyebabkan terjadinya osilasi dan turbulensi.

Berdasarkan PP No.82 Tahun 2001 (kelas III) kisaran suhu untuk kegiatan budidaya air tawar adalah deviasi 3 sedangkan toleransi suhu perairan yang baik untuk menunjang pertumbuhan optimal dari beberapa ikan budidaya air tawar seperti mas dan nila adalah 28 °C. Suhu mempunyai peranan penting dalam menentukan pertumbuhan ikan yang dibudidaya, kisaran yang baik untuk menunjang pertumbuhan optimal adalah 28 °C – 32 °C.

B. Kecerahan

Kecerahan merupakan suatu ukuran biasan cahaya dalam air disebabkan adanya partikel koloid dan suspensi dari bahan organik. Kekeruhan yang tinggi menghambat penetrasi cahaya matahari dalam proses fotosintesis fitoplankton serta dapat menyebabkan pendangkalan (Handayani, 2009). Kecerahan yang

baik bagi usaha budidaya budidaya ikan dan biota lainnya berkisar 30 – 40 cm. Bila kecerahan sudah mencapai kedalaman kurang dari 25 cm, berarti akan terjadi penurunan oksigen terlarut secara dratis (Kordi dan Tancung, 2005).

Kecerahan suatu perairan dapat digunakan untuk mengetahui sampai dimana masih ada kemungkinan terjadi proses asimilasi dalam air, lapisan-lapisan manakah yang tidak keruh, yang agak keruh, dan yang paling keruh. Air yang tidak terlampau keruh dan yang tidak pula terlampau keruh, baik untuk kehidupan biota budidaya. Cahaya matahari merupakan sumber energi yang utama bagi kehidupan jasad termasuk kehidupan di perairan karena ikut menentukan produktivitas perairan. Intensitas cahaya matahari merupakan faktor abiotik utama yang sangat menentukan laju produktivitas primer perairan, sebagai sumber energi dalam proses fotosintesis. Umumnya fotosintesis bertambah sejalan dengan bertambahnya intensitas cahaya sampai pada suatu nilai optimum tertentu (cahaya saturasi), diatas nilai tersebut cahaya merupakan penghambat bagi fotosintesis (cahaya inhibisi). Sedangkan semakin ke dalam perairan intensitas cahaya akan semakin berkurang dan merupakan faktor pembatas sampai pada suatu kedalaman dimana fotosintesis sama dengan respirasi. Kedalaman perairan dimana proses fotosintesis sama dengan proses respirasi disebut kedalaman kompensasi (Yumame *et al.*, 2013).

2.7.2 Parameter Kimia

A. Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan unsur yang sangat penting dalam proses aerob. Kelarutan oksigen (DO) di dalam air dipengaruhi beberapa faktor seperti temperatur, tekanan atmosfer, padatan terlarut dan salinitas. Nilai DO juga dipengaruhi oleh laju fotosintesis dan degradasi bahan organik (Isnaini, 2011). Oksigen merupakan salah satu unsur yang penting bagi semua bentuk

kehidupan di bumi, karena berfungsi sebagai pengatur proses metabolisme dan reaksi kimia serta biologi lainnya. Kelarutan oksigen dalam air dipengaruhi oleh suhu, tekanan parsial gas-gas yang ada di udara maupun air, kadar garam, serta adanya senyawa atau unsur yang mudah teroksidasi dalam air. Semakin tinggi temperatur dan kadar garam serta tekanan parsial gas yang terlarut dalam air, maka kelarutan oksigen di dalam air akan makin berkurang (Wahyudi, 1999).

Oksigen merupakan unsur penting untuk keperluan metabolisme organisme perairan. Manfaat oksigen terlarut yaitu menentukan siklus aktivitas biota air, konversi pakan dan laju pertumbuhan. Disamping itu distribusi jumlah oksigen terlarut juga mempengaruhi ketersediaan nutrisi dalam perairan. Pola distribusi oksigen terlarut akan mencerminkan sifat atau karakter suatu perairan. Penurunan oksigen dalam perairan dapat disebabkan karena adanya respirasi plankton. Konsentrasi oksigen yang baik dalam budidaya perairan adalah sekitar 5-7 mg/l (Handayani, 2009).

Berdasarkan standar baku mutu air PP. No 82 Tahun 2001 (kelas III), kisaran oksigen terlarut untuk kegiatan budidaya ikan yaitu > 3 mg/l. DO yang seimbang untuk hewan budidaya adalah lebih dari 5 mg/l. Jika oksigen terlarut tidak seimbang akan menyebabkan stress pada ikan karena otak tidak mendapat suplai oksigen yang cukup, serta kematian akibat kekurangan oksigen (*anoxia*) yang disebabkan jaringan tubuh ikan tidak dapat mengikat oksigen yang terlarut dalam darah. Pada siang hari, oksigen dihasilkan melalui proses fotosintesa sedangkan pada malam hari, oksigen yang terbentuk akan digunakan kembali oleh alga untuk proses metabolisme pada saat tidak ada cahaya. Kadar oksigen maksimum terjadi pada sore hari dan minimum menjelang pagi hari (Tatangindatu *et al.*, 2013).

B. *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Biological Oxygen Demand (BOD) yaitu menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air atau jumlah oksigen terlarut yang digunakan tumbuhan dan hewan untuk proses oksidasi kimia karbon (metabolisme). Harga BOD berkisar 1-2 ppm. Tingkat pencemaran suatu perairan dapat dilihat berdasarkan nilai BOD-nya, yaitu semakin tinggi nilai BOD maka mengindikasikan bahwa perairan tersebut sudah tercemar oleh bahan organik (Purwanta, 2010).

Parameter BOD, secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan. Penentuan BOD sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke muara. Sesungguhnya penentuan BOD merupakan suatu prosedur *bioassay* yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan, pada kondisi yang hampir sama dengan kondisi yang ada di alam. Selama pemeriksaan BOD, contoh yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Konsentrasi air buangan/sampel tersebut juga harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu, hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan (Salmin, 2005).

Menurut standar baku mutu kualitas air PP No. 82 Tahun 2001 (kelas III), nilai BOD untuk kegiatan budidaya kurang dari 6 mg/L. BOD tinggi menunjukkan bahwa jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan organik dalam air tersebut tinggi, hal berarti dalam air sudah terjadi defisit oksigen. Banyaknya mikroorganisme yang tumbuh dalam air disebabkan banyaknya makanan yang tersedia (bahan organik), oleh karena itu

secara tidak langsung BOD selalu dikaitkan dengan kadar bahan organik dalam air (Tatangindatu, 2013).

C. Karbondioksida (CO₂)

Wahyudi (1999) menyatakan bahwa karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu gas yang penting bagi kehidupan organisme fotosintetik. Gas ini adalah bahan dasar yang essential untuk membentuk senyawa organik melalui proses fotosintesis. Karbondioksida merupakan faktor pembatas bagi semua bentuk kehidupan di perairan. Kurangnya CO₂ bebas akan merugikan organisme produsen (fitoplankton dan tumbuhan air) sehingga terhambat pertumbuhannya. Terlalu tinggi kandungan CO₂ juga mempunyai efek merugikan bagi organisme perairan. Besarnya CO₂ dalam perairan dapat digunakan untuk mengetahui tingkat pencemaran yang terjadi di dalamnya. Tersedianya CO₂ dalam lingkungan air dapat bersumber dari difusi langsung dari atmosfer, dari air yang berasal dari tanah, dari perombakan bahan-bahan organik di perairan dan dari penguraian Ca(HCO₃)₂ menjadi CaCO₃.

Karbondioksida bebas di dalam perairan berasal dari proses respirasi oleh organisme dalam air serta dekomposisi hewan akuatik. Keberadaan karbondioksida memegang peranan penting bagi kehidupan fitoplankton di dalam perairan, karena fitoplankton memerlukan karbondioksida bebas dalam jumlah yang cukup untuk proses fotosintesis. Odum (1993) dalam johan (2011), menyatakan bahwa kelarutan karbondioksida bebas dalam air dapat berasal dari proses respirasi, proses dekomposisi bahan organik, garam-garam bikarbonat serta atmosfer. Menurut Boyd (1982) perairan yang diperuntukkan untuk kegiatan perikanan sebaiknya mengandung kadar karbondioksida bebas kurang dari 5 mg/l., kadar karbondioksida bebas sebesar 10 mg/l masih dapat ditolerir oleh

organisme akuatik asal disertai dengan kadar oksigen terlarut tersedia dalam jumlah yang cukup.

D. Chemical Oxygen Demand (COD)

Purwanta (2010) menjelaskan bahwa Chemical Oxygen Demand (COD) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau miligram per liter yang dibutuhkan dalam kondisi khusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi. Effendi (2003) menyatakan bahwa COD menggambarkan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologis (*biodegradable*) maupun yang sukar didegradasi secara biologis (*non biodegradable*) menjadi CO_2 dan H_2O . Johan (2001) menyatakan bahwa nilai COD merupakan ukuran atau salah satu parameter bagi pencemaran air oleh zat-zat organik secara alamiah dan zat tersebut tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis. Kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air secara kimiawi menjadi CO_2 dan H_2O , nilai COD akan meningkat sejalan dengan meningkatnya nilai bahan organik di perairan. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/l, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/l (Effendi, 2003).

E. Derajat Keasaman (pH)

Sehabudin (2011) menyatakan bahwa pH didalam suatu perairan menjadi salah satu faktor penentu pada kebanyakan proses alami yang merupakan sebuah komponen kritis dalam sebuah sistem biologis dan memegang peranan penting dalam pengukuran kualitas air lainnya. Nilai pH dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti aktivitas biologi misalnya fotosintesis dan respirasi organisme, suhu serta mineral dalam perairan. Wahyudi (1999) menjelaskan bahwa derajat keasaman menyatakan intensitas keasaman suatu cairan encer

dan mewakili konsentrasi ion hidrogen dan ion hidroksil. Banyak reaksi kimia dan biokimia penting terjadi pada tingkat pH yang khusus atau dalam lingkungan pH yang sangat sempit.

Derajat keasaman (pH) adalah suatu ukuran dari konsentrasi ion hidrogen dan menunjukkan suasana air tersebut apakah bereaksi asam atau basa. Fluktuasi pH sangat dipengaruhi oleh proses respirasi, karena karbondioksida yang dihasilkannya. Semakin banyak karbondioksida (CO₂) yang dihasilkan dari proses respirasi, maka pH akan semakin rendah. Namun sebaliknya jika aktifitas fotosintesis semakin tinggi maka akan menyebabkan pH semakin tinggi. Kondisi perairan yang bersifat sangat asam atau sangat basa akan membahayakan kelangsungan hidup organisme karena akan menyebabkan terjadinya gangguan metabolisme dan respirasi (Isnaini, 2011).

Berdasarkan standar baku mutu air PP No.82 Tahun 2001 (kelas III), pH yang baik untuk kegiatan budidaya ikan air tawar berkisar antara 6 – 9. pH yang ideal bagi kehidupan biota air tawar adalah antara 6,8 - 8,5. pH yang sangat rendah, menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar, yang bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang juga bersifat toksik bagi organisme air (Tatangindatu *et al.*, 2013).

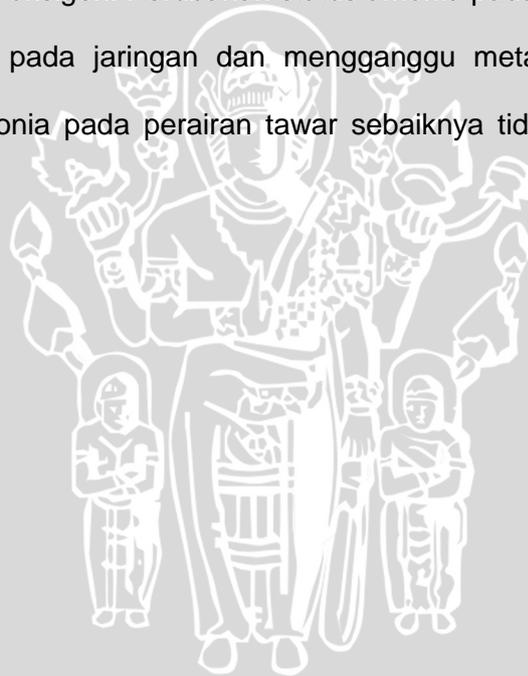
F. Amonia (NH₄⁺)

Samsundari dan Wirawan (2013) menjelaskan bahwa, amoniak terdiri dari dua bentuk yaitu ammonium (NH₄⁺) dan amoniak tidak terionisasi (NH₃). Jumlah total kedua fraksi tersebut biasa disebut total amoniak atau amoniak. Persamaan kedua fraksi tersebut adalah :



Amonia yang ada di perairan berasal dari sisa metabolisme ikan yang terlarut dalam air, feses ikan, serta dari makanan ikan yang tidak termakan dan mengendap di dasar kolam. Ada beberapa hal yang dapat menyebabkan konsentrasi amonia meningkat antara lain membusuknya makanan ikan yang tidak termakan, menurunnya kadar oksigen terlarut pada kolam yang apabila oksigen terlarut berkisar antara 1-5 ppm mengakibatkan pertumbuhan ikan menjadi lambat sedangkan oksigen terlarut yang kurang dari 1 ppm dapat bersifat toksik bagi sebagian besar spesies ikan (Dauhan *et al.*, 2014).

Amonia pada lingkungan budidaya ikan perairan dapat menyebabkan peningkatan konsumsi oksigen. Perubahan status amonia pada lingkungan dapat menginduksi *hypoxia* pada jaringan dan mengganggu metabolisme respirasi pada ikan. Kadar amonia pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0.02 ppm (Silalahi, 2009).



3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*), jaringan otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) melalui analisis histopatologi dengan metode pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE). Parameter kualitas air yang diukur meliputi parameter fisika: suhu dan kecerahan, serta parameter kimia: derajat keasaman (pH), Oksigen terlarut (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), Karbondioksida (CO₂), *Chemical Oxygen Demand* (COD), dan Amonia. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini disajikan pada Lampiran 1.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif dengan teknik *surveillance*. Penggunaan metode deskriptif dengan teknik *surveillance* dimaksudkan agar dapat menggambarkan suatu kondisi pada daerah tertentu dengan tidak melakukan perubahan terhadap variabel-variabel yang diteliti. Menurut Surakhmad (1998), metode deskriptif merupakan metode yang menggambarkan keadaan atau kejadian di suatu daerah tertentu. Pelaksanaan metode deskriptif tidak terbatas pada pengumpulan dan penyusunan data, tetapi meliputi analisa dan pembahasan tentang data tersebut, sehingga diharapkan dapat memberikan gambaran secara umum, sistematis, aktual, dan valid mengenai fakta dan sifat-sifat populasi daerah tersebut. Menurut Prajitno (2008), *surveillance* merupakan kegiatan yang secara sistematis mengumpulkan, menganalisa dan menyebarluaskan informasi untuk mendukung pernyataan bahwa suatu populasi bebas dari infeksi atau penyakit, atau juga dapat digunakan untuk mendeteksi keberadaan penyakit yang bertujuan untuk pengendalian. FAO (2004) menyatakan bahwa teknik *surveillance* dapat

menunjang kegiatan dalam pencegahan dini terhadap infeksi suatu penyakit, perencanaan kontigensi (perencanaan untuk kejadian yang tidak terduga) dan pengontrolan dalam mencegah penyebaran penyakit.

3.3 Teknik Pengumpulan Data

Terdapat dua sumber data yang akan menentukan proses pengumpulan data yang akan dilakukan yaitu data primer dan data sekunder. Data primer adalah data yang diperoleh langsung dari sumbernya atau pelaku kegiatan, diamati dan dicatat untuk pertama kalinya (Marzuki 1986). Data sekunder adalah data yang bukan diusahakan sendiri pengumpulannya oleh peneliti (Marzuki, 1986).

3.3.1 Data Primer

Data primer dalam penelitian ini meliputi data tentang kualitas air kolam pemeliharaan ikan mas dan gambaran histopatologi organ otot ikan yang terinfeksi KHV melalui metode pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE).

a. Observasi

Menurut Marzuki (1986), Observasi berarti melakukan pengamatan dan pencatatan secara sistematis terhadap gejala atau fenomena yang diselidiki, tanpa mengajukan pertanyaan-pertanyaan. Pengambilan data secara observasi dilakukan dengan pengamatan langsung kualitas air kolam pemeliharaan ikan mas dan pengambilan sampel organ otot untuk dilakukan uji histopatologi pada ikan yang terinfeksi Koi Herpes Virus (KHV) melalui metode pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE).

b. Wawancara

Menurut Marzuki (1986), wawancara yaitu komunikasi langsung dalam bentuk tanya jawab dalam hubungan tatap muka, sehingga gerak dan mimik responden merupakan pola media yang melengkapi katakata secara verbal. Metode wawancara yang akan dilakukan dalam penelitian ini adalah dengan bertanya

secara langsung kepada pembudidaya ikan terkait penyakit KHV dan laboran di laboratorium terkait uji PCR, analisa histopatologi melalui metode pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE). Wawancara dalam penelitian ini bertujuan untuk mencari informasi secara lisan dengan narasumber.

c. Partisipasi Aktif

Menurut Marzuki (1986), Partisipasi yaitu proses yang dilakukan untuk mendapatkan informasi dengan berperan aktif dalam proses yang berlangsung. Partisipasi aktif dilakukan dengan mengikuti secara langsung rangkaian kegiatan meliputi persiapan alat dan bahan, pengukuran parameter kualitas air, dan analisa histopatologi organ otot melalui metode pewarnaan Hematoksilin-Eosin (HE).

3.3.2 Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh dari laporan-laporan, skripsi, buku, jurnal, pustaka serta data dari para peneliti yang berhubungan dengan histopatologi organ otot ikan melalui metode histopatologidan kualitas air pada pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*).

3.4 Metode Analisis Data

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Analisis infeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan menggunakan metode PCR (*Polymerase Chain Reaction*),
- Analisis histopatologi organ otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) untuk mengetahui tingkat kerusakan jaringan otot.
- Analisis data kualitas air dilakukan dengan membandingkan data kualitas air yang diteliti dengan nilai optimal parameter kualitas air untuk budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*).

3.4.1 Teknik Pengambilan Sampel Ikan

Pengambilan sampel ikan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

- Mengambil sampel ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan menggunakan jaring.
Pengambilan sampel ikan dilakukan berdasarkan pertimbangan bahwa ikan mas (*Cyprinus carpio*) termasuk kedalam kriteria ikan yang terindikasi *Koi Herpes Virus* (KHV).
- Mengambil sampel ikan sebanyak 3 kali ulangan pada kolam pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*) dengan selang waktu 1 minggu sekali.
- Membedah organ ikan yang akan diamati histopatologi secepatnya untuk menghindari kematian ikan setelah ikan ditangkap. Organ yang diambil dalam penelitian ini yaitu otot daging ikan mas (*Cyprinus carpio*).
- Memasukkan organ yang telah diambil kedalam formalin 10 % agar jaringan tetap awet untuk preparat histopatologi.

3.4.2 Teknik Pengambilan Sampel Air

Pengambilan sampel air dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

- Mengambil sampel air dengan botol plastik volume 600 ml sebanyak 3 botol dengan 3 kali ulangan dan selang waktu 1 minggu sekali.
- Melakukan pengukuran parameter kualitas air secara langsung (*in situ*) yang meliputi : suhu, kecerahan, derajat keasaman (pH), karbondioksida (CO₂) dan oksigen terlarut (DO).
- Melakukan pengukuran parameter kualitas air dengan analisis laboratorium yaitu : *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan amonia.

3.5 Prosedur Penelitian

3.5.1 Kualitas Air

Kualitas air dalam budidaya perikanan air tawar sangat menentukan dalam keberhasilan suatu usaha. Kualitas air merupakan faktor terpenting dalam pemeliharaan organisme perairan. Pengelolaan kualitas air adalah salah satu usaha untuk menstabilkan parameter lingkungan yang sesuai dan dibutuhkan oleh organisme (Hariyadi *et al.* 1992).

A. Parameter Fisika

1. Suhu

Menurut Subarijanti (1990), prosedur pengukuran suhu perairan dengan menggunakan thermometer adalah sebagai berikut :

- Menyiapkan thermometer Hg
- Memasukkan thermometer ke dalam perairan dengan membelakangi matahari dan tidak menyentuh tangan
- Menunggu selama ± 2 menit
- Membaca skala thermometer pada saat thermometer masih berada di perairan
- Mencatat hasil pengukuran dalam skala $^{\circ}\text{C}$

2. Kecerahan

Menurut Hariyadi *et al.* (1992), Pengukuran kecerahan perairan dilakukan menggunakan *secchidisk* dengan cara sebagai berikut :

- Memasukkan *secchidisk* ke dalam perairan
- Mengukur batas tidak tampak pertama kali dan dicatat sebagai d1
- Memasukkan *secchidisk* ke dalam perairan
- Mengangkat *secchidisk* perlahan-lahan
- Melihat batas tampak pertama kali dan dicatat sebagai d2

- Menghitung kecerahan dengan rumus : $d = \frac{d1+d2}{2}$

B. Parameter Kimia

1. Oksigen Terlarut (DO)

Menurut Hariyadi *et al.* (1992), adapun cara untuk mengukur kadar DO yaitu sebagai berikut :

- Menyiapkan botol DO dan mencatat volumenya
- Memasukkan botol DO kedalam perairan dengan posisi botol dimiringkan dan semakin tegak bila botol penuh
- Menutup botol DO didalam air setelah botol terisi penuh dan memastikan tidak ada gelembung
- Menambahkan 2 ml $MnSO_4$ dan 2 ml $NaOH + KI$ pada air sampel
- Menghomogenkan dengan cara di bolak balik.
- Mendinginkan sampai terjadi endapan coklat
- Memberi 1-2 ml H_2SO_4 pekat pada endapan dan mengocok sampai endapan larut
- Memberi 2-3 tetes amylum
- Mentitrasi dengan Na-thiosulfat ($Na_2S_2O_3$) 0.025 N sampai jernih pertama kali
- Mencatat ml $Na_2S_2O_3$ yang terpakai sebagai ml titran
- Menghitung dengan rumus :

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

Keterangan :

V (titran) : ml titrasi Na- thiosulfat

N (titran) : normalitas Na- thiosulfat (0.025)

2. Biological Oxygen Demand (BOD₅)

Menurut SNI (2004), prosedur pengukuran *Biological Oxygen Demand* (BOD₅) adalah sebagai berikut:

- Menyimpan sampel air kedalam incubator dengan suhu 20 °C selama 5 hari untuk sampel DO₅ inlet dan DO₅ outlet
- Mengukur oksigen terlarut (DO) dengan langkah sebagai berikut:
 - Membuka tutup botol winkler
 - Menambahkan 2 ml MnSO₄ dan pipet harus terendam dibawah permukaan air
 - Memasukkan 2 ml larutan alkali-iodida-azida
 - Menutup botol winkler
 - Menghomogenkan larutan dengan cara membolak-balikkan botol winkler
 - Membiarkan larutan mengendap sampai endapan tersebut memenuhi setengah botol
 - Menambahkan 2 ml larutan H₂SO₄ pekat
 - Menutup dan menghomogenkan larutan dengan cara membolak-balikkan botol winkler
 - Mengambil 200 ml air sampel dan dipindahkan kedalam labu Erlenmeyer
 - Mentitrasi sampel dengan 0.025 N larutan Na-thiosulfat sampai di dapatkan warna kuning muda
 - Menambahkan amilum 1-2 tetes hingga warna berubah menjadi biru
 - Mentitrasi sampel dengan 0.025 N larutan Na-thiosulfat sampai warna biru hilang (tidak berwarna)
 - Menghitung nilai DO dengan rumus:

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

Menghitung nilai BOD dengan menggunakan rumus

$$\text{BOD inlet (mg/l)} = \text{DO}_0 \text{ inlet} - \text{DO}_5 \text{ inlet}$$

$$\text{BOD outlet (mg/l)} = \text{DO}_0 \text{ outlet} - \text{DO}_5 \text{ outlet}$$

3. Karbondioksida (CO₂)

Menurut Subarijanti (1990), prosedur pengukur karbondioksida adalah sebagai berikut:

- Memasukkan 25 ml air contoh kedalam Erlenmeyer kemudian menambahkan 1-2 tetes indicator PP
- Bila air berwarna merah muda (pink) berarti air tersebut tidak mengandung CO₂ bebas
- Bila air tetap tidak berwarna, segera dititrasi dengan Na₂CO₃ 0.0454 N sampai warna menjadi merah muda (pink) pertama kali

Dihitung dengan rumus :

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

Keterangan :

V (titran) : Volume titrasi

N (titran) : Konsentrasi larutan titrasi

22 : Nilai Mr CO₂

1000 : Konsentrasi liter menjadi ml

Air sampel (ml) : Volume air sampel

4. Chemical Oxygen Demand (COD)

Menurut Hariyadi *et al.* (1992), prosedur pengukuran *Chemical Oxygen Demand* (COD) adalah sebagai berikut:

- Memanaskan sebentar COD reactor \pm 30 menit
- Memasukkan sampel 2.5 ml
- Menambahkan DS (*digestion solution*) 1.5 ml + SA (*sulfuric acid*) 3.5 ml, kemudian ditutup
- Memasukkan tabung dalam COD reactor, panaskan \pm 2 jam
- Setelah itu keluarkan dan dinginkan
- Mengukur dalam spektrofotometer dengan panjang gelombang 600 μ m

5. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Hariyadi *et al.* (1992), derajat keasaman (pH) perairan dapat dengan menggunakan pH paper meliputi:

- mencelupkan pH paper ke dalam perairan
- mendiamkan pH paper selama kurang lebih 2 menit
- mengangkat dan dikibas-kibaskan sampai setengah kering
- mencocokkan dengan skala 1-14 yang tertera pada kotak standar
- mencatat hasil pengukurannya.

6. Amonia

Menurut SNI (1990), pengukuran kadar amonia air dapat dilakukan dengan cara sebagai berikut :

- Mengambil 25 ml air sampel uji dan dimasukkan ke dalam Erlenmeyer 50 ml
- Menambahkan 1 ml larutan fenol, kemudian dihomogenkan
- Menambahkan 1 ml natrium nitropusid, kemudian dihomogenkan
- Menambahkan 2.5 ml larutan pengoksidasi, kemudian dihomogenkan

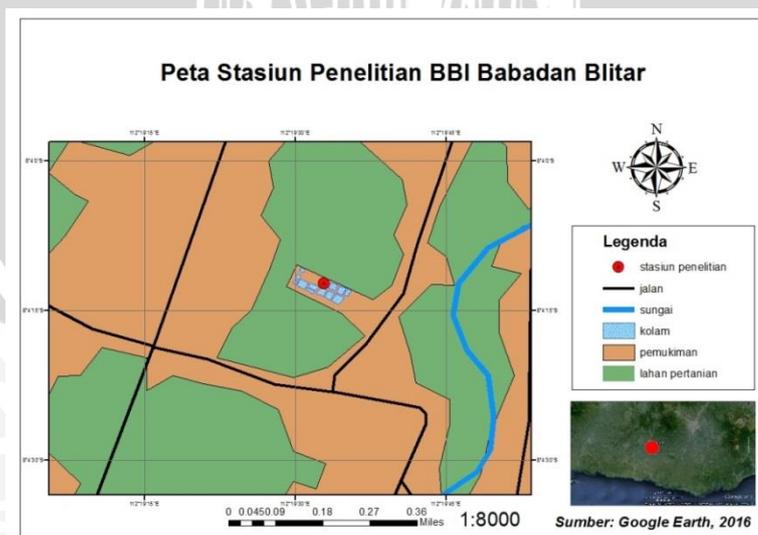
- Menutup Erlenmeyer dengan plastik atau parafilm, dan membiarkan hingga 1 jam
- Memasukkan ke dalam cuvet ukur dengan spektrofotometer, membaca dan mencatat serapannya pada panjang gelombang 640 nm.



4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Kondisi Umum Stasiun Pengamatan Kolam Pemeliharaan Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Lokasi penelitian ini terletak di BBI desa Babadan, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar (Gambar 6). Pengambilan sampel ikan mas (*Cyprinus carpio*) dan sampel kualitas air berasal dari kolam intensif yang memiliki konstruksi berupa semen pada seluruh bagian kolam. Kolam pada kawasan penelitian ini merupakan kolam untuk pemeliharaan ikan mas, ikan koi dan ikan nila. Pengairan pada kolam lokasi penelitian berasal dari sungai Leso yang merupakan aliran dari gunung kelud yang masih aktif. Kawasan pada lokasi penelitian termasuk daerah surplus karena tanahnya subur. Faktor penting yang mempengaruhi tingkat kesuburan tanah di kawasan ini yaitu adanya gunung kelud yang masih aktif serta banyaknya aliran sungai yang cukup memadai. Gunung berapi dan sungai yang lebar berfungsi sebagai sarana penyebaran zat-zat hara yang terkandung dalam material hasil letusan gunung berapi. Sungai Leso selain dimanfaatkan masyarakat sebagai sumber air untuk kolam perikanan juga dimanfaatkan sebagai irigasi pertanian dan perkebunan.



Gambar 6. Peta Stasiun Penelitian BBI Babadan Blitar

Pengambilan sampel ikan dan sampel kualitas air dilakukan pada kolam yang terletak di sebelah ujung paling barat yang merupakan tempat pembesaran ikan mas, koi serta ikan nila. Pada kolam penelitian ini terdapat jaring kecil yang terdapat disebelah pojok kiri kolam yang digunakan sebagai tempat pemeliharaan benih ikan koi, sedangkan untuk pembesaran ikan mas, ikan koi dan ikan nila terletak di luar jaring tersebut. Kondisi disekitar lokasi penelitian yaitu kolam pengamatan dikelilingi oleh lahan pertanian dan banyak pohon-pohon besar sehingga membuat kolam menjadi rindang. Pada bagian tepi kolam terdapat banyak tanaman air, hal ini dapat mengganggu proses masuknya cahaya matahari ke dalam perairan. Gambaran kolam pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. Kolam Penelitian di BBI Babadan Blitar

4.2 Pengamatan Gejala Klinis

Sampel ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang digunakan dalam penelitian ini berasal dari BBI di desa Babadan, Kecamatan Wlingi, Kabupaten Blitar. Sampel ikan sebanyak 14 ekor diambil secara acak, baik yang ada gejala klinis ataupun tidak, dan dalam kondisi hidup segera dibawa ke Laboratorium Penyakit Ikan dan

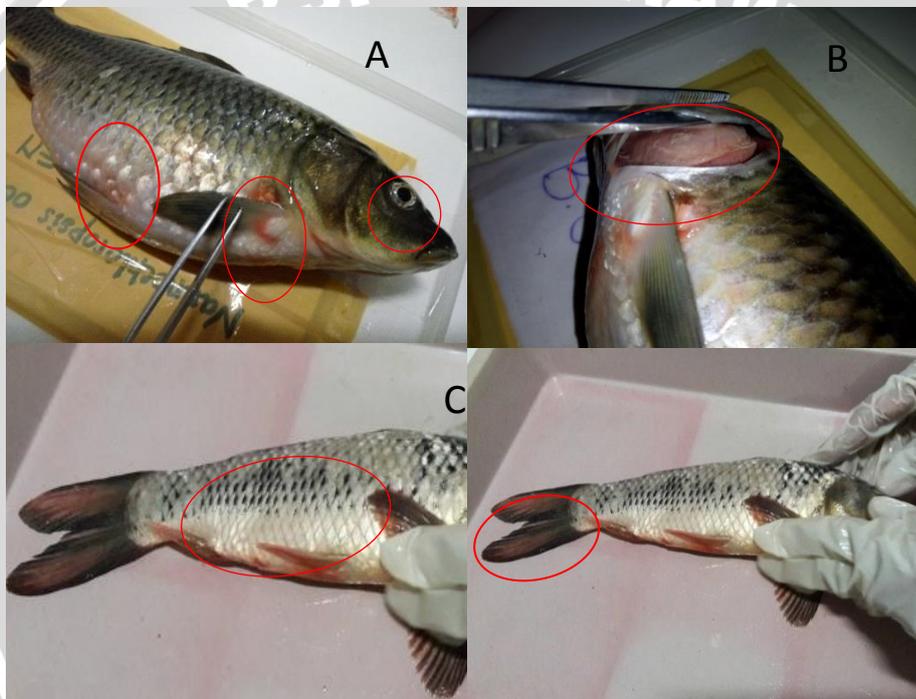
Lingkungan UPT Pengembangan Budidaya Air Payau (PBAP) Bangil untuk dinekropsi dan dilakukan pemeriksaan penyakit melalui analisa PCR (*Polymerase Chain Reaction*).

Jumlah sampel ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang memiliki gejala klinis terserang KHV dalam penelitian ini yaitu 3 ekor dari 14 sampel yang dibawa ke Laboratorium Penyakit Ikan dan Lingkungan UPT Pengembangan Budidaya Air Payau (PBAP) Bangil. Gejala klinis ikan mas yang terserang KHV pada penelitian ini antara lain ikan berenang tidak normal, berenang lambat di permukaan air, ikan bernafas dengan cepat (megap-megap), nafsu makan menurun, produksi lendir (*mucus*) berlebih, mata tampak cekung, insang berwarna pucat atau coklat, kongesti disekitar operculum, sirip dan bagian tubuh. Laelawati (2008) menjelaskan bahwa gejala klinis ikan yang terserang KHV adalah hemoragi pada insang, bintik putih pada insang, bercak pucat pada insang, kulit melepuh, mata cekung dan ikan gelisah. Afrianto *et al.* (2015) juga menjelaskan bahwa serangan KHV ikan mengakibatkan ikan kehilangan nafsu makan, gerakan ikan tidak normal dan megap-megap (operculum bergerak cepat), bercak putih pada insang yang selanjutnya berkembang menjadi geripis pada ujung lamella dan akhirnya membusuk, perdarahan di sirip dan badan serta luka melepuh.

4.3 Pemeriksaan Patologi Anatomi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Pemeriksaan patologi anatomi ini merupakan suatu kegiatan untuk mengetahui perubahan struktur dan fungsi sel, jaringan dan organ akibat penyakit, mulai tingkat molekuler sampai pengaruhnya pada tiap individu. Pengamatan terhadap perubahan patologi anatomi dilakukan dengan membandingkan organ normal dengan organ ikan uji berdasarkan perubahan bentuk, ukuran, warna dan kelainan/kerusakan organ. Pada penelitian ini organ kulit, mata dan insang ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi KHV

mengalami perubahan dengan kerusakan yang berbeda-beda yaitu berupa kulit melepuh, insang berwarna pucat, terdapat kongesti pada bagian tubuh, sirip dan disekitar operculum, mata cekung, dan produksi lendir berlebih. Kurnia (2010) juga menerangkan bahwa pada pemeriksaan patologi anatomi pada insang terdapat banyak mucus, terlihat ada nekrosis, bercak-bercak berwarna kemerahan dan keputihan, insang juga tampak berdarah. Gambar patologi anatomi ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang diduga terinfeksi KHV dapat dilihat pada Gambar 8.



Gambar 8. Morfologi ikan yang terinfeksi KHV. A) gejala kongesti dan mata cekung B) insang berwarna pucat, C) kulit melepuh dan terdapat banyak lendir pada bagian tubuh serta sirip ekor mulai geripis

Berdasarkan gambar 8 bagian A menunjukkan bahwa terdapat kongesti pada bagian tubuh dan disekitar sirip, selain itu mata tampak cekung tidak seperti mata normal biasanya. Hal ini sesuai dengan penelitian Edi *et. al.* (2010) bahwa pada ikan yang terinfeksi KHV menunjukkan anatomi patologi berupa hemoragik dan kongesti pada tubuh, operculum, sirip ekor dan sirip punggung. Luka yang terjadi pada umumnya hanya *superficial* (luka yang tidak dalam) berwarna putih

susu atau putih ke abu-abuan yang terdapat pada 1-2 mm diatas kulit. Luka tersebut akan bertambah dalam sesuai dengan lama infeksi. Karena penyakit ini jarang terjadi pada ikan yang muda oleh karena itu pencarian sampel diprioritaskan pada ikan yang sudah dewasa. Mudjiutami *et al.* (2007) menjelaskan bahwa infeksi KHV biasanya diikuti oleh adanya infeksi sekunder berupa luka atau bercak putih di permukaan tubuh yang diinfeksi oleh bakteri seperti *Aeromonas hydrophilia* ataupun *Flexibacter columunaris*. Pada gambar 8 A juga ditunjukkan bahwa mata ikan terlihat cekung tidak seperti mata normal lainnya. Masri (2013) menjelaskan bahwa serangan infeksi berat pada ikan yang terserang KHV salah satunya yaitu mata cekung ke dalam. Wasito *et. al.* (2013), menyatakan bahwa ikan penderita KHV, pada pemeriksaan patologi anatomi akan terlihat kurus, *cachexia* (penurunan berat badan), *enophthalmia* (mata melesak), nekrosis sirip, perdarahan pada basis sirip dan kulit.

Berdasarkan gambar 8 bagian B menunjukkan insang berwarna pucat dan terdapat bercak putih pada insang. Gambaran anatomi patologi ikan ini sesuai dengan pernyataan Taukhid *et al.*, (2004), dimana serangan KHV ditandai oleh insang berwarna pucat dan pada infeksi berat terjadi kerusakan jaringan insang serta produksi lendir yang berlebih pada akhirnya akan menyebabkan keringnya insang dan menimbulkan iritasi yang selanjutnya menyebabkan insang rentan terhadap infeksi oleh bakteri maupun jamur. Infeksi oleh patogen-patogen ikutan ini dikenal dengan infeksi sekunder. Perdana (2008) juga menjelaskan bahwa ikan yang teinfeksi KHV menunjukkan insang bewarna pucat dan terdapat bercak putih atau coklat sebenarnya adalah kematian sel - sel insang atau *gill necrosis*, selanjutnya menjadi rusak, geripis pada ujung tapis insang dan akhirnya membusuk.

Berdasarkan gambar 8 bagian C menunjukkan produksi lendir yang berlebih pada tubuh dan di sekitar insang, kulit melepuh dan sirip ekor mulai geripis. Perdana (2008) menjelaskan bahwa pada ikan yang terinfeksi KHV menunjukkan tanda-tanda seperti produksi lendir (mucus) berlebih sebagai respon fisiologis terhadap kehadiran patogen, selanjutnya produksi lendir menurun drastis sehingga tubuh ikan terasa kasar. Laelawati (2008) menjelaskan bahwa pertahanan tubuh terluar disebut pertahanan barrier epitel yaitu berupa kulit dan selaput lendir. Lendir merupakan respon tanggap kebal ikan terhadap benda asing dalam hal ini adalah virus KHV yang masuk ke dalam tubuh. Lendir tersebut berfungsi untuk menjerat benda asing sehingga keluar dari tubuh ikan. Saselah *et al.* (2012) menjelaskan produksi lendir yang berlebihan pada akhirnya akan menyebabkan keringnya insang dan menimbulkan iritasi yang selanjutnya menyebabkan insang rentan terhadap infeksi oleh bakteri maupun jamur. Infeksi oleh patogen-patogen ikutan ini dikenal dengan infeksi sekunder. Kematian masal ikan akibat KHV pada akhirnya bukan hanya disebabkan oleh virus KHV tapi merupakan kombinasi dengan pathogen lain seperti bakteri dan jamur yang memperparah infeksi awal/primer oleh virus KHV.

Taukhid *et al.* (2010) menjelaskan bahwa infeksi KHV sering ditunjukkan dengan adanya nekrosa pada organ insang, ekses mucus, lepuh pada kulit, serta pergerakan renang yang tidak terarah (*nervous movement*). Laelawati (2008) juga menjelaskan bahwa pada ikan yang terserang KHV terjadi infeksi sekunder berupa memar atau melepuh disertai borok pada permukaan kulit dan tubuh, kadang disertai sirip rontok dan ujung sirip geripis. Pemeriksaan yang telah dilakukan, baik berdasarkan klinis maupun anatomi patologi selanjutnya dilakukan pemeriksaan lanjutan seperti PCR dan histopatologi. Hal ini dilakukan karena pada pemeriksaan gejala klinis dan anatomi patologi terdapat kesamaan yang hampir mirip antar penyakit satu ke penyakit lainnya, sehingga diperlukan

pemeriksaan lebih lanjut untuk memastikan bahwa ikan tersebut benar-benar telah terinfeksi oleh virus KHV.

4.4 Pemeriksaan PCR pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Organ yang digunakan pada pemeriksaan PCR ini yaitu otot. Hal ini dikarenakan otot atau daging ikan merupakan bagian tubuh ikan yang umum dikonsumsi oleh masyarakat. Akumulasi bahan beracun terjadi di dalam otot atau daging ikan. Prosedur pemeriksaan PCR pada otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat pada Lampiran 2. Pemeriksaan PCR pada organ otot ikan mas dilakukan untuk memastikan bahwa sampel ikan dalam penelitian merupakan ikan yang terinfeksi KHV. Taukhid *et. al.* (2004) menjelaskan bahwa upaya mendiagnosis keberadaan KHV dapat dilakukan secara langsung. Salah satunya dengan bantuan teknik *Polymerase Chain Reaction* (PCR) untuk mendeteksi keberadaan DNA virus. Namun sebelum melakukan identifikasi dengan PCR, DNA genom harus diisolasi terlebih dahulu. Isolasi DNA genom ikan mas yang terserang KHV merupakan tahap awal dalam pendeteksian KHV. Tingkat serangan KHV yang ringan memungkinkan hasil isolasi yang dihasilkan kurang optimal. Untuk dapat mendeteksi keberadaan KHV dengan tingkat serangan ruangan maka dibutuhkan metode isolasi yang dapat mengisolasi DNA dengan konsentrasi yang tinggi.

Tahap selanjutnya yaitu setelah organ otot diisolasi, maka DNA hasil isolasi dideteksi dengan menggunakan PCR. Tahapan deteksi KHV meliputi amplifikasi DNA dengan teknik PCR dan visualisasi dengan elektroforesis. Pada proses amplifikasi digunakan sepasang primer khusus pendeteksi KHV. Urutan primer, komponen reaksi dan pengaturan program PCR yang digunakan pada penelitian ini mengacu pada Laboratorium Penyakit Ikan dan Lingkungan UPT

Pengembangan Budidaya Air Payau (PBAP) Bangil. Deteksi KHV dengan PCR menggunakan primer KHV dengan *band* 292 bp yaitu :

Forward : 5' –GAC-ACC-ACA-TCT-GCA-AGG-AG-3'

Reverse : 5'-GAC-ACA-TGT-TAC-AAT-GGT-CGC-3'

Tahap selanjutnya setelah amplifikasi yaitu elektroforesis dengan menggunakan gel agarose dengan konsentrasi 2 %. Hasil foto PCR pada ke tiga sampel ikan dalam penelitian ini menunjukkan hasil positif terinfeksi Koi Herpes Virus (KHV) , hal ini dapat dilihat dari terbentuknya *band* di 292 bp berdasarkan marker 100 bp serta kontrol positif 292 bp. Hasil foto PCR dapat dilihat pada Lampiran 3. Masri (2013) menjelaskan bahwa Marker adalah sebuah penanda genetik berupa gen atau DNA urutan dengan lokasi yang dikenal pada kromosom yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi sel-sel, individu atau spesies. Hal ini dapat digambarkan sebagai variasi (yang mungkin timbul karena adanya mutasi atau perubahan dalam lokus genomik) yang dapat diamati. Sebuah penanda genetik mungkin menjadi urutan DNA pendek, seperti urutan yang mengelilingi sebuah perubahan pasangan basa tunggal (polimorfisme nukleotida tunggal, SNP), atau panjang, seperti minisatellites. Fungsi marker adalah memainkan peran dalam rekayasa genetik, karena mereka dapat digunakan untuk memproduksi normal, protein berfungsi untuk menggantikan yang rusak.

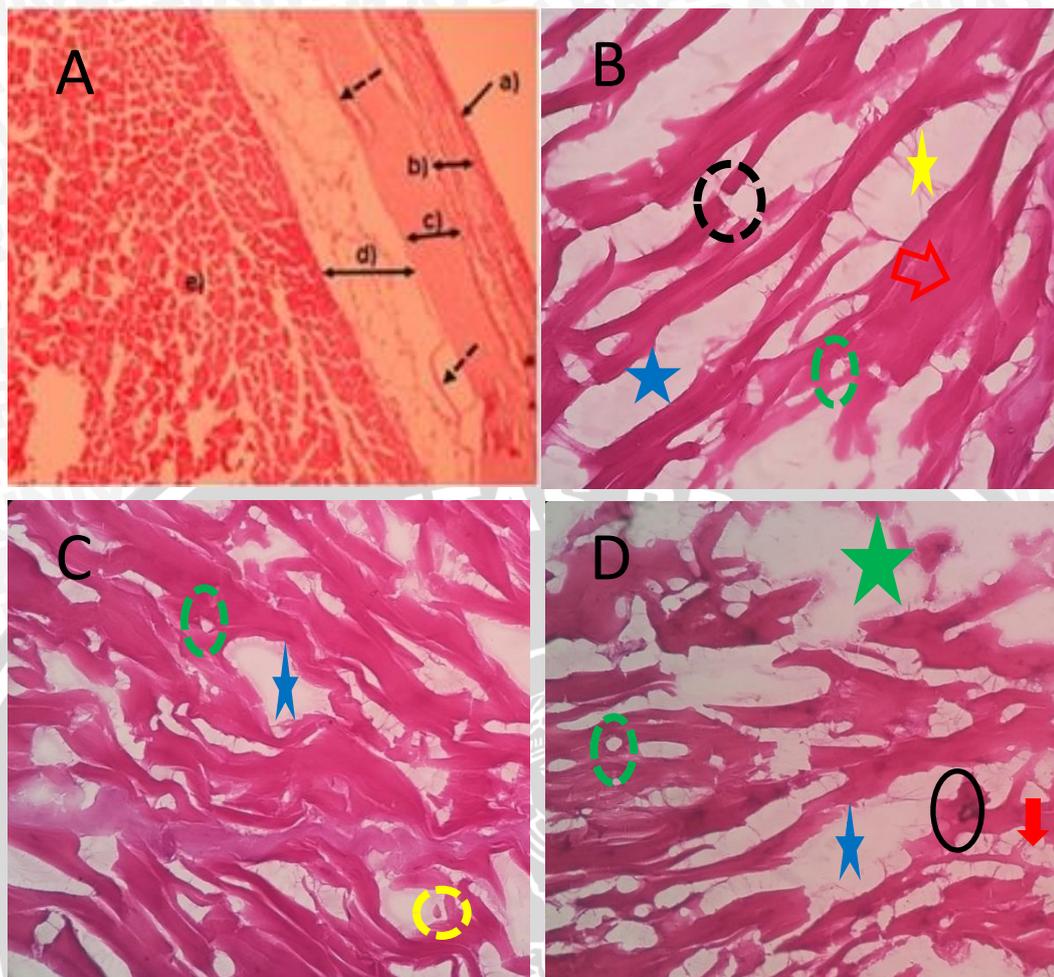
Adanya kemunculan fragmen DNA pada sampel ikan yang sejajar dengan kontrol positif menunjukkan bahwa sampel ikan positif terinfeksi KHV. Kontrol positif tersebut berada pada posisi 292 bp. Terbentuknya pita pada posisi 292 bp mengindikasikan bahwa adanya virion yang terdapat di sampel dan adanya kesesuaian basa oligonukleotida yang dihasilkan berdasarkan primer yang digunakan dan sequencing DNA virus yang terdapat pada ikan yang terinfeksi (Masri, 2013). Kemunculan pita DNA yang sejajar dengan kontrol positif menunjukkan bahwa keberadaan KHV yang telah diisolasi dapat terdeteksi dan

menandakan bahwa metode isolasi DNA yang digunakan telah mampu menghasilkan DNA KHV yang terdapat dalam DNA genom dengan tingkat serangan yang ringan pada ikan mas (Mulyani *et al.*, 2011).

4.5 Pemeriksaan Histopatologi Otot Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Otot merupakan organ yang sering terpapar oleh agen dan bagian penting dalam hubungannya dengan penyakit. Organ-organ ini dapat mengalami perubahan patologi yang dapat disebabkan oleh perubahan fisik dan kimiawi pada air (Priosoeryanto *et al.*, 2010). Otot atau daging ikan merupakan bagian tubuh ikan yang umum dikonsumsi oleh masyarakat. Akumulasi bahan beracun terjadi di dalam otot atau daging ikan (Kusumadewi, 2015). Kerusakan struktur sel otot terjadi akibat akumulasi bahan toksik dalam tubuh ikan. Berbagai faktor (variabel) dapat berperan terhadap bahan beracun dalam tubuh ikan. Faktor-faktor tersebut diantaranya tingkat bahan pencemar dalam air, jenis ikan, umur dan lokasi (hulu atau hilir) (Takasima dan Hibiya, 1995).

Hasil pengamatan secara histopatologi pada organ otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) menunjukkan bahwa pada masing-masing sampel organ otot (B, C dan D) memperlihatkan adanya perubahan histopatologi yang bervariasi mulai dari perubahan ringan sampai perubahan yang berat. Perubahan histopatologi pada masing - masing organ otot (B, C dan D) ikan mas (*Cyprinus carpio*) akan disajikan pada gambar dibawah. Berikut ini merupakan perubahan histopatologi pada masing-masing organ otot (B, C dan D), disajikan pada Gambar 9.



Gambar 9. Morfologi otot A. Otot normal: a) epidermis, b) *Stratum spongiosum*, c). *stratum compactum*, d) jaringan lemak, e). *muscle tissue*. (Yuliastri *et al.*, 2015) B. edema (bintang biru), degenerasi lemak (bintang kuning), hiperplasia (panah merah), vakuolisasi (lingkaran hijau), dan nekrosis (lingkaran hitam). C. edema (bintang biru), vakuolisasi (lingkaran hijau), dan atrofi (lingkaran kuning). D. edema (bintang biru), degenerasi lemak (panah merah), vakuolisasi (lingkaran hijau), melanomakrofag (lingkaran hitam) dan nekrosis (bintang hijau).

4.5.1 Histologi Otot Ikan Normal

Berdasarkan gambar 9 A dapat dilihat bahwa pada otot normal tidak ditemukan adanya kerusakan. Yuliastri *et al.*(2015) menjelaskan bahwa pada ikan yang belum mengalami kerusakan, miofibril-miofibril masih bagus dan kompak. Miomer juga masih kompak dan teratur, sehingga aktin dan myosin juga terlihat *compatible* atau bersifat lentur. Sedangkan otot septum yang dimiliki juga terlihat kompak dan teratur, jaringan lemaknya juga masih kompak.

Morison (2007) menjelaskan bahwa secara histologi otot pada tubuh ikan dapat dibedakan menjadi otot lurik atau otot rangka, otot licin atau otot halus dan otot jantung. Sel otot lurik atau otot rangka memiliki inti banyak dan terletak tepat dibawah membrane sarcolemma. Beberapa myofibril longitudinal terdiri dari beberapa myofilament. Otot lurik memiliki dua jenis yaitu *red muscle* atau otot merah dan *white muscle* atau otot putih.

Otot atau daging ikan tersusun dengan rapi dari kranial ke kaudal oleh lapisan-lapisan otot yang berbentuk kerucut dan disebut *coni musculi*. *Coni musculi* tersusun secara segmental dan disebut *myomer* atau *myotome*. Antara *myomer* satu dengan *myomer* lainnya dipisahkan oleh suatu pembungkus yang disebut *myocommata* atau *myoseptum*. Otot-otot yang terletak dibagian sebelah kiri dan kanan tubuh dipisahkan oleh sekat yang disebut *septum vertical*. Oleh sebuah *septum horizontal* otot-otot tubuh ikan terbagi atas dua daerah yaitu musculus dorsalis dan musculus ventralis (Kusumadewi, 2015).

Struktur mikroanatomi musculus pada ikan normal tersusun atas: sarkoplasma, sarcolemma dan nucleus. Sarkoplasma berasal dari kata sarkos yang berarti daging dan plasma yang berarti benda, merupakan unit structural dasar dari otot memiliki bentuk polyhedral dan terlihat tidak teratur. Sarkolemma merupakan membran sel pada otot dimana sarkolemma ialah membrane tipis tanpa struktur yang membungkus sarkoplasma. Nukleus atau inti pada otot lurik terletak perifer (Ningrum, 2006).

4.5.2 Histopatologi Otot ikan yang terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV)

Berdasarkan gambar 9 bagian B ditunjukkan adanya kerusakan berupa edema, degenerasi lemak, hiperplasia, vakuolisasi, dan nekrosis. Perubahan edema pada gambar B ditunjukkan oleh bintang biru yang terlihat otot berupa rongga antar serabut otot. Edema merupakan suatu akumulasi cairan yang

abnormal didalam rongga tubuh atau di dalam ruang interstial dari jaringan dan organ yang menyebabkan kebengkakan (Priosoeryanto *et al.*, 2010). Edema merupakan suatu kondisi dimana meningkatnya jumlah cairan dalam kopartemen jaringan interseluler. Edema terjadi pada jaringan ikat longgar dan rongga-rongga badan. Penyebab dari edema adalah meningkatnya tekanan hidrostatik intravaskula yang menimbulkan perembesan cairan plasma darah keluar dan masuk ke dalam ruang interstisium. Kondisi peningkatan tekanan hidrostatik sering ditemukan pada pembendungan vena (kongesti) dan edema merupakan resiko paska kongesti (Putra, 2014).

Berdasarkan gambar 9 bagian B juga ditunjukkan adanya kerusakan berupa penumpukan lemak (bintang kuning). Degenerasi sel akan menyebabkan sel kehilangan struktur normal yang akhirnya dapat menyebabkan kematian sel. Wikiandy *et al.* (2013), menjelaskan bahwa sebelum sel mengalami kongesti, hemoragi kemudian pada akhirnya kematian sel (nekrosis), sel akan mengalami degenerasi dimana degenerasi dalam patologi dapat didefinisikan secara luas sebagai kehilangan struktur dan fungsi normal, biasanya progressif, yang tidak ditimbulkan oleh induksi radang dan neoplasia. Degenerasi sel sering diartikan sebagai kehilangan struktur normal sel sebelum kematian sel. Perubahan ini merupakan tanda awal kerusakan sel yang disebabkan oleh toksin. Degenerasi lemak terjadi karena akumulasi lipid dan gangguan metabolisme lemak karena kekurangan enzim lipase intraseluler atau asupan nutrisi yang mengandung lemak yang tinggi. Lemak pada otot ini merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi rasa daging ikan. Degenerasi lemak juga terjadi karena penyakit infeksi, ketidakseimbangan nutrisi dan beberapa bahan toksik. Kerusakan otot ikan ini memang terkadang tidak terlihat secara fisik dan tidak menyebabkan kematian tetapi kerusakan ini akan mempengaruhi pertumbuhan dan akan berdampak nyata terhadap nilai ikan secara umum (Susanto, 2008).

Hiperplasia ditunjukkan oleh panah merah yang terlihat bahwa serabut otot membesar dan menyebabkan bersatunya sel-sel yang berdekatan. Ningrum (2006) menjelaskan bahwa hiperplasia terjadi karena adanya degenerasi sel, sel melakukan regenerasi dengan poliferasi sel terus menerus sehingga terjadi hiperplasia. Hiperplasia merupakan peningkatan jumlah sel akibat adaptasi fisiologis secara permanen, atau paling tidak untuk beberapa waktu tertentu, yang disertai perubahan struktural. Hiperplasia menyebabkan bersatunya sel-sel yang berdekatan, yang selanjutnya dapat menyebabkan terjadinya pemecahan longitudinal. Hiperplasia pada musculus dapat ditandai dengan membesarnya serabut otot. Hal tersebut terjadi karena menebalnya masing-masing serabut otot.

Kerusakan berupa vakuolisasi (lingkaran hijau) ditunjukkan dengan terbentuknya ruang kosong (vakuola) pada sel. Penampakkannya terlihat pada bentuk inti yang tampak membesar dan bergelembung serta khromatinnya jarang dan tidak eosinophil (kemerahan). Vakuolisasi ini disebabkan oleh perubahan keseimbangan cairan dalam sel akibat bertambahnya cairan (Mitchell *et al.*, 2006).

Kerusakan berupa nekrosis ditunjukkan oleh lingkaran hitam dimana sel otot mengalami kerusakan dan serabut otot putus. Takashima dan Hibiya (1995) menjelaskan bahwa nekrosis menggambarkan keadaan terjadinya penurunan aktivitas jaringan yang ditandai dengan hilangnya beberapa bagian sel satu demi satu dari satu jaringan sehingga dalam waktu yang tidak lama akan mengalami kematian. Kematian sel-sel atau jaringan yang menyertai degenerasi sel pada setiap kehidupan hewan merupakan tahap akhir degenerasi yang *irreversibel*. Gambaran sitoplasma yang mengalami nekrosis mencakup eosinophilia yang parah, hilangnya basophilia dan fragmentasi atau hyalinisasi dari komponen sitoplasma.

Berdasarkan gambar 9 bagian C terlihat adanya perubahan histopatologi otot yang dialami oleh ikan. Pada gambar C ditemukan adanya edema, vakuolisasi, dan atrofi. Edema ditunjukkan pada bintang hijau yang terlihat bahwa lokasi antar serabut menjauh dan merenggang. Ningrum (2006) menjelaskan bahwa edema merupakan salah satu kerusakan sel yang disebabkan oleh polutan kimia seperti timbal (Pb). Terjadinya edema diduga karena adanya timbal yang telah menembus pertautan antar sel sehingga menyebabkan iritasi pada serabut-serabut otot. Iritasi tersebut diduga terjadi karena timbal masuk melalui celah antar sel kemudian menembus membran sehingga menyebar ke dalam sel bahkan sampai menuju membran mitokondria. Hal ini menyebabkan gangguan metabolisme sel karena sel sudah tidak mampu lagi memompa ion natrium, sehingga terjadi kenaikan konsentrasi natrium yang akan mendorong masuknya air ke dalam sel. Tasykal (2015) menjelaskan bahwa edema merupakan tingkat awal degenerasi berupa pembengkakan, kekeruhan sitoplasma dan timbulnya granula dalam sitoplasma yang lebih banyak dari pada kondisi normal. Kekeruhan sitoplasma diduga disebabkan oleh adanya degenerasi mitokondria dan retikulum endoplasma yang selanjutnya mengakibatkan gangguan produksi energi melalui oksidasi, sel tidak dapat mengeliminasi air dan trigliserida sehingga terjadi penimbunan lemak yang menyebabkan pembengkakan sel.

Vakuolisasi (lingkaran hijau) ditandai dengan adanya vakuola dan hilangnya isi sel. Selain itu vakuolisasi juga ditandai dengan terbentuknya sel yang terlihat membesar tidak seperti sel normal. Hal ini dijelaskan oleh (Soegianto *et al.*, 2004) bahwa vakuolisasi ditandai dengan sel-sel epitel yang terlihat dibawah mikroskop kehilangan isi sel nya atau kosong. Musallamah *et al.* (2016) menjelaskan bahwa vakuolisasi yaitu pembentukan ruang didalam sel

yang berisi lemak akibat dari degenerasi sel yang ditandai dengan munculnya vakuola-vakuola.

Atropi ditunjukkan oleh lingkaran kuning yang terlihat bahwa sel mengalami perubahan ukuran menjadi lebih kecil bila dibandingkan dengan organ normal. Plumb (1994) menjelaskan bahwa atropi adalah suatu proses berkurangnya ukuran dari suatu bagian tubuh atau organ karena pengurangan ukuran atau jumlah dari sel-sel yang ada dan biasanya berlangsung lambat. Atropi dapat disebabkan oleh kelaparan atau malnutrisi (penyebab paling umum), kekurangan suplai darah yang cukup, atau infeksi kronis).

Berdasarkan gambar 9 bagian D ditunjukkan adanya kerusakan berupa edema, degenerasi lemak, vakuolisasi, melanomakrofag dan nekrosis. Edema ditunjukkan pada bintang biru dimana terdapat kerenggangan antar serabut otot. Edema ini merupakan salah satu tingkat awal dari degenerasi sel yang menyebabkan otot membengkak. Hibiya dan Fumio (1995) menjelaskan bahwa edema adalah suatu akumulasi cairan yang abnormal didalam rongga-rongga tubuh atau di dalam ruang-ruang interstitial dari jaringan dan organ yang dapat mengakibatkan kebengkakan. Edema mengindikasikan adanya suatu ketidakseimbangan tekanan hidrostatik atau kesalahan pada tekanan osmotik darah, peningkatan permeabilitas pembuluh kapiler, limfe, obstruksi atau disfungsi ginjal. Kondisi-kondisi ini dapat dihubungkan dengan bahan-bahan toksik kimia, virus, bakteri dan penyakit parasitic. Edema merupakan bentuk patologi karena adanya penumpukan cairan pada rongga-rongga antar serabut otot. Edema akan menyebabkan lokasi antar serabut menjauh dan meregang.

Degenerasi lemak ditunjukkan oleh panah merah yang terlihat berupa tumpukan lemak pada serabut otot. Degenerasi lemak ditandai dengan terlihatnya vakuola lemak dalam jumlah yang banyak dan adanya penumpukan lemak dengan kerusakan inti sel dan mengecilnya jaringan sel. Takasima dan

Hibiya (1995) menjelaskan bahwa degenerasi lemak disebabkan oleh kegagalan dalam pengikatan energi akibat terganggunya mitokondria yang akan menyebabkan sel kehilangan daya untuk mengeluarkan trigliserida akibatnya terjadi akumulasi lemak. Terjadinya degenerasi lemak yang terus menerus merupakan langkah awal menuju kematian sel, keadaan ini ditandai dengan adanya kelainan-kelainan pada inti sel.

Vakuolisasi ditunjukkan oleh lingkaran hijau, dimana serabut otot terlihat tidak beraturan dan adanya rongga pada serabut otot. Kerusakan berupa vakuolisasi bersifat reversible karena kerusakan tidak sampai mengakibatkan kematian sel karena inti sel tidak mengalami kerusakan sehingga kerusakan ini dapat kembali ke bentuk semula. Pada proses terbentuknya vakuolisasi inti sel tidak mengalami kerusakan. Hal ini disebabkan karena inti sel terdiri dari lapisan berupa membrane inti, dimana membrane inti merupakan lapisan yang melindungi anak inti sehingga pada saat ada polutan seperti Pb yang bersifat toksik masuk kedalam inti sel maka membrane inti akan menghalanginya. Meskipun demikian inti sel dapat mengalami kerusakan bahkan sel akan mengalami kematian jika polutan-polutan yang masuk ke dalam sel sudah terlalu banyak atau terakumulasi terlalu banyak (Musallamah *et al.*, 2016).

Melanomakrofag pada gambar 9 bagian D ditunjukkan oleh lingkaran hitam dimana terdapat warna cokelat yang menempel pada serabut otot. Melanomakrofag yaitu sejenis makrofag yang mempunyai banyak pigmen melanin didalam sitoplasmanya. Melanomakrofag atau endapan coklat terjadi karena adanya eksudasi kuman di dalam jaringan. Pada ikan yang terinfeksi parah akan menyebabkan ikan kehilangan keseimbangan sehingga gerakan berenang lemah atau kurang lincah kadang terbalik (Ratnawati, *et al.*, 2013).

Nekrosis ditunjukkan oleh bintang hijau, dimana sel terlihat pucat dan ada beberapa bagian sel yang rusak serta adanya serabut otot yang putus. Ningrum (2006) menjelaskan bahwa nekrosis merupakan kematian sel atau jaringan dalam tubuh hewan yang masih hidup, bersifat permanen dan terjadi pada stadium akhir. Gambaran mikroskopis dari peristiwa nekrosis, berupa perubahan warna/jaringan menjadi lebih pucat dan perubahan konsistensi jaringan menjadi lebih lunak. Berdasarkan pengamatan histopatologi dalam penelitian ini dapat diketahui perubahan sel, jaringan dan organ yang terinfeksi KHV sehingga dapat diketahui perbedaan sel, jaringan dan organ yang terinfestasi dan tidak terinfestasi.

4.6 Pengamatan Kualitas Air Kolam Budidaya Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Parameter kualitas air yang diukur dalam penelitian ini meliputi parameter fisika dan parameter kimia. Parameter fisika yang digunakan dalam penelitian ini yaitu suhu dan kecerahan, sedangkan parameter kimia meliputi :derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO), *Biological Oxygen Demand* (BOD), karbondioksida (CO₂), amonia dan *Chemical Oxygen Demand* (COD). Dokumentasi kegiatan pada penelitian ini dapat dilihat pada Lampiran 4. Data pengamatan kualitas air dalam penelitian ini akan disajikan pada Tabel 3.

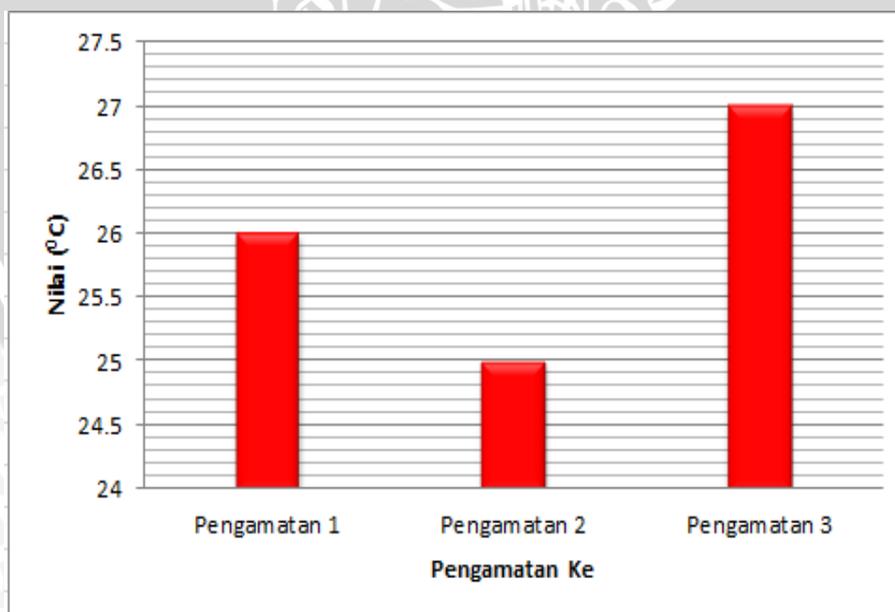
Tabel 3. Kualitas Air Kolam Pemeliharaan Ikan Mas

No.	Parameter	Satuan	Pengamatan ke-			Standar Kualitas Air
			1	2	3	
1.	Suhu	°C	26	25	27	25-30 °C (SNI, 2015)
2.	Kecerahan	cm	33	32.6	32	25-40 cm (Boyd,1982)
3.	Oksigen Terlarut (DO)	mg/L	7.4 3	7.77 6	7.09 5	Min 3 (mg/l) (SNI, 2015)
4.	<i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD)	mg/L	4.6 62	3.98 6	4.72 9	6 mg/l (UU No. 82 Tahun 2001 Kelas III)
5.	Karbondioksida (CO ₂)	mg/L	3	4	5	< 5 mg/l (Boyd, 1982)

No.	Parameter	Satuan	Pengamatan ke-			Standar Kualitas Air
			1	2	3	
6.	Chemical Oxygen Demand (COD)	mg/L	7.4 8	7.45	7.61	50 mg/l (UU No. 82 Tahun 2001 Kelas III)
7.	Derajat Keasaman(pH)	-	8	8	8	6.5-8.5 (SNI, 2015)
8.	Amonia	mg/L	0.3 73	0.37 4	0.37 7	≤ 0,02 mg/L sebagai NH3 mg/l (UU No. 82 Tahun 2001 Kelas III)

4.6.1 Suhu

Suhu merupakan faktor pembatas yang penting untuk kehidupan organisme karena setiap organisme mempunyai kemampuan yang terbatas untuk mentolerir perubahan suhu yang terjadi pada lingkungannya. Organisme akan tumbuh dengan baik pada kondisi suhu yang optimal. Kondisi di bawah atau di atas suhu optimal akan menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan perkembangan organisme. Pada suhu yang ekstrem, organisme mungkin akan mengalami kematian (Wahyudi,1999). Grafik pengamatan suhu kualitas air pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 10.



Gambar 10. Suhu Kualitas Air Pemeliharaan Ikan Mas

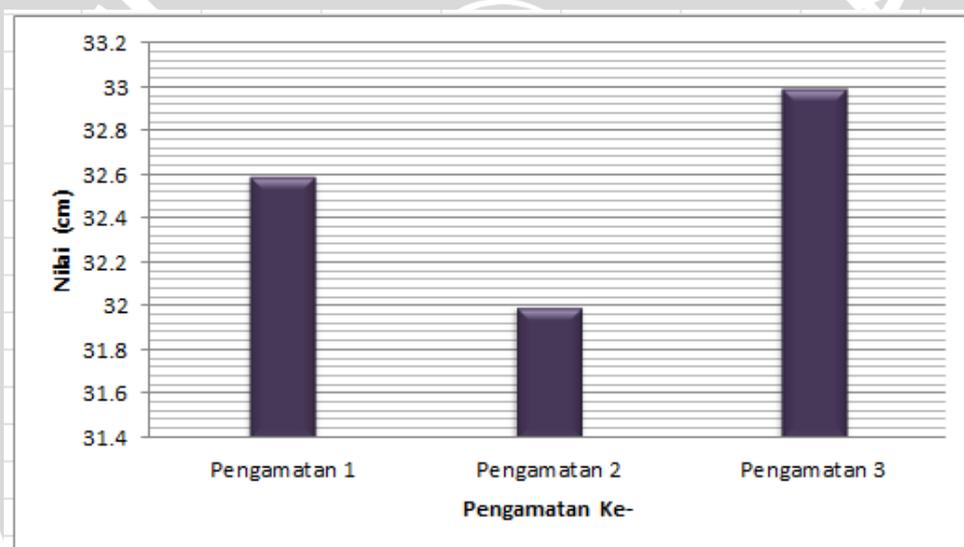
Suhu pada penelitian ini berkisar antara 25-27 °C. Pada pengamatan 1 diperoleh nilai suhu 26 °C, pengamatan 2 yaitu 25 °C dan pengamatan 3 sebesar 27 °C. Adanya perbedaan nilai suhu disebabkan karena perbedaan waktu dalam pengukuran yaitu masing-masing pengamatan dengan selang waktu 1 minggu, selain itu juga dipengaruhi oleh musim atau cuaca pada waktu pengukuran. Effendie (2003) menjelaskan bahwa suhu perairan dapat mengalami perubahan sesuai dengan musim, letak lintang suatu wilayah, ketinggian dari permukaan laut, letak tempat terhadap garis edar matahari, waktu pengukuran dan kedalaman air. Suhu air mempunyai peranan dalam mengatur kehidupan biota perairan, terutama dalam proses metabolisme. Kenaikan suhu menyebabkan terjadinya peningkatan konsumsi oksigen, namun di lain pihak juga mengakibatkan turunnya kelarutan oksigen dalam air. Oleh karena itu, maka pada kondisi tersebut organisme akuatik seringkali tidak mampu memenuhi kadar oksigen terlarut untuk keperluan proses metabolisme dan respirasi.

Berdasarkan kisaran suhu pada kolam pemeliharaan ikan mas tersebut, kolam budidaya pada lokasi penelitian sangat baik untuk menunjang kehidupan biota air tawar. Asmawi (1987) menyatakan bahwa proses pencernaan makanan yang dilakukan oleh ikan, berjalan sangat lambat pada suhu yang rendah, tetapi lebih cepat pada perairan yang suhu lebih tinggi. Suhu air yang optimal untuk selera makan ikan adalah antara 25°C - 27°C. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia Tahun 2015 menjelaskan bahwa suhu yang baik untuk pemeliharaan ikan mas berkisar antara 25-30 °C.

4.6.2 Kecerahan

Effendi (2003) menyatakan bahwa kecerahan merupakan ukuran transparansi perairan yang ditentukan secara visual dengan menggunakan *secchi disk*. Kecerahan perairan sangat dipengaruhi oleh keberadaan padatan

tersuspensi, zat-zat terlarut, partikel – partikel dan warna air. Harahap (2000) menjelaskan bahwa kecerahan adalah ukuran transparansi suatu perairan atau kedalaman perairan yang dapat ditembus cahaya matahari. Nilai kecerahan suatu perairan merupakan suatu petunjuk dalam menentukan baik buruknya mutu suatu perairan karena kecerahan dapat mempengaruhi daya penetrasi cahaya matahari. Kecerahan yang rendah menandakan banyaknya partikel - partikel yang melayang dan larut dalam air sehingga menghalangi cahaya matahari yang menembus perairan. Grafik pengamatan kecerahan kualitas air pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 11.

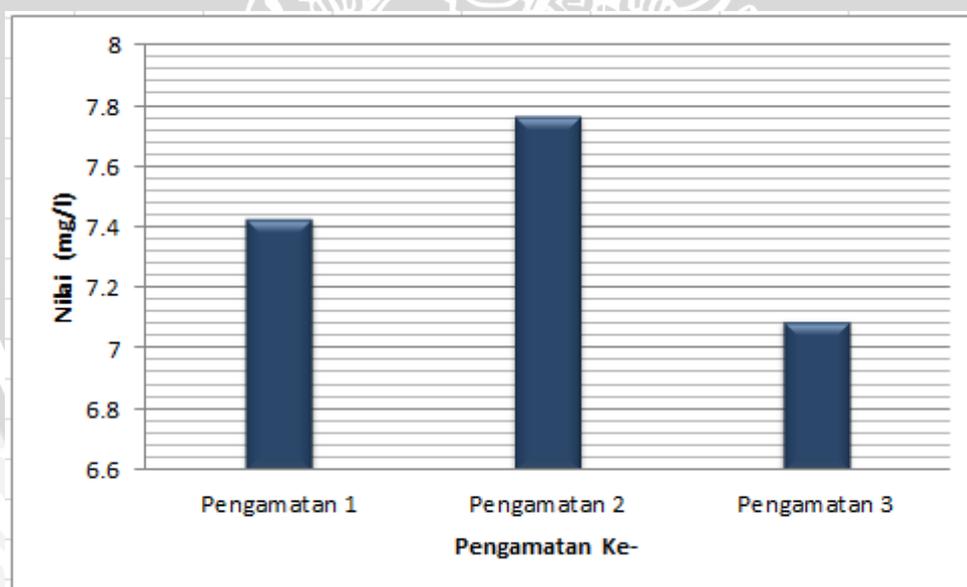


Gambar 11. Kecerahan Kualitas Air pada Pemeliharaan Ikan Mas

Nilai kecerahan pada masing-masing pengamatan (I,II,III) yaitu 32.6 cm, 32 cm, dan 33 cm. Dalam penelitian ini tidak terdapat perbedaan nilai yang jauh pada di BBI desa Babadan tersebut sangat sesuai dalam menunjang keberhasilan usaha budidaya. Hal ini sesuai dengan pernyataan Kordi dan Tancung (2005) bahwa kecerahan yang baik bagi usaha budidaya budidaya ikan dan biota lainnya berkisar 30 – 40 cm. Bila kecerahan sudah mencapai kedalaman kurang dari 25 cm, berarti akan terjadi penurunan oksigen terlarut secara dratis.

4.6.3 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen Terlarut (DO) adalah oksigen terlarut yang langsung terlarut dari udara dan oksigen dari tumbuhan. Harga DO berkisar antara 6-9 ppm. Harga DO dalam suatu perairan berfluktuasi dipengaruhi oleh salinitas, suhu, turbulensi, tekanan atmosfer, dan jumlah serta jenis tumbuhan air. Hampir semua organisme memerlukan oksigen untuk respirasi. Oksigen terlarut (DO) pada perairan bersumber dari atmosfer dan proses fotosintesis tumbuhan hijau di perairan. Jika pada batas tertentu oksigen yang terlarut di perairan habis maka air menjadi keruh. Hal ini disebabkan oleh penguraian bahan organik secara anaerob dan meninggalkan residu karbon dioksida, metana, hidrogen sulfida, dan senyawa organik sulfur sehingga menimbulkan bau perairan yang tidak sedap (Purwanta, 2010). Grafik pengamatan DO pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 12.



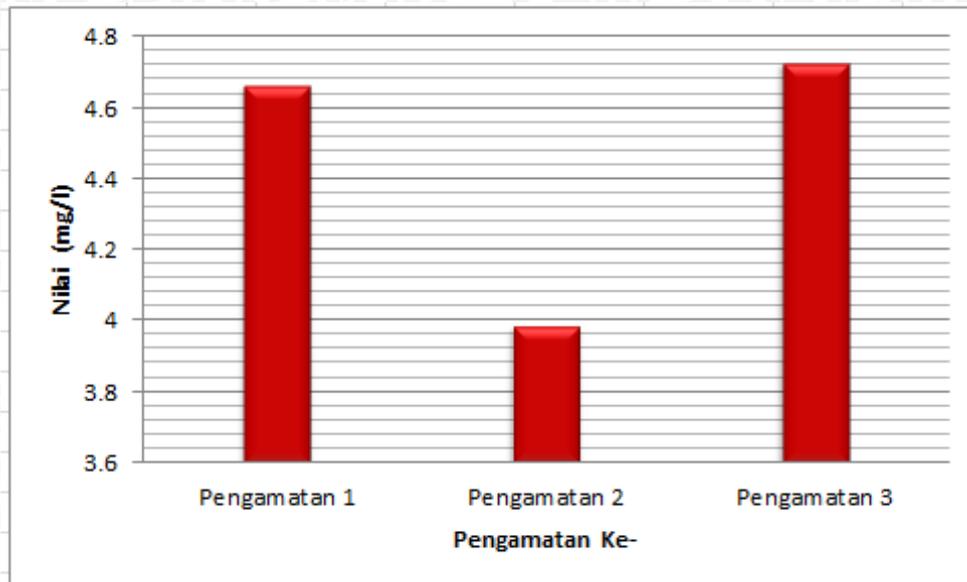
Gambar 12. Oksigen Terlarut (DO) Kualitas Air pada Pemeliharaan Ikan Mas

Nilai Oksigen Terlarut (DO) pada pengamatan I diperoleh nilai sebesar 7.43 mg/l, pengamatan II sebesar 7.77 mg/l dan pengamatan III yaitu 7.095 mg/l. Hal ini menunjukkan bahwa nilai Oksigen Terlarut (DO) pada kolam

pemeliharaan ikan mas di BBI Desa Babadan sangat cocok untuk budidaya ikan air tawar karena hasil yang didapat dalam penelitian masih berada diatas baku mutu air yang ditetapkan untuk budidaya air tawar. Berdasarkan standar baku mutu PP No. 82 Tahun 2001 (Kelas III) bahwa baku mutu kualitas air yang ditetapkan untuk kegiatan ikan air tawar yaitu > 3 mg/l. Boyd (1979) menjelaskan bahwa $DO > 5$ mg/l sangat baik untuk kelangsungan kegiatan budidaya ikan. Hal ini juga didukung oleh Standar Nasional Indonesia Tahun 2015 bahwa DO pada pemeliharaan ikan mas yaitu minimal 3 mg/l. Cholik *et al.* (2015), juga menjelaskan bahwa nilai DO sekitar 4-5 mg/l saja sudah sangat baik untuk pemeliharaan ikan mas.

4.6.4 Biological Oxygen Demand (BOD)

Kebutuhan oksigen biologi suatu badan air adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan oleh organisme yang terdapat didalamnya untuk bernafas selama lima hari, untuk itu maka perlu diukur kadar oksigen terlarut pada saat pengambilan contoh air (DO_0 hari) dan kadar oksigen terlarut dalam contoh air yang telah disimpan selama lima hari (DO_5 hari). Selama dalam penyimpanan itu harus tidak ada penambahan oksigen melalui proses fotosintesis, dan selama lima hari itu semua organisme yang berada dalam contoh air itu bernafas menggunakan oksigen yang ada dalam contoh air tersebut (Suin, 2002). Grafik pengamatan BOD pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 13.



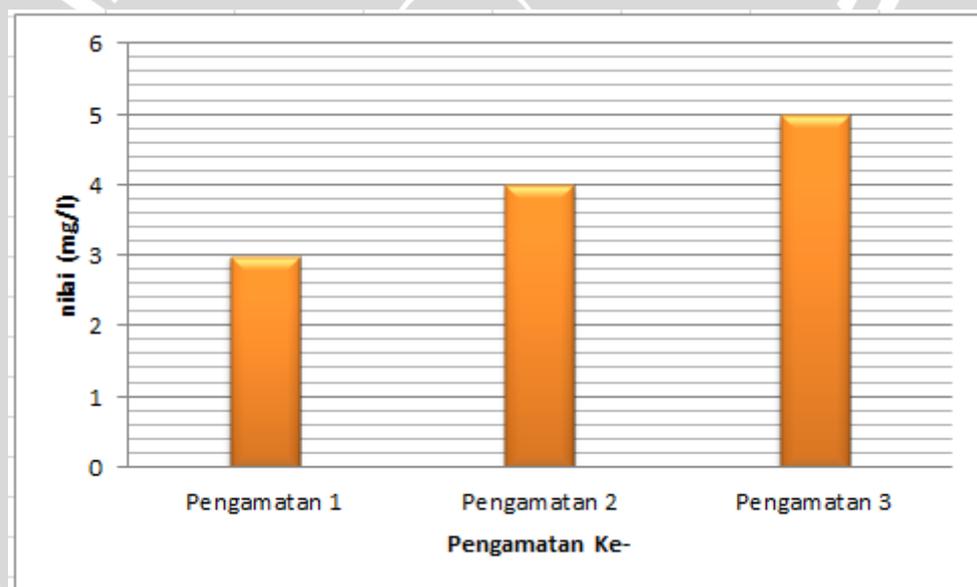
Gambar 13. *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas

Pada penelitian ini nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD) pada pengamatan I yaitu 4.662 mg/l, pengamatan II yaitu 3.986 mg/l dan pengamatan III diperoleh nilai sebesar 4.729 mg/l. Hasil pengamatan pada penelitian ini mengindikasikan bahwa kolam pemeliharaan ikan mas masih berada pada kondisi yang normal untuk pemeliharaan ikan mas. Berdasarkan standar baku mutu kualitas air No. 82 Tahun 2001 (kelas III), nilai BOD untuk kegiatan budidaya kurang dari 6 mg/l. Setyawan (2013), menjelaskan bahwa angka BOD menunjukkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh mikro organisme pada waktu melakukan penguraian hampir semua bahan organik yang terlarut dan sebagian yang tidak terlarut.

4.6.5 Karbondioksida (CO₂)

Karbondioksida (CO₂) merupakan salah satu unsur makanan penting yang diperlukan oleh semua tumbuhan air untuk berasimilasi, misalnya phytoplankton, algae, dan lain-lain. Tumbuhan air ini merupakan salah satu faktor penyubur perairan yang bermanfaat untuk pertumbuhan ikan. Naiknya kadar karbondioksida selalu diiringi oleh turunnya kadar oksigen yang diperlukan bagi

pernafasan ikan (Perlaungan, 2016). Kandungan karbondioksida (CO_2) bebas adalah salah satu faktor kimia yang penting untuk kehidupan organisme, bahkan sebagai dasar semua bahan hidup. Sumber karbondioksida didalam air berasal dari udara dan tanah, tetapi jumlahnya sangat kecil, sebagian besar berasal dari proses penguraian bahan organik dan proses respirasi hewan dan tumbuhan air. Kandungan karbondioksida pada perairan alam yang belum tercemar, akumulasi karbondioksida tidak akan mencapai jumlah yang mematikan, karena mudah melepaskan diri ke udara ataupun bergabung dengan senyawa-senyawa lain (Carmudi, 2016). Grafik pengamatan CO_2 pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 14.



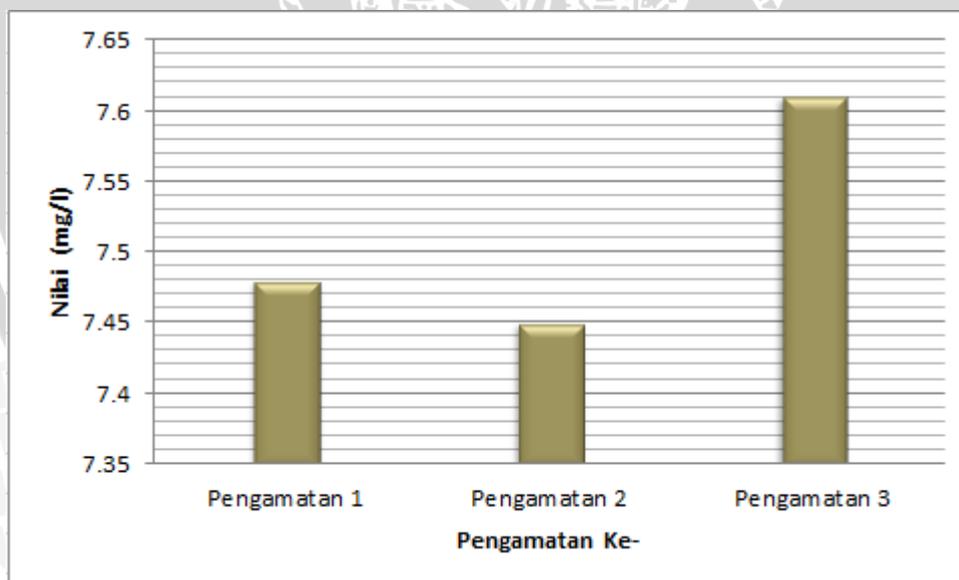
Gambar 14. Karbondioksida (CO_2) pada Kolam Pemeliharaan Ikan Mas

Pada penelitian ini diperoleh nilai karbondioksida (CO_2) pada pengamatan 1 sebesar 3 mg/l, pengamatan II sebesar 4 mg/l, dan pengamatan III sebesar 5 mg/l. Berdasarkan pengamatan pada lokasi penelitian kolam ikan mas di BBI Babadan masih mendukung kehidupan organisme. Boyd (1982) menjelaskan bahwa perairan yang diperuntukkan untuk kegiatan perikanan sebaiknya mengandung kadar karbondioksida bebas kurang dari 5 mg/l, kadar

karbondioksida bebas sebesar 10 mg/l masih dapat ditolerir oleh organisme akuatik asal disertai dengan kadar oksigen terlarut tersedia dalam jumlah yang cukup.

4.6.6 Chemical Oxygen Demand (COD)

Nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) merupakan ukuran atau salah satu parameter bagi pencemaran air oleh zat-zat organik secara alamiah dan zat tersebut tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis. Kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang terdapat dalam air secara kimiawi menjadi karbondioksida (CO_2) dan air (H_2O), nilai COD akan meningkat sejalan dengan meningkatnya nilai bahan organik di perairan (Johan dan Ediwarman, 2011). Grafik pengamatan COD pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 15.



Gambar 15. *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada Pemeliharaan Ikan Mas

Pada penelitian ini diperoleh hasil nilai *Chemical Oxygen Demand* (COD) pada pengamatan I sebesar 7.48 mg/l, pengamatan II sebesar 7.45 mg/l, dan pengamatan III sebesar 7.61 mg/l. Berdasarkan hasil pengujian kadar COD

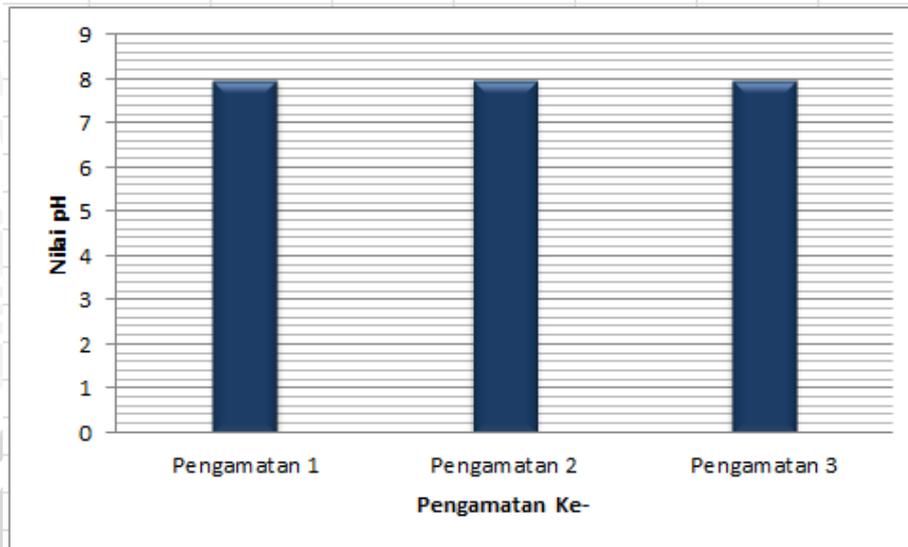
tersebut dapat diartikan bahwa kolam pemeliharaan ikan mas di BBI desa Babadan masih tergolong baik dan tidak terjadi adanya pencemaran. Barus (2004) menjelaskan bahwa perairan yang memiliki nilai COD kurang dari 20 mg/l termasuk perairan tidak tercemar, sedangkan untuk perairan yang tercemar mempunyai nilai COD lebih dari 200 mg/l dan pada limbah industri dapat mencapai 60.000 mg/l. Nilai COD pada penelitian ini masih berada dibawah standar baku mutu kualitas air, sehingga nilai COD pada kolam budidaya masih memenuhi kriteria untuk budidaya ikan air tawar. Berdasarkan standar baku mutu kualitas air No. 82 Tahun 2001 (kelas III), bahwa nilai COD yang diperbolehkan adalah 50 mg/l.

4.6.7 Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan jumlah atau aktivitas ion hidrogen dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH=7 adalah netral, pH<7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH>7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendie, 2003). Derajat keasaman atau pH air merupakan salah satu sifat kimia air yang mempengaruhi pertumbuhan tumbuh-tumbuhan dan hewan air sehingga sering digunakan sebagai petunjuk untuk menyatakan baik buruknya suatu lingkungan air sebagai lingkungan hidup. Derajat keasaman juga mempengaruhi daya tahan organisme dimana pH yang rendah akan menyebabkan penyerapan oksigen oleh organisme akan terganggu (Johan dan Ediwarman, 2011).

Keasaman air (pH) mempengaruhi tingkat kesuburan perairan. Perairan yang terlalu asam akan kurang produktif . Pada perairan yang banyak sampah organik terkomposisi dapat ditemukan pH rendah. Kehidupan hewan akuatik semakin terganggu apabila pH air makin jauh dari titik normal (Tumbol,1991).

Grafik pengamatan pH pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 16.



Gambar 16. Derajat keasaman (pH) pada Pemeliharaan Ikan Mas

Nilai pH pada pengamatan I,II,dan III diperoleh hasil yang sama yaitu 8. Berdasarkan pengamatan nilai pH, kolam pemeliharaan ikan mas di desa Babadan merupakan kolam yang sangat produktif. Hal ini sesuai dengan pernyataan Lamury (1990), mengkategorikan tingkat kesuburan perairan berdasarkan kisaran pH yaitu: 1) pH 5.5 – 6.5, tidak produktif, 2) pH 6.5 – 7.5 produktif dan 3) pH 7.5-8.5 sangat produktif. Huet (1971), menyatakan bahwa sebagian besar organisme air bisa beradaptasi dengan nilai pH yang bervariasi namun tidak mudah bertahan dengan perubahan secara tiba-tiba dengan variasi yang besar. Air yang baik untuk pemeliharaan ikan adalah yang bersifat netral dan sedikit alkali dengan pH berkisar 7 sampai 8.

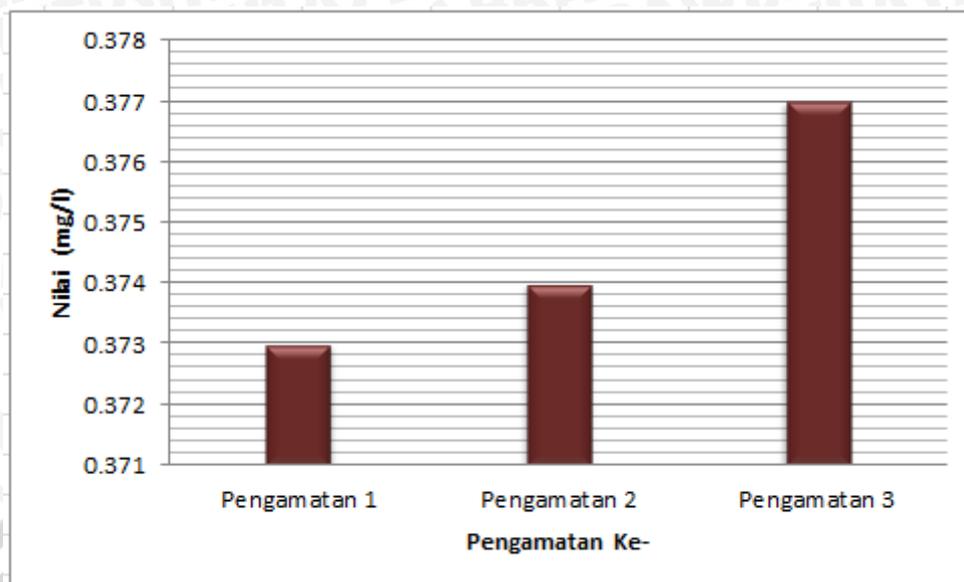
pH yang ideal bagi kehidupan biota air tawar adalah antara 6.5-8.5. pH yang sangat rendah menyebabkan kelarutan logam-logam dalam air makin besar yang bersifat toksik bagi organisme air, sebaliknya pH yang tinggi dapat meningkatkan konsentrasi amoniak dalam air yang juga bersifat toksik bagi organisme air (Tatangindatu *et al.*, 2013). Berdasarkan standar baku mutu air PP

No. 82 Tahun 2001 (kelas III) pH yang baik untuk kegiatan budidaya ikan air tawar berkisar antara 6-9. Hal ini menunjukkan bahwa pH pada kolam pemeliharaan ikan mas di desa Babadan masih berada dalam batas alami dan masih layak untuk dilakukan kegiatan budidaya.

4.6.8 Amonia

Amonia merupakan salah satu limbah yang berasal dari sisa metabolisme ikan yang terlarut dalam air berupa feses dan sisa makanan ikan yang tidak termakan dan mengendap didasar kolam budidaya (Dauhan *et al.*, 2014). Sumber amonia dalam perairan adalah hasil pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat dalam tanah. Amonia dapat berasal dari dekomposisi biota akuatik yang telah mati yang dilakukan oleh mikroba dan jamur, proses ini disebut *amonifikasi*. Feses ikan merupakan limbah aktivitas metabolisme yang banyak mengeluarkan amonia. Amonia bersifat toksik terhadap organisme akuatik, artinya jika kadar amonia pada suatu perairan tinggi maka akan dapat mengganggu proses pengikatan oksigen oleh darah dan pada akhirnya dapat mengakibatkan kesulitan bernafas dan akhirnya mati (Purwanta, 2010).

Ikan mengeluarkan 80-90 % amonia (N- anorganik) melalui proses osmoregulasi, sedangkan dari feses dan urine sekitar 10-20 % dari total nitrogen. Akumulasi amonia pada media budidaya merupakan salah satu penyebab penurunan kualitas perairan yang dapat berakibat pada kegagalan produksi budidaya ikan (Wijaya *et al.*, 2014). Grafik pengamatan Amonia pada kolam budidaya ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat seperti pada Gambar 17.



Gambar 17. Amonia pada Pemeliharaan Ikan Mas

Nilai amonia pada penelitian ini diperoleh hasil yaitu pengamatan I sebesar 0.373 mg/l, pengamatan II sebesar 0.374 mg/l, dan pengamatan III sebesar 0.377 mg/l. Dari hasil pengamatan nilai amonia pada kolam pemeliharaan ikan mas di BBI Desa Babadan menunjukkan bahwa kadar amonia pada lokasi penelitian menunjukkan hasil yang lebih tinggi melebihi dari ambang batas baku mutu kualitas air UU No. 82 Tahun 2001 kelas III yaitu sebesar 0.02 mg/l. Sihaloho (2009) menjelaskan bahwa kadar amonia pada perairan tawar sebaiknya tidak lebih dari 0.02 mg/l. Djarijah (2001) menjelaskan bahwa konsentrasi amonia yang baik untuk pertumbuhan dan perkembangan ikan mas yaitu kurang dari 0,1 mg/l. Tingginya nilai amonia pada lokasi penelitian dikarenakan adanya feses ikan dan dari pakan yang tidak termakan oleh ikan yang mengendap di dasar kolam.

Boyd (1982) menyatakan bahwa peningkatan konsentrasi amonia dalam perairan akan menurunkan ekskresi amonia oleh hewan akuatik. Akibatnya, tingkat amonia dalam darah dan jaringan lain akan mengalami peningkatan. Hal ini akan mengakibatkan perubahan pH darah dan akan mempengaruhi reaksi

enzimatis serta stabilitas membran pada hewan. Amonia juga menyebabkan meningkatnya konsumsi oksigen oleh jaringan, menimbulkan kerusakan pada insang dan menurunkan kemampuan transportasi oksigen dalam darah (Boyd, 1982). Pada konsentrasi subletal, amonia dapat menimbulkan perubahan histologis pada beberapa organ, seperti ginjal, thiroid dan darah.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan analisis histopatologi pada 3 ekor ikan yang terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV), terdapat beberapa perubahan sel pada otot ikan yaitu pada ikan pertama terdapat kerusakan berupa: edema, degenerasi lemak, hiperplasia, vakuolisasi dan nekrosis. Pada ikan kedua terdapat kerusakan otot berupa edema, vakuolisasi dan atropi. Pada ikan ketiga terdapat kerusakan otot berupa: edema, degenerasi lemak, vakuolisasi, melanomakrofag dan nekrosis.

5.2 Saran

Dalam pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebaiknya dibuat kolam pengendapan dan bak filter untuk menjaga kualitas air agar tidak terjadi penyebaran virus yang merugikan. Dalam penanganan virus KHV (*Koi Herpes Virus*) perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan virus yang mampu memberantas virus tersebut. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai perhitungan total persen kerusakan pada otot ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terinfeksi KHV.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrianto, E., Liviawaty, E., Jamaris, Z dan Hendi. 2015. Penyakit Ikan. Jakarta : Penebar Swadaya
- Angka, S.L., Mokoginta dan Darnas. 1990. Pengendalian Penyakit Ikan Histologi dan Hematologi Ikan-Ikan Air Tawar yang Dibudidayakan. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Ashari, C.T., Reiny A dan Magdalena E. F. 2014. Diagnosa Penyakit Bakterial pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Dibudidaya Pada Jaring Tancap di Danau Tondano. 2(3):24-30.
- Asmawi, S. 1987. Pemeliharaan Ikan dalam Karamba. Jakarta: P.T. Gramedia.
- Asniatih., Idris, M dan Sabilu, K.L. 2013. Studi Histopatologi pada Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang Terinfeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila*. Jurnal Mina Laut Indonesia. 3 (12): 13-21
- Bachtiar, Y. 2002. Pembesaran Ikan Mas di Kolam Pekarangan. Jakarta: Agromedia Pustaka
- Barus, T. A. 2004. Pengantar Limnologi Studi tentang Ekosistem Air Daratan. Medan: USU Press.
- Boyd, C.E. 1979. Water Quality Managemen In Pont Fish Culture. Auburn Univercity Agricultural Experimental Station. Alabama.
- . 1982. Water Quality Fir Pond Fish Culture. Dept. of Fisheries and Applied Aquaculture, Elsevier Scientific Publishing Company. New York.
- Carmudi. 2016. Kualitas Faktor Kimia Perairan Kolam Ikan. [Http://Bio.Unsoed.Ac.Id/Sites/Default/Files/Kualitas%20faktor%20kimia%20perairan%20kolam%20ikan-.Pdf](http://Bio.Unsoed.Ac.Id/Sites/Default/Files/Kualitas%20faktor%20kimia%20perairan%20kolam%20ikan-.Pdf). Diakses pada Tanggal 4 Mei 2016
- Chinabut, S., Chanratchakool dan Pimpol. 1991. *Histopathological studies of infected walking catfish (Clarias macrocephalus)*. Gunther. In: Proceedings of the Seminar on Fisheries (September 16-18, 1991). Department of Fisheries, Bangkok. pp. 330-340 .
- Cholik, F., Jagatraya, A.G., Poernomo dan Jauzi, A. 2005. Akuakultur Tumpuan Harapan Masa Depan Bangsa Masyarakat Perikanan Nusantara Kerjasama dengan Taman Akuarium Air Tawar. Jakarta 415 Hlm.
- Dauhan, R.E.S., Efendi, E dan Suparmono. 2014. Efektifitas Sistem Akuaponik dalam Mereduksi Konsentrasi Amonia pada Sistem Budidaya Ikan. Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan. 3 (1)
- Djarjah, A.S. 2001. Pembenihan Ikan Mas. Yogyakarta : Kanisius

- Edi, S., Surfianti, O., Christy, N., Wiis, R., Laminem., Ekoputri, E R., Fathoni, M., Koswara, A. D., Nurhaidin dan Yanuhar, U. 2010. Identifikasi Infeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) dengan Metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR), Imunositokimia dan Imunohistokimia. *Journal Of Veterinary Science And Medicine*. 1(2)
- Effendi, H. 2003. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumberdaya dan Lingkungan Perairan. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendie, I. 1972. Biologi Ikan. Institut Pertanian Bogor : Fakultas Perikanan
- FAO. 2004. Surveillance And Zoning For Aquatic Animal Disease. Publishing Management Service Information Division Fao. Rome. Italia
- Frasawi, A., Rompas, R dan Watung, J. 2013. Potensi Budidaya Ikan di Waduk Embung Klamalu Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat: Kajian Kualitas Fisika Kimia Air. *Budidaya Perairan*. 1(3): 24 – 30.
- Musumecia, G., Trovatob, F.M., Imbesia, R dan Castrogiovanniaa, P. 2014. Effects Of Dietary Extra-Virgin Olive Oil On Oxidative Stress Resulting From Exhaustive Exercise In Rat Skeletal Muscle: A Morphological Study. *Acta Histochemica*. 116 : 61–69.
- Hadinafta, R. 2009. Analisis Kebutuhan Oksigen Untuk Dekomposisi Bahan Organik di Lapisan Dasar Perairan estuari Sungai Cisadane, Tangerang. Skripsi Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Handayani, D. 2009. Kelimpahan dan Keanekaragaman Plankton Di Perairan Pasang Surut Tambak Blanakan Subang. Jakarta : Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Harahap. 2000. Analisis Kualitas Air Sungai Kampar dan Identifikasi Bakteri Patogen Di Desa Pongkai dan Batu Besurat Kecamatan Kampar Kabupaten Kampar. Pusat Penelitian Universitas Riau. Pekanbaru. 33 Hal (Tidak Diterbitkan).
- Hariyadi, S., Suryadiputra dan Bambang. 1992. Limnology Metode Analisis Kualitas Air. Bogor : Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor.
- Harjana, T. 2011. Buku Ajar Histologi. Universitas Negeri Yogyakarta : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Hartman, K. H., Yanong, R.P.E., Petty, B.D., Floyd, R.F dan Riggs, A.C. 2004. *Koi Herpes virus* (KHV) Disease. *Berkala Ilmiah Perikanan*. 3 (1).
- Hoole, D., Bucke., Burgess dan Wellby. 2001. Disease of Carp and Other Cyprinid Fishes. Blackwell Science Ltd: United Kingdom.
- Huet, M. 1971. *Texts Book of Fish Culture, Breeding and Cultivation of Fish*. Fishing News Book Ltd. Farnham, Surrey. England.

- Isnaini, A. 2011. Penilaian Kualitas Air dan Kajian Potensi Situ Salam Sebagai Wisata Air di Universitas Indonesia, Depok. Tesis. Universitas Indonesia : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Johan, T dan Ediwarman. 2011. Dampak Penambangan Emas Terhadap Kualitas Air Sungai Singingi di Kabupaten Kuantan Singingi Provinsi Riau. Jurnal Ilmu Lingkungan. 5 (2).
- Khairuman., Sudenda, D dan Gunadi, B. 2008. Budidaya Ikan Mas Secara Intensif. Jakarta Selatan : PT Agromedia Pustaka
- Kordi, M. G dan Tancung A. B. 2005. Pengelolaan Kualitas Air. Jakarta: Penerbit Rineka Cipta. 208 Hal.
- Kurikulum 2013. Pengelolaan Kualitas Air. Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan Republik Indonesia: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan.
- Kurnia. 2010. Penyakit Ikan *Koi Herpes Virus* (KHV). Balai Karantina dan Kesehatan Ikan. Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Jawa Tengah.
- Kusumadewi, M.R. 2015. Tingkat Biokonsentrasi Logam Berat dan Gambaran Histopatologi Ikan Mujair (*Oreochromis Mossambicus* L) yang Hidup di Perairan Tukad Badung Kota Denpasar. Tesis. Universitas Udayana : Program Studi Ilmu Lingkungan
- Laelawati, E. 2008. Respon Tanggap Kebal Ikan Mas *Cyprinus carpio* terhadap Vaksin *Koi Herpes virus* yang diberikan melalui Injeksi dengan Dosis Berbeda. Skripsi. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Lamury, F.R. 1990. Variasi Mingguan Chlorofil –A dan Kualitas Air Kolam Ikan di Perhentian Marpoyan. Skripsi. Fakultas Pertanian. Universitas Islam Riau. Pekanbaru. 87 Hal (Tidak Diterbitkan).
- Lee, C.D. 1978. Benthic Microinvertebrates And Fish Fish Biological Indicators of Water Quality of With Reference to Community Diversity Index. Bangkok: Conference on Water Pollution Control in The Developing, Pp.57-59.
- Madyana, W., Putri, P.A., dan Sukanta. 2015. Sintesis dan Validasi Indikator Strip Formalin. UNISBA : Fakultas MIPA
- Mahasri ,G.I., Wulandari, L dan Kismiyati. 2011. Perubahan Histopatologi Kulit Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi *Ichthyophthirius Multifiliis* Secara Kohabitasi. Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan. 3 (1).
- Mahyuddin, K. 2008. Panduan Lengkap Agribisnis Lele. Jakarta : Penebar Swadaya.
- Maniagasi, R., Sipriana., Tumembouw dan Mundeng, Y. 2013. Analisis Kualitas Fisika, Kimia Air di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara. Budidaya Perairan. 1(2): 29-37.

- Marzuki. 1986. Metodologi Riset. Yogyakarta: Universitas Islam Indonesia Fakultas Ekonomi.
- Masri, M. 2013. Deteksi *Koi Herpes Virus* (KHV) pada Ikan Mas Koi (*Cyprinus carpio* L) dengan Menggunakan Metode Aplikasi *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Jurnal Teknosains. 7 (2): 189-200.
- Mitchell R.N., Kumar, A dan Fausto. 2006. Pocket Companion To Robbin and Cotran Pathologic Basis of Disease. Elsevier Inc. 905p.
- Moleong, L.J.1990. Metodologi Penelitian Kualitatif. Bandung: Remaja Rosda Karya
- Morison, J. 2007. Normal Histology. In : Momford, S; J. Heidel, C. Smith, J. Morrison, B. MacConnel dan V. Blazer. Fish Histology and Histopathology.
- Mudjiutami, E., Ciptoroso., Zainun., Sumarjo dan Rahmat. 2007. Pemanfaatan Immunostimulan untuk Pengendalian Penyakit pada Ikan Mas. Jurnal Budidaya Air Tawar. 4 (1):1
- Mulyani, Y., Purwanto, A dan Nurruhwati, I. 2011. Perbandingan Beberapa Metode Isolasi DNA untuk Deteksi Dini *Koi Herpes Virus* (KHV) pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). Universitas Padjajaran : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Murwantoko, 2006. Metode Loop-Mediated Isothermal Amplification (Lamp) dan Aplikasinya untuk Deteksi Penyakit Ikan. Jurnal Perikanan. 8 (1) : 1-8.
- Musallamah., Aunurohim dan Abdulgani, N. 2016. Pengaruh Paparan Timbal (Pb) terhadap Perubahan Histopatologis Hepatopankreas Udang Galah (*Macrobrachium Rosenbergii* De Mann). Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Ningrum, P.Y. 2006. Kandungan Logam Berat Timbal (Pb) serta Struktur Mikroanatomi *Branchia*, *Hepar*, dan *Musculus* Ikan Belanak (*Mugil Cephalus*) di Perairan Cilacap. Skripsi. Surakarta : Universitas Sebelas Maret.
- Nuryati, S., Giri,P dan Hadiroseyani, Y. 2008. Efektivitas Ekstrak Bawang Putih *Allium Sativum* terhadap Ketahanan Tubuh Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Diinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV). Jurnal Akuakultur Indonesia. 7(2): 139–150.
- Nuryati, S., Khodijah, S., Alimuddin dan Setiawati, M. 2015. Efektivitas Penggunaan Vaksin DNA dalam Pakan pada Ikan Mas yang Diinfeksi *Koi Herpes Virus*. Jurnal Kedokteran Hewan. 9 (1).
- Peraturan Pemerintah RI No. 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas dan Pengendalian Pencemaran Air. Jakarta
- Perdana, R.G. 2008. Studi Epidemiologi *Koi Herpes Virus* yang Menyerang Ikan Mas di Pulau Jawa. Jakarta: Universitas Terbuka

- Perdana,T. 2009. Kajian Kandungan Bahan Organik terhadap Kelimpahan Keong Bakau (*Telescopium Telescopium*) di Perairan Teluk Riau Tanjungpinang. FIKP Umrah : Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan.
- Perlaungan, Y. 2016. Factor Penentu Budidaya Ikan Air Tawar. [Http://Bakorluh.Riau.Go.Id/Yansen_Parlaungan/Images/Stories/Perikanan/Faktentuikantwr.Pdf](http://Bakorluh.Riau.Go.Id/Yansen_Parlaungan/Images/Stories/Perikanan/Faktentuikantwr.Pdf). Diakses pada Tanggal 4 Mei 2016.
- Plumb, J.A. 1994. Health Maintenance of Cultured Fish: Principal Microbial Fish. Crc Press Inc. USA.
- Pradana, M.S., Suwarno dan Suprpto, H. 2015. Deteksi *Koi Herpes Virus* (KHV) Pada Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi Secara Buatan. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan* .7(1).
- Prajitno, A. 2008. Penyakit Ikan dan Udang: Virus. UM: Press.
- Price, S. A dan Wilson, L. M. 2006. Patofisiologi. Edisi Vi. Volume I. Egc, Philadelphia.
- Prihartini, N.C. 2015. Distribusi dan analisis Filogenetik RNA *Nervous Necrotic* pada benih nila (*Oreochromis sp*). Tesis. Universitas Brawijaya: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Priosoeryanto, B.P., Ersa, I.M., Tiuria, R dan Handayani, S.U. 2010.Gambaran Histopatologi Insang,Usus, dan Otot Ikan Mujair (*Oreochromis mosambicus*) yang Berasal dari Daerah Ciampea, Bogor. *Majalah Ilmu Kehewan Indonesia*. 2(1).
- Priyatna, R., Indarjulianto, S dan Kurniasih. 2011.Infeksi *Aeromonas Salmonicida* dari Berbagai Wilayah di Indonesia pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Biota*.16 (2): 287–297.
- Pujiastuti, N. 2015. Identifikasi dan Prevalensi Ektoparasit pada Ikan Konsumsi di Balai Benih Ikan Siwarak. Skripsi. Universitas Negeri Semarang: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Purwanta, J. 2010. Kajian Kualitas Air Kolam Ikan Bawal pada Kelompok Pembudidaya Ikan (KPI) Mina Mulya Tempelsari, Maguwoharjo, Depok, Sleman, D.I.Yogyakarta. Tesis. Universitas Sebelas Maret: Program Studi Ilmu Lingkungan
- Putra, D.A. 2014. *Ram Jet Ventilation*, Perubahan Struktur Morfologi dan Gambaran Mikroanatomi Insang Ikan Lele (*Clarias Batrachus*) Akibat Paparan Limbah Cair Pewarna Batik. Skripsi. Universitas Negeri Semarang : Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
- Rahardjo, M.F., Sjafei, D.S., Affandi, R., Sulistion dan Hutabarat, J. 2011. *Iktiology*. Bandung : CV Lubuk Agung.

- Rajkumar., Kanipandia, N dan Thirumurugan, R. 2016. Toxicity Assessment On Haematology, Biochemical And Histopathological Alterations Of Silver Nanoparticles-Exposed Freshwater Fish *Labeo Rohita*. *Appl Nanosci.* 6:19–29.
- Ratnasari, R.E. 2014. Perubahan Histopatologi Jaringan Kulit Ikan Komet (*Carassius Auratus Auratus*) Akibat Infestasi *Argulus Japonicas*. *Artikel Ilmiah Skripsi*. Universitas Airlangga: Fakultas Perikanan Dan Kelautan.
- Ratnawati, A., Purwaningsih, U dan Kurniasih. 2013. Histopatologis Dugaan *Edwardsiella Tarda* Sebagai Penyebab Kematian Ikan Mas Koki (*Carasius Auratus*) : Postulat Koch. *Jurnal Sain Veteriner.* 31 (1).
- Robert R.J. 2001. *Fish Pathology*.WB.Saunders . USA
- Rolanda, E. 2012. Pengaruh Enkapsulasi Liposom Terhadap Aktivitas Antibakteri Gentamisin Sulfat. *Skripsi*. Universitas Indonesia: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam.
- Saefudin. 2007. *Hand Out Genetika*. Bandung : Universitas Pendidikan Indonesia
- Salmin. 2005. Oksigen Terlarut (DO) dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) sebagai Salah Satu Indikator untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*.30 (3).
- Samsundari, S dan Wirawan, G.A. 2013. Analisis Penerapan Biofilter Dalam Sistem Resirkulasi Terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla Bicolor*). *Jurnal Gamma.* 8 (2) : 86-97
- Saselah, J.T., Tumbol, R. A dan Manoppo, H. 2012. Determinasi Molekuler *Koi Herpes Virus* (KHV) yang Diisolasi dari Ikan Koi (*Cyprinus carpio Koi*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis.* 8 (3).
- Sehabudin, S. 2011. Penambatan Karbondioksida dan Pengaruh Densitas Alga Air Tawar (*Chlorella Sp.*) Terhadap Pengurangan Emisi Karbondioksida. Universitas Islam Syarif Hidayatullah : Fakultas Sains dan Teknologi.
- Setiawan, M.G. 2012. Gambaran Histopatologi Organ Insang, Hati dan Ginjal Pada Ikan Gabus (*Carasius auratus*) dan Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Sungai Alo Desa Penatar Sewu Kabupaten Sidoarjo. *Skripsi*. Malang: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Setiorini, F. 2008. Analisis Efisiensi Pemasaran Ikan Mas di Kecamatan Pagelaran, Kabupaten Tanggamus, Provinsi Lampung. *Skripsi*. Institut Pertanian Bogor : Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan.
- Setyawan, N. 2013. Gambaran Mikroanatomi Insang Pada Ikan Sebagai Indikator Pencemaran Logam Berat di Perairan Kaligarang Semarang. *Skripsi*. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Setyorini, N., Khusnah, A dan Widajatiningrum, L. 2008. Kelangsungan Hidup Ikan Koi (*Cyprinus carpio Koi*) yang Terinfeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) The Survival of Koi Goldfish (*Cyprinus carpio Koi*). 2008. 3 (1).

- Sihaloho, W.S. 2009. Analisa Kandungan Amonia dari Limbah Cair Inlet dan Outlet dari Beberapa Industri Kelapa Sawit. Karya Ilmiah. Medan: Universitas Sumatera Utara
- Silalahi, J. 2009. Tesis. Analisis Kualitas Air Dan Hubungannya Dengan Keanekaragaman Vegetasi Akuatik Di Perairan Balige Danau Toba.Medan : Universitas Sumatera Utara.
- Singkoh, M.F.O. 2012.Tingkat Kesukaan Parasit Pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*.L) Yang Dipelihara Dalam Wadah Jaring Apung Di Desa Eris, Kabupaten Minahasa, Provinsi Sulawesi Utara. *Jurnal Bioslogos*.2 (2).
- Smith, H.A. and Jones, T.C.1961. *Veterinary Pathology*, Lea And Febinger, Philadelphia. Pp. 884.
- SNI. 2004. Air dan Limbah Bagian 9. Cara Uji Nitrit ($\text{NO}_2\text{-N}$) Secara Spektrofotometri.Badan Standarisasi Nasional. Kementerian Pekerjaan Umum. Jakarta
- .2015. Pembesaran Ikan Mas (*Cyprinus Scarpio*, Linnaeus 1758) Dalam Karamba Jarring Apung Di Sungai.
- Soegianto, A., Primarastri, N.A dan Winarni, D. 2004. Pengaruh Pemberian Kadmium Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup Dan Kerusakan Struktur Insang Dan Hepatopankreas Pada Udang Regang (*Macrobrachium Sintangense* De Man). Berk. Penel. Hayati. 10 : 59-66
- Subarijanti, H.U.1990. Pemupukan Dan Kesuburan Perairan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Ub. Malang
- Suin, N. M. 2002. Metoda Ekologi. Padang: Universitas Andalas.
- Sukarni., Maftuch., dan Nursyam, H. 2012. Kajian Penggunaan Ciprofloxacin Terhadap Histologi Insang dan Hati Ikan Botia (*Botia Macracanthus*, Bleeker) yang Diinfeksi Bakteri *Aeromonas Hydrophila*. *Exp. Life Sci*. 2 (1).
- Surakhmad. 1998. Metode Penelitian Sosial. Bandung PT. Remadja Rosdakarya.
- Sulistiyowati, E., Yasin, S. S; Suharni, W., Setyaningsih, S.R., Kuba, U.S., Saribanong., Hasmi., Narwiyani ,S., Suriati, W. 2010. Preparasi Antigen KHV Untuk Pencegahan Infeksi Khv pada Ikan Koi (*Cyprinus carpio*). *Majalah Ilmu Kehewan Indonesia*.1 (2).
- Sunarto, 2007. Bioindikator Pencemar Logam Berat Cadmium (Cd) Dengan Analisis Struktur Mikroanatomi, Efisiensi Fungsi Insang, Morfologi dan Kondisi Cangkang Kerang Air Tawar (*Anodonta Woodiana* Lea). Disertasi S3 Universitas Airlangga. Surabaya.
- Supratno, T.K.P. 2006. Evaluasi Lahan Tambak Wilayah Pesisir Jepara untuk Pemanfaatan Budidaya Ikan Kerapu.Tesis. Fakultas Perikanan Universitas Diponegoro. Semarang.
- Supriatna, Y. 2013. Budidaya Ikan Mas di Kolam Hemat Air. Jakarta Selatan : PT Agromedia Pustaka.

- Suryono, T dan Badjoeri, M. 2013. Kualitas Air Pada Uji Pembesaran Larva Ikan Sidat (*Anguilla Spp.*) Dengan Sistem Pemeliharaan Yang Berbeda. *Limnotek*. 20 (2) : 169 – 177.
- Susanto, D. 2008. Skripsi. Gambaran Histopatologi Organ Insang, Otot Dan Usus Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) di Desa Cibanteng. Institut Pertanian Bogor : Fakultas Kedokteran Hewan.
- Tabbu, C. R. 1999. *Patologi Umum Bagian I*. Bagian Pathologi FKH. UGM. Yogyakarta.
- Takasima, F dan Hibiya. 1995. *An Atlas Of Fish Histology: Normal And Pathological Features*. Edisi Kedua. Tokyo: Kondansha.
- Tasykal, A.R. 2015. Gambaran Histopatologi Organ Hati dan Insang Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang Terkontaminasi Logam Timbel (Pb) di Kecamatan Labakkang Kabupaten Pangkep. Skripsi. Universitas Hasanuddin: Fakultas Kedokteran
- Tatangindatu, F., Kalesaran, O., dan Rompas, R. 2013. Studi Parameter Fisika Kimia Air pada Areal Budidaya Ikan di Danau Tondano, Desa Paleloan, Kabupaten Minahasa. *Budidaya Perairan*. 1 (2) : 8-19
- Taukhid, A., Sunarto, I., Koesharyani, H., Supriyadi dan Gardenia. 2004. Strategi Pengendalian Penyakit *Koi Herpes Virus* (KHV) Pada Ikan Mas dan Koi. Makalah Pada Workshop Pengendalian Penyakit *Koi Herpes Virus* (KHV) Pada Budidaya Ikan Air Tawar. Bogor. 18 Hlm
- Taukhid., Lusiastuti, A.M., Andiyani, W., Rosidah dan Sriati. 2010. Induksi Kekebalan Spesifik Pada Ikanmas, *Cyprinus carpio* Linn. Terhadap Infeksi *Koi Herpes Virus* (KHV) melalui Teknik Kohabitasi Terkontrol. *Jurnal Ris. Akuakultur*. 5 (2): 257-276.
- Thomson, R.G. 1984. *Special Veterinary Pathology*. Department of Pathology and Microbiology at L ant IC veter Ina Ry College B.C Deckerinc. Philadelphia.
- Tim Lentera. 2002. *Pembesaran Ikan Mas Di Kolam Air Deras*. . Jakarta Selatan: PT Agromedia Pustaka
- Tumbol, R. 1991. *Pratelaah Ekologis Sungai-Sungai Di Manado- Minahasa Dan Bitung*. Skripsi Fakultas Perikanan Unsrat Manado.
- Wahyudi, P. 1999. *Chlorella: Mikroalgae Sumber Protein Sel Tunggal*. *Jurnal Sains dan Teknologi Indonesia*. 1 (5) : 35-41
- Wasito, R., Wuryastuti, H dan Sutrisno, B. 2013. Gambaran Histopatologi Insang Ikan Mas di Daerah Endemik *Koi Herpes Virus*. *Jurnal Veteriner September*. 14(3): 344-349
- Wasito, R., Wuryastuti, H dan Sutrisno, B. 2013. Identifikasi *Koi Herpesvirus* Dengan Uji Imunopatologi Imunohistokimia *Streptavidin Biotin* Pada Ikan Mas Karier. *Jurnal Veteriner*. 14 (1) : 37-44

Wiegertjes , G. F dan Flik. 2004. Host Parasitic Interactions. Bios Scientific Publishers. Usa. Pp. 8-9.

Wijaya, O., Rahardja, B.S dan Prayogo. 2014. Pengaruh Padat Tebar Ikan Lele Terhadap Laju Pertumbuhan dan *Survival Rate* Pada Sistem Akuaponik. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 6 (1)

Wikiandy, N., Rosidah dan Herawati, T. 2013. Dampak Pencemaran Limbah Industri Tekstil terhadap Kerusakan Struktur Organ Ikan yang Hidup Di Daerah Aliran Sungai (DAS) Citarum Bagian Hulu. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*. 4 (3)

Yuliastri, V., Suwandi, R dan Uju. 2015. Hasil penilaian organoleptic dan histologi lele asap pada proses pre-cooking. 18 (2)

Yumame, R.Y., Rompas, R dan Pangemanan, N. P. L. 2013. Kelayakan Kualitas Air Kolam Di Lokasi Pariwisata Embung Klamalu Kabupaten Sorong Provinsi Papua Barat. *Budidaya Perairan*. 1(3): 56 – 62.

Zurnidas. 2010. Buku Kerja Virus.
<https://Zurnidas.Files.Wordpress.Com/2010/08/Buku-Kerja-Virus.Pdf>



LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Pengukuran Kualitas Air

Parameter Fisika	Alat	Bahan
Suhu	<ul style="list-style-type: none"> • Thermometer Hg • Stopwatch 	<ul style="list-style-type: none"> • Air Kolam
Kecerahan	<ul style="list-style-type: none"> • Secchi Disk • Penggaris • Tali • Karet Gelang 	<ul style="list-style-type: none"> • Air Kolam
Parameter Kimia	Alat	Bahan
Derajat Keasaman (pH)	<ul style="list-style-type: none"> • Kotak Standart pH • Stopwatch 	<ul style="list-style-type: none"> • Air Kolam • pH Paper
Oksigen Terlarut (DO)	<ul style="list-style-type: none"> • Buret • Statif • Corong • Botol DO • Washing Bottle • Pipet Tetes 	<ul style="list-style-type: none"> • Air Kolam • MnSO₄ (2ml) • NaOH + Ki (2ml) • H₂SO₄ (2ml) • Amilum (3 Tetes) • Na₂S₂O₃ (0,025 N) • Kertas Label • Tissue
Karbondioksida (CO ₂)	<ul style="list-style-type: none"> • Erlenmeyer 100 ml • Buret • Statif • Botol Air 600 ml • Gelas Ukur 25 ml • Pipet Tetes 	<ul style="list-style-type: none"> • Air Kolam • Indicator PP • Na₂CO₃ • Kertas Label • Tissue
Amonia (NH ₃)	<ul style="list-style-type: none"> • Erlenmeyer 50 ml • Pipet Volume • Cuvet • Rak Cuvet • Spektrofotometer • Bola Hisap • Gelas Ukur 	<ul style="list-style-type: none"> • Air Kolam • Larutan Nessler • Aquades • Tissue
<i>Chemical Oxygen Demand (COD)</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Gelas Ukur • Erlenmeyer • Pipet Tetes • COD Reaktor 	<ul style="list-style-type: none"> • Digestion Solution (DS) • Sulfuric Acid (SA) • Tissue

		<ul style="list-style-type: none"> • Aquades
<p><i>Biological Oxygen Demand (BOD₅)</i></p>	<ul style="list-style-type: none"> • Inkubator • Botol Do 300 MI • Pipet Tetes • Buret • Statif 	<ul style="list-style-type: none"> • MnSO₄ • Naoh + Ki • H₂SO₄ • Amylum • Na-Thiosulfat • Akuades • Tissue



Lampiran 2. Prosedur Pengujian PCR (*Polymerase Chain Reaction*)

Pembuatan Larutan TAE (stok 50x)	<ul style="list-style-type: none"> • Memasukkan masukkan 800 mL akuades steril ke dalam beaker glass ukuran 1 L • Melarutkan 242 gram Tris base dengan 57,1 mL glacial acetic acid dan 100 mL EDTA 0,5 M (pH 8) ke dalam beaker glass yang berisi akuades steril • Mengaduk larutan dengan Magnetic stirier sampai tercampur rata • Menambahkan akuades steril sampai 1 L • Cara membuat larutan TAE 1x (siap pakai) yaitu dengan melarutkan 1 bagian larutan stok dengan 49 bagian akuades steril.
Pembuatan EDTA	<ul style="list-style-type: none"> • Menambahkan 186,1 gram <i>Disodium Ethylenediaminetetra acetate</i> $-2H_2O$ dalam erlenmeyer yang berisi 800 ml akuades • Mengaduk larutan dengan <i>Magnetic stirier</i> sampai tercampur rata • Menunggu sampai nilai pH menjadi 8 • Menambahkan 20 g/L NaOH pellet • Menyeterilkan larutan dengan menggunakan Autoclave selama 15 menit pada suhu $121^{\circ}C$
Pembuatan Ethidium Bromide (10 mg/MI)	<ul style="list-style-type: none"> • Menambahkan 1 gram Ethidium Bromide kedalam 100 ml akuades • Mengaduk dengan <i>Magnetic stirrer</i> selama beberapa jam sampai Ethidium Bromide larut • Membungkus tabung yang berisi larutan dengan menggunakan aluminium foil atau memindahkan kedalam botol gelap • Menyimpan larutan dalam suhu kamar
Pembuatan 2% Gel Agarose	<ul style="list-style-type: none"> • Menimbang 0,8 mg bubuk agarose • Memasukkan bubuk kedalam erlenmeyer dengan ukuran 100 mL • Melarutkan bubuk agarose dengan TAE 45 mL lalu memanaskannya diatas hotplate sampai mendidih atau larutan berubah warna menjadi bening • Memindahkan larutan dari hot plate ke atas waterbath dengan suhu $60^{\circ}C$ selama 10 menit • Mencetak agarose di atas cetakan gel yang sudah di pasang sisir (comb) selama 20-60 menit • Gel siap digunakan
Persiapan Sampel	<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan alat (gunting, pinset, tabung, penggerus, sarung tangan, mikropipet, tip mikropipet, penggerus, rak (tempat dudukan) tabung) pada satu meja ekstraksi dengan keadaan steril. • Sampel yang dalam keadaan beku dikeluarkan terlebih dahulu dari freezer kemudian didiamkan sampai esnya mencair. • Menggunakan gunting/pinset yang berbeda untuk sampel yang berbeda asal serta menggunakan sarung tangan

<p>Proses Ekstraksi DNA</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Memberi label/kode sampel pada tabung/tube. • Meletakkan organ yang akan di PCR (insang atau ginjal) sebanyak 20 mg ke dalam tabung ukuran 1,5 mL atau 2 mL • Menambahkan 500 μL Lysis Buffer ke dalam tabung kemudian menghancurkan organ dan dicampur sampai rata • Menginkubasi larutan dengan suhu 95°C selama 10 menit • Melakukan sentrifugasi pada larutan dengan kecepatan 12.000 rpm selama 10 menit • Memindahkan 200 μL supernatan ke dalam tabung baru ukuran 1,5 mL atau 2 mL dan menambahkan 400 μL alkohol 95% • Larutan kemudian di vortex dan di sentrifugasi dengan kecepatan 12.000 rpm selama 5 menit • Membuang larutan alkohol sedangkan pelletnya dikeringkan • Melarutkan pellet dengan DEPC ddH₂O, TE Buffer atau DDW sebanyak 20 – 100 μL atau lebih sesuai dengan ketebalan pellet • DNA telah siap digunakan, apabila masih belum digunakan maka DNA harus disimpan pada suhu - 20 C.
<p>Reaksi PCR untuk Deteksi KHV</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Menyiapkan reagen dalam keadaan cair dengan cara divortex • Komposisi larutan PCR untuk deteksi KHV (25 μL/reaksi) dibuat dengan mencampurkan bahan-bahan sebagai berikut: <ul style="list-style-type: none"> - Nucleus Free Water : 17,375 μL - 10x PCR buffer : 2,5 μL - dNTP : 0,5 μL - MgCl₂ : 1,5 μL - Primer KHV 292-F : 1,0 μL - Primer KHV 292-R : 1,0 μL - Taq DNA Polymerase : 0,125 μL - Template DNA ikan : 1,0 μL • Setelah semua bahan dicampur (kecuali template DNA) kemudian membagikan larutan ke dalam mikrotube 0,2 mL dengan volume masing-masing 24 μL • Menambahkan template DNA, termasuk kontrol positif (standart positif KHV) dan kontrol negatif (ddH₂O), masing-masing sebanyak 1 μL. • Melakukan vortex sebentar pada larutan sebelum dimasukkan kedalam mesin PCR (Thermalcycler); • Memastikan bahwa program yang akan dijalankan adalah KHV • Mengatur suhu pada Thermalcycler sebagai berikut

No.	Reaksi	Suhu (°C)	Waktu	Jml. Siklus
1.	Hot Start	94	30 detik	1
2.	Denaturasi	94	30 detik	40 siklus
3.	Annealing	63	30 detik	
4.	Extention	72	30 detik	1
5.	Final extention	72	7 Menit	

- Mematikan mesin dan mengeluarkan tabung jika proses telah selesai
- Produk PCR siap dijalankan pada electrophoresis

Proses Elektrophoresis

- Menyiapkan tabung yang sudah di amplifikasi kemudian menambahkan 5 μ L *Loading Dye* pada masing-masing tabung. Pengambilan menggunakan *Loading Dye* untuk setiap tabung diusahakan menggunakan tip mikropipet yang berbeda
- Menghomogenkan larutan
- Sebelumnya meletakkan gel yang sudah dicetak di atas tangka electrophoresis lalu mengisi tangka dengan larutan TAE 1x sebanyak 500 mL (sampai gel terendam)
- Memasukkan produk PCR yang sudah tercampur dengan *Loading Dye* dengan mikropipet ke dalam sumuran gel sebanyak 5-10 μ L.
- Meletakkan marker atau penanda DNA dengan berat molekul 100 bp sebanyak 5 μ L pada bagian awal dan akhir deretan sumuran gel
- Setelah semua sampel berada dalam sumuran, selanjutnya memasang tutup elektrophoresis dan menghidupkan listrik dengan voltase 120 V selama 30 menit.

Pengamatan dan Dokumentasi

- Setelah proses elektrophoresis kemudian gel diangkat
- Merendam gel dalam larutan *Ethidium Bromide* (EtBr) 0,05% selama 4 menit
- Merendam gel dengan akuades steril selama 10 menit
- Mengamati gel dengan UV Transilluminator
- Mendokumentasikan hasil gambar menggunakan kamera digital

Pembacaan Hasil

- Hasil positif KHV bila terlihat garis perpendaran pita DNA (*band*) dengan ukuran 292 bp
- Hasil negative bila tidak terlihat garis perpendaran pita DNA (*band*) dengan ukuran 292 bp

Lampiran 3. Hasil Uji PCR Otot Daging Ikan Mas



LABORATORIUM PENGUJI
BALAI PENGEMBANGAN BUDIDAYA AIR PAYAU BANGIL
DINAS PERIKANAN DAN KELAUTAN PROVINSI JAWA TIMUR
Jl. Perikanan Kallanyar No. 746 PO. BOX 6 Bangil - Pasuruan
Telp./Fax. (0343) 741654, E-mail : pbap_bangil@yahoo.co.id

ASLI

ISO/IEC 17025
LP-391-IDN Komite Akreditasi Nasional

LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

No : 022 /LHU/UPT-PBAP/II/2016

Nama Pelanggan : Sdri. Suci
Customer Name
Pejabat yang dihubungi : -
Contact Person
Alamat : Univ. Brawijaya Malang
Address
Jenis Sampel : Ikan Koi, Ikan Tombro, Ikan Nila No.FPPS: 015FPPS/UPT-PBAP/II/2016
Type of sample (s)
No. Sampel : 028 (Ikan Koi), 029 (Ikan Tombro), 030 (Ikan Nila)
No. Sample
Tanggal Penerimaan : 20-01-2016
Received Date **Tanggal Penulisan** : 21-01-2016
Date of Analysis

NO	PARAMETER Parameters	SATUAN Units	HASIL Test Result			SPESIFIKASI METODE Method Specification
			No. Sampel No. Sample	Gambar Figure	Keterangan Note	
1.	KHV	-	028		1.Marker 100 bp 2. Kontrol Positif KHV 292 bp 3. Kontrol Negatif 4. Sampel Negatif KHV	IKM/5.4.30/UPT PBAP (PCR)
2.	KHV	-	029		1.Marker 100 bp 2. Kontrol Positif KHV 292 bp 3. Kontrol Negatif 4. Sampel Positif KHV	IKM/5.4.30/UPT PBAP (PCR)
3.	KHV	-	030		1.Marker 100 bp 2. Kontrol Positif KHV 292 bp 3. Kontrol Negatif 4. Sampel Negatif KHV	IKM/5.4.30/UPT PBAP (PCR)

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
Note These analytical results are only valid for the tested sample.
2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari 1 (satu) lembar asli (stempel ASLI).
This Report of Analysis only 1 (one) page original (ORIGINAL sign).
3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap oleh Manajer Administrasi atas seizin Manajer Puncak (stempel COPY).
The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except the completed one by Administration Manager with written permission of the Top Manager (COPY sign).

Bangil, 21 Januari 2016
Kepala UPT PBAP Bangil
Manajer Teknis
Technical Manager
WIKSUDIATI, S.Pi

DP/5.10.3/UPT-PBAP



LABORATORIUM PENGUJI
BALAI PENGEMBANGAN BUDIDAYA AIR PAYAU BANGIL
DINAS PERIKANAN DAN KELAUTAN PROVINSI JAWA TIMUR
 Jl. Perikanan Kairanyar No. 746 PO. BOX 6 Bangil - Pasuruan
 Telp./Fax. (0343) 741654, E-mail : pbap_bangil@yahoo.co.id



LAPORAN HASIL UJI
Report of Analysis

No.: 027 /LHU/UPT-PBAP/2016

Nama Pelanggan : Sdri. Suci
Customer Name
Pejabat yang dihubungi : -
Contact Person
Alamat : Univ. Brawijaya Malang
Address
Jenis Sampel : Organ Ikan Tombro
Type of sample (s) No.FPPS: 021FPPS/UPT-PBAP/2016
No. Sampel : 039 (Kulit), 040 (Daging), 041 (Otak)
No. Sample
Tanggal Penerimaan : 21-01-2016
Received Date **Tanggal Pengujian:** 26-01-2016
Date of Analysis

NO	PARAMETER Parameters	SATUAN Units	HASIL Test Result			SPESIFIKASI METODE Method Specification
			No. Sampel No. Sample	Gambar Figure	Keterangan Note	
1.	KHV	-	039		1. Marker 100 bp 2. Kontrol Positif KHV 292 bp 3. Kontrol Negatif 4. Sampel Negatif KHV	IKM/5.4.30/UPT PBAP (PCR)
2.	KHV	-	040		1. Marker 100 bp 2. Kontrol Positif KHV 292 bp 3. Kontrol Negatif 4. Sampel Positif KHV	IKM/5.4.30/UPT PBAP (PCR)
3.	KHV	-	041		1. Marker 100 bp 2. Kontrol Positif KHV 292 bp 3. Kontrol Negatif 4. Sampel Positif KHV	IKM/5.4.30/UPT PBAP (PCR)

Catatan : 1. Hasil uji ini hanya berlaku untuk sampel yang diuji.
Note These analytical results are only valid for the tested sample.
 2. Laporan Hasil Uji ini terdiri dari 1 (satu) lembar asli (stempel **ASLI**).
 This Report of Analysis only 1 (one) page original (**ORIGINAL** sign).
 3. Laporan Hasil Uji ini tidak boleh digandakan, kecuali secara lengkap oleh Manajer Administrasi atas seizin Manajer Puncak (stempel **COPY**).
 The Report of Analysis shall not be reproduced (copied) except the completed one by Administration Manager with written permission of the Top Manager (**COPY** sign).

Bangil, 26 Januari 2016
 An. Kepala UPT PBAP Bangil
 Manajer Teknis
Technical Manager

JAWWIN SUMIATI, S.Pi

Lampiran 4. Dokumentasi Kegiatan

Dokumentasi	Keterangan
	<p>Pengambilan sampel Oksigen Terlarut (DO)</p>
	<p>Pengukuran Suhu</p>
	<p>Pengukuran Derajat Keasaman (pH)</p>



Pengukuran Kecerahan



Bahan-bahan untuk pengukuran Oksigen Terlarut (DO) dan Karbondioksida (CO₂)



Pengukuran kualitas air di Laboratorium





Pengukuran Chemical Oxygen Demand (COD)



Isolasi organ ikan

