

**KAJIAN GAMBARAN LEUKOSIT PADA ORGAN PEMBENTUK DARAH
(GINJAL LIMFA, TIMUS DAN HATI) IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)
SETELAH PEMELIHARAAN DI SUNGAI BRANTAS
KOTA MALANG**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:
**M. FAJRI RAHMATUL ZAFDI
NIM. 0910852009**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

**KAJIAN GAMBARAN LEUKOSIT PADA ORGAN PEMBENTUK DARAH
(GINJAL LIMFA, TIMUS DAN HATI) IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)
SETELAH PEMELIHARAAN DI SUNGAI BRANTAS
KOTA MALANG**

**SKRIPSI
PROGRAM STUDI BUDIDAYA PERAIRAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

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

**Oleh:
M. FAJRI RAHMATUL ZAFDI
NIM. 0910852009**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2011**

**KAJIAN GAMBARAN LEUKOSIT PADA ORGAN PEMBENTUK DARAH
(GINJAL LIMFA, TIMUS DAN HATI) IKAN MAS (*Cyprinus carpio*)
SETELAH PEMELIHARAAN DI SUNGAI BRANTAS
KOTA MALANG**

Oleh:
M. FAJRI RAHMATUL ZAFDI
NIM. 0910852009

Telah dipertahankan didepan penguji pada tanggal 29 Juli 2011 dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dosen pembimbing I

Ir. Maheno Sri Widodo, MS

Dr. Ir. Maftuch, M.Si

Tanggal :

Tanggal :

Dosen Penguji II

Dosen Pembimbing II

Ir. Anik Martinah H., M.Sc

Prof. Dr. dr. Edi Widiajanto, MS, Sp PK (K)

Tanggal :

Tanggal :

Mengetahui,
Ketua Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan

Dr.Ir. Happy Nursyam, MS.

Tanggal :

KATA PENGANTAR

Alhamdulillahirrobbil'alamin penulis panjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah Swt. atas rahmat dan karunia-Nya kepada penulis sehingga penulisan laporan skripsi ini dapat dapat diselesaikan dengan baik. Laporan skripsi ini berjudul "Pengaruh Pemeliharaan pada Tiga Lokasi yang Berbeda di Sungai Brantas Kota Malang terhadap Leukosit pada Organ Pembentuk Darah (Ginjal, Limfa, Timus dan Hati) Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)" yang merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya.

Dalam kesempatan ini mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Maftuch, M.Si selaku Dosen Pembimbing I.
2. Bapak Prof. Dr. dr. Edi Widajanto, MS, Sp, PK (K) selaku Dosen Pembimbing II.
3. Bapak Ir. Maheno Sri Widodo, MS selaku Dosen Penguji I.
4. Ibu Ir. Anik Martinah Hariati, M.Sc selaku Dosen Penguji II.
5. Serta pihak-pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu yang telah membantu penulis dalam penyelesaian laporan skripsi ini.

Penulis sudah berusaha dengan maksimal dalam penulisan laporan skripsi ini, akan tetapi saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan oleh penulis untuk perbaikan di masa yang akan datang.

Malang, Juli 2011

M. Fajri Rahmatul Zafdi

RINGKASAN

M. FAJRI RAHMATUL ZAFDI. Kajian Gambaran Leukosit pada Organ Pembentuk Darah (Ginjal, Limfa, Timus dan Hati) Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) setelah Pemeliharaan di Sungai Brantas Kota Malang. (Dibawah bimbingan **Dr. Ir. Maftuch, M.Si** dan **Prof. Dr. dr. Edi Widjajanto, MS, Sp PK (K)**).

Saat ini perkembangan usaha dan industri serta pertumbuhan penduduk di kota malang terus mengalami peningkatan. Hal ini memang berdampak positif terhadap perekonomian, namun disisi lain juga menimbulkan beragam masalah sumberdaya seperti pencemaran perairan misalnya air sungai. Kota Malang memiliki beberapa sungai diantaranya adalah sungai Brantas. Sungai Brantas merupakan salah satu sungai yang tercemar di Indonesia. Pencemaran memang sulit dihindari, tetapi kita dapat melakukan pengurangan pencemaran dengan pengontrolan kualitas perairan. Pengontrolan kualitas perairan dapat dilakukan dengan memanfaatkan ilmu hematologi yaitu dengan melihat gambaran darah ikan diantaranya dengan pengukuran jumlah leukosit pada organ pembentuk darah seperti ginjal, limfa, timus dan hati.

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas perairan sungai Brantas dan diharapkan dapat menjadi informasi dibidang perikanan tentang kondisi kualitas air sungai yang diukur menggunakan parameter hematologi ikan, dalam hal ini leukosit pada organ pembentuk darah.

Penelitian ini dilaksanakan di sungai Brantas kota Malang dan Laboratorium Parasit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif. Dengan parameter yang diamati yaitu persentase dan jenis leukosit pada organ pembentuk darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah pemeliharaan pada tiga lokasi yang berbeda di sungai Brantas kota Malang.

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan ini maka dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan sungai Brantas masih dalam kisaran toleransi kehidupan ikan mas. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan kekebalan ikan yang memberikan perubahan persentase pada sel-sel leukosit pada organ pembentuk darah ikan mas. Sel-sel leukosit yang ditemukan pada organ pembentuk darah yaitu limfosit, monosit, eosinofil, dan neutrofil.

Perubahan persentase diferensial leukosit pada organ pembentuk darah dan total leukosit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terjadi yaitu persentase limfosit dan neutrofil pada ginjal, limfa, timus dan hati setelah pemeliharaan mengalami peningkatan. Pada ginjal peningkatan limfosit yang terjadi yaitu sebanyak 31%, pada limfa 29%, pada timus 24% dan pada hati 26% jika di bandingkan dengan dengan persentase limfosit sebelum pemeliharaan atau kontrol. Sedangkan pada neutrofil peningkatan yang terjadi sebanyak 5% pada ginjal, 11% pada limfa, 8% pada timus dan 3% pada hati. Persentase monosit dan eosinofil, rata-rata menunjukkan hasil penurunan. Penurunan monosit yang terjadi pada ginjal yaitu sebanyak 13%, pada limfa 14%, pada timus 13% dan pada hati tidak terjadi penurunan jika di bandingkan dengan dengan persentase monosit sebelum pemeliharaan atau kontrol. Pada eosinofil terjadi penurunan 19% pada ginjal, 18% pada limfa, 21% pada timus dan 13% pada hati.

DAFTAR ISI

	Halaman
RINGKASAN	i
KATA PENGANTAR	ii
DAFTAR ISI	iii
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
BAB I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Hipotesis.....	5
1.6 Waktu dan Tempat.....	5
BAB II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Biologi Ikan Mas.....	6
2.1.1 Taksonomi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	6
2.1.2 Sejarah Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	7
2.1.3 Morfologi Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	7
2.1.4 Habitat Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	8
2.1.5 Parameter Kualitas Air Untuk Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	9
2.2 Darah Ikan.....	10
2.2.1 Proses Pembentukan Darah.....	10
2.2.2 Komponen Darah Ikan.....	13
2.2.3 Leukosit.....	13
2.2.3.1 Limfosit.....	15
2.2.3.2 Monosit.....	16
2.2.3.3 Eusinofil.....	17
2.2.3.4 Neutrofil.....	18
2.2.3.5 Basofil.....	19
BAB III. METODE PENELITIAN	21
3.1 Bahan Penelitian.....	21

3.2	Alat Penelitian	21
3.3	Metode Penelitian	21
3.3.1	Persiapan Wadah Penelitian	21
3.3.2	Persiapan Ikan Uji.....	23
3.3.3	Pengambilan dan Pengamatan Gambaran Darah.....	23
3.3.4	Pengukuran Kualitas Air	24
3.3.4.1	Derajat Keasaman (pH).....	24
3.3.4.2	Oksigen Terlarut (DO)	25
3.3.4.3	Suhu	27
3.3.5	Analisa Data.....	27
BAB IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1	Morfologi Organ Pembentuk Darah.....	28
4.2	Deferensial Leukosit Pada Organ Pembentuk Darah.....	29
4.2.1	Limfosit.....	30
4.2.1.1	Limfosit pada Ginjal	32
4.2.1.2	Limfosit pada Limfa.....	33
4.2.1.3	Limfosit pada Timus.....	34
4.2.1.4	Limfosit pada Hati	35
4.2.2	Monosit	36
4.2.2.1	Monosit pada Ginjal	38
4.2.2.2	Monosit pada Limfa	39
4.2.2.3	Monosit pada Timus	40
4.2.2.4	Monosit pada Hati	41
4.2.3	Eosinofil	42
4.2.3.1	Eosinofil pada Ginjal	44
4.2.3.2	Eosinofil pada Limfa	45
4.2.3.3	Eosinofil pada Timus	46
4.2.3.4	Eosinofil pada Hati	47
4.2.4	Neutrofil	48
4.2.4.1	Neutrofil pada Ginjal	49
4.2.4.2	Neutrofil pada Limfa.....	50
4.2.4.3	Neutrofil pada Timus.....	51
4.2.4.4	Neutrofil pada Hati	53
4.4	Kualitas Air	54
4.4.1	Oksigen Terlarut (DO)	54
4.4.1	Suhu	55
4.4.2	Derajat Keasaman (pH)	56
BAB V.	KESIMPULAN DAN SARAN	57
5.1	Kesimpulan	57
5.2	Saran	57

DAFTAR PUSTAKA	58
LAMPIRAN	73



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Persentase Limfosit Pada Ginjal Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	32
2. Persentase Limfosit Pada Limfa Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	33
3. Persentase Limfosit Pada Timus Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	34
4. Persentase Limfosit Pada Hati Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	35
5. Persentase Monosit Pada Ginjal Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	38
6. Persentase Monosit Pada Limfa Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	39
7. Persentase Monosit Pada Timus Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	40
8. Persentase Monosit Pada Hati Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	41
9. Persentase Eosinofil Pada Ginjal Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	44
10. Persentase Eosinofil Pada Limfa Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	45
11. Persentase Eosinofil Pada Timus Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	46
12. Persentase Eosinofil Pada Hati Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	47
13. Persentase Neutrofil Pada Ginjal Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	50
14. Persentase Neutrofil Pada Limfa Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	51
15. Persentase Neutrofil Pada Timus Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	52
16. Persentase Neutrofil Pada Hati Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	53



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Mas (<i>Cyprinus carpio</i>).....	6
2. Limfosit	15
3. Monosit	17
4. Eosinofil	18
5. Neutrofil	19
6. Basofil	20
7. Denah Percobaan	22
8. Organ Pembentuk Darah pada Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>)	27
9. Organ Pembentuk Darah pada Ikan.....	27
10. Morfologi Diferensial Leukosit Pada Organ Pembentuk Darah	28
11. Grafik Persentase Limfosit pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) sebelum dan sesudah Pemeliharaan	31
12. Grafik Presentase Monosit pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) sebelum dan sesudah Pemeliharaan	36
13. Grafik Presentase Eosinofil pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) sebelum dan sesudah Pemeliharaan	43
14. Grafik Persentase Neutrofil pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (<i>Cyprinus carpio</i>) sebelum dan sesudah Pemeliharaan	48



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran
Halaman

- 1. Data Pengamatan Kualitas Air 86



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kota Malang terletak pada ketinggian antara 440-667 m dpl dan memiliki beberapa sungai diantaranya adalah sungai Brantas. Sungai Brantas merupakan sebuah sungai di Jawa Timur yang merupakan sungai terpanjang kedua di Pulau Jawa setelah Bengawan Solo. Sungai Brantas adalah sungai terbesar dan terpanjang di Jawa Timur, panjang \pm 320 km, luas daerah pengaliran sungai \pm 12.000 km² (25% wilayah Jawa Timur) dan mata airnya berasal dari bagian barat daya kaki Pegunungan Arjuno. Anak sungai utama adalah Kali Lesti, Kali Ngrowo, Kali Konto dan Kali Widias masing-masing mempunyai Daerah Aliran Sungai (DAS) seluas 625 Km², 1600 Km², 687 Km², dan 1.538 Km². Kondisi klimatologi didominasi oleh iklim tropis dengan rata-rata hujan tahunan 2.000 mm, diantaranya 80% jatuh pada musim hujan (Masrevaniah, 2009).

Sungai merupakan badan penerima limbah cair dari industri, pertanian dan penduduk. Menurut Nontji (1986) masukan buangan ke dalam sungai akan mengakibatkan terjadinya perubahan faktor fisika, kimia, dan biologi di dalam perairan. Perubahan ini dapat menghabiskan bahan-bahan yang esensial dalam perairan sehingga dapat mengganggu lingkungan perairan. Saat ini perkembangan usaha dan industri serta pertumbuhan penduduk di kota Malang terus mengalami peningkatan. Hal ini memang berdampak positif terhadap perekonomian, namun disisi lain juga menimbulkan beragam masalah sumberdaya seperti pencemaran perairan misalnya air sungai.

Sungai Brantas merupakan salah satu sungai yang tercemar di Indonesia, permasalahan yang dihadapi. Sungai Brantas yaitu jumlah air berkurang, karena meningkatnya konsumsi air baku terutama oleh penduduk dan industri, mutu air sungai semakin menurun, diakibatkan oleh hampir semua limbah domestik,

pertanian dan industri dibuang ke sungai tanpa melalui pengolahan terlebih dahulu atau pengolahan yang kurang memadai. (Masrevaniah, 2009).

Pencemaran perairan yang terjadi tidak hanya menimbulkan dampak terhadap sungai tersebut, tetapi juga terhadap biota di perairan, seperti ikan. Menurut Anonymous (2010) banyak akibat yang ditimbulkan oleh polusi air, diantaranya terganggunya kehidupan organisme air karena berkurangnya kandungan oksigen, terjadinya pendangkalan dasar perairan, terjadi kematian biota kuno, seperti plankton, ikan dan burung. Menurut Chahaya (2003) ikan merupakan organisme air yang dapat bergerak dengan cepat. Ikan pada umumnya mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air. Namun demikian, pada ikan yang hidup dalam habitat terbatas (seperti sungai, danau, dan teluk), ikan itu sulit melarikan diri dari pengaruh pencemaran tersebut. Akibatnya, unsur-unsur pencemaran itu (logam berat) masuk ke dalam tubuh ikan.

Asmawi (1984) dalam Yustina, (2005) menyatakan bahwa salah satu biota yang sangat peka terhadap perubahan kualitas lingkungan adalah ikan mas. Hewan ini merupakan salah satu makhluk hidup yang hidup di air tawar, karena itu sangat memungkinkan sekali dapat mengakumulasi senyawa sulfida yang ada dalam perairan. Ikan mas (*Cyprinus Carpio*) dapat digunakan sebagai hewan uji hayati karena sangat peka terhadap perubahan lingkungan (Sudarmadi, 1993 dalam Chahaya, 2003). Sehingga perubahan lingkungan yang terjadi dapat dilihat dengan mengamati perubahan yang terjadi pada biota pada perairan tersebut. Organisme yang dapat dijadikan petunjuk pencemaran dikenal sebagai indikator biologis (Anonymous, 2011).

Pada ikan, perubahan yang terjadi akibat adanya pencemaran salah satunya dapat dilihat dengan mengamati darah ikan. Menurut Amrullah (2004)

susunan darah ikan merupakan faktor diagnostis penting, sehingga perubahan gambaran darah banyak digunakan untuk menilai status kesehatan ikan. Keadaan fisiologis darah ikan sangat bervariasi, tergantung pada stadia hidup, kebiasaan hidup dan kondisi lingkungan (Lagler, 1977 *dalam* Yustina, 2005).

Darah merupakan bagian penting dari sistem transpor dalam tubuh. Darah merupakan jaringan yang berbentuk cair yang dialirkan melalui saluran vaskular, terdiri dari dua komponen yaitu plasma darah dan sel-sel darah. Darah ikan tersusun atas cairan plasma darah yang terdiri dari sel-sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit) (Affandi dan Tang, 2002). Muiswinkel dan Veroon (2006) *dalam* Ornella (2008) menyatakan bahwa parameter darah yang penting seperti hemoglobin, eritrosit, diferensial leukosit, jumlah hematokrit akan merespon faktor insidental seperti stres fisik dan stres lingkungan akibat kontaminan air. Sehingga Respon leukosit merupakan salah satu alat klinis sebagai landasan yang sangat berguna dalam pengamatan studi penentuan analisis kesehatan ikan akibat pencemaran perairan.

Pencemaran lingkungan tersebut memang sulit dihindari, tetapi kita dapat melakukan pengurangan pencemaran, mengendalikan pencemaran, dan meningkatkan kesadaran dan kepedulian masyarakat terhadap lingkungan agar tidak mencemari lingkungan. Pengendalian pencemaran air sungai ini salah satunya dapat dilakukan dengan pengontrolan terhadap kualitas air, sehingga diketahui keadaan sungai tersebut.

Pengontrolan kualitas air dilakukan dengan pengecekan parameter-parameter yang sangat berpengaruh untuk memprediksi tingkat pencemaran di suatu sungai. Untuk membantu diagnosa terjadinya pencemaran, dapat dilakukan pemeriksaan darah pada ikan. Sutjiati (1996) menyatakan pemeriksaan darah ikan merupakan salah satu cara modern untuk menentukan keadaan kesehatan ikan. Salah satunya dapat dilakukan pengukuran jumlah

leukosit pada organ pembentuk darah seperti ginjal, limfa, timus dan hati. Persentase dan jenis leukosit akan mengalami perubahan apabila terjadi gangguan pada ikan. Hal ini akan menentukan status kesehatan ikan. Untuk itu perlu dilaksanakan penelitian dengan mengamati jumlah leukosit pada organ pembentuk darah ikan yang Berjudul “Kajian Gambaran Leukosit pada Organ Pembentuk Darah (Ginjal Limfa, Timus dan Hati) Ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) Setelah Pemeliharaan di Sungai Brantas Kota Malang”.

1.2 Perumusan Masalah

Perubahan hematologi sangat berhubungan dengan kondisi kualitas air, perubahan keadaan lingkungan perairan akan mempengaruhi komposisi dan gambaran darah ikan (Ornella, 2008). Untuk mengetahui komposisi dan gambaran darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) maka perlu dilakukan pemeriksaan darah. Masalah dalam penelitian ini adalah apakah ada perkembangan persentase dan jenis leukosit ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada organ pembentuk darah (ginjal, limfa, timus dan hati) setelah pemeliharaan di perairan sungai Brantas kota malang?

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas perairan sungai Brantas dengan melakukan perhitungan persentase dan jenis leukosit pada organ pembentuk ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada tiga lokasi yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat menjadi informasi dibidang perikanan tentang kondisi kualitas air sungai yang diukur menggunakan parameter hematologi ikan, dalam hal ini leukosit pada organ pembentuk darah.

1.5 Hipotesis

Ho: Diduga tidak ada perbedaan perkembangan persentase dan jenis leukosit pada organ pembentuk darah (ginjal, limfa, timus dan hati) ikan mas (*Cyprinus carpio*) setelah pemeliharaan di tiga lokasi yang berbeda di Sungai Brantas Kota Malang.

H1: Diduga ada perbedaan perkembangan persentase dan jenis leukosit pada organ pembentuk darah (ginjal, limfa, timus dan hati) ikan mas (*Cyprinus carpio*) setelah pemeliharaan di tiga lokasi yang berbeda di Sungai Brantas Kota Malang.

1.4.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Sungai Brantas kota Malang dan Laboratorim Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan Universitas Brawijaya Malang pada bulan Februari sampai April 2011.

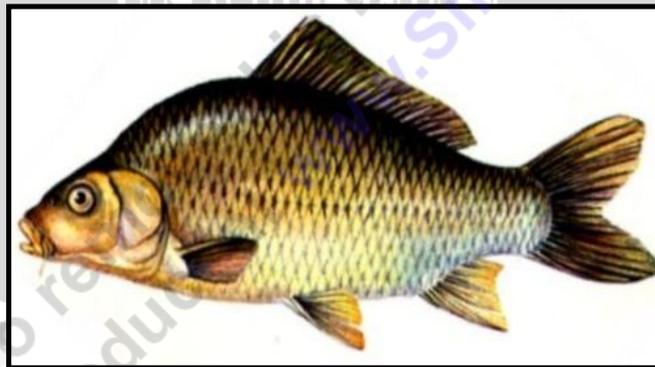
2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Biologi Ikan Mas

2.1.1 Taksonomi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Ikan mas (Gambar 1) dalam taksonomi termasuk kedalam kingdom Animalia. Menurut Saanin (1984) klasifikasi ikan mas adalah sebagai berikut:

Kingdom	: Animalia
Sub kingdom	: Metazoa
Phyllum	: Chordata
Sub Phylum	: Vertebrata
Classis	: Pisces
Sub Classis	: Teleostei
Ordo	: Ostariophysii
Sub Ordo	: Cyprinoidea
Familia	: Cyprinidae
Genus	: <i>Cyprinus</i>
Spesies	: <i>Cyprinus carpio</i>



Gambar 1. Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) (Anonymous, 2011)

2.1.2 Sejarah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Ikan Mas sudah dipelihara sejak tahun 475 sebelum masehi di China. Di Indonesia ikan Mas mulai dipelihara pada tahun 1920. Ikan mas yang pertama kali masuk ke Indonesia berasal dari daratan Eropa dan China, kemudian berkembang menjadi ikan budidaya yang sangat penting. Ikan mas berkembang membentuk beberapa ras atau strain. Strain-strain yang ada terbentuk secara alami maupun rekayasa dalam waktu yang lama. Ras-ras ikan mas berwarna gelap diduga berasal dari Eropa dan warna terang berasal dari China (Suseno, 1994).

Sumantadinata (1995) menyatakan bahwa ikan mas yang terdapat di Indonesia merupakan keturunan ikan mas yang dibawa dari Cina, Eropa, Taiwan, dan Jepang. Sampai saat ini sudah terdapat lebih dari sepuluh jenis ikan mas (*common carp*) yang dapat diidentifikasi berdasarkan karakter morfologinya. Perbedaan sifat dan ciri dari ras disebabkan oleh adanya interaksi antara genotipe dan lingkungan kolam, musim dan cara pemeliharaan yang terlihat dari penampilan bentuk fisik, bentuk tubuh dan warnanya. Seperti ikan mas Punten, Majalaya, Si Nyonya, Taiwan, Koi dan Radjanu.

Pada awalnya ikan mas merupakan spesies ikan liar, namun karena ikan ini memiliki sifat mudah berkembangbiak dalam berbagai jenis dan kualitas air tawar, maka ikan ini menyebar keseluruh dunia (Santoso, 1999). Ikan mas (*Cyprinus carpio*) merupakan jenis ikan air tawar yang telah lama dibudidayakan dan telah terdistribusi secara luas. Sistem budidaya ini telah dikembangkan sejak dulu bahkan sekarang pun masih terus dikembangkan (Sumantadinata, 1995).

2.1.3 Morfologi Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Ikan mas (*Cyprinus carpio*) mempunyai ciri-ciri tubuh agak memanjang dan memipih tegak (*compressed*). Mulut terletak di ujung tengah dan dapat disembulkan (protaktil). Bagian anterior mulut terdapat dua pasang sungut. Secara umum permukaan tubuh ikan mas tertutup oleh sisik. Sisik ikan mas relatif besar dan digolongkan kedalam sisik tipe sikloid (Suseno, 1994). Ikan mas biasanya memiliki 7 sirip, yaitu sepasang sirip (pektoral dan ventral) dan sirip tunggal (dorsal, anal dan kaudal) yang berfungsi untuk integral dan keseimbangan dalam pergerakan ikan. Kulit pada beberapa spesies ikan dapat berfungsi untuk respirasi (Hoole *et. al.*, 2001).

Sirip punggung (dorsal) berukuran relatif panjang dengan bagian belakang berjari-jari keras, sedangkan sirip terakhir yaitu sirip ketiga dan keempat bergerigi. Letak permukaan sirip punggung bersebarangan dengan permukaan sirip perut (ventral), sedangkan sirip anus yang terakhir bergerigi. *Linea lateralis* (gurat sisi) terletak di pertengahan tubuh, melintang dari tutup insang sampai ke ujung belakang pangkal ekor (Suseno, 1994).

2.1.4 Habitat Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Habitat asli ikan mas di alam bebas meliputi sungai berarus tenang sampai sedang dan di area dangkal danau. Menyukai perairan di daerah tropis dengan warna air yang agak keruh banyak menyediakan pakan alaminya. Ikan mas menyukai suatu tempat tertentu selain karena ketersediaan pakan alami tetapi juga adanya tanaman air yang berguna sebagai tempat pemijahan (Anonymous, 2010).

Ikan mas dapat dibudidayakan hampir pada semua jenis kolam, baik pada kolam yang airnya mengalir ataupun kolam berair tenang. Ikan mas juga dapat tumbuh baik di sungai, danau, waduk atau kolam buatan. Kondisi optimal untuk pertumbuhan ikan mas yaitu pada ketinggian antara 150-1.000 meter di

atas permukaan laut, suhu air antara 25⁰-28⁰ C dan pH air antara 7-8 (Santoso, 1999). Ikan mas termasuk jenis ikan yang bersifat termofil karena mampu menyesuaikan diri dengan suhu lingkungan yang tinggi. Ikan mas masih dapat tumbuh pada suhu 35⁰ C. Ikan mas dapat hidup dengan kandungan oksigen air kurang dari 4 mg/L, salinitas optimal antara 5,5-7 ppm, kandungan nitrit kurang dari 0,1 mg/L, kandungan nitrat kurang dari 0,25 mg/L, serta kandungan amoniak kurang dari 0,6 mg/L (Suseno, 1994).

2.1.5 Parameter Kualitas Air Untuk Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

Ikan mas merupakan spesies yang tahan terhadap penanganan dan kondisi air yang kurang baik terutama memiliki toleransi terhadap rendahnya kadar oksigen terlarut. Ikan mas termasuk hewan berdarah dingin atau *polikiotermal*.

Suhu air optimum dalam pemeliharaan ikan mas adalah 28 °C. Sebagai mana ikan yang hidup didaerah tropis, ikan mas dapat bertahan pada suhu hingga diatas 30⁰ C. Semakin tinggi suhu air, maka kandungan oksigen terlarut akan semakin sedikit. Sebaliknya jika suhu air semakin rendah maka kandungan oksigen terlarut akan semakin besar. Ikan mas dapat hidup pada kisaran suhu 8-35°C. Namun perubahan suhu lingkungan yang ekstrim dapat berakibat langsung pada jenis ikan ini. (Sumantadinata, 1995). Selain itu suhu lingkungan yang terlalu rendah akan menurunkan fungsi kekebalan, sehingga ikan lebih rentan terhadap infeksi oleh bakteri dan jamur (Hoole *et. al.*, 2001).

Oksigen terlarut minimal 50 % dari 8 mg/L O₂ dan 100% dari 5 mg/L O₂. Semakin tinggi temperatur air, akan meningkatkan metabolisme tubuh ikan, sehingga produksi amoniak meningkat. Total amoniak maksimum di lingkungan adalah 0,2 mg/L NH₄⁺, sedangkan kisaran normal pH adalah 6-9. Total maksimum residu klorin pada air adalah 0,005 mg/L HOCL (Hoole *et. al.*, 2001).

Ketidak sesuaian berbagi parameter kualitas air pada ikan, seperti pH dan zat-zat kimia lainnya dapat menyebabkan stres (Hoole *et. al.*, 2001). Kondisi stres akan meningkatkan kadar kolesterol didalam darah dan akan menyebabkan depresi pada sistem kekebalan (Van Muiswinkel dan Vervoorn 2006).

2.2 Darah Ikan

Darah merupakan bagian penting dari sistim transpor dalam tubuh. Darah merupakan jaringan yang berbentuk cair yang dialirkan melalui saluran vaskular, terdiri dari dua komponen yaitu plasma darah dan sel-sel darah. Darah ikan tersusun atas cairan plasma darah yang terdiri dari sel-sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), dan keping darah (trombosit). Di dalam plasma darah terkandung garam-garam anorganik (natrium klorida, natrium bukarbonat dan natrium fosfat), protein (dalam bentuk albumin, globulin, dan fibrinogen), lemak (dalam bentuk lesitin dan kolesterol), serta zat-zat lainnya misalnya hormon, vitamin, enzim dan nutrien (Affandi dan Tang, 2002).

Darah memiliki fungsi untuk transfor nutrien, oksigen dan karbondioksida, menjaga keseimbangan suhu tubuh dan berperan penting dalam pertahanan tubuh (Ariaty, 1991). Secara fungsional trombosit berperan dalam pembekuan darah. Monosit berfungsi sebagai makrofag, limfosit berfungsi sebagai penghasil antibodi untuk melawan antigen yang masuk ke dalam tubuh dan neutofil mempunyai fungsi fagositik (Affandi dan Tang, 2002).

2.2.1 Proses Pembentukan Darah

Berbeda dengan mamalia, pada ikan tidak ada sumsum tulang. Namun demikian, ikan memiliki limfonodus. Pada ikan, darah dibentuk di dalam organ ginjal, limfa, timus dan hati (Affandi dan Tang 2002). Proses pembentukan darah atau hematopoiesis pada ikan berasal dari sel prekursor hemositoblast yang

dapat berasal dari bermacam-macam organ, namun biasanya akan matang setelah memasuki sirkulasi darah (Moyle dan Cech, 1988).

Beberapa organ pada ikan dapat membentuk darah. Pada Cyclostomata, semua jenis sel darah dibentuk dalam limfa yang tersebar pada submucosa usus alat pencernaan makanan (Anonymous, 2011). Sel darah ikan diproduksi di dalam jaringan hematopoietik yang terletak di ujung anterior ginjal dan limfa. Pada stadia embrio, saluran darah dapat menghasilkan sel-sel darah, pada ikan dewasa sel-sel darah masih dibentuk di permukaan saluran darah, namun pusat-pusat pembentukan sel-sel darah lebih nampak. Pada sebagian ikan pembentuk limfosit dan granulosit juga ditemukan terdapat disekeliling organ jantung. (Affandi dan Tang 2002).

Ginjal adalah organ yang paling kaya akan jaringan lymphoid, thrombocyte dibentuk di bagian mesonefrik. Pada Lamprey dan kebanyakan Teleostei, ginjal merupakan penghasil sel darah yang utama selama hidupnya, terutama kepala ginjal. Jaringan lymphoid juga terdapat pada permukaan gonad jantan dan betina ikan Selachi dan Dipnoi. Pada bagian-bagian sel tulang rawan pada kepala dari jenis Lepisosteus dan Amia menghasilkan seluruh jenis sel-sel darah (Anonymous, 2011).

Limfa ikan merupakan organ yang sangat bervariasi baik letak, bentuk maupun ukurannya. Limfa pada ikan Gnathostomata terdiri dari bagian cortex (berwarna merah), pulva (berwarna putih) dan medula. Bagian cortex dari limfa membentuk erythrocyte dan thrombocyte sedangkan lymphocyte dan beberapa granulocyte dibentuk di dalam medulla (Anonymous, 2011). Organ limfa memproduksi sel darah merah yang terdiri dari eritrosit yang belum matang ataupun sel-sel yang akan berdeferensiasi menjadi eritrosit setelah memasuki sirkulasi darah (Moyle dan Cech, 1988).

Sel granulosit dan limfosit pada ikan hiu (*Etmopterus spinax*) dibentuk dari organ limfa. Bagian pulpa putih limfa memproduksi lebih banyak limfosit, sedangkan pulpa merah memproduksi eritrosit dan beberapa granulosit. Limfa pada ikan elasmobranch (sub kelas dari ikan Condrichthyes) dan teleostei (sub kelas dari ikan Osteichthyes) menyediakan sel darah melalui inervasi otonomik yang diakibatkan oleh kondisi stres. Sebagai contoh adalah hipoksia yang menstimulasi organ limfa untuk berkontraksi. Selain akibat stimulasi syaraf, stimulasi hormon (adrenergik atau kolinergik) juga menyebabkan kontraksi limfa pada ikan atlantik cod (*Gadus morhua*) (Moyle dan Cech, 1988).

Kelenjer timus merupakan jaringan lymphomyeloid lainnya pada banyak ikan muda yang berahang, namun sering kali mengalami regresi pada individu yang telah mengalami kematangan seksual (Moyle dan Cech, 1988). Leukosit dihasilkan di organ timus dan ginjal. Setelah dihasilkan, leukosit kemudian diangkut darah menuju ke seluruh tubuh (Bastiawan dkk. 2001).

Hati merupakan organ yang relatif besar pada ikan. Pada umumnya berwarna merah kecoklatan. Hati terletak di bagian depan rongga badan dan mengelilingi usus. Bentuknya tidak tegas terbagi atas lobus kanan dan lobus kiri, serta bagian yang menuju ke arah punggung. Hati berperan dalam asimilasi nutrient, produksi bile, detoksifikasi, hematopoiesis, penghancuran sel darah merah serta menghasilkan empedu yang disimpan dalam kantung empedu untuk membantu proses pencernaan lemak (Moyle dan Cech, 1988).

Pada ikan ikan hantu (hagfish), darah primer dibentuk diselubung mesodermal pada organ usus. Sel darah pada Lamprey dewasa (Lamptera) disintesis dari jaringan lemak di daerah dorsal saraf. Ikan Elasmobranch memproduksi sel darah dari organ leydig (terletak didaerah oesepagus), organ epigonal (sekitar gonad) dan sekitar limfa (Robert, 1989). Sejumlah leukosit ditemukan pada kulit dan insang, yang mengidkasikan bahwa sistim imun

mukosal telah berkembang pada ikan. Sumsu tulang, bursa Fabricius, Peyer's patches dan limfonodus yang terdapat pada unggas dan mamalia tidak dijumpai pada ikan. (Van Muiswinkel dan Vervoorn, 2006)

2.2.2. Komponen Darah Ikan

Darah ikan tersusun dari sel-sel darah yang tersuspensi di dalam plasma yang diedarkan ke seluruh jaringan tubuh (Moyle dan Cech 2004). Volume darah ikan *teleostei* sebanyak 3% dari bobot tubuh (Affandi dan Tang 2002). Ralio *et. al.* (1985) dalam Mones (2008) menyatakan bahwa parameter darah yang penting seperti hemoglobin, eritrosit, diferensial leukosit, jumlah hematokrit akan merespon faktor insidental seperti sebagai stres fisik dan stres lingkungan akibat kontaminan air.

Darah terdiri dari cairan plasma dan sel-sel darah yaitu sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) dan keping darah (trombosit). Plasma darah adalah suatu cairan jernih yang mengandung mineral-mineral terlarut, hasil absorpsi dari pencernaan makanan, buangan hasil metabolisme oleh jaringan, enzim, antibodi serta gas terlarut (Lagler *et. al.*, 1977). Di dalam plasma darah terkandung garam-garam anorganik (natrium klorida, natrium bikarbonat dan natrium fosfat), protein (dalam bentuk albumin, globulin dan fibrinogen), lemak (dalam bentuk lesitin dan kolesterol), hormon, vitamin, enzim dan nutrient (Dellman, 1989 dalam Mones, 2008).

Berdasarkan warna dan fungsi, darah dikelompokkan menjadi sel darah merah (eritrosit) dan sel darah putih (leukosit). Eritrosit pada ikan merupakan sel dengan jumlah paling banyak, mencapai 4×10^6 sel/mm³ (Ornella, 2008). Jumlah eritrosit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) adalah $1,43 \times 10^6$ sel/mm³ (Moyle dan Cech 2004).

2.2.3 Leukosit

Leukosit merupakan unit metabolik aktif dari sistem pertahanan tubuh, sel ini akan disirkulasikan secara khusus ke daerah yang mengalami infeksi, maupun yang mengalami peradangan. Leukosit dibentuk di sistem sel dalam sum-sum tulang dan sebagian lagi dijaringan limfa (Guyton, 1997). Bentuk sel darah putih menurut Affandi dan Tang (2002) lonjong hingga bulat dan tidak berwarna. Leukosit memiliki jumlah yang lebih sedikit dibanding sel darah merah, yaitu berkisar antara $20.000/\text{mm}^3$ hingga $150.000/\text{mm}^3$. (Moyle dan Cech, 1988).

Pada ikan sehat, jumlah dan proporsi masing-masing komponen darah relatif konstan. Amlecher (1970) dalam Ornella (2008) menyatakan bahwa darah akan mengalami perubahan serius khususnya bila terkena penyakit. Perubahan jumlah total leukosit dan jenis leukosit dapat dijadikan indikator adanya penyakit infeksi tertentu pada ikan (Roberts, 1989). Leukosit memiliki bermacam-macam fungsi, erat kaitannya untuk menghilangkan benda asing (termasuk mikroorganisme patogen). Faktor-faktor yang mempengaruhi jumlah leukosit adalah kondisi dan kesehatan tubuh ikan (Van Muiswinkel dan Vervoorn, 2006).

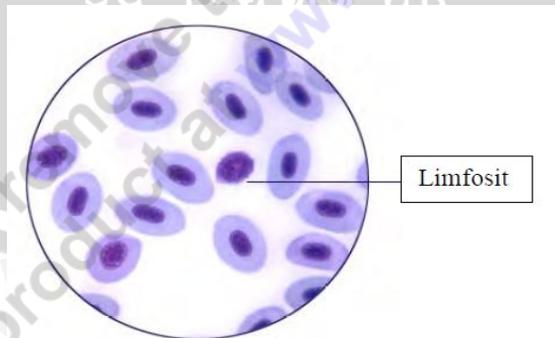
Menurut Effendi (2003), leukosit mempunyai peranan dalam pertahanan seluler dan humoral organisme terhadap zat-zat asing. Dilihat dalam mikroskop cahaya maka sel darah putih mempunyai granula spesifik (granulosit), yang dalam keadaan hidup berupa tetesan setengah cair, dalam sitoplasmanya dan mempunyai bentuk inti yang bervariasi, yang tidak mempunyai granula, sitoplasmanya homogen dengan inti bentuk bulat atau bentuk seperti ginjal. Terdapat dua jenis leukosit agranuler yaitu limfosit sel kecil, sitoplasma sedikit monosit sel agak besar mengandung sitoplasma lebih banyak. Terdapat tiga jenis leukosit granuler yaitu Neutrofil, Basofil, dan Asidofil (atau eosinofil) yang dapat dibedakan dengan afinitas granula terhadap zat warna netral basa dan asam. Granula dianggap spesifik bila ia secara tetap terdapat dalam jenis leukosit tertentu dan pada sebagian besar prekursor (pra zatnya).

Leukosit terdiri dari agranulosit (monosit dan limfosit) dan granulosit (neutrofil, eosinofil dan basofil) (Guyton, 1997). Jenis-jenis leukosit terdiri dari monosit, limfosit, neutrofil, eosinofil dan basofil.

2.2.3.1 Limfosit

Bentuk limfosit biasanya dapat berubah-ubah sehingga dibagi ke dalam dua kategori, besar dan kecil, meskipun kedua kategori ini mungkin mewakili sel dalam stadium fungsional yang berbeda dalam satu populasi sel daripada perbedaan kapasitas fungsional. Ukuran rata-rata limfosit kecil bervariasi antar spesies, misalnya pada plaice berdiameter kira-kira 4,5 μ m, 8,2 μ m pada ikan mas dan sekitar 6 μ m pada manusia (Robert, 1989). Menurut Chinabut *et al.* (1991) limfosit dengan pewarnaan Giemsa, berbentuk bundar dengan sejumlah kecil sitoplasma non granulla bewarna biru cerah atau ungu pucat. Ukuran limfosit ikan mas bervariasi, tergantung pada status kesehatan ikan. Ikan yang bersifat sakit, memiliki limfosit berukuran besar dan lebih banyak dibandingkan dengan ikan yang bersifat carrier-laten dan sehat (Tamba,2006)

Limfosit (Gambar 2) pada berbagai ikan memiliki morfologi yang hampir sama. Ada beberapa macam penampilan dan ukuran limfosit yakni kecil, medium hingga ukuran besar. Semakin besar limfosit, maka semakin banyak jumlah sitoplasma yang dimilikinya (Feldman *et. al.* 2002).



Gambar 2. Limfosit (Ornella, 2008)

Berbeda dengan mamalia ikan memiliki sangat sedikit sum-sum tulang dan limfonodus. Bagian depan ginjal berfungsi sebagai organ limfoid utama, dengan timus dan limfa berfungsi sebagai limfoid sekunder. Limfosit dihasilkan di dalam timus ikan, setelah dewasa limfosit akan bermigrasi menuju limfa (Ardelli dan Woo, 2006).

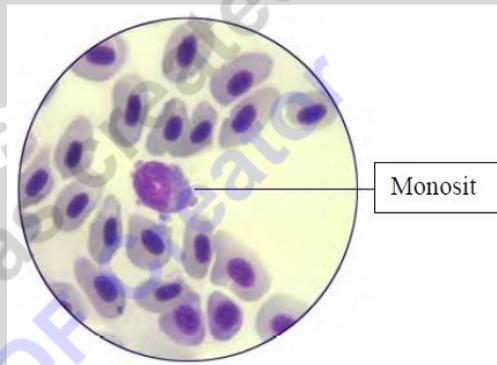
Persentase limfosit ikan berkisar antara 71,12-82,88% dari total leukosit yang bersirkulasi (Affandi dan Tang, 2002). Menurut (Svobodova dan Vykusova, 1991) persentase limfosit pada ikan mas berkisar antara 76-97,5%. Peningkatan limfosit dapat terjadi karena adanya rangsangan antigen yang menyebabkan timbulnya respon umum karena limfosit berfungsi sebagai penghasil antibodi yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh terhadap penyakit (Moyle dan Cech, 2004). Sedangkan penurunan jumlah limfosit biasanya disebabkan karena sebagian besar limfosit ditarik dari sirkulasi atau organ pembentuk darah menuju daerah atau kedalam jaringan dimana terdapat peradangan (Jain, 1986).

2.2.3.2 Monosit

Monosit (Gambar 3) berbentuk oval atau bundar, dengan diameter berkisar antara 6-15 mikron, memiliki inti juga berbentuk oval. Inti monosit terletak berdekatan dengan tepi sel dan mengisi sebagian isi sel dengan sitoplasma bewarna biru keabu-abuan hingga biru. Monosit pada ikan memiliki morfologi yang hampir sama dengan monosit pada mamalia (Robert, 1989). Menurut Syafaat (1994) monosit merupakan jenis sel darah putih yang berbentuk bundar atau oval dan berukuran 8-15 mikron. Sel tersebut mempunyai inti yang terletak pada bagian inti sel, serta sitoplasma tidak bergranula. Tamba (2006) menambahkan ukuran monosit pada ikan sakit, khususnya ikan sekarat mengalami pembesaran. Secara umum bentuknya tidak teratur.

Monosit pada umumnya ditemukan dalam sirkulasi darah, dan dalam jumlah sedikit didalam limfonodus, limfa, sum-sum tulang dan jaringan penunjang

pada vertebrata yang lebih tinggi tingkatannya. Monosit bermigrasi dari sirkulasi darah menuju ke jaringan ketika menerima rangsangan yang sesuai dengan reseptornya. Monosit yang belum matang dapat meninggalkan sirkulasi darah, menuju dan menetap di jaringan, lalu berkembang menjadi matang, yang dikenal sebagai sel fagositik makrofak (Ardelli dan woo 2006). Monosit terdapat pada Gambar 3 berikut.



Gambar 3. Monosit (Ornella, 2008)

Feldman *et. al.* (2002) melaporkan bahwa monosit memiliki sifat fagositik, dipengaruhi oleh sitokin, serta berpartisipasi pada banyak respon umum. Bentuk mononuclear fagosit adalah bentuk umum monosit pada inflamasi kronis. Monosit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) berisikan banyak organel, dengan berbagi variasi ukuran granular (Ardelli dan Woo, 2006).

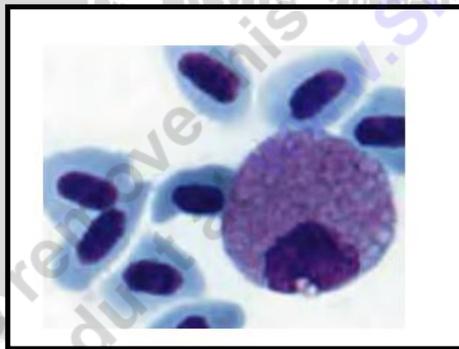
Monosit berfungsi sebagai fagosit terhadap benda-benda asing yang berperan sebagai agen penyakit (Bastiawan dkk., 2001). Jumlah monosit dalam populasi sel darah putih sedikit, namun jumlahnya akan meningkat jika ada substansi asing apada jaringan atau sirkulasi (Moyle dan Cech, 1988). Menurut (Svobodova dan Vykusova 1991) persentase monosit pada ikan mas berkisar antara 3-5%. Ketika mendapat stimuli yang tepat maka monosit bermigrasi dari darah menuju jaringan dan berubah menjadi makrofag.

2.2.3.3 Eosinofil

Eosinofil atau yang biasa disebut juga sebagai sel granular eosinofilik, secara normal berada pada berbagai macam jaringan pada ikan. Sel ini berakumulasi ketika terjadi inflamasi, khususnya sebagai akibat infeksi parasit (Feldman *et. al.*, 2000). Eosinofil memiliki fungsi utama dalam mensekresikan isi granulanya sebagai respon terhadap infeksi parasit. Persentase eosinofil dalam sirkulasi darah ikan menurut Affandi dan Tang (2002) berkisar antara 0,78 - 2,00%.

Peningkatan jumlah eosinofil yang persiten (eosinofilia) pada ikan, secara umum merefleksikan adanya kondisi penyakit yang kronis, sedangkan penurunan eosinofil biasanya terjadi pada kondisi penyakit akut. Eosinofil mengandung profibrinolisin, diduga berperan mempertahankan darah dari pembekuan, khususnya bila keadaan cairnya diubah oleh proses-proses Patologi. Kortikosteroid akan menimbulkan penurunan jumlah eosinofil darah dengan cepat (Jain, 1993).

Eosinofil (Gambar 4) berkarakterisasi dengan granul refraktil besar yang memiliki titik isoelektris, misal mereka dicat dengan cat asam seperti Gymsha dalam media alkalis. Ukuran eosinofil berkisar 9-15 mikro, inti terletak memanjang di tepi sel, memiliki granula besar dan sitoplasma bewarna merah.



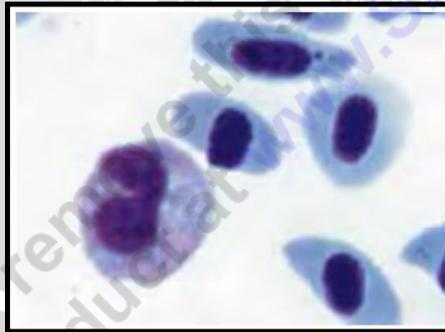
Gambar 4. Eosinofil (Ornella,2008)

2.2.3.4 Neutrofil

Neutrofil pada ikan (Gambar 5) dibentuk dibagian depan organ ginjal sebagian besarnya. Morfologi netrofil ikan hampir menyerupai netrofil mamalia meskipun derajat polimorfisme nuklear pada teleostei bervariasi Secara ultrastruktural, granul spesifik berbentuk oval dan menunjukkan penambakan berserabut. Mereka memiliki kesamaan dengan satu dari tipe granul (Robert, 1989). Netrofil berbentuk bulat dan berukuran besar, diameter 9-13 mikron, memiliki sitoplasma dalam jumlah besar dan bergranul. Sitoplasma bewarna biru cerah atau ungu pucat, sedangkan inti bewarna biru gelap (Chinabut, *et al.* 1991).

Persentase neutrofil yang bersirkulasi pada ikan umumnya lebih sedikit dibandingkan dengan mamalia (Ardelli dan Woo 2006). Menurut Affandi dan Tang (2002) persentase neutrofil didalam darah ikan berkisar antara 6-8% dari total leukosit. Menurut (Svobodova dan Vykusova, 199) dinyatakan bahwa persentase neutrofil pada ikan mas berkisar antara 2-10%.

Menurut Robert (1989) netrofil merupakan pertahanan pertama dalam tubuh ikan apabila terjadi serangan organisme mikroseluler. Menurut Bond (1979) menyatakan bahwa sel netrofil berfungsi untuk memfagositir sel-sel penyebab penyakit.

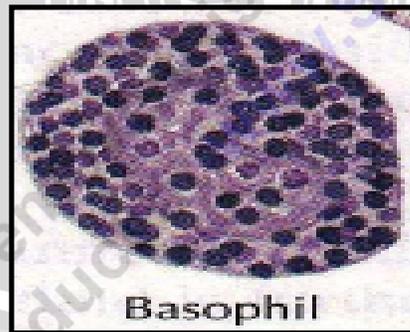


Gambar 5. Neutrofil (Ornella, 2008)

2.2.3.5 Basofil

Basofil memiliki morfologi yang sama pada kebanyakan ordo, kecuali pada nonmamalia, yaitu tidak berlobus. Basofil berbentuk bulat dengan granula basofilik yang mengisi sitoplasma, dan kadang menutupi bagian inti (Roberts, 1989). Keberadaan basofil di dalam sirkulasi darah telah diamati hanya pada sejumlah kecil spesies ikan. Basofil bahkan lebih jarang ditemukan pada pemeriksaan darah dibandingkan dengan eosinofil. Pada *Oreochromis niloticus*, basofil berbentuk seperti bola, sitoplasma mengandung granula basofilik dengan ukuran yang bervariasi. Inti juga berbentuk bola dengan bercak ungu. Kadang-kadang garis tepi tidak bisa dikenali karena keberadaan granula (Feldman *et. al.* 2000).

Persentase basofil di dalam darah ikan berkisar antara 0,17 – 0,194% dan berukuran 8-12 μ (Affandi dan Tang 2002). Ketika ada rangsangan dari allergen yang menyebabkan terjadinya penempelan allergen pada basofil, terjadi pelepasan isi kandungan basofil (Ardelli dan Woo 2006). Meskipun kehadiran basofil masih diperdebatkan, tapi sel darah putih jenis ini biasa ditemukan pada beberapa spesies ikan tertentu dan mungkin ditemukan pada semua spesies (Moyle dan Cech, 2004). Menurut Nabib dan Pasaribu (1989) jumlah basofil pada ikan sangat rendah dan sangat jarang terlihat didalam sirkulasi darah ikan.



Gambar 6. Basofil pada ikan (Anonymous, 2011)

3. METODE PENELITIAN

3.1 Bahan Penelitian

Penelitian ini menggunakan ikan mas (*Cyprinus carpio*), sebanyak 90 ekor dengan berat badan sekitar 50 gram per ekor. Bahan lain yang digunakan adalah Na-sitrat 3.8%, Gyemsa, Turk's, minyak cengkeh, minyak emersi, methanol, akuades, tisu lensa, tisu, kapas dan kertas label.

3.2 Alat Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini terdiri atas karamba, serokan, timbangan, penggaris, *syringe*, *evendorf*, pipet thoma leukosit, haemositometer, *cover glass*, alat bedah, objek glass, pipet tetes, *handtally counter*, mikroskop, termometer, kamera digital, pH meter dan DO meter.

3.3 Metode Penelitian

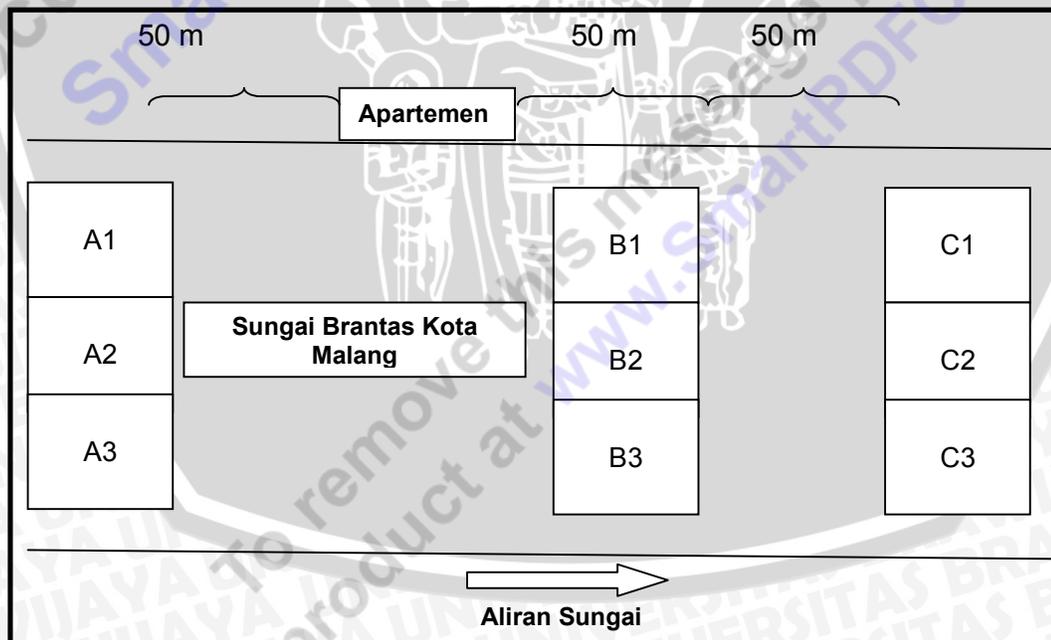
Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptis. Metode ini menggambarkan data dengan apa adanya melalui penyusunan tabel dan grafik. Menurut Walpole (1995) metode deskriptis adalah metode yang memberikan informasi hanya mengenai data yang dipunyai dengan penyusunan tabel, diagram, grafik dan besaran lain. Penelitian ini juga disebut non eksperimental karena dalam hal ini tidak melakukannya manipulasi variabel. Pengambilan data dilakukan dengan observasi langsung atau pengamatan secara langsung yang meliputi persiapan wadah penelitian, persiapan ikan uji dan pengamatan gambaran darah.

3.3.1 Persiapan Wadah Penelitian

Persiapan wadah yang dilakukan terdiri dari beberapa tahapan yaitu pembuatan kerangka, pemasangan karamba, jangkar, dan pemberat. Kerangka terbuat dari kayu atau bambu yang berukuran 1.5 x 0.8 x 0.5 m yang terbagi

menjadi 3 bagian. Karamba dibuat sedemikian rupa agar air dapat masuk kedalam karamba. Pemasangan karamba dilakukan pada tempat yg telah ditentukan, dengan memasang patok besi sehingga kokoh dan tidak terbawa arus. Lalu diikat dengan kawat pengikat yang kuat. Langkah terakhir adalah pemasangan pemberat agar karamba tidak terbawa arus. Sebelum diisi ikan karamba didiamkan selama 2 hari terlebih dahulu untuk menetralkan bau kayu dari karamba tersebut.

Penempatan karamba dilakukan pada daerah sekitar apartemen menara soekarno-hatta yang terletak di sebelah jembatan jalan soekarno-hatta. Apartemen ini dijadikan sebagai acuan penempatan karamba. Lokasi A adalah penempatan karamba 50 m pada aliran sebelum apartemen. Lokasi B adalah penempatan karamba 50 m dari berdirinya apartemen. Lokasi C adalah penempatan karamba 100 m dari berdirinya apartemen. Adapun denah penelitian dapat dilihat pada Gambar 7 berikut.



Gambar 7. Denah Penelitian

3.3.2 Persiapan Ikan Uji

Ikan uji yang digunakan adalah ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dibeli dari BBI Punten. Dipilih ikan mas sehat sebanyak 100 ekor dengan ukuran 12 – 15 cm, bobot \pm 50 gr dengan umur \pm 3 bulan lalu dibagi masing-masing 30 ekor pada setiap karamba yaitu 10 ekor pada untuk setiap ulangan. Kemudian ikan dipelihara selama tiga puluh hari.

3.3.3 Pengambilan dan Pengamatan Gambaran Darah

Metode pengambilan darah yang digunakan adalah metode *Imprint*. Alat yang digunakan adalah alat bedah berupa gunting dan pisau. Ikan diambil, dan dilemaskan dengan cara dibius menggunakan minyak cengkeh lalu diletakan dengan posisi kepala di sebelah kiri dan di bedah menggunakan gunting. Organ pembentuk darah yaitu ginjal, limfa, timus dan hati ikan diambil lalu dipisahkan. Pengambilan sampel darah dilakukan dengan memotong bagian dari organ menjadi bagian yang lebih kecil, dan potongan organ tersebut di tempelkan pada objek glass, lalu dioleskan searah hingga terdapat ulasan darah, kemudian dipotong lagi dan dilanjutkan dengan cara yang sama pada permukaan preparat yang masih kosong. Preparat dikeringkan dengan mengayun-ayunkannya di udara. Setelah kering dimasukkan kedalam larutan methanol selama 5 menit untuk di fiksasi. Kemudian preparat diangkat dan dikeringudarkan.

Premarat kemudian diwarnai dengan cara dimasukkan ke dalam larutan pewarnaan Giemsa 10% selama 30 menit, setelah itu dicuci dengan air dan dikeringudarkan. Selanjutnya preparat diperiksa di bawah mikroskop dimulai dengan pembesaran rendah untuk orientasi dan memilih daerah ulasan yang baik untuk pengamatan.

Pengamatan dan identifikasi leukosit menggunakan pembesaran 1000x dengan menggunakan minyak emersi. Perhitungan dilakukan hingga mencapai jumlah 100 sel leukosit, dan hasilnya dinyatakan dalam satuan persen.

Tabel 1. Perhitungan Persentase Leukosit pada Organ Pembentuk Darah ikan mas (*Cyprinus carpio*)

ORGAN PEMBENTUK DARAH	Deferensial leukosit					Persentase			
	LIMFOSIT	MONOSIT	EOSINOFIL	NEUTROFIL	BASOFIL	L	M	E	N
GINJAL	 	 		 	-	61%	12%	8%	19%
LIMFA	 								
TIMUS									
HATI									

3.3.4 Pengukuran Kualitas Air

3.3.4.1 Derajat Keasaman (pH)

Instrument pH adalah peralatan laboratorium yang digunakan untuk menentukan pH atau tingkat keasaman dari suatu system larutan (Beran, 1996 dalam Iqmal, 2008). Suatu zat, ditentukan berdasarkan jumlah ion hydrogen dalam larutan, yang dapat dinyatakan dengan persamaan: $pH = - \log [H^+]$.

Menurut Beran (1996) dalam Iqmal (2008), pengukuran sifat keasaman (pH) dapat dilakukan dengan dua cara, antara lain:

- a. Kertas lakmus, terdapat dua jenis kertas lakmus, yaitu kertas lakmus merah dan kertas lakmus biru. Penggunaan lakmus hanya sekali pakai. Nilai pH yang terukur hanya bersifat pendekatan, jika sebuah senyawa merubah kertas lakmus merah menjadi biru, maka dia bersifat basa, sedangkan jika senyawa merubah warna kertas lakmus biru menjadi merah, maka ia bersifat asam. Pengukuran hanya bersifat kualitatif, hasil yang diperoleh relative tidak begitu akurat. Kertas lakmus dengan kombinasi beberapa indikator ada yang dapat digunakan yakni dengan pencocokan skala, kertas lakmus jenis ini mengkombinasikan 4 indikator yang berwarna berbeda. Kombinasi warna yang berbeda diberi skala 1-14 sesuai dengan pH system yang di ukur.
- b. pH meter, keuntungan dari penggunaan pH meter dalam menentukan tingkat keasaman suatu senyawa adalah pemakaiannya bisa berulang-ulang dan hasil pengukuran pH relative lebih akurat. Instrument yang digunakan dalam pH meter dapat bersifat analog maupun digital. Sebagaimana alat yang lain, untuk mendapatkan hasil pengukuran yang baik, maka diperlukan perawatan dan kalibrasi pH meter. Pada penggunaan pH meter, kalibrasi alat harus diperhatikan sebelum dilakukan pengukuran. Seperti diketahui prinsip utama pH meter adalah menggunakan arus listrik yang tercatat pada sensor pH akibat suasana ionik di larutan. Stabilitas sensor harus selalu terjaga dan caranya adalah dengan kalibrasi alat. Kalibrasi terhadap pH meter dilakukan dengan larutan buffer standar : pH = 4,01; 7,00; 10,01.

3.3.4.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua jasad hidup untuk pernafasan proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan pembiakan.

Pengukuran DO menurut Biofagri (2006) dapat dilakukan dengan menggunakan metode Winkler. Botol percobaan atau Erlenmeyer dengan volume 2 liter disusun vertikal. Botol kemudian diisi dengan air secukupnya, dan ikan yang telah diukur beratnya dapat dimasukkan ke dalamnya. Setelah itu botol ditutup dan air dialirkan ke dalamnya melalui Saluran Masuk (SM) hingga melimpah keluar (SK). Dalam melakukan ini, gelembung udara diusahakan agar tidak terbentuk. Air dibiarkan mengalir untuk beberapa saat, dan selama itu ikan dibiarkan untuk melakukan penyesuaian diri, setelah itu, untuk mengurangi gangguan terhadap ikan akibat aktivitas manusia di sekitarnya, sekeliling botol diberi penutup. Air yang keluar dari SK ditampung ke dalam botol Winkler 250 ml. pembentukan gelembung dan percikan air sebisa mungkin dihindari. Air dibiarkan meluap beberapa saat. Kemudian botol Winkler ditutup tanpa ada gelembung udara. Setelah itu ujung SM dan SK segera ditutup. Kadar oksigen didalam botol Winkler ini ditentukan dengan titrasi Winkler sebagai kadar oksigen pada $t=0$. 30 menit setelah $t=0$, klem penjepit SM dan SK dibuka, lalu air dari SK ditampung ke dalam botol Winkler yang lain, kadar oksigennya diukur dengan metode yang sama.

Dalam metode titrasi Winkler, pertama-tama air di dalam botol Winkler ditambahkan 1 ml larutan $MnSO_4$. Penambahan dilakukan dengan memasukkan ujung pipet ukur ke dasar botol. Dengan cara yang sama, larutan KOH-KI dimasukkan sebanyak 1 ml. botol winkler kemudian ditutup kembali dengan menghindari terjadinya pembentukan gelembung udara. Setelah itu botol dibolak-balik selama 5 menit agar terjadi pengikatan oksigen secara sempurna. Setelah terjadi endapan, botol dibiarkan selama kira-kira 20 menit agar endapan yang terkumpul didasar botol. Setelah itu, 2 ml larutan di atas permukaan atas botol dibuang, dan selanjutnya larutan di dalam botol ditambahkan 1 ml H_2SO_4 pekat. Botol ditutup kembali, lalu dibolak-balik hingga larutan menjadi bewarna

kuning coklat dan seluruh endapan larut. Sebanyak 100 ml larutan kemudian dipindahkan kedalam labu titrasi (Erlenmeyer). Titrasi 100 ml larutan di dalam Erlenmeyer dilakukan dengan dua kali (duplo) dengan menggunakan larutan $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$ hingga terjadi perubahan warna larutan menjadi kuning muda. Setelah itu, larutan amilum 1% ditambahkan ke dalam Erlenmeyer sebanyak 4-5 tetes hingga warna larutan menjadi biru tepat hilang.

Adapun pengukuran lainnya menggunakan alat DO meter. DO meter ini mula-mula dikalibrasi dengan aquades sampai menunjukkan nilai 0. Setelah itu, ujung dari DO meter dimasukkan ke dalam media hidup ikan mas, dan ditunggu beberapa saat sampai nilai DO tidak berubah lagi. Setelah itu, angka yang muncul pada DO meter sudah dapat dicatat dengan satuan mg/l.

3.3.4.3 Suhu

Pada pengukuran suhu ini, alat yang digunakan adalah thermometer Hg. Thermometer dimasukkan kedalam media sekitar 10 cm, dimana ujung thermometer di ikatkan tali dijadikan pegangan agar suhu thermometer tidak terkontaminasi oleh suhu tubuh. Tunggu beberapa saat sampai air raksa atau alcohol tidak bergerak lagi. Suhu dapat di baca dalam satuan $^{\circ}\text{C}$.

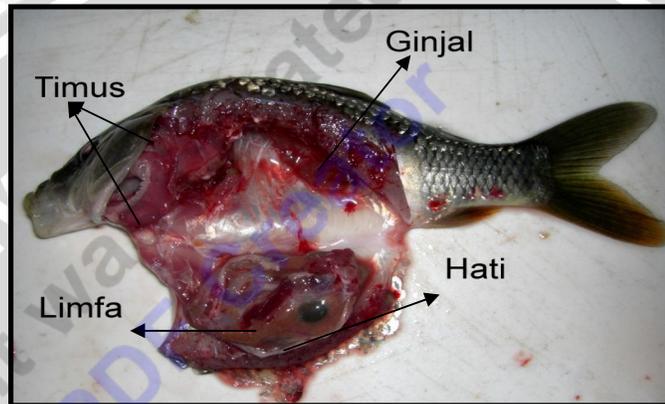
3.3.5 Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif yaitu dengan memberikan informasi yang didapatkan melalui penyusunan tabel dan grafil. Parameter yang diamati adalah persentase differensiasi leukosit pada organ pembentuk darah.

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

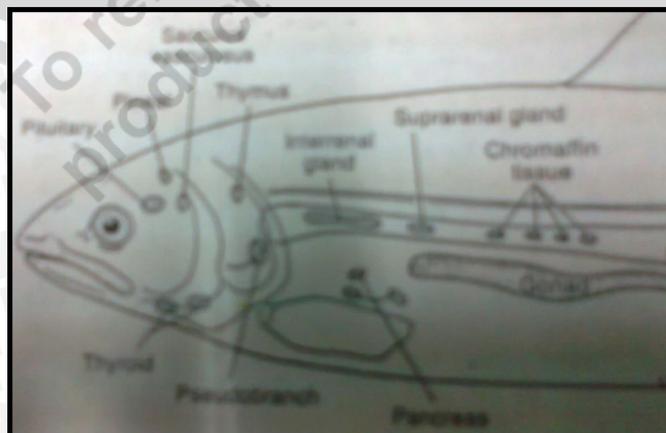
4.1 Morfologi Organ Pembentuk Darah

Berdasarkan hasil penelitian, organ pembentuk darah dapat pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) dapat dilihat pada Gambar 9 berikut.



Gambar 9. Organ Pembentuk Darah pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

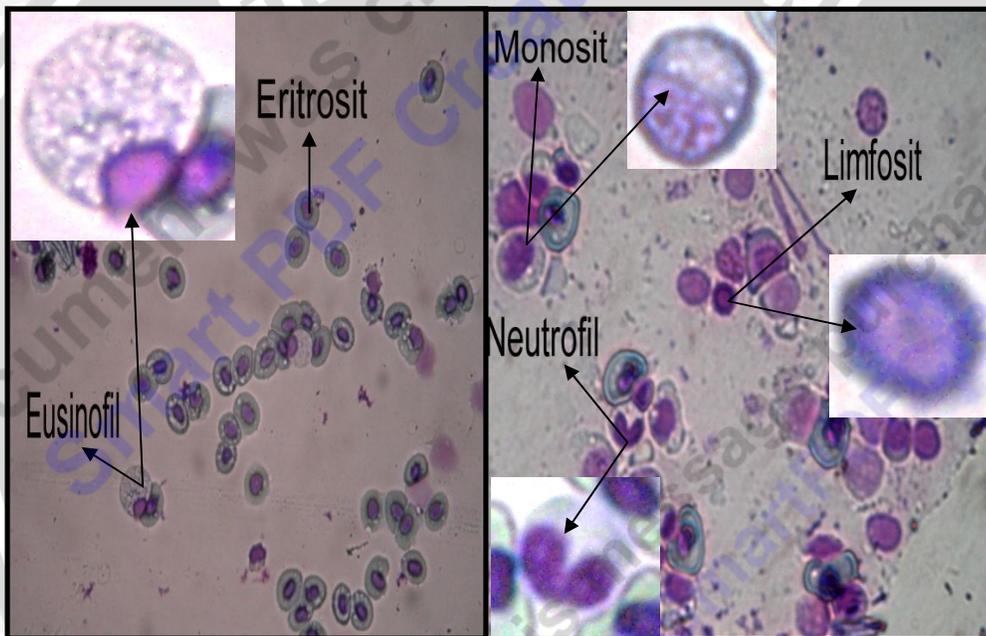
Berbeda dengan mamalia, pada ikan tidak ada sumsum tulang. Namun demikian, ikan memiliki limfonodus. Pada ikan, darah dibentuk di dalam organ ginjal, limpa dan timus. Sel darah ikan diproduksi di dalam jaringan hematopoietik yang terletak di ujung anterior ginjal dan limpa (Affandi dan Tang 2002). Organ pembentuk darah berdasarkan literatur dapat dilihat pada Gambar 10 berikut.



Gambar 10. Organ Pembentuk Darah pada Ikan (Robert, 1989)

4.2 Diferensial Leukosit Pada Organ Pembentuk Darah

Gambaran diferensial leukosit pada organ pembentuk darah pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang ditemukan selama proses pengamatan dapat dilihat pada Gambar 11.



Pengamatan dan indentifikasi diferensial leukosit meliputi perhitungan persentase jumlah sel leukosit yaitu limfosit, monosit, heterofil eosinofil dan basofil pada organ pembentuk darah menggunakan mikroskop pada pembesaran 1000x dan perhitungan dilakukan dalam 100 buah sel leukosit dan dinyatakan dalam satuan persen (%). Menurut Chinabut *et.al.*, (1991) leukosit dikelompokkan menjadi dua kelompok, yaitu agranulosit dan granulosit berdasarkan ada atau tidaknya granul pada

sitoplasma. Agranulosit terdiri atas limfosit dan monosit. Granulosit terdiri atas neutrofil, eosinofil dan basofil. Namun pada penelitian ini basofil tidak ditemukan.

Bentuk limfosit biasanya dapat berubah-ubah sehingga dibagi ke dalam dua kategori, besar dan kecil, meskipun kedua kategori ini mungkin mewakili sel dalam stadium fungsional yang berbeda dalam satu populasi sel daripada perbedaan kapasitas fungsional. Ukuran rata-rata limfosit kecil bervariasi antar spesies, misalnya pada plaice berdiameter kira-kira 4,5 μ m, 8,2 μ m pada ikan mas dan sekitar 6 μ m pada manusia (Robert, 1989). Menurut Chinabut *et al.* (1991), limfosit dengan pewarnaan Giemsa, berbentuk bundar dengan sejumlah kecil sitoplasma non granulla berwarna biru cerah atau ungu pucat. Ukuran limfosit ikan mas bervariasi, tergantung pada status kesehatan ikan. Ikan yang bersifat sakit, memiliki limfosit berukuran besar dan lebih banyak dibandingkan dengan ikan yang bersifat carrier-laten dan sehat (Tamba, 2006).

Monosit berbentuk oval atau bundar dengan diameter berkisar antara 6-15 mikron, memiliki inti berbentuk oval. Inti monosit terletak berdekatan dengan tepi sel dan mengisi sebagian isi sel. Monosit pada ikan memiliki morfologi yang hampir sama dengan monosit pada mamalia (Robert, 1989). Menurut Syafaat (1994), monosit merupakan jenis sel darah putih yang berbentuk bundar atau oval dan berukuran 8-15 mikron. Sel tersebut mempunyai inti yang terletak pada bagian tepi sel, serta sitoplasma tidak bergranula. Tamba (2006) menambahkan ukuran monosit

pada ikan sakit, khususnya ikan sekarat mengalami pembesaran. Secara umum bentuknya tidak teratur.

Eosinofil atau yang biasa disebut juga sebagai sel granular eosinofilik, secara normal berada pada berbagai macam jaringan pada ikan (Feldman *et al.* 2000). Eosinofil berkarakterisasi dengan granul refraktil besar yang memiliki titik isoelektris, misal mereka dicat dengan cat asam seperti eosin dalam media alkalis. Ukuran eosinofil berkisar 9-15 mikro, inti terletak memanjang di tepi sel, memiliki granula besar dan sitoplasma bewarna merah (Robert, 1989).

Morfologi neutrofil ikan hampir menyerupai neutrofil mamalia meskipun derajat polimorfisme nuklear pada teleostei bervariasi. Secara ultrastruktural, granul spesifik berbentuk oval dan menunjukkan penambakan berserabut. Mereka memiliki kesamaan dengan satu dari tipe granul (Robert, 1989). Neutrofil berbentuk bulat dan berukuran besar, diameter 9-13 mikron, memiliki sitoplasma dalam jumlah besar dan bergranul. Sitoplasma bewarna biru cerah atau ungu pucat, sedangkan inti bewarna biru gelap (Chinabut *et al.*, 1991). Sel neutrofil pada ikan berbentuk bundar, berdiameter ukuran antara 9-13 mikron, selain itu terdapat sitoplasma, memiliki banyak granul dan berinti (Syafaat, 1994).

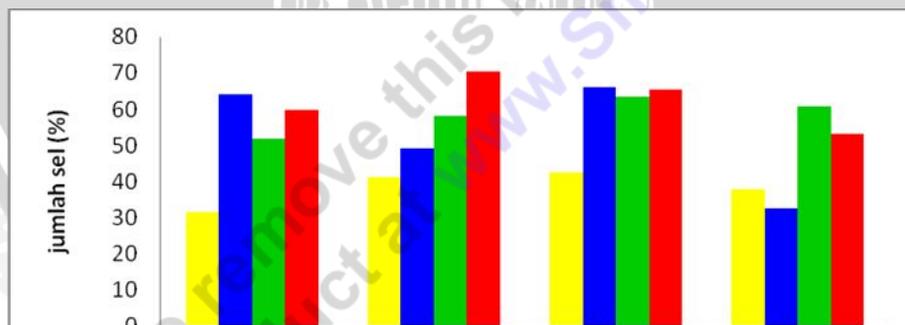
Basofil berukuran 8-12 mikron, sitoplasma bewarna biru dan memiliki granula yang besar (Affandi dan Tang 2002). Meskipun kehadiran basofil masih diperdebatkan, tapi sel darah putih jenis ini bias ditemukan pada beberapa spesies ikan tertentu dan mungkin ditemukan pada semua spesies (Moyle dan Cech, 2004). Menurut Nabib dan Pasaribu (1989),

jumlah basofil pada ikan sangat rendah dan sangat jarang terlihat didalam sirkulasi darah ikan.

Pengamatan morfologi dan persentase diferensial leukosit ini sangatlah bermanfaat, karena sel leukosit berperan dalam pertahanan tubuh terhadap gangguan dari luar dan juga pengaruh patogen. Sesuai dengan peran yang berbeda sesuai jenisnya (Moyle dan Cech, 1988). Parameter darah yang dapat yang dapat memperlihatkan adanya gangguan salah satunya adalah persentase sel-sel leukosit tersebut yaitu limfosit, monosit, eosinofil, neutrofil dan basofil (Lagger *et. al.*, 1977).

4.2.1 Limfosit

Hasil perhitungan persentase limfosit pada organ pembentuk darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah pemeliharaan ditunjukkan pada Gambar 12 berikut.



Gambar 11. Grafik Persentase Limfosit pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah Pemeliharaan

Hasil perhitungan persentase limfosit pada organ pembentuk darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) menunjukkan rata-rata hasil perhitungan

persentase limfosit di ginjal yang diperoleh pada kontrol adalah 31,67%, pada lokasi A sebesar 64%, pada lokasi B sebesar 51,67%, pada lokasi C sebesar 59,67 %. Sedangkan pada limfa rata-rata hasil perhitungan persentase limfosit yang diperoleh pada kontrol adalah 41%, 49% pada lokasi A, 58% pada lokasi B dan 70,33% pada lokasi C.

Hasil perhitungan persentase limfosit di timus yang diperoleh yaitu pada kontrol 42,33%, lokasi A sebanyak 66%, lokasi B sebanyak 63,33% dan lokasi C sebanyak 65,33%. Sementara rata-rata hasil perhitungan persentase limfosit di hati yang diperoleh pada kontrol adalah 42,333%, pada lokasi A sebanyak 66% , pada lokasi B sebanyak 63,33%, pada lokasi C sebanyak 65,33%.

Rataan hasil limfosit yang didapat pada organ pembentuk darah sebelum dan sesudah pemeliharaan ini lebih rendah dari kisaran nilai limfosit pada darah ikan normal, dimana menurut Affandi dan Tang (2002) persentase normal limfosit pada ikan berkisar antara 71,12-82,88%. Menurut Svobodova dan Vykusova (1991), persentase limfosit pada ikan mas berkisar antara 76-97,5%.

Rendahnya persentase limfosit yang didapatkan diduga disebabkan karena terjadi peradangan pada salah satu jaringan. Menurut Jain (1986) Penurunan jumlah jumlah limfosit juga disebabkan karena sebagian besar limfosit ditarik dari sirkulasi atau organ pembentuk darah menuju daerah atau kedalam jaringan dimana terdapat peradangan (Jain, 1986). Rendahnya persentase limfosit yang didapatkan juga diduga karena adanya stress yg terus menerus. Seperti dikatakan Svobodova &

Vykusova (1991) bahwa stress yang berkepanjangan dapat menyebabkan hilangnya limfosit di dalam sirkulasi darah dan organ limfoid.

4.2.1.1 Limfosit pada ginjal

Persentase jumlah limfosit pada ginjal ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Persentase Limfosit pada Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	30,33	33,33	31,33	95	31,67 ± 1.53
A	68	69	55	192	64 ± 7.81
B	58	43	54	155	51,67 ± 7.76
C	52	63	64	179	59,67 ± 6.65
TOTAL	208,33	208,33	204,33	621	
RATA	52,08	52,08	51,08		

Hasil pengamatan rata-rata perbandingan persentase limfosit pada ginjal ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) lebih rendah yaitu 31,67% ± 1,53 dibandingkan dengan rata-rata limfosit setelah pemeliharaan di sungai berantas yaitu sebesar 64 % ± 7,81 pada lokasi A 51,67 % ± 7,76 pada lokasi B, 59,67% ± 6,65 pada lokasi C. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah limfosit yang signifikan setelah pemeliharaan. Jumlah limfosit meningkat 32,33 % pada lokasi A, 20 % pada lokasi B, 28 % pada lokasi C.

Peningkatan ini diduga disebabkan oleh adanya gangguan kesehatan ikan sehingga memungkinkan adanya infeksi viral atau bakteri kedalam tubuh ikan. Menurut Moyle dan Cech (2004) Peningkatan limfosit terjadi karena adanya rangsangan antigen yang menyebabkan timbulnya

respon umum karena limfosit berfungsi sebagai penghasil antibodi yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh terhadap penyakit.

4.2.1.2 Limfosit pada Limfa

Hasil perhitungan persentase jumlah limfosit pada limfa ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai Brantas ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Persentase Limfosit pada Limfa Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	38,67	43,67	40,67	123	41 ± 2,52
A	50	52	45	147	49 ± 3,61
B	68	58	48	174	58 ± 10
C	78	67	66	211	70,33 ± 6,65
TOTAL	234,67	220,67	199,67	655	
RATA	58,67	55,17	49,92		

Hasil pengamatan rata-rata perbandingan persentase limfosit pada limfa ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) lebih rendah yaitu 41% dibandingkan dengan rata-rata limfosit setelah pemeliharaan di sungai berantas yaitu sebesar 49 % pada lokasi A, 58% pada lokasi B, 70,33% pada lokasi C. Hal ini menunjukkan adanya peningkatan jumlah limfosit yang signifikan setelah pemeliharaan. Hal ini diduga karena kualitas air di lokasi pemeliharaan yang buruk. Menurut Arry (2007) peningkatan jumlah limfosit terjadi akibat adanya respon dari tubuh ikan terhadap kondisi lingkungan pemeliharaan yang buruk, faktor stres dan infeksi penyakit.

Peningkatan ini juga diduga karena ginjal melakukan pembentukan limfosit sebagaimana fungsi ginjal yaitu sebagai organ pembentuk darah. Menurut Robert (1989), ginjal merupakan organ limfoid

primer yang terdiri dari tiga bagian yaitu bagian anterior, tengah dan posterior. Bagian anterior merupakan penghasil darah paling tinggi pada beberapa jenis ikan.

4.2.1.3 Limfosit pada Timus

Persentase jumlah limfosit pada timus ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Persentase Limfosit pada Timus Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	40,33	45,33	41,33	127	42,33 ± 2,64
A	70	68	60	198	66 ± 5,29
B	66	56	67	189	63 ± 6,08
C	67	66	63	196	65.33 ± 2,08
TOTAL	243,33	235,33	231,33	710	
RATA	60,83	58,83	57,83		

Jumlah limfosit pada timus ikan mas juga meningkat sama halnya dengan organ pembentuk darah yang lain dengan nilai kontrol 42,33% ± 2,64. Pada lokasi A, limfosit meningkat 23,7% dibandingkan kontrol menjadi 66% ± 5,29. Pada lokasi B meningkat 20,7% menjadi 63% ± 6,08. Pada lokasi C meningkat 22% menjadi 65,33% ± 2,08.

Pengaruh lokasi pemeliharaan terlihat hampir sama pada setiap lokasi, yang ditunjukkan pada notasi yang sama kecuali pada kontrol. Pengaruh yang diberikan yaitu peningkatan persentase limfosit setelah pemeliharaan disungai Brantas. Peningkatan ini biasanya disebabkan oleh adanya gangguan kesehatan ikan atau infeksi viral atau bakteri kedalam tubuh ikan. Menurut Moyle dan Cech (2004) peningkatan limfosit terjadi karena adanya rangsangan antigen yang menyebabkan timbulnya respon

umum karena limfosit berfungsi sebagai penghasil antibodi yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh terhadap penyakit.

4.2.1.4 Limfosit pada Hati

Hasil perhitungan persentase jumlah limfosit pada hati ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Persentase Limfosit pada Hati Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	36,67	41,67	35,33	113,67	37,89 ± 3,34
A	31	29	38	98	32,67 ± 4,73
B	68	56	58	182	60,67 ± 6,43
C	34	66	59	159	53 ± 16,8
TOTAL	169,67	192,67	190,33	552,67	
RATA	42,42	48,17	47,58		

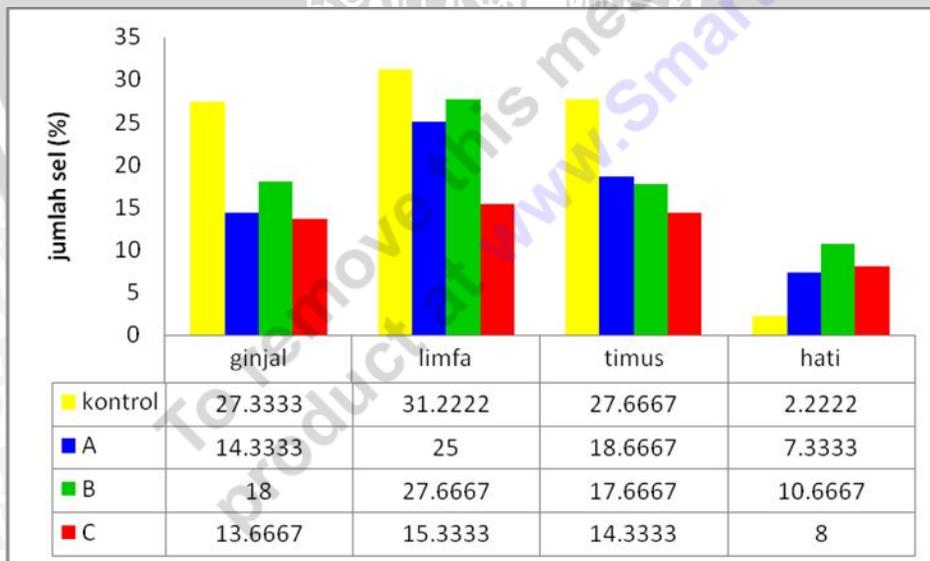
Hasil pengamatan rata-rata perbandingan persentase limfosit pada hati ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) lebih tinggi yaitu sebesar 37,89% ± 3,34 dibandingkan dengan rata-rata limfosit setelah pemeliharaan di sungai berantas yaitu sebesar 32,67% ± 4,73 pada lokasi A, tetapi hasil ini lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase limfosit pada lokasi B 60,67% ± 6,43 dan 53% ± 16,8 pada lokasi C.

Pengaruh lokasi pemeliharaan terlihat paling menonjol pada lokasi B yaitu meningkat sebesar 22,77%. Peningkatan ini biasanya disebabkan oleh adanya gangguan kesehatan pada ikan. Peningkatan limfosit terjadi karena adanya rangsangan antigen yang menyebabkan timbulnya respon umum karena limfosit berfungsi sebagai penghasil antibodi yang berperan dalam sistem kekebalan tubuh terhadap penyakit (Moyle dan Cech, 2004).

Jumlah persentase limfosit pada hati memang lebih kecil jika dibandingkan dengan persentase limfosit pada organ pembentuk darah yang lain. Rendahnya persentase jumlah limfosit di dalam darah kemungkinan terjadi karena adanya stress yg terus menerus. Seperti dikatakan Svobodova & Vykusova (1991) bahwa stress yang berkepanjangan dapat menyebabkan hilangnya limfosit di dalam sirkulasi darah dan organ limfoid. Hal ini disebabkan karena hati bukan merupakan organ yang termasuk sebagai organ pembentuk limfosit. Pada ikan, limfosit dibentuk di dalam organ ginjal, timus dan limfa sedangkan pada mamalia berasal dari sumsum tulang. Limfosit pada ikan setelah dewasa juga akan bermigrasi menuju limfa (Ardelli dan Woo, 2006)

4.2.2 Monosit

Hasil perhitungan persentase monosit pada organ pembentuk darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah pemeliharaan ditunjukkan pada Gambar 12 berikut.



Gambar 12. Grafik Presentase Monosit pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah Pemeliharaan

Hasil perhitungan persentase monosit rata-rata pada ginjal ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dilakukan pemeliharaan di sungai Brantas (kontrol) adalah sebesar 27,33%, sedangkan setelah pemeliharaan, 14,33% pada lokasi A, 18% pada lokasi B dan 13,67% pada lokasi C. Sementara hasil perhitungan persentase monosit rata-rata pada limfa ikan mas sebelum dilakukan pemeliharaan di sungai Brantas (kontrol) adalah 31,22%, dan setelah pemeliharaan 25% pada lokasi A, 27,67% pada lokasi B dan 15,33% pada lokasi C.

Hasil perhitungan persentase monosit rata-rata pada timus ikan mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dilakukan pemeliharaan di sungai Brantas (kontrol) adalah 27,67%, dan juga lebih tinggi dari lokasi A 18,67%, lokasi B 17,67%, lokasi C 14,33%. 31,22%, 25% pada lokasi A, 27,67% pada lokasi B dan 15,33% pada lokasi C. Sedangkan hasil perhitungan persentase monosit rata-rata pada hati ikan mas sebelum dilakukan pemeliharaan di sungai Brantas (control) adalah sebesar 2,22%, pada lokasi A sebanyak 7,33% , pada lokasi B sebanyak 10,67%, pada lokasi C sebanyak 8%. Secara keseluruhan persentase hasil pengamatan ini menunjukkan nilai monosit pada yang didapatkan lebih tinggi dari kisaran normal dan mengalami penurunan kecuali pada hati yang mengalami peningkatan. Robert (1989) menyatakan monosit pada ikan mengisi 0,1% populasi diferensial leukosit pada ikan. Sedangkan menurut Svobodova dan Vykusofa (1991) persentase monosit pada ikan mas berkisar 3,5%.

Penurunan monosit pada pengamatan ini diduga karena monosit pada ikan yang dipelihara telah berpindah menuju jaringan lain atau mengalami perubahan menjadi makrofag. Menurut Affandi dan Tang (2002) ketika mendapat stimuli yang tepat maka monosit bermigrasi dari darah menuju jaringan dan berubah menjadi makrofag. Makrofag merupakan sistem pertahanan pertama yang menghancurkan antigen melalui proses fagositosis. Menurut Effendi (2003) monosit beredar melalui aliran darah, menembus dinding kapiler dan masuk kedalam jaringan penyambung. Dalam jaringan monosit bereaksi dengan limfosit dan memegang peranan penting dalam pengenalan dan interaksi sel-sel imun dengan antigen. Sedangkan pada hati, tidak terjadinya penurunan monosit diduga karena hati merupakan organ pembentuk darah yang cenderung menghasilkan monosit. Menurut Robert (1989) monosit ikan berasal dari jaringan hemopoietik ginjal dan hati. Jumlah monosit akan bertambah dalam waktu singkat lebih kurang 48 jam.

4.2.2.1 Monosit pada Ginjal

Persentase jumlah monosit pada ginjal ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5. Persentase Monosit Pada Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	33	27,67	21,33	82	27,33 ± 5,84
A	13	11	19	43	14,33 ± 4,16
B	13	13	28	54	18 ± 8,66
C	13	11	17	41	13,67 ± 3,05
TOTAL	72	62,67	85,33	220	
RATA	18	15,67	21,33		

Hasil perhitungan persentase monosit pada ginjal ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu $27,33\% \pm 5,84$, setelah pemeliharaan pada lokasi A $14,33\% \pm 4,16$, pada lokasi B $18\% \pm 8,66$, pada lokasi C $13,67\% \pm 3,05$. Hasil perhitungan tersebut menunjukkan bahwa terdapat penurunan jumlah monosit pada ikan mas setelah diberi lokasi yaitu menurun sebesar 13% pada lokasi A, 9,33% pada lokasi B, dan 13,66 % pada lokasi C.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa persentase monosit pada ginjal ikan mas yang diamati lebih tinggi dari kisaran normal. Robert (1989) menyatakan monosit pada ikan mengisi 0,1% populasi diferensial leukosit pada ikan. Sedangkan menurut Svobodova dan Vykusofa (1991) persentase monosit pada ikan mas berkisar 3,5%. Hal ini diduga disebabkan karena adanya kondisi stres yang mengakibatkan ikan rentan terhadap serangan penyakit. Menurut Jain (1993) stres akan meningkatkan peluang terjadinya penyakit infeksius. Kondisi monositopenia dapat terjadi sebagai respon awal stres, namun setelah fase akut penyakit terlewati akan terjadi monositosis.

4.2.2.2 Monosit pada Limfa

Persentase jumlah monosit pada limfa ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Persentase Monosit Pada Limfa Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA \pm DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	28,67	29	36	93,67	$31,22 \pm 4,14$
A	20	24	31	75	$25 \pm 5,57$
B	19	28	36	83	$27,67 \pm 8,50$

C	11	14	21	46	15,33 ± 5,13
TOTAL	78,67	95	124	297,67	
RATA	19,67	23,75	31		

Hasil pengamatan rata-rata perbandingan persentase monosit pada limfa ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) lebih tinggi yaitu sebesar $31,22\% \pm 4,14$ dibandingkan dengan rata-rata monosit setelah pemeliharaan di sungai Brantas yaitu sebesar $25\% \pm 5,57$ dan juga persentase limfosit pada lokasi B dan C yaitu $27,67\% \pm 8,50$ dan $15,33\% \pm 5,13$. Secara keseluruhan persentase monosit yang didapatkan pada limfa ikan mas ini jauh lebih tinggi dibandingkan dengan persentase monosit normal didalam darah. Menurut Svobodova dan Vykusofa (1991) persentase monosit pada ikan mas berkisar 3,5%.

Pengaruh lokasi pemeliharaan terbesar yaitu terjadi perbedaan yang signifikan antara kontrol dan lokasi C, dapat dilihat bahwa terjadi penurunan sebesar 16,10%. Penurunan persentase monosit ini diduga disebabkan karena telah dilewatinya fase akut penyakit setelah pada awal penebaran ikan mengalami stres karena harus menyesuaikan diri terhadap lingkungan baru. Menurut Ornella (2008) stres akan meningkatkan peluang terjadinya penyakit infeksius. Penurunan ini diduga juga disebabkan karena monosit pada limfa ikan mengalami perubahan menjadi makrofag. Menurut Affandi dan Tang (2002) ketika mendapat stimuli yang tepat maka monosit bermigrasi dari darah menuju jaringan dan berubah menjadi makrofag. Makrofag merupakan sistem pertahanan pertama yang menghancurkan antigen melalui proses fagositosis.

4.2.2.3 Monosit pada Timus

Persentase jumlah monosit pada timus ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Persentase Monosit Pada Timus Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	26,67	30,67	25,67	83	27.67 ± 2,64
A	16	19	21	56	18.67 ± 2,51
B	14	23	16	53	17.67 ± 4,72
C	19	11	13	43	14.33 ± 4,16
TOTAL	75,67	83,67	75,67	235	
RATA	18,92	20,92	18,92		

Hasil perhitungan persentase monosit pada timus ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) lebih tinggi dari kondisi normal yaitu 27,67% ± 2,64, dan juga lebih tinggi dari lokasi A 18,67% ± 2,51, lokasi B 17,67% ± 4,72, lokasi C 14,33% ± 4,16. Menurut Robert (1989) Monosit ikan mengisi 0,1% populasi leukosit di sirkulasi darah.

Pengaruh lokasi pemeliharaan terlihat paling menonjol pada lokasi C, yaitu dapat dilihat pada Gambar 13 bahwa terjadi penurunan monosit setelah pemeliharaan sebesar 13,34%. Penurunan monosit ini diduga karena monosit pada timus ikan yang dipelihara telah berpindah menuju jaringan lain atau mengalami perubahan menjadi makrofag. Menurut Affandi dan Tang (2002) ketika mendapat stimuli yang tepat maka monosit bermigrasi dari darah menuju jaringan dan berubah menjadi makrofag. Makrofag merupakan sistem pertahanan pertama yang menghancurkan antigen melalui proses fagositosis. Menurut Effendi (2003) monosit beredar melalui aliran darah, menembus dinding kapiler dan masuk kedalam jaringan penyambung. Dalam jaringan monosit bereaksi dengan

limfosit dan memegang peranan penting dalam pengenalan dan interaksi sel-sel imun dengan antigen.

4.2.2.4 Monosit pada Hati

Persentase jumlah monosit pada hati ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada awal dan akhir penelitian dapat dilihat pada Tabel 8.

Tabel 8. Persentase Monosit Pada hati ikan mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	1	2	3,67	6,67	2,22 ± 1,35
A	6	8	8	22	7,33 ± 1,15
B	7	13	12	32	10,67 ± 3,21
C	6	9	9	24	8 ± 1,73
TOTAL	20	32	32,67	84,67	
RATA	5	8	8,17		

Hasil perhitungan persentase monosit pada hati ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) adalah $2,22\% \pm 1,35$. Namun jumlah ini lebih rendah dari lokasi A % yaitu $7,33\% \pm 1,15$, lokasi B $10,67\% \pm 3,21$, lokasi C $8\% \pm 3,21$. Hasil ini sedikit lebih tinggi dari jumlah monosit normal di dalam darah. Menurut Robert (1989) Monosit ikan mengisi 0,1% populasi leukosit di sirkulasi darah. Menurut Svobodova dan Vykusofa (1991) persentase monosit pada ikan mas berkisar sekitar 3.5 %. Walaupun lebih tinggi, hasil ini masih menunjukkan bahwa ikan masih dalam kondisi sehat. Menurut Tamba (2006) jumlah monosit ikan sakit 40%, ikan carrier-laten 11.5%, dan pada ikan sehat 8.1%.

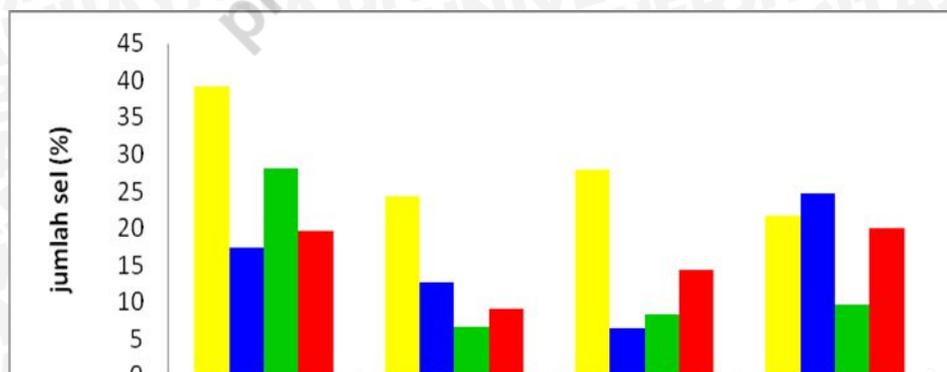
Pengaruh lokasi pemeliharaan terlihat paling menonjol pada lokasi B, yaitu meningkat sebesar 8.45% dibandingkan kontrol. Peningkatan persentase monosit pada hati diduga karena adanya kondisi stres yang mengakibatkan ikan menjadi rentan terhadap penyakit. Menurut Ornella

(2008) stres akan meningkatkan peluang terjadinya penyakit infeksius. Peningkatan persentase monosit ini diduga juga karena hati merupakan organ pembentuk darah yang cenderung menghasilkan monosit. Menurut Robert (1989) monosit ikan berasal dari jaringan hemopoietik ginjal dan hati. Jumlah monosit akan bertambah dalam waktu singkat lebih kurang 48 jam.

Tingginya persentase monosit ini dimungkinkan juga apabila terdapat atau masuknya benda asing kedalam tubuh ikan. Karena monosit berfungsi sebagai fagosit terhadap benda-benda asing yang berperan sebagai agen penyakit (Bastiawan dkk., 2001). Menurut Robert (1989) Monosit ikan mengisi 0,1% populasi leukosit di sirkulasi, meskipun jumlah mereka meningkat dalam waktu singkat (sekitar 48 jam) setelah injeksi bahan partikulat asing seperti karbon koloid.

4.2.3 Eosinofil

Hasil perhitungan persentase eosinofil sebelum dan sesudah pemeliharaan pada organ pembentuk darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) ditunjukkan pada Gambar 13.



Gambar 13. Grafik Persentase Eosinofil pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah Pemeliharaan

Hasil perhitungan persentase eosinofil pada ginjal ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 39,11%, lebih tinggi dari kondisi normal, dan juga dari lokasi A 17,33%, pada lokasi B 28%, pada lokasi C 19,67% setelah pemeliharaan di sungai Brantas. Sementara itu hasil perhitungan persentase eosinofil pada limfa ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu sebesar 24,33%, 12,67% pada lokasi A, 6,67% pada lokasi B dan 9% pada lokasi C.

Hasil perhitungan persentase eosinofil pada timus ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu sebesar 27,78%, lebih tinggi dari kondisi normal, dan juga dari lokasi A 6,33%, lokasi B 8,33%, dan lokasi C 14,33%. Hasil perhitungan persentase eosinofil pada hati ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 21,67%, pada lokasi A sebanyak 24,67% , pada lokasi B sebanyak 9,67%, pada lokasi C sebanyak 20%. Rata-rata hasil perhitungan persentase eosinofil pada organ pembentuk darah ikan mas menunjukkan nilai yang lebih tinggi dari kisaran normal.

Menurut Affandi & Tang (2002) persentase eosinofil dalam sirkulasi darah ikan menurut berkisar antara 0,78–2,00%. Menurut Effendi (2003) jumlah eosinofil pada ikan hanya 1–4%.

Secara keseluruhan persentase eosinofil mengalami penurunan setelah pemeliharaan di sungai Brantas. Penurunan eosinofil biasanya terjadi pada kondisi penyakit akut. Menurut Jain (1986) peningkatan jumlah eosinofil pada ikan,mas secara umum merefleksikan adanya kondisi penyakit yang kronis, sedangkan penurunan eosinofil biasanya terjadi pada kondisi penyakit akut. Lebih rendahnya persentase eosinofil pada organ pembentuk ikan mas setelah dipelihara di sungai brantas ini juga mengindikasikan bahwa rendahnya serangan parasit selama pemeliharaan karena eosinofil diperlukan untuk kekebalan melawan infeksi parasit. Ardelli dan Woo (2006) menyatakan bahwa eosinofil berfungsi untuk merespon adanya infeksi parasit pada ikan. Eosinofil akan melekat pada parasit dan menetralkan hasil produk sekresi parasit dan membunuhnya.

4.2.3.1 Eosinofil pada ginjal

Hasil perhitungan persentase jumlah eosinofil pada ginjal ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 9.

Tabel 9. Persentase Eosinofil pada Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	35,67	37,67	44	117,33	39,11 ± 4,35
A	14	16	22	52	17,33 ± 4,16
B	26	42	16	84	28 ± 13,1

C	27	17	15	59	19,67 ± 6,42
TOTAL	102,67	112,67	97	312,33	
RATA	25,67	28,17	24,25		

Hasil perhitungan persentase eosinofil pada ginjal ikan mas sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 39,11% ± 4,35, lebih tinggi dari kondisi normal, dan juga lebih tinggi dari lokasi A 17,33% ± 4,16, pada lokasi B 28 % ± 13,11, pada lokasi C 19,67 % ± 6,42. Hasil perhitungan persentase eosinofil pada ginjal ikan mas tersebut menunjukkan bahwa terjadi penurunan jumlah eosinofil setelah diberi lokasi.

Lebih rendahnya persentase eosinofil pada organ pembentuk ikan mas setelah dipelihara di sungai brantas ini juga mengindikasikan bahwa rendahnya serangan parasit selama pemeliharaan karena eosinofil diperlukan untuk kekebalan melawan infeksi parasit. Ardelli dan Woo (2006) menyatakan bahwa eosinofil berfungsi untuk merespon adanya infeksi parasit pada ikan. Robert (1989) menambahkan bahwa sel leukosit ini dapat membunuh parasit dengan mensekresikan isi granulanya. Granulla eosinofil mengandung enzim-enzim yang bersifat parasit terhadap parasit yaitu enzim histamin, eosinofil peroksida, dan enzim lipase.

4.2.3.2 Eosinofil pada Limfa

Hasil perhitungan persentase jumlah eosinofil pada limfa ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 10.

Tabel 10. Persentase Eosinofil pada Limfa Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN	TOTAL	RATA-RATA ±
--------	---------	-------	-------------

	I	II	III		DEVIASI
Kontrol	30,33	22,33	20,33	73	24,33 ± 5,91
A	18	11	9	38	12,67 ± 4,72
B	3	6	11	20	6,67 ± 4,04
C	7	13	7	27	9 ± 3,46
TOTAL	58,33	52,33	47,33	158	
RATA	14,58	13,08	11,83		

Hasil perhitungan persentase eosinofil pada limfa ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu $24,33\% \pm 5,91$, lebih tinggi dari kondisi normal, dan juga dari lokasi A $12,67\% \pm 4,72$, pada lokasi B $6,7\% \pm 4,04$, pada lokasi C $9\% \pm 3,46$. Hasil ini menunjukkan bahwa perhitungan rata-rata persentase eosinofil pada kontrol dan setiap lokasi lebih tinggi dari kisaran persentase eosinofil normal. Menurut Effendi (2003) jumlah eosinofil pada ikan hanya 1-4%.

Pengaruh lokasi pemeliharaan terbesar yaitu terjadi pada lokasi dimana terjadi penurunan sebesar 17,66% dibandingkan dengan kontrol. Penurunan persentase eosinofil ini diduga kondisi ikan yang sudah sangat lemah. Menurut Jain, (1986) penurunan eosinofil biasanya terjadi pada kondisi penyakit akut sedangkan peningkatan jumlah eosinofil pada ikan, secara umum merefleksikan adanya kondisi penyakit yang kronis. Menurut Robert (1989) eosinofil mengandung profibrinolisin, diduga berperan mempertahankan darah dari pembekuan, khususnya bila keadaan cairnya diubah oleh proses-proses patologi. Kortikosteroid akan menimbulkan penurunan jumlah eosinofil darah dengan cepat.

4.2.3.3 Eosinofil pada Timus

Hasil perhitungan persentase jumlah eosinofil pada timus ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 11.

Tabel 11. Persentase Eosinofil pada Timus Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	25,67	27,67	30	83,33	27,78 ± 2,16
A	8	7	4	19	6,33 ± 2,08
B	11	8	6	25	8,33 ± 2,51
C	15	13	15	43	14,33 ± 1,15
TOTAL	59,67	55,67	55	170,3333	
RATA	14,92	13,92	13,75		

Hasil perhitungan persentase eosinofil pada timus ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu $27,78\% \pm 2,16$, lebih tinggi dari kondisi normal, dan juga dari lokasi A $6,33\% \pm 2,08$, lokasi B $8,33\% \pm 2,51$, dan lokasi C $14,33\% \pm 1,15$. Hasil ini lebih tinggi jika dibandingkan dengan persentase eosinofil pada sirkulasi darah. Menurut Affandi & Tang (2002) persentase eosinofil dalam sirkulasi darah ikan menurut berkisar antara 0,78-2,00%.

Pengaruh lokasi pemeliharaan terlihat paling menonjol pada lokasi A, dapat dilihat pada gambar 17, terjadi penurunan persentase eosinofil sebanyak 21,45% setelah pemeliharaan pada lokasi A. Effendi (2003) menyatakan eosinofil diduga memainkan peranan dalam mekanisme perlindungan tubuh dengan memfagositosis kompleks antigen antibodi. Peningkatan jumlah eosinofil yang persiten (eosinofilia) pada ikan, secara umum merefleksikan adanya kondisi penyakit yang kronis, sedangkan penurunan eosinofil biasanya terjadi pada kondisi penyakit akut.

4.2.3.4 Eosinofil pada Hati

Hasil perhitungan persentase jumlah eosinofil pada timus ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 12.

Tabel 12. Persentase Eosinofil pada Hati ikan mas

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	24	21,33	19,67	65	21,67 ± 2,18
A	31	25	18	74	24,67 ± 6,51
B	9	15	5	29	9,67 ± 5,03
C	36	10	14	60	20 ± 14
TOTAL	100	71,33	56,67	228	
RATA	25	17,83	14,17		

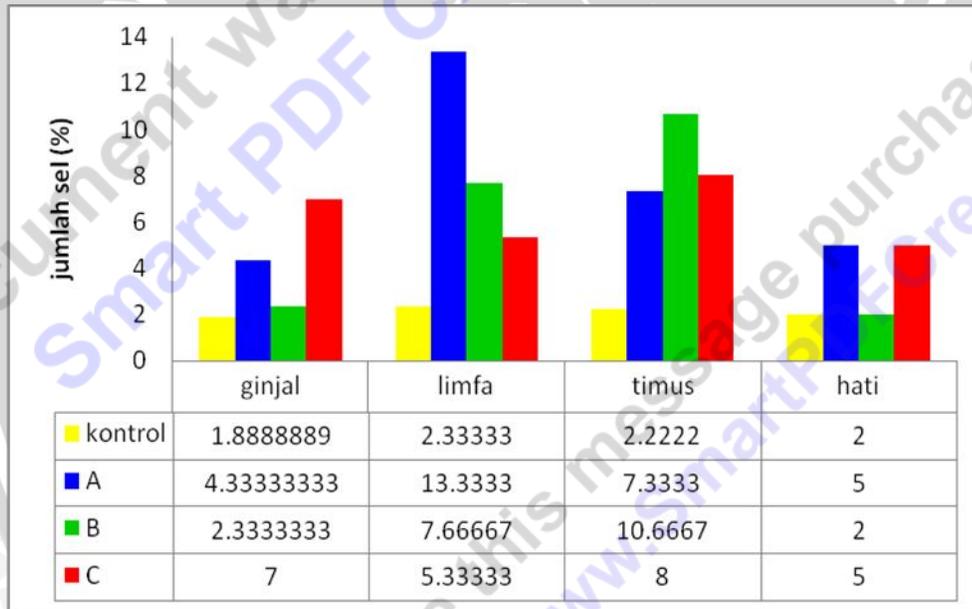
Hasil perhitungan persentase eosinofil pada hati ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu $21,67\% \pm 2,18$, lebih tinggi dari kondisi normal, lokasi B dan lokasi C, yaitu $9,67\% \pm 5,03$ dan $20\% \pm 5,03$ tetapi lebih rendah dari lokasi A yaitu sebesar $24,67\% \pm 6,51$. Menurut Svobodova dan Vykusova (1991) persentase neutrofil normal pada ikan antara 2-10%.

Eusinofil berbentuk bulat dan oval dengan inti memanjang di tepi sel. Eusinofil memiliki granula yang besar dengan warna sedikit merah muda sampai kemerahan dan berukuran 9-15 mikro (Ornela, 2008). Perubahan persentase eosinofil ini diduga disebabkan kondisi ikan lemah setelah dipelihara di sungai Brantas. Nabib dan Pasaribu (1989) menyatakan bahwa dalam sirkulasi darah jumlah eosinofil dan basofil pada ikan teleostei sangat rendah. Menurut Affandi dan Tang (2002) jumlah sel-sel leukosit pada ikan dipengaruhi oleh faktor produksi,

sirkulasi, serta juga dipengaruhi oleh perubahan musim. Jain (1986) menambahkan respon eosinofilia yang terjadi bukan merupakan akibat dari kondisi penyakit tunggal, melainkan sebagai akibat adanya beragam faktor lain yang menyakitkan degranulasi sel stem secara terus menerus.

4.2.4 Neutrofil

Hasil perhitungan persentase neutrofil sebelum dan sesudah pemeliharaan di sungai Brantas pada organ pembentuk darah ikan mas (*Cyprinus carpio*) ditunjukkan pada Gambar 14.



Gambar 14. Grafik Persentase Neutrofil pada Organ Pembentuk Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) sebelum dan sesudah Pemeliharaan

Hasil perhitungan persentase neutrofil pada ginjal ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 1,89%, lebih rendah dari kondisi normal, dan juga lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase neutrofil setelah pemeliharaan di sungai Brantas yaitu pada lokasi A 4,33%, lokasi B 2,33%

dan lokasi C 7%. Sementara hasil perhitungan persentase neutrofil pada limfa ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 2,33%, 13,33% pada lokasi A, 7,67% pada lokasi B dan 5,33% pada lokasi C.

Hasil perhitungan persentase neutrofil pada timus ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 2,22%, lebih rendah dari kondisi normal, dan juga lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase neutrofil setelah pemeliharaan di sungai Brantas yaitu pada lokasi A sebesar 7,33%, lokasi B sebesar 10,67% dan lokasi C sebesar 8%. Sedangkan hasil perhitungan persentase neutrofil pada hati ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 2%, pada lokasi A sebanyak 5% , pada lokasi B sebanyak 2%, pada lokasi C sebanyak 5%.

Rataan hasil perhitungan neutrofil sebelum dan sesudah pemeliharaan di sungai Brantas menunjukkan hasil yang mendekati keadaan normal pada ikan. Menurut Roberts (1989) persentase neutrofil pada ikan berkisar antara 6-8%. Sedangkan menurut Svobodova dan Vykusova (1991) persentase neutrofil normal pada ikan antara 2-10%. Rataan persentase neutrofil pada ikan mas strain Sinyonya didaerah Ciampea Bogor adalah 10% (Ornella,2008)

4.2.4.1 Neutrofil pada Ginjal

Hasil perhitungan persentase jumlah neutrofil pada ginjal ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 13.

Tabel 13. Persentase Neutrofil pada Ginjal Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	ULANGAN			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	1	1,33	3,33	5,67	1,89 ± 1,26
A	5	4	4	13	4,33 ± 0,57
B	3	2	2	7	2,33 ± 0,57
C	8	9	4	21	7 ± 2,65
TOTAL	17	16,33	13,33	46,67	
RATA	4,25	4,08	3,33		

Hasil perhitungan persentase neutrofil pada ginjal ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 1,89% ± 1,26, lebih rendah dari kondisi normal, dan juga lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase neutrofil setelah pemeliharaan di sungai Brantas yaitu pada lokasi A 4,33% ± 0,57, lokasi B 2,33% ± 0,57 dan lokasi C 7% ± 2,6. Pengaruh lokasi pemeliharaan terbesar terdapat pada lokasi C, jumlah neutrofil meningkat 5,11%.

Peningkatan ini diduga disebabkan karena adanya agen penyakit yang menyerang ikan. Menurut Robert (1989), neutrofil merupakan pertahanan pertama dalam tubuh ikan apabila terjadi serangan organisme mikroseluler. Meningkatnya jumlah neutrofil pada ikan yang dipelihara diduga juga disebabkan karena ikan mengalami stres. Menurut Menurut Moyle dan Cech (2004), keadaan stres pada ikan dapat menyebabkan peningkatan neutrofil. Neutrofil akan aktif memfagosit mikroorganisme dalam mempertahankan tubuh melawan infeksi yang disebabkan oleh bakteri, virus dan penyakit.

4.2.2.4 Neutrofil pada Limfa

Hasil perhitungan persentase jumlah neutrofil pada limfa ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 14.

Tabel 14. Persentase Neutrofil pada Limfa Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	KELOMPOK			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	2,33	1,67	3	7	2,33 ± 0,66
A	12	13	15	40	13,33 ± 1,52
B	10	8	5	23	7,67 ± 2,51
C	4	6	6	16	5,33 ± 1,55
TOTAL	28,33	28,67	29	86	
RATA	7,08	7,17	7,25		

Hasil perhitungan persentase neutrofil pada limfa ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu 2,33 % ± 0,66 lebih rendah dari kondisi normal, dan juga lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase neutrofil setelah pemeliharaan di sungai Brantas yaitu pada lokasi A 13,33 % ± 1,52, lokasi B 7,67 % ± 2,51 dan lokasi C 5,33 % ± 1,55. Menurut Ornella (2008) Rataan persentase neutrofil pada ikan mas strain Sinyonya didaerah Ciampea Bogor adalah 10 %.

Pengaruh lokasi pemeliharaan terbesar yaitu terjadi pada lokasi dimana terjadi pada lokasi A, dapat dilihat pada Gambar 15, yaitu terjadi peningkatan persentase neutrofil sebanyak 11%. Peningkatan jumlah neutrofil pada limfa ikan setelah dipelihara di sungai Brantas ini diduga karena adanya sel-sel penyakit pada wadah pemeliharaan. Menurut Bond (1979) menyatakan bahwa sel neutrofil berfungsi untuk memfagositir sel-

sel penyebab penyakit. Menurut Menurut Moyle dan Cech (2004) neutrofil akan aktif memfagosit mikroorganisme dalam mempertahankan tubuh melawan infeksi yang disebabkan oleh bakteri, virus dan penyakit.

4.2.3.4 Neutrofil pada Timus

Hasil perhitungan persentase jumlah neutrofil pada timus ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai brantas ditunjukkan pada Tabel 15.

Tabel 15. Persentase Neutrofil pada Timus Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	KELOMPOK			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	1	2	3,67	6,67	2,22 ± 1,35
A	6	8	8	22	7,33 ± 1,15
B	7	13	12	32	10,67 ± 3,21
C	6	9	9	24	8 ± 1,73
TOTAL	20	32	32,67	84,67	
RATA	5	8	8,17		

Hasil perhitungan persentase neutrofil pada timus ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) sebesar $2,33\% \pm 1,35$, lebih rendah dari kondisi normal, dan juga lebih rendah jika dibandingkan dengan persentase neutrofil setelah pemeliharaan di sungai Brantas yaitu pada lokasi A $7,33\% \pm 1,15$, lokasi B $10,67\% \pm 3,21$ dan lokasi C $8\% \pm 1,73$. Menurut Svobodova dan Vykusova (1991) persentase neutrofil normal pada ikan antara 2-10%. Jumlah neutrofil lebih rendah dari pada sel leukosit lainnya karena fungsi neutrofil yang cenderung untuk melakukan phagositosis bakteri (Van Muiswinkel dan Vervoon, 2006).

Pengaruh lokasi pemeliharaan terlihat paling menonjol pada lokasi B, yaitu terjadi kenaikan persentase neutrofil sebanyak 8,45% setelah pemeliharaan di sungai Brantas. Peningkatan jumlah neutrofil pada pada timus ini diduga karena neutrofil merupakan garis pertahanan pertama melawan penyakit. Menurut Tamba (2006) neutrofil berfungsi untuk menghancurkan bahan asing melalui proses pagositosis. Menurut Hendrawan (2008) neutrofil mempunyai kinerja yang cepat namun tidak mampu bertahan lama karena hanya mempunyai cadangan energi yang terbatas. Sebagai pengganti neutrofil dalam memfagosit antigen, tubuh ikan menghasilkan monosit. Aktifitas monosit bertahan lama, mampu mengolah antigen sebagai persiapan untuk proses tanggab kebal..

Neutrofil berfungsi melawan penyakit bersama-sama dengan limfosit yang disebabkan oleh organisme mikroseluler seperti bakterial dan virus. Sifat melawan penyakit ini disebut sifat fagositik yaitu melawan dan menghancurkan sel penyakit (Lagler, 1977). Menurut Menurut Moyle dan Cech (2004) keadaan stres pada ikan dapat menyebabkan peningkatan neutrofil.

4.2.4.4 Neutrofil pada Hati

Hasil perhitungan persentase jumlah neutrofil pada hati ikan mas sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai Brantas ditunjukkan pada Tabel 16.

Tabel 16. Persentase Neutrofil pada Hati Ikan Mas (*Cyprinus carpio*)

LOKASI	KELOMPOK			TOTAL	RATA-RATA ± DEVIASI
	I	II	III		
Kontrol	2,33	1,67	2	6	2 ± 0,33
A	5	7	3	15	5 ± 2

B	4	1	1	6	$2 \pm 1,73$
C	3	5	7	15	5 ± 2
TOTAL	14,33	14,67	13	42	
RATA	3,58	3,67	3,25		

Hasil perhitungan persentase neutrofil pada hati ikan sebelum pemeliharaan (kontrol) yaitu $2\% \pm 0,33$. Setelah pemeliharaan pada lokasi A $5\% \pm 2$, lokasi B $2\% \pm 1,73$ dan lokasi C $5\% \pm 2$. Rataan hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa persentase neutrofil pada hati ikan mas, sebelum dan sesudah pemeliharaan pada sungai berantas tidak begitu berbeda karena tidak terdapat peningkatan atau penurunan yang signifikan. Menurut Bastiawan dkk. (2001) neutrofil dalam darah ikan akan meningkat bila terjadi infeksi dan berperan sebagai pertahanan pertama dalam tubuh.

Neutrofil bersifat fagosit kuat. Neutrofil berfungsi menyerang bakteri dan agen penyakit lalu membunuhnya. Proses fagositosis ini dapat berlangsung karena neutrofil memiliki enzim lisosim. Proses fagositosis neutrofil berlangsung ketika dinding sel neutrofil bersentuhan dengan bakteri, hal ini akan direspon dengan pembengkakan sitoplasma (pseudopodia) untuk merangkul dan memasukkannya kedalam vakuola yang dapat menghasilkan enzim lisosim dan memakan bakteri (Robert,1989). Lagler (1977) menambahkan neutrofil hanya dapat membunuh 5-20 bakteri. Neutrofil mati akan mengeluarkan enzim limfokin untuk merangsang makrofag untuk datang dan memakan neutrofil mati.

4.3 Kualitas Air

Parameter perairan yang dapat dijadikan kontrol adanya polusi adalah oksigen terlarut, konsentrasi ammonia, pH, dan suhu perairan. Menurut Sari (2007) Parameter perairan oksigen terlarut, konsentrasi ammonia, pH, dan suhu dapat dijadikan tolak ukur kualitas perairan tersebut. Selain itu, bahan toksik, padatan tersuspensi dan jasad renik patogen merupakan kelompok pencemaran suatu perairan.

4.3.1 Oksigen Terlarut

Hasil pengukuran kandungan oksigen terlarut (Lampiran 13) pada setiap lokasi pemeliharaan rata-rata adalah sebesar 4.3 – 4.8 ppm. Nilai tersebut masih dalam toleransi untuk ikan bias bertahan hidup. Menurut Kordi dan Tanjung (2007), jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk pernapasan biota budidaya tergantung ukuran, suhu dan tingkat aktivitasnya dan batas minimumnya adalah 3 ppm. Kandungan oksigen terlarut dalam air untuk budidaya ikan mas minimal 3 mg/l.

Kandungan oksigen terlarut pada saat pemeliharaan masih berada dalam kisaran normal atau optimal untuk kehidupan ikan sehingga kandungan oksigen sungai Brantas tidak terlalu mempengaruhi persentase leukosit pada ikan mas, karena masih berada dalam kisaran optimal. Foster (1975) *dalam* Sukadi (1999) menyatakan bahwa umumnya nilai DO yang terlarut dalam air bervariasi antara 5–7 mg/l. hal ini menunjukkan bahwa kualitas air cukup baik untuk kehidupan organism akuatik. Tetapi, apabila DO berada dibawah 4 mg/l mengindikasikan bahwa kondisi air cukup membahayakan bagi biota pengguna oksigen.

Kandungan oksigen dianggap optimum bagi budidaya biota air adalah 4 – 10 ppm, tergantung jenisnya (Kordi dan Tanjung, 2007).

4.3.2 Suhu

Hasil kisaran pengukuran suhu air yang dilakukan (Lampiran 1) menunjukkan nilai suhu sungai Brantas pada saat pengamatan adalah 23.5–24 °C. Kisaran suhu ini masih berada pada batas normal untuk ikan mas dapat bertahan hidup. Menurut Huet (1971) ikan mas dapat bertahan hidup pada suhu air antara 18-30 °C.

Walaupun nilai suhu yang didapatkan masih dalam kisaran normal untuk ikan mas dapat bertahan hidup, namun nilai tersebut sedikit lebih rendah agar ikan mas dapat berkembang dan tahan terhadap serangan penyakit di sungai Brantas. Keadaan ini memungkinkan adanya pengaruh suhu terhadap perubahan diferensiasi leukosit pada ikan mas yang dipelihara. Menurut Lingga (2000) menyatakan bahwa suhu optimal untuk ikan mas antara 25-27 °C. Menurut Sari (2007) Kualitas air yang terganggu akan mengakibatkan kondisi ikan menjadi lemah dan mudah terserang penyakit.

Rendahnya suhu tersebut dikarenakan sungai Brantas sebagai tempat pemeliharaan ikan terdapat di daerah dataran tinggi dan sering terjadi hujan. Menurut Effendi (2003) suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, sirkulasi udara, penutupan awan, dan aliran serta kedalaman badan air.

4.3.3 Derajat Keasaman (pH)

Hasil pengukuran derajat keasaman (pH) pada lokasi pemelharan ikan mas di sungai Brantas (Lampiran 13) yang didapatkan rata-rata adalah 6-7. Hasil ini menunjuk bahwa derajat keasaman di sungai Brantas masih dalam keadaan normal. Menurut Huet (1971) bahwa ikan mas dapat hidup pada pH 7-8 dan maksimum 10. Derajat keasaman menunjukkan apakah perairan tersebut bersifat asam atau basa. Derajat keaaman biasanya dipengaruhi oleh karbondioksida (CO₂), fitoplankton, total alkalinitas dan total kesadahan. Nilai pH berubah sepanjang hari karena adanya fotointesis. (Boyd, 1990).

Hasil ini menunjukkan bahwa pH tidak terlalu mempengaruhi persentase diferensial leukosit pada organ pembentuk darah ikan mas. pH pada saat pemeliharaan masih berada kisaran optimal untuk kehidupan untuk kehidupan ikan. Boyd (1982) menyatakan ikan mas dapat hidup pada kisaran pH 6,5-9.

Hasil pengamatan faktor-faktor abiotik secara umum dapat dianggap masih dalam kisaran normal untuk kehidupan ikan mas. . Sehingga faktor abiotik seperti pH dan DO tidak terlalu mempengaruhi perubahan persentase diferensial leukosit karena tidak berada dalam kisaran kondisi akut yang berbahaya bagi kehidupan ikan mas. Namun rendahnya suhu dalam kegiatan pemeliharaan ikan mas di sungai Brantas ini, diduga sedikit memberikan pengaruh terhadap persentase diferensial leukosit pada oragan pembentuk darah. Menurut Effendi (2003) stres karena suhu, khususnya pada penurunan suhu yang sangat tajam, sangat

mengganggu kemampuan ikan untuk dengan cepat melepaskan antibodi untuk melawan organisme penyerang.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan data hasil penelitian dan pembahasan ini maka dapat disimpulkan bahwa kualitas perairan sungai Brantas masih dalam kisaran toleransi kehidupan ikan mas. Hal ini ditunjukkan dengan adanya peningkatan kekebalan ikan yang memberikan perubahan persentase pada sel-sel leukosit pada organ pembentuk darah ikan mas.

Perubahan persentase diferensial leukosit pada organ pembentuk darah dan total leukosit pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terjadi yaitu persentase limfosit dan neutrofil pada ginjal, limfa, timus dan hati setelah pemeliharaan mengalami peningkatan. Pada ginjal peningkatan limfosit yang terjadi yaitu sebanyak 31%, pada limfa 29%, pada timus 24% dan pada hati 26% jika di bandingkan dengan dengan persentase limfosit sebelum pemeliharaan atau kontrol. Sedangkan pada neutrofil peningkatan yang terjadi sebanyak 5% pada ginjal, 11% pada limfa, 8% pada timus dan 3% pada hati.

Persentase monosit dan eosinofil, rata-rata menunjukkan hasil penurunan. Penurunan monosit yang terjadi pada ginjal yaitu sebanyak 13%, pada limfa 14%, pada timus 13% dan pada hati tidak terjadi penurunan jika di bandingkan dengan dengan persentase monosit sebelum pemeliharaan atau kontrol. Pada eosinofil terjadi penurunan 19% pada ginjal, 18% pada limfa, 21% pada timus dan 13% pada hati.

5.2 Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk mengetahui faktor yang paling berpengaruh terhadap perubahan total leukosit dan diferensial leukosit pada organ pembentuk darah ikan mas.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonymous, 2010. **Sel Darah Putih**. http://id.wikipedia.org/wiki/Sel_darah_putih. Diakses tanggal 25 desember 2010
- Anonymous. 2011. **Mata Kuliah Ichtiologi**. Unhas. di akses tanggal 5 maret 2011
- Anonymous, 2011. **Sistem Peredaran darah**. <http://www.pdf-search-engine.com>. Di akses 6 maret 2011.
- Affandi, R. dan Tang, UM. 2002. **Fisiologi Hewan Air**. Riau: Uni Press.
- Amrullah. 2004. **Penggunaan Immunostimulan *Spirulina platensis* Untuk Meningkatkan Ketahanan Tubuh Ikan Koi (*Cyprinus carpio*) Terhadap Virus Herpes**. Tesis S2. Program Pasca Sarjana Institute Pertanian Bogor. 101 hal
- Ardelli, BF. dan Woo, PTK. 2006. **Immunocomponent Cell and Their Mediators in Fin Fish**. Ribera de Cabanes, Castello n, Spain.
- Arianty, L. 1991. **Morfologi Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio* Linn) Nila Merah (*Oreochromis sp*) dan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) dari Sukabumi**. (Skripsi). Bogor. Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan, Institut Pertanian Bogor.
- Arry. 2007. **Pengaruh Supplementasi Zat Besi (Fe) dalam Pakan buatan Terhadap Kinerja Pertumbuhan dan Imunitas Ikan Kerapu Bebek (*Cromileptes altivelis*)** (Skripsi). Fakultas Perikanan dan Ilmu kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Bastiawan, D, Taukhid, M. Alifudin, dan T. S. Dermawati. 1995. **Perubahan Hematologi dan Jaringan Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi Cendawan *Aphanomyces sp***. Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia. 106-115.
- Boifagri, AR. 2006. **Respirasi Laporan Praktikum Fisiologi Hewan air**. www.docstoc.com Diakases pada tanggal 5 Januari 2011.
- Bond, C.E. 1979. **Biology of Fish**. Saunder College Publising. Philadelphia. 541p
- Boyd. 1990. **Water Quality in Ponds For Aquaculture**. Birmingham Publising. Birmingham
- Chahaya, I. 2003. **Ikan Sebagai Alat Monitor Pencemaran**. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara.

- Chinabut, S., C. Limsuwan and P. Kitsawat. 1991. **Histology of the Walking Catfish (*Crarias batracus*)**. Departement of Fisheries Thailand. 88p.
- Effendi, H. 2003. **Telaah Kualitas Air**. Kanisius. Yogyakarta.
- Effendi, Z. 2003. **Peranan Leukosit Sebagai Anti Inflamasi Alergik Dalam Tubuh**. Fakultas Kedokteran Universitas Sumatera Utara
- Feldman BF, Zinkl JG, Jain NC, Schalm OW. 2000. **Shcalm's Veterinary Hematologi**. Blackwell Publishing.
- Guyton AC, Hall JE.1997. **Buku Ajar Fisiologi Kedokteran Hewan**. Setiawan I, tengadi KA, Santoso A, Penerjemah; Setiawan I, editor. Jakarta; EGC. Terjemahan dari: Textbook of Medical Physiology.
- Hendrawan, D. 2005. **Kualitas Air Sungai dan Situ di DKI Jakarta**. Skripsi. Jurusan Teknik Lingkungan, Fakultas Arsitektur Lansekap dan Teknologi Lingkungan, Universitas Trisakti. Jakarta.
- Hoole D, Bucke D, Burgess P, Wellby I.2001. **Deases of Carp and Other Cyprinid Fishes**. Oxford: Blackwell Science.
- Hendrawan, D. 2008. **Efektifitas Ekstrak Sambiloto (*Andrographis niculata nees*) dengan Pelarut Air Hangat Tanpa Evaporasi dan Kajian Differensial Leukosit pada Ayam yang Diinfeksi dengan *Eimeria tenella***. (Skripsi). Fakultas Kedokteran Hewan. Institut Pertanian Bogor.
- Huet, M. 1971. **Teks Book of Fish Culture**. Breeding and Cultivation of Fish. Fising New Book itd. London
- Jain, N.C 1986. **Veretenary Haematolgy**. Lea and Febiger. Philadelphia
- Kordi dan Tanjung. 2007. **Pengelolaan Kualitas Air dalam Budidaya Perairan**. Rineka Cipta. Jakarta
- Lagler KF, Bardach JE, RR Miller, Passino DRM. 1977. **Ichthyology**. New York-London: John Willey and Sons. Inc.
- Lembaga Kajian Ekologi dan Konservasi Lahan Basah UNPAD. 2003. **Selamatkan Sungai Indonesia, Terapkan Pajak Bagi Pencemar**. <http://www.ecoton.or.id>. 31/01/2009. 6 pp.
- Lingga, P. 2000. **Ikan Mas Kolam Air Deras**. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Masrevaniah, A. 2009. **Model of Pollutant Flow in the Brantas River**. **Tessis**. Jurusan Teknik Pengairan, Fakultas Teknik, Universitas Brawijaya. Malang.
- Mones, R. A. 2008. **Gambaran Darah pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Strain Majalaya yang Berasal dari Daerah Ciampea Bogor**. (Skripsi). Bogor. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor
- Moyle PB, Cech JJ. 1988. **Fish an Introduction to Ichthyology Second Edition**. Prentice Hall: New Jersey

Nabib R. Dan Pasaribu, FH. 1989. **Pathologi dan Penyakit Ikan**. Bogor. Pusat Antar Universitas Institut Pertanian Bogor.

[Nazir](#), M. 1988. **Metode Penelitian**. Ghalia Indonesia. Jakarta Timur. 543 hal

Nontji, A. 1986. **Rencana Pengembangan Puslitbang Limnologi**. LIPI pada Prosiding Expose Limnologi dan Pembangunan. Bogor.

Ornella. 2008. **Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Strain Sinyonya yang Berasal dari Daerah Ciampea, Bogor**. (Skripsi). Bogor. Fakultas Kedokteran Hewan, Institut Pertanian Bogor

Roberts, R. J. 1989. **Fish Pathology**. Baillierre Tyndall. London California.

Saanin H.1984. **Taksonomi dan dan Kunci Identifikasi Ikan**. Bogor. Binacipta

Santoso B.1999. **Ikan Mas Mengungkap Teknik Pemeliharaan**. Yogyakarta: penerbit Kasinus.

Sari, S. G. 2007. **Kualitas Air Sungai Maron dengan Perlakuan Karamba Ikan di Kecamatan Trawas Kabupaten Mojokerto Jawa Timur**. Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Lambung Mangkurat.

Soemarwoto, O. 1990. **Beberapa Masalah Mendesak dalam Pengelolaan Lingkungan Hidup**. Widyapura No. 1 tahun VII/1990. Pusat penelitian dan Pengembangan dan Perkotaan dan Lingkungan DKI. Jakarta

Sukadi. 1999. **Pencemaran Sungai Akibat Buangan Limbah dan pengaruhnya terhadap BOD dan DO**. Jurusan Pendidikan Teknik Bangunan. Fakultas Pendidikan teknologi dan Kejuruan. Institut Keguruan dan Ilmu Pendidikan Bandung.

Sumantadinata, K. 1981. **Pengembangbiakan ikan-ikan peliharaan di Indonesia**. Jakarta: Sastra Hudaya.

Sutjiati, M. Malang. **Pengantar Praktikum Penyakit Ikan**. Fakultas Kelautan dan Ilmu Perikanan, Universitas Brawijaya

Suseno D. 1994. **Pengelolaan Usaha Pembenihan Ikan Mas**. Depok: Penebar Swadaya.

Svobodová Z dan Vykusová B. 1991. **Haematological Examination of Fish**. Czechoslovakia: Research Institute of Fish Culture and Hydrobiology Vodňany

Syafaat, M. A. 1994. **Gambaran Darah dan Gejala Klinis Ikan Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Dewasa yang Disuntik dengan Suspensi Bakteri *Aeromonas hydrophila* Berbagai Galur Secara Intramuskuler**. (Skripsi). Program Studi Budidaya Perairan. Fakultas Perikanan. Institut Pertanian Bogor.

Tahir, I. 2008. **Arti Penting Kalibrasi Pada Proses Pengukuran Analitik: Aplikasi pada Penggunaan pH Meter dan Spektrofotometer UV-vis.** [Http: iqmal.staff.ugm.ac.id](http://iqmal.staff.ugm.ac.id). Di akses pada 5 januari 2011.

Tamba, S. 2006. **Kerentanan dan Gambaran Darah Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang Terinfeksi Koi Herpes Virus (KHV).** (Skripsi). Sekolah Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor.

Van Muiswinkel WB and Vervoorn VDWB. 2006. **The Immune System of Fish.** Di dalam: Woo PTK, Bruno DW, editor. *Fish Disease and Disorders*. Vol 3. Ed ke-2. UK: CABI Publishing. hlm 678-695

Yudha. 2001. **Tingkat Kerusakan Sel Darah Merah Ikan Lele Dumbo (*Clarias Gariepinus*) Yang Dipaparkan Dalam Endosulfan Pada Konsentrasi Subletal.**

Yustina, Arnentis dan Rifa, S. 2005. **Efek subletal sulfide Pada fisiologi darah benih ikan mas (*Cyprinus carpio*).** Skripsi. Laboratorium Zoologi Jurusan PMIPA FKIP Universitas Riau Pekanbaru.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Pengamatan Kualitas Air

LOKASI A

WAKTU	SUHU	DO	pH
Minggu 1	23.5	4.6	7
Minggu 2	23.5	4.3	7
Minggu 3	23	4.6	7
Minggu 4	24	4.8	6
Rata-rata	23.5	4.5	6.75

LOKASI B

WAKTU	SUHU	DO	pH
Minggu 1	24	4.7	7
Minggu 2	23	4.4	7
Minggu 3	23.5	4.5	7
Minggu 4	23.5	4.7	7
Rata-rata	23.5	4.5	7

LOKASI C

WAKTU	SUHU	DO	pH
Minggu 1	24.5	4.7	6
Minggu 2	23	4.4	7
Minggu 3	23.5	4.5	7
Minggu 4	23	4.6	7
Rata-rata	23.5	4.5	6.75

