

**ANALISIS HEMATOLOGI DAN MIKRONUKLEI IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus*) DARI WADUK SELOREJO
KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

Oleh :
KARINA FARKHA DINA
NIM. 155080101111054



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

**ANALISIS HEMATOLOGI DAN MIKRONUKLEI IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus*) DARI WADUK SELOREJO
KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG**

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana
Perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Brawijaya**

Oleh :
**KARINA FARKHA DINA
NIM. 155080101111054**



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

LEMBAR PENGESAHAN

SKRIPSI

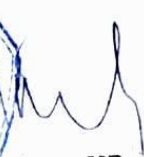

ANALISIS HEMATOLOGI DAN MIKRONUKLEI IKAN NILA
(*Oreochromis niloticus*) DARI WADUK SELOREJO
KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG

Oleh :
KARINA FARKHA DINA
NIM. 155080101111054

telah dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 22 Mei 2019
dan dinyatakan memenuhi syarat

Mengetahui,

Ketua Jurusan



Dr. Ir. M. Firdaus, MP
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal : 19 JUN 2019

Menyetujui,

Dosen Pembimbing



Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS
NIP. 19591230 198503 2 002
Tanggal: 19 JUN 2019

LEMBAR IDENTITAS TIM PENGUJI

Judul : **ANALISIS HEMATOLOGI DAN MIKRONUKLEI IKAN NILA (*Oreochromis niloticus*) DARI WADUK SELOREJO KECAMATAN NGANTANG KABUPATEN MALANG**

Nama : Karina Farkha Dina

NIM : 155080101111054

Program Studi : Manajemen Sumberdaya Perairan

PENGUJI PEMBIMBING

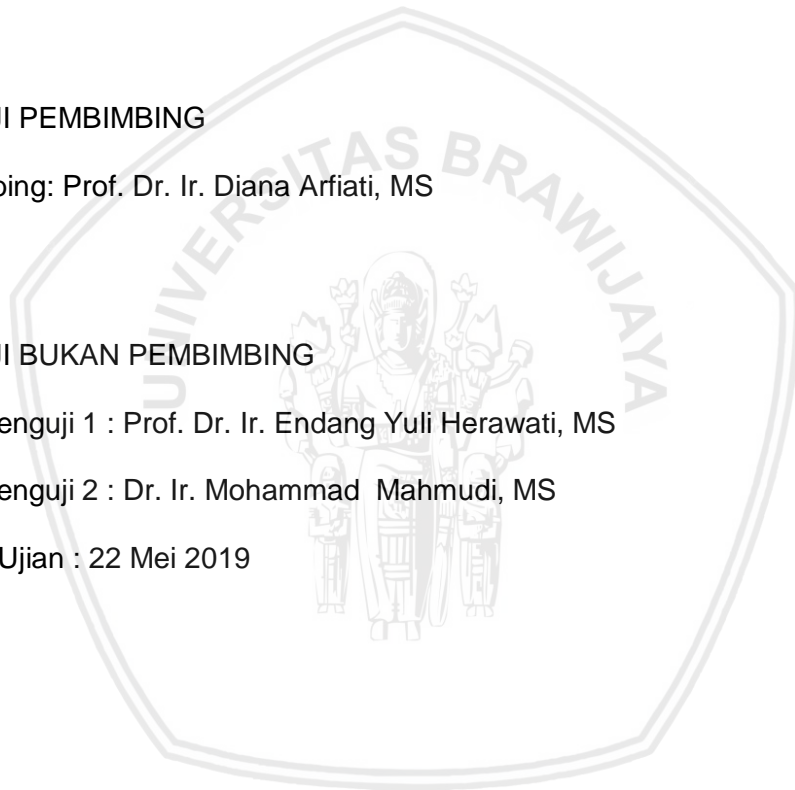
Pembimbing: Prof. Dr. Ir. Diana Arfiati, MS

PENGUJI BUKAN PEMBIMBING

Dosen Penguji 1 : Prof. Dr. Ir. Endang Yuli Herawati, MS

Dosen Penguji 2 : Dr. Ir. Mohammad Mahmudi, MS

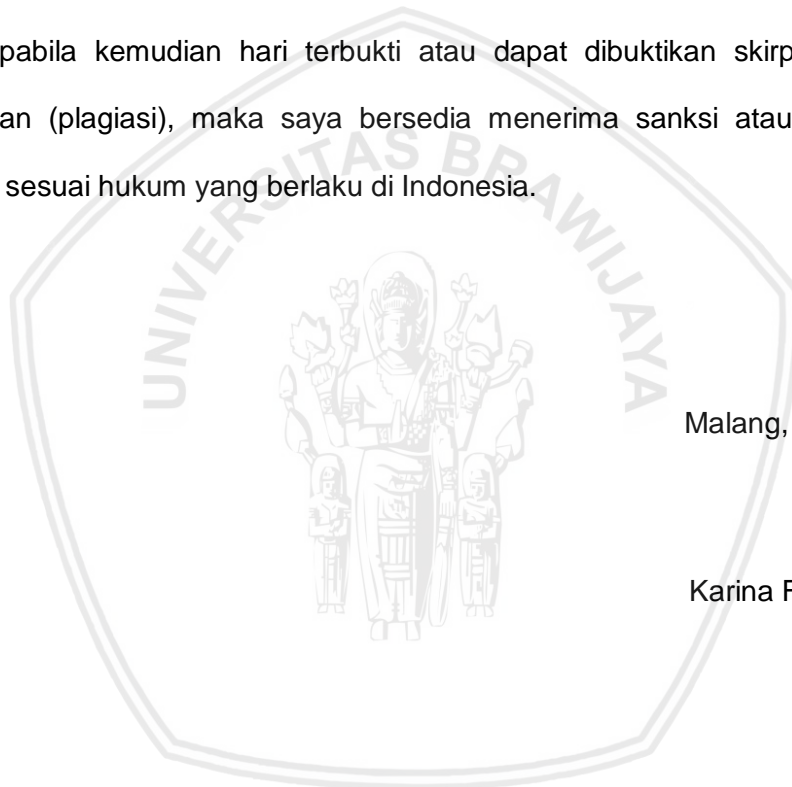
Tanggal Ujian : 22 Mei 2019



PERNYATAAN ORISINALIS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi dengan judul “ Analisis Hematologi dan Mikronuklei Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang” yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya sendiri dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

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



Malang, Mei 2019

Karina Farkha Dina

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan ucapan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada semua pihak yang telah berperan serta dalam membantu kelancaran penelitian hingga penulisan skripsi ini dapat terselesaikan. Terimakasih yang sebesar-besarnya penulis sampaikan kepada:

1. Allah SWT atas karunia dan kesehatan yang diberikan kepada penulis sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
2. Nabi Muhammad SAW yang telah memberikan syafaatnya kepada penulis.
3. Orang tua yang selalu memberikan semangat dan motivasi agar laporan dapat terselesaikan dengan tepat waktu
4. Prof Diana Arfiati selaku Dosen Pembimbing
5. Bapak Dr.Ir. M. Firdaus, MP selaku Ketua Jurusan MSP.
6. Ibu Uun Yanuhar S.Pi M.Si selaku Ketua Program Studi MSP
7. Bapak Udin dan Bapak Ribut yang telah menemani lembur di Laboratorium untuk melancarkan kegiatan penelitian.
8. Nadya Agustarina, Rahmat Sucia, Syahidatus Shima, Frisda Eza, Enjellina Manalu, Vetty Izza selaku teman satu tim "Selorejo Squad" yang telah membantu dan memberikan dukungan dalam pelaksanaan dan pembuatan skripsi.
9. Shofiyatul Lailiyah, Audina Intan, Ekky Windy selaku teman seperbimbingan yang telah memberikan dukungan dan semangat dalam penyusunan laporan skripsi ini.
10. Rosita Hasna selaku kakak tingkat tersayang yang selalu memberikan semangat untuk mengerjakan laporan skripsi ini.

11. Sulis Setiani, Dian Hakiky, Risky Diana selaku teman dari maba hingga sekarang yang telah memberikan motivasi.
12. Keluarga besar MSP 2015 yang saling memberikan dukungan dan semangat dalam mengerjakan laporan skripsi.

Malang, 26 April 2019

Penyusun



RINGKASAN

Karina Farkha Dina. Skripsi tentang Analisis Hematologi Dan Mikronuklei Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) Dari Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Dibawah bimbingan **Prof. Dr. Ir Diana Arfiati, MS.**

Waduk Selorejo saat ini berstatus eutrofik dimanfaatkan untuk pembangkit listrik, pariwisata dan juga kegiatan memancing dengan produksi ikan utama adalah ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur hematologi dan mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang. Penelitian ini dilakukan dalam metode survei di 3 stasiun penentuan sampel secara acak (*probability*). Stasiun 1 berada di inlet waduk, stasiun 2 berada di tengah waduk dan stasiun 3 berada di outlet waduk. Analisa data menggunakan uji T statistika dengan aplikasi minitab. Sampel ikan diperoleh dari nelayan yang menggunakan alat pancing ulur (stasiun 3) dan *gill net* (stasiun 1 dan 2). Pada setiap stasiun dilakukan Pengukuran kualitas air (Suhu, pH, Oksigen terlarut dan bahan organik total). Pengambilan sampel dilakukan setiap minggu selama 4 kali, jumlah total ikan diambil sebanyak 105 ekor. Jumlah eritrosit pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari Waduk Selorejo berkisar 1.489.967 - 1.656.658 sel/mm³, leukosit berkisar 91.305 - 104.648 sel/mm³, hemoglobin berkisar 9 - 10 g%, hematokrit berkisar 24,3 - 28,2 % dan jumlah mikronuklei berkisar 8,2 - 9,6 sel/1000. Hasil tersebut masih dalam kisaran normal (eritrosit 20.000 – 3.000.000 se/mm³, Leukosit 20.000 – 150.000 sel/mm³, hemoglobin 9 – 11,1 g% dan hematokrit 22 – 35, 8 %). Hasil perhitungan uji T hematologi ikan nila yang tertangkap dengan pancing dan *gill net* tidak berbeda nyata. Selama penelitian kualitas air yang didapatkan dalam kondisi baik untuk kehidupan ikan nila yaitu suhu berkisar 27,8 – 28 °C, oksigen terlarut berkisar 7,5 - 8,38 mg/L, pH berkisar 7 – 8 dan bahan organik total berkisar 4,78 - 18,33 mg/L. Hasil pengukuran TOM menunjukkan rata-rata diatas normal (perairan eutrofik) tetapi tidak mempengaruhi hematologi ikan nila. Hematologi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang hidup di Waduk Selorejo dengan status eutrofik masih dalam kisaran yang normal meskipun kadar TOM relatif tinggi sehingga dihimbau kepada masyarakat dan pemerintah untuk memantau kondisi waduk agar ikan tetap sehat.

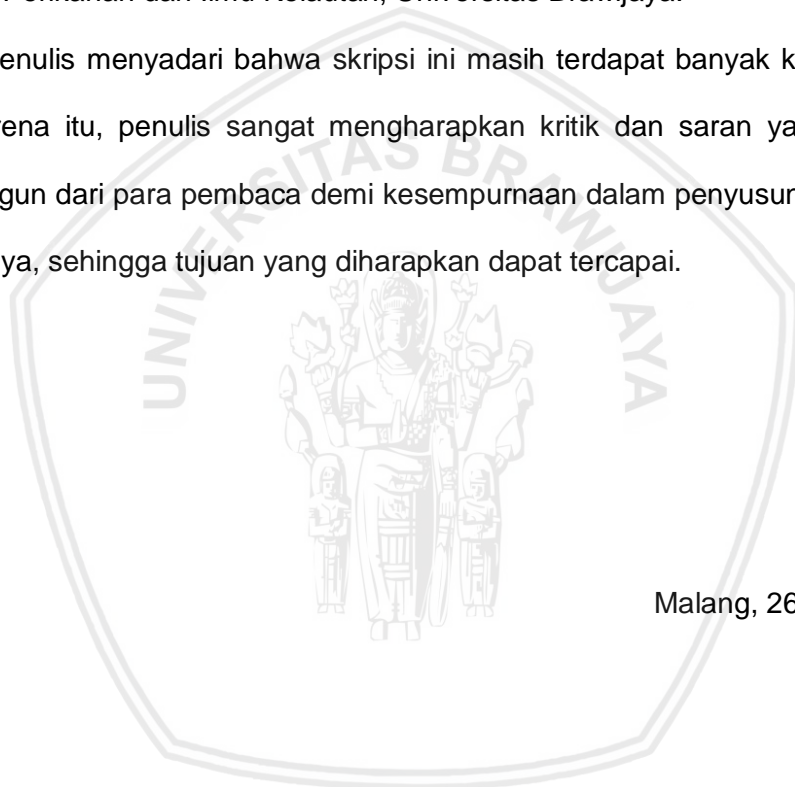
KATA PENGANTAR

Puji syukur kami haturkan kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi “Analisis Hematologi Dan Mikronuklei Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang”. Laporan skripsi ini disusun sebagai salah satu syarat untuk meraih gelar sarjana perikanan di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Brawijaya.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih terdapat banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis sangat mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari para pembaca demi kesempurnaan dalam penyusunan laporan selanjutnya, sehingga tujuan yang diharapkan dapat tercapai.

Malang, 26 April 2019

Penyusun



DAFTAR ISI

UCAPAN TERIMAKASIH.....	iii
RINGKASAN.....	iii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	iv
DAFTAR TABEL	vi
DAFTAR GAMBAR	vii
DAFTAR LAMPIRAN	viii
1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.2 Tujuan.....	3
1.4 Kegunaan Penelitian	3
1.5 Tempat dan Waktu Penelitian.....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Waduk Selorejo.....	4
2.2 Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	5
2.2.1 Klasifikasi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	5
2.2.2 Morfologi Ikan Nila	6
2.3 Hematologi Sel Darah Ikan.....	8
2.3.1 Sel Darah Merah (Eritrosit).....	8
2.3.2 Sel Darah Putih (Lukosit).....	9
2.3.2 Hemoglobin	10
2.3.3. Hematokrit	11
2.4 Mikronuklei.....	11
2.5 Alat Tangkapan	12
2.7 Analisis Kualitas Air	13
2.7.1 Suhu	13
2.7.2 Oksigen Terlarut (DO).....	14
2.7.3 Derajat Keasaman (pH)	15
2.7.4 Bahan Organik Total (TOM)	16
3. METODE PENELITIAN	17
3.1 Materi Penelitian	17
3.2 Alat dan Bahan.....	17
3.3 Metode Penelitian	17
3.3.1 Teknik Pengumpulan Data	18
3.3.2 Penentuan Stasiun Pengamatan.....	19
3.3.3 Pengambilan Sampel Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dan Air.....	19
3.4 Analisa Sampel Darah	20
3.4.1 Pengambilan Darah Ikan	20



3.4.2 Pengamatan Jumlah Sel Darah merah (Eritrosit).....	21
3.4.3. Pengamatan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)	22
3.4.4. Pengamatan Mikronuklei Sel Darah Ikan	23
3.4.5 Perhitungan Hemoglobin (Hb)	24
3.4.6 Perhitungan Hematokrit	25
3.5 Analisa Kualitas Air.....	25
3.5.1 Suhu	25
3.5.2 Oksigen Terlarut (<i>Dissolved Oxygen</i>).....	25
3.5.3 Derajat Keasaman (<i>pH</i>).....	26
3.5.4 Kadar Bahan Organik Total (TOM)	26
3.6 Analisa Data	27
4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian	28
4.1.1 Stasiun 1	28
4.1.2 Stasiun 2.....	29
4.1.3 Stasiun 3.....	30
4.2 Analisa Morfologi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	30
4.3 Kondisi Hematologi Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	31
4.3.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit).....	31
4.3.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit).....	33
4.3.3 Kadar Hemoglobin.....	34
4.3.4 Nilai Hematokrit.....	36
4.3.5. Jumlah Mikronuklei.....	37
4.4 Analisa Kualitas Air.....	38
4.4.1 Suhu	39
4.4.2 Oksigen Terlarut (DO).....	39
4.4.3 Derajat Keasaman (<i>pH</i>).....	40
4.4.4 Kadar Bahan Organik Total (TOM)	40
4.5 Analisa Data Hematologi dan Mikronuklei.....	41
5. KESIMPULAN DAN SARAN	42
5.1 Kesimpulan	42
5.2 Saran	42
DAFTAR PUSTAKA.....	43
LAMPIRAN	50

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Titik Pengambilan sampel air dan ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	19
2. Hasil pengukuran kualitas air	38



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Morfologi ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	7
2. Komponen sel darah merah (eritrosit) pada ikan	8
3. Komponen sel darah putih (leukosit) pada ikan	10
4. Struktur mikronuklei pada ikan	12
5. Lokasi pengambilan sampel ikan Nila stasiun 1	29
6. Lokasi pengambilan sampel ikan Nila stasiun 2	29
7. Lokasi pengambilan sampel ikan Nila stasiun 3	30
8. Ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>) dari Waduk Selorejo.....	31
9. Jumlah eritrosit ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	33
10. Jumlah leukosit ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	34
11. Kadar hemoglobin ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	36
12. Nilai hematokrit ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>).....	37
13. Jumlah mikronuklei ikan Nila (<i>Oreochromis niloticus</i>)	38



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Ikan dan Pengukuran Kualitas Air	50
2. Data Hasil Pengamatan Hematologi	51
3. Data Hasil Uji T Statistika (95%)	53
4. Data Perhitungan	56
5. Dokumentasi Penelitian	57



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Waduk Selorejo merupakan waduk yang digunakan sebagai pariwisata dan juga kegiatan memancing. Ikan-ikan yang terdapat pada Waduk Selorejo merupakan ikan lokal yang berasal dari sungai-sungai yang masuk ke waduk seperti ikan wader merah, ikan mujaer dan ikan Nila tetapi menurut dinas Kabupaten Malang benih ikan nila juga ditebar di waduk. Menurut Suyanto (2010), Nila adalah nama khas Indonesia yang diberikan oleh pemerintah melalui Direktorat Jenderal Perikanan pada tahun 1975. Nama tersebut diberikan bukan karena warnanya, melainkan karena mirip dengan nama latinnya, yaitu *Oreochromis niloticus* yang berasal dari Sungai Nil (d disesuaikan bunyinya menjadi Nila). Ikan nila terdiri dari ikan nila merah, nila hitam, nila gift, nila lokal nila salin, nila best dan nila gesit. Berdasarkan pernyataan (Rukmana, 1997), habitat ikan Nila adalah air tawar, seperti sungai, danau, waduk dan rawa-rawa, tetapi karena toleransi ikan Nila sangat luas terhadap salinitas (*euryhaline*) sehingga dapat pula hidup dengan baik di air tawar sampai dengan air payau.

Pemukiman di sekitar waduk selorejo menghasilkan limbah domestik yang pada akhirnya akan masuk ke dalam waduk. Pertanian di sekitar waduk juga menggunakan pupuk NPK sehingga limbah yang dihasilkan juga akan masuk ke dalam waduk. Limbah sisa pakan dan kotoran ikan menambah beban waduk selorejo sehingga mengakibatkan kandungan unsur hara seperti fosfor dan nitrogen menjadi tinggi yaitu sebesar 750 – 1900 µg/l untuk total-N dan 30 – 100 µg/l untuk total-P, sehingga dapat merangsang pertumbuhan fitoplankton. Tingkat kesuburan tersebut akan memicu terjadinya blooming alga sehingga perairan menjadi tercemar dan berstatus eutrofik (Pratiwi dan Sayekti, 2018).

Masuknya Bahan organik ke dalam waduk akan terakumulasi dan menyebabkan pembentukan senyawa beracun bagi ikan berupa amonia. Berdasarkan pernyataan Samsundari dan Wirawan (2013), apabila kadar amonia di dalam perairan tinggi, maka kemampuan ikan untuk mengekskresikan amonianya akan berkurang sehingga menyebabkan naiknya kadar amonia dalam jaringan maupun darah yang selanjutnya pH darah akan mengalami peningkatan dan hemoglobin dalam darah tidak dapat mengikat oksigen sehingga ikan menjadi stress. Proses ekskresi amonia di dalam tubuh ikan dilakukan didalam sistem pernapasan dimana pertukaran O₂ dan CO₂ bersifat osmosis dimana tekanan diluar perairan lebih tinggi didaam tubuh sehingga ikan tidak mampu mengekskresikan amonia didalam tubuhnya.

Menurut Faggio *et al.* (2014), hematologi merupakan indeks kesehatan ikan bagi beberapa spesies ikan dan juga dapat mendeteksi perubahan fisiologis seperti kondisi stress karena paparan polutan, penyakit, logam yang tidak diinginkan didalam air dan kondisi hipoksia. Menurut Savari *et al.* (2011), Variabel hematologi meliputi presentase dari volume darah yang terdiri dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit), hematokrit atau Ht dan kadar hemoglobin.

1.2 Rumusan Masalah

Waduk Selorejo berstatus eutrofik akibat menerima air yang mengandung masukan limbah dari daerah pertanian, peternakan, dan rumah tangga. Kondisi tersebut akan berpengaruh pada kualitas air dan ikan yang hidup didalamnya. ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari waduk selorejo diduga memiliki struktur hematologi dan jumlah mikronuklei yang berbeda dengan ikan Nila dari habitat yang berbeda status trofiknya. Sehingga hematologi dan jumlah mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari waduk selorejo perlu di teliti.

1.2 Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui struktur hematologi dan mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang

1.4 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini antara lain, yaitu dapat dijadikan bahan informasi mengenai struktur hematologi dan mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari waduk selorejo yang berstatus eutrofik serta dapat dijadikan referensi untuk penelitian lebih lanjut.

1.5 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2018. Sampel ikan dan air di ambil dari Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang, Jawa Timur. Analisa hematologi dan mikronuklei dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang serta analisa kualitas air dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Waduk Selorejo

Berdasarkan penelitian sayekti *et al.* (2015), Pada tanggal 13 Februari 2014, peristiwa erupsi Gunung Kelud menghasilkan abu vulkanik yang jatuh ke dalam waduk sehingga mengakibatkan perubahan keseimbangan kualitas air. Erupsi Gunung Kelud mengakibatkan masuknya material letusan ke dalam badan air seperti sungai yang mengalir dan masuk ke waduk Selorejo karena lokasinya yang dekat dengan gunung. Material letusan berupa abu vulkanik ini mengandung Timbal (Pb) 0,036 mg/l, Tembaga(Cu) 0,178 mg/l, Krom (Cr) 0,005 mg/l, Seng (Zn) 0,349 mg/l, Boron (B) 0,029 mg/l, Barium (Ba) 0,506 mg/l, Selenium (Se) 0,209 mg/l, Besi (Fe) 0,680 mg/l dan Silika (Si) 1.827 mg/l (BBTKL Yogyakarta, 2014).

Waduk Selorejo merupakan bangunan yang memiliki banyak fungsi. Selain menampung air dari berbagai sungai, juga di dimanfaatkan untuk PLTA, air baku, pariwisata, pertanian, maupun perikanan. Namun, pada prinsipnya air yang datang dari Daerah Aliran Sungai (DAS) membawa berbagai macam bahan pencemar yang bersumber dari rumah tangga, industri, peternakan, maupun persawahan (Yudiarso *et al.*, 2014). Menurut PP nomor 82 tahun 2001, air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair. Sedangkan, menurut Kepmen LH nomor 112 tahun 2003, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari usaha dan atau kegiatan permukiman (*real estate*). Berdasarkan penelitian Pratiwi dan Sayekti tahun 2018, Waduk Selorejo berstatus eutrofik yaitu mengandung unsur hara yang tergolong tinggi dilihat dari parameter klorofil-a, total P dan kecerahan.

2.2 Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

2.2.1 Klasifikasi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Berdasarkan Suyanto (2010), Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) termasuk kedalam filum Chordata yang diartikan sebagai hewan yang memiliki korda dorsalis atau tulang punggung (Vertebrae). Chordata berasal dari bahasa Yunani yang diambil dari dua buah kata yakni *notor* yang berarti punggung dan *chorde* yang bermakna tali, atau sering disebut dengan *notokord* merupakan tali yang berfungsi untuk menguatkan serta menyokong tubuh agar lebih fleksibel.

Lebih lanjut Suyanto (2010) menyampaikan bahwa Chordata juga dapat dibagi kedalam dua kelompok, yakni chordate bertulang belakang (*chordate vertebrata*) dan chordate tak bertulang belakang (*chordate invertebrata*). Chordata vertebrata merupakan kelompok yang paling besar yang ada pada *chordate* dan mempunyai banyak kelas dan salah satunya adalah kelas *Pisces* (ikan). Kelompok *Pisces* dapat diklasifikasikan antara lain *Chondrichthyes* (ikan bertulang rawan) dan *Osteichthyes* (ikan bertulang sejati). Kelas *Osteichthyes* terdiri atas subkelas *Actinopterygii* dan *Sarcopterygii*. Ikan Nila termasuk kedalam subkelas *Actinopterygii* yang berasal dari kata *actis* yang berarti jari-jari dan dari kata *pteryx* yang berarti sayap atau sirip, sehingga ikan dalam kelompok *actinopterygii* dapat diartikan sebagai ikan dengan sirip yang berjari-jari.

Ikan Nila menurut Djuhandha (1981) dalam Amri dan Khairuman (2005), dimasukkan kedalam ordo *Percomorphi* yang berarti kelompok ikan yang mempunyai sirip perut terletak di bawah sirip dada. Kelompok *percomorphi* juga mempunyai 2 sirip punggung yang didepannya disokong jari-jari keras sedangkan yang di belakang sebagian disokong jari-jari lunak. Lebih lanjut disampaikan oleh Djuhandha (1981) dalam Amri dan Khairuman (2005), bahwa ikan Nila dimasukkan kedalam famili *Cichlidae* karena memiliki sirip punggung tunggal dengan tulang keras dibagian depan dan tulang lembut dibagian

belakang. Said (2010) menjelaskan bahwa Cichilidae terdiri atas dua genus utama, yang dibedakan berdasarkan tingkah laku reproduksinya. Genus yang pertama adalah Tilapia dengan tubuhnya berukuran relatif lebih kecil, dengan jumlah telur yang lebih sedikit. Telur yang sudah dibuahi biasanya menempel pada substrat, misalnya pada batu-batuan. Telur-telur tersebut selalu dijaga oleh induknya hingga menetas menjadi larva. Genus kedua adalah *Sarotherodon* yang memiliki tingkah laku menyimpan telur yang telah dibuahi di dalam mulut induk betina. Ikan Nila termasuk ikan yang mempunyai perilaku menyimpan telur di dalam mulutnya, sehingga nama ilmiahnya adalah *Sarotherodon niloticus*. Ikan dalam kelompok *Sarotherodon* kemudian dibagi lagi menjadi dua genus yaitu *Sarotherodon* dan *Oreochromis*. Genus *Sarotherodon* dengan kebiasaan memijah mengerami telurnya di mulut induk jantan atau kedua induknya dan *Oreochromis* dengan kebiasaan mengerami telurnya di mulut induk betina. Berdasarkan hal tersebut, kelompok ikan Cichilidae dapat dibedakan menjadi tiga genus, yaitu Tilapia, *Sarotherodon* dan *Oreochromis*. Klasifikasi ikan Nila menurut Khairuman dan Amri (2013) dapat dijelaskan sebagai berikut:

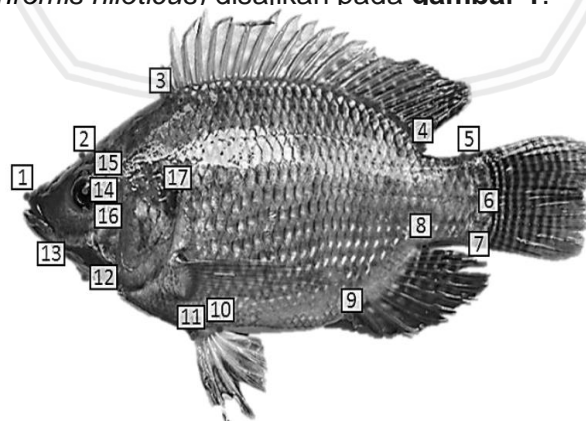
Filum	: Chordata	Ordo	: Percomorphi
Subfilum	: Vertebrata	Famili	: Cichilidae
Kelas	: Pisces	Genus	: <i>Oreochromis</i>
Subkelas	: Actinopterygii	Spesies	: <i>Oreochromis niloticus</i>

2.2.2 Morfologi Ikan Nila

Menurut Mujalifah *et al.* (2018), morfologi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki mata (*Organum visus*) dengan retina hitam dan bulat menonjol besar, tepi mata berwarna abu-abu. Sisik bergaris-garis kehitaman atau keabuan dan putih agak kehijauan. Sirip punggung (*Pinna dorsalis*) berjari-jari keras dan bergaris-garis warna hitam keabu-abuan dan putih kehijauan. Operkulum

(*Operculum*) berwarna putih kehijauan dan perut (*abdomen*) jika ditekan terasa keras. Menurut pendapat Rukmana (1997), bentuk tubuh ikan Nila pada umumnya adalah panjang dan ramping, dengan perbandingan antara panjang dan tinggi badan 3 :1. Sisik-sisik ikan Nila berukuran besar dan kasar, berbentuk ctenoid. Warna tubuh ikan Nila amat bervariasi tergantung pada strain atau sejenisnya, biasanya berwarna hitam keputih-putihan dan berwarna merah.

Banyak orang yang keliru membedakan antara ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*). Letak perbedaan keduanya bisa dilihat dari perbandingan antara panjang total dan tinggi badan. Menurut Khairuman dan Amri (2013), perbandingan ukuran tubuh ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) adalah 3 (panjang) :1 (tinggi badan) dan ikan mujair (*Oreochromis mossambicus*) 2 (panjang) :1 (tinggi badan). Selain itu, terlihat adanya pola garis-garis vertikal yang sangat jelas di sirip ekor dan sirip punggung ikan Nila dan juga dilihat dari sirip ekor ikan nila berbentuk truncate sedangkan ikan mujair berbentuk rounded. Primeswari *et al.* (2015) melaporkan, Ikan Nila memiliki lima buah sirip yaitu sirip punggung (dorsal fin), sirip dada (pectoral fin), sirip perut (ventral fin), sirip anus (anal fin) dan sirip ekor (caudal fin). Morfologi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) disaiikan pada **gambar 1**.



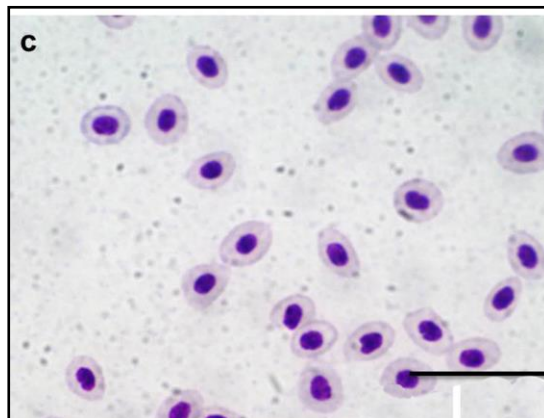
Gambar 1. Morfologi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). (1) ujung moncong, (2) ujung kepala tepat di atas mata, (3) dasar anterior sirip dorsal, (4) dasar belakang sirip dorsal, (5) dasar dorsal sirip ekor, (6) dasar sirip ekor pada tingkat garis rusuk, (7) dasar ventral sirip ekor, (8) ujung posterior dari dasar sirip dubur, (9) ujung anterior dasar sirip dubur, (10) insersi posterior dari sirip perut, (11) insersi anterior dari sirip perut, (12) ujung kepala tepat di bawah mata, (13) sudut mulut, (14) pusat mata, (15) bagian atas mata, (16) bagian bawah mata dan (17) ujung paling posterior operculum (L. Oponda *et al.*, 2017).

2.3 Hematologi Sel Darah Ikan

2.3.1 Sel Darah Merah (Eritrosit)

Eritrosit pada ikan memiliki inti yang terletak di tengah-tengah, berbentuk oval, berwarna merah keunguan dan mempunyai kromatin yang kompak berfungsi untuk mengikat oksigen. Eritrosit yang sudah matang berukuran panjang 13-16 μm . Pewarnaan dengan Leischman-Giemsa, diperoleh sitoplasma sel darah merah yang matang transparan dan berwarna kekuningan. Sedangkan eritrosit yang belum matang berbentuk agak bulat dengan sitoplasma berwarna kebiru-biruan. Pada ikan dewasa terlihat jelas eritrosit yang sitoplasmanya mengandung granula-granula kecil berwarna merah (Putra, 2015). Pada ikan yang normal, jumlah sel darah merah berkisar antara 1.050.000- 3.000.000 sel/mm³ darah (Maftuch *et al.*, 2012).

Menurut Hua-Tao Li *et al.* (2013), eritrosit merupakan komponen darah yang berperan untuk proses pengangkutan O₂ dan CO₂, untuk proses respirasi dan metabolisme nutrisi pada ikan. Ketika kadar oksigen dan kadar besi dalam sitoplasma meningkat akan menghasilkan oksigen reaktif berupa O₂⁻ (*superoxide anion*), H₂O₂ (*Hydrogen perioxide*) dan OH (*Hydroxyl radical*). Eristrosit sangat sensitif terhadap proses oksidatif asam lemak tak jenuh yang terdapat pada membran. Pada ikan dan hewan akuatik lainnya eritrosit dapat rusak karena polutan yang terlarut dalam perairan. Komponen eritrosit pada ikan disajikan pada **gambar 2**.

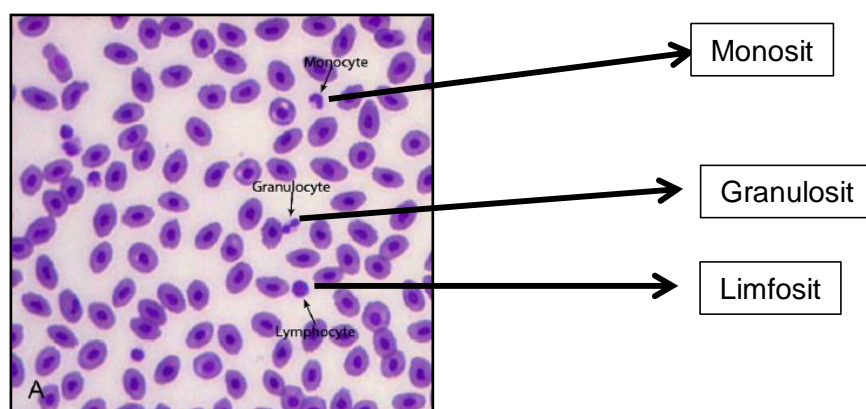


Gambar 2. Komponen sel darah merah (eritrosit) pada ikan (Sayed *et al.*, 2014)

2.3.2 Sel Darah Putih (Lukosit)

Menurut Sahetapy (2012), leukosit atau disebut juga sel darah putih mempunyai bentuk lonjong atau bulat, tidak berwarna dan jumlahnya tiap mm^3 darah ikan berkisar antara 20.000-150.000 butir, serta merupakan unit yang aktif dari sistem pertahanan (imun) tubuh. Sel-sel leukosit akan ditranspor secara khusus ke daerah terinfeksi. Meningkatnya jumlah leukosit disebut leukositosis sedangkan penurunan disebut leucopenia. Menurut Martin *et al.*, (2004) dalam Lestari *et al.*, (2018), respon ikan terhadap stressor tergantung pada jenis stress yang dialami oleh ikan tersebut. Dimana peningkatan jumlah sel darah putih, penurunan hematokrit dan peningkatan neutrofil bergantung pada jenis stress yang dialami.

Leukosit adalah sel-sel dari sistem kekebalan tubuh yang berperan penting dalam mempertahankan (homeostasis) organisme. Oleh karena itu, penting untuk mengenali faktor-faktor yang mungkin mempengaruhi kelangsungan hidup dan fungsi normal leukosit dan terdiri dari agranular dan granular, agranular terdiri dari limfosit dan monosit, sedangkan granular terdiri dari neutrofil, basofil dan asidofil (Sieroslawska dan Rymuszka, 2013). Limfosit merupakan sel darah putih yang memiliki peranan penting dalam pembentukan antibodi. Monosit dan neutrofil merupakan sel darah putih yang memiliki peranan dalam fagositosis antigen yang masuk dalam tubuh sedangkan basofil dan asidofil berperan dalam respon alergi (Rustikawati, 2012). Mekanisme masuknya virus, bakteri maupun logam berat didalam sel darah putih melalui proses fagositosis yang dilakukan oleh sel monosit dan neutrofil dengan memakan virus yang tidak dikenali membentuk antigen yang kemudian anti gen tersebut akan dibawa oleh sel T helper untuk membentuk sel memory yang pada akhirnya akan dilisiskan virusnya oleh sel T dan dapat mengenali jenis virusnya oleh sel B. Komponen leukosit pada ikan disajikan pada **gambar 3**.



Gambar 3. Komponen sel darah putih (leukosit) pada ikan (Berillis *et al.*, 2016)

2.3.2 Hemoglobin

Hemoglobin adalah protein dalam eritrosit yang tersusun atas protein globin yang tidak berwarna dan pigmen heme. Noercholis *et al.* (2013) menyatakan bahwa secara fisiologis, hemoglobin menentukan tingkat ketahanan tubuh ikan karena berhubungan sangat erat dengan daya ikat oksigen oleh darah. Kemampuan darah untuk mengangkut oksigen bergantung pada Hb dalam darah. Well *et al.* (2005) dalam Fekri *et al.* (2015), menyatakan bahwa 100 ml darah dan tiap g hemoglobin dapat berikatan dengan oksigen, maksimal kira kira 1,34 ml oksigen.

Kadar hemoglobin dipengaruhi oleh jumlah eritrosit, semakin tinggi jumlah eritrosit dalam darah maka semakin tinggi pula kadar hemoglobin. Pada ikan akuatik kadar hemoglobin umumnya 5 – 10 g%. Satuan g% menunjukkan persentase banyaknya globin yang ada dalam darah (Hrubec dan Smith, 2000). Tingginya kadar hemoglobin dapat membantu dalam penyimpanan oksigen dan menjalankan fungsi penyangga darah atau disebut *blood-buffering* (Graham,1997). Rendahnya kadar hemoglobin akan menyebabkan laju metabolisme menurun dan energi yang dihasilkan menjadi rendah. Hal ini menyebabkan ikan menjadi lemah dan tidak memiliki nafsu makan serta terlihat diam di dasar atau menggantung di bawah permukaan air (Nirmala *et al.*, 2012).

2.3.3. Hematokrit

Menurut Tanbiyaskur (2011) bahwa indikator ikan terkena infeksi atau rendahnya kandungan protein pada pakan dan defisiensi vitamin dapat dilihat dari pengamatan kadar hematokrit. Ferguson (1988) dalam Lestari *et al.*, (2018) melaporkan bahwa variasi Nilai hematokrit akan tinggi karena sangat dipengaruhi oleh umur, jenis kelamin, waktu pemeriksaan, temperatur air, metode pengambilan sampel dan lamanya waktu anestesi.

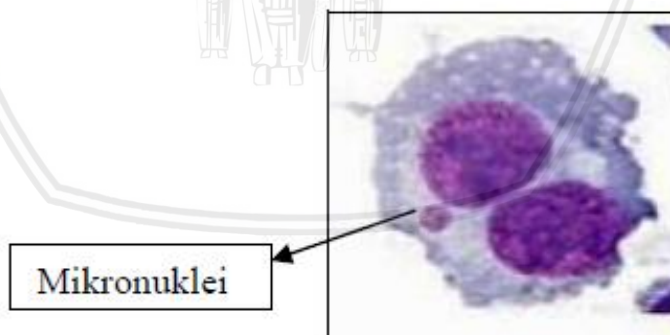
Penurunan Nilai hematokrit dapat mengindikasikan ketidaknyamanan kondisi dari suatu organisme dan menyebabkan anemia, Nilai hematokrit di bawah 30 % menunjukkan adanya defisiensi eritrosit (Nirmala *et al.*, 2012). Rendahnya total eritrosit diduga karena senyawa saponin yang dapat melisis sel darah merah, sehingga mengakibatkan total eritrosit ikan patin menurun. Eritrosit yang lisis akan mengalami kerusakan baik pada membran dan pada hemoglobinnya sehingga mengakibatkan kadar hemoglobin menurun. Rendahnya Nilai tersebut berdampak pada rendahnya Nilai hematokrit, karena hematokrit merupakan persentase volume sel darah merah di dalam darah (Safratilofa, 2015).

2.4 Mikronuklei

Uji mikronuklei atau mikronukleus di dalam sel darah merah (eritrosit) ikan merupakan cara untuk mendeteksi adanya gonotoksik yang ada di dalam perairan. Mikronuklei adalah anak dari inti sel yang berbentuk bulatan kecil yang berada disekitar sitoplasma sel limfosit. Sitoplasma dari badan kromatin mengandung kromosom yang tertinggal dan gagal menjadi inti sel pada saat pembelahan sel. Kerusakan kromosom inilah yang membuat mikronuklei terbentuk dan difungsikan sebagai indeks dari kerusakan sel. Mikronuklei terbentuk ketika adanya paparan logam berat dan sel darah putih tidak dapat

melisikan secara sempurna dan menjadi mutasi sel sehingga kelainan sel kromosom terbentuk. Mikronuklei berhubungan dengan paparan logam berat atau virus yang masuk kedalam tubuh ikan (Terradas *et al.*, 2010 dalam Purnami *et al.*, 2018).

Uji mikronuklei pada darah ikan menjadi potensi untuk mendeteksi adanya bahan pencemar yang ada di dalam perairan. Menurut Ramadhani *et al.* (2013), jenis-jenis kelainan dari inti sel yaitu *karyorrhetic cell*, *fragmented nucleus*, *binucleated cell* dan *nuclear budd*. *Karyorrhetic cell* adalah penggambaran tidak adanya inti sel dikarenakan sudah hancur. *Fragmented nucleus* merupakan gambaran dari inti sel yang pecah menjadi keping-kepingan. *Binucleated cell* merupakan kelainan dari inti sel yang terlihat seperti dua inti sel yang berukuran hampir sama yang terdapat dalam satu sel tetapi keduanya saling berhubungan. *Nuclear budd*, kelainan ini hampir mirip dengan mikronukleus hanya saja terdapat jembatan atau penghubung antara inti utama dengan inti tambahan yang ukurannya lebih kecil. Struktur mikronuklei dapat dilihat pada **gambar 4**.



Gambar 4. Struktur mikronuklei pada ikan (Astari *et al.*, 2015)

2.5 Alat Tangkapan

Berdasarkan penelitian Pratiwi dan Sayekti (2018), Alat tangkap yang digunakan untuk menangkap ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) di waduk selorejo adalah alat tangkap pancing ulur dan gill net (jaring insang). Pancing yang

digunakan adalah pancing ulur. Menurut Puspito (2009), Konstruksi pancing ulur tergolong sangat sederhana, karena bagian utamanya hanya berupa tali pancing dan kail. Panjang tali pancing secara keseluruhan sangat ditentukan oleh kedalaman perairan tempat pancing ulur dioperasikan, biasanya berkisar antara 9-25 m. Umpan yang digunakan untuk menangkap ikan Nila berupa katak sawah/precil (*Fejervarva cancrivora*) dan jangkrik. Berdasarkan penelitian Falah *et al.* (2014), hasil tangkapan sampingan yang diperoleh menggunakan pancing umpan jangkrik dengan waktu operasi siang hari berupa ikan Nila dengan jumlah sebanyak 5 ekor.

Menurut Najamuddin (2011), Kontruksi gill net bagian atas lebih besar dibandingkan pada bagian bawah agar ukuran alat tangkap pada bagian bawah menjadi lebih panjang dibanding bagian atas, dengan tujuan agar posisi alat tangkap pada saat dioperasikan dapat terentang dengan baik di dalam perairan. Nilai pengerutan pada tali ris atas sedikit lebih besar dari pada Nilai pengerutan pada tali ris bawah. Berdasarkan penelitian Djasmani dan Djumanto (2014), Perbedaan hasil tangkapan disebabkan jenis ikan yang dominan adalah Nila hitam dan rerata ukuran panjang individu ikan yang dominan paling sesuai dengan bukaan mata jaring 1,75 inci. Umumnya semakin besar bukaan mata jaring insang akan menghasilkan jumlah tangkapan lebih sedikit namun ukuran berat individu ikan yang tertangkap lebih besar.

2.7 Analisis Kualitas Air

2.7.1 Suhu

Menurut Hariyadi *et al.* (1992), suhu perairan merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi distribusi suatu organisme. Menurut Effendi (2003), suhu suatu badan air dipengaruhi oleh musim, lintang tempat, ketinggian dari permukaan laut, waktu dalam hari, penutupan awan serta kedalaman badan air. Intensitas cahaya matahari juga mempengaruhi suhu perairan karena semakin

meningkatnya intensitas cahaya matahari yang masuk ke perairan maka akan menyebabkan suhu perairan tinggi karena proses fotosintesis fitoplankton.

Stres akibat peningkatan suhu air pada ikan berdampak terhadap kinerja dan kesehatan ikan berupa gangguan fungsi sel-sel darah, salah satunya yaitu eritrosit. Berdasarkan penelitian Bangsa *et al.* (2015), peningkatan suhu pada perlakuan 2 yaitu 32 – 35 °C selama 15 hari dapat menurunkan jumlah eritrosit ikan Nila sampai 22% dari suhu pada perlakuan 1 yaitu 29 – 31 °C. Menurut Fujaya (2004) dalam Lavabetha *et al.* (2015), peningkatan jumlah eritrosit diiringi dengan tingginya suhu lingkungan perairan kemungkinan disebabkan dengan tingginya evaporasi oksigen dari air, sehingga meningkatnya eritrosit mengimbangi kekurangan oksigen (*Hypoxia*).

2.7.2 Oksigen Terlarut (DO)

Oksigen merupakan faktor pembatas bagi perkembangan dan pertumbuhan ikan. Oksigen dibutuhkan ikan untuk respirasi, sehingga ketersediaannya harus bisa mencukupi kebutuhannya (Fradiaz, 1992). Salah satu faktor adanya oksigen di perairan adalah Intensitas cahaya matahari. Menurut effendi (2003), peningkatan suhu akibat semakin meningkatnya intensitas cahaya juga mengakibatkan berkurangnya oksigen. Meningkatnya suhu air akan menurunkan kemampuan air untuk mengikat oksigen, sehingga tingkat kejenuhan oksigen di dalam air juga akan menurun. Peningkatan suhu juga akan mempercepat laju respirasi dengan demikian laju penggunaan oksigen juga meningkat.

Berdasarkan penelitian Lavabetha *et al.* (2015), pada ikan Timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) kadar oksigen yang rendah (hipoksia) pada lingkungan air akan mempengaruhi jumlah eritrosit ikan. Menurut Fujaya (2002), Keadaan hipoksia atau kurangnya kadar oksigen menyebabkan oksigen tidak

dapat ditranspor dengan baik ke jaringan. Jumlah eritrosit yang cenderung rendah menjadi pendukung dalam penyerapan oksigen yang lebih banyak untuk memenuhi kebutuhan oksigen jaringan dalam mempertahankan hidupnya.

2.7.3 Derajat Keasaman (pH)

Tingkat keasaman (pH) berfluktuatif sesuai dengan kegiatan fotosintesis dan penafasan yang sering terjadi, yaitu mulai dari angka rendah pada waktu fajar sampai tinggi pada pertengahan sore hari. Toleransi ikan pada pH bervariasi dan dipengaruhi oleh banyak faktor (Nurcahyo, 2018). Menurut Suyanto dan Takarina (2009), faktor yang mempengaruhi perubahan pH ditentukan oleh suhu, oksigen terlarut, alkalinitas, aktivitas fotosintesis dan respirasi dalam ekosistem. Pada sore hari pH air lebih tinggi daripada pagi hari karena kegiatan fotosintesis fitoplankton dalam air yang banyak menyerap CO₂. CO₂ dengan unsur air akan membentuk asam lemah (H₂CO₃), jika CO₂ rendah di siang dan sore hari maka pH air akan cenderung naik, sedangkan di malam dan pagi hari, kandungan CO₂ tinggi sebagai hasil pembusukan sehingga pH air cenderung rendah.

Tingginya konsentrasi CO₂ di dalam air menyebabkan CO₂ darah sulit untuk berdifusi keluar dari insang. Proses difusi dipengaruhi perbedaan tekanan antara CO₂ dalam darah dengan CO₂ yang ada pada media air, kondisi tersebut menyebabkan konsentrasi CO₂ di dalam darah meningkat atau di sebut dengan *hiperkapnea* sehingga ginjal tidak mampu mengeliminasi asam berlebih dari dalam tubuh ikan (asidosis). Nilai pH darah yang semakin rendah menunjukkan tingkat stres yang semakin tinggi (Wedemeyer 1996). Berdasarkan penelitian Wahyu *et al.* (2015) dengan menggunakan benih ikan gabus (*Channa striata*), tingginya konsentrasi CO₂ pada perlakuan 60 dan 75 ekor ikan menyebabkan

stres dan mengurangi toleransi ikan terhadap rendahnya kandungan oksigen terlarut, kondisi tersebut dapat memicu kematian ikan.

2.7.4 Bahan Organik Total (TOM)

Total bahan organik merupakan bahan organik yang dapat di ukur di perairan. Bahan organik yang ada di dalam perairan berupa bahan organik larut, koloid dan tersuspensi. Kandungan bahan organik sebagai salah satu parameter bagi tanaman untuk fotosintesis, akan tetapi apabila bahan organik dalam jumlah yang melebihi batas normal yaitu > 50 mg/l akan membahayakan organisme didalamnya dan juga akan mengganggu perairan, akibatnya berupa pendangkalan air dan mutu air menjadi menurun (Sari *et al.*, 2014).

Komponen penyusun bahan organik pada umumnya terdiri dari unsur hidrogen (H), karbon (C), oksigen (O), nitrogen (N) dan unsur yang jarang ditemukan di perairan yaitu unsur fosfor (P) (Maulana *et al.*, 2014). Berdasarkan penelitian Amalia *et al.* (2014), nitrogen yang tersisa di dalam perairan dari limbah rumah tangga berbentuk nitrit (N-NO₂) dan nitrat (N-NO₃). Hasil dari kadar nitrit diperairan sangat tinggi, menunjukkan bahwa proses dari nitrifikasi sedang berlangsung. Jika kadar nitrat tinggi maka akan memicu terjadinya blooming alga, sedangkan jika kadar nitrit yang tinggi akan membahayakan ikan karena dapat menurunkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen.

3. METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

Materi yang dibahas pada penelitian ini adalah darah ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang tertangkap dari Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang, Provinsi Jawa Timur. Parameter Hematologi yang diteliti adalah jumlah eritrosit, leukosit, hemoglobin, hematokrit dan mikronuklei, sedangkan parameter kualitas air yang diukur antara lain suhu, Oksigen terlarut, pH dan TOM. Peta lokasi pengambilan sampel ikan dan pengukuran kualitas air dapat dilihat pada **Lampiran 1**.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah spuit 1 ml, eppendorf, Coolbox, mikroskop, obyek glass, pipet tetes, pipet eritrosit, pipet leukosit, cover glass, haemocytometer, hemometer, pipet sahli, microhematokrit, centrifuge hematokrit, hematokrit reader, botol *winkler*, botol aqua 330 ml, erlenmeyer 250 ml, gelas ukur 50 ml, buret, statif, pipet volume, Thermometer Hg, dan hot plate. Sedangkan Bahan yang digunakan adalah EDTA 3,8 %, alkohol 70%, sampel darah, methanol pa, giemsa, aquades, larutan turk, larutan hayem, HCL 0,1, malam, air sampel, pH *paper*, $MnSO_4$, H_2SO_4 , $Na_2S_2O_3$, $KmNO_4$ 0,01 N, Na-oxalate 0,01 N.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian di lakukan dalam metode survei penentuan sampel secara acak (*probability*). Metode ini digunakan karena analisis hanya sampai taraf deskripsi, yaitu menyajikan data dan menganalisis fakta secara sistematis sehingga akan lebih mudah untuk dipahami dan disimpulkan. Sedangkan metode deskriptif bertujuan untuk menggambarkan fenomena-fenomena yang ada, yang

berlangsung pada saat ini atau saat yang lampau. Menurut Prasko (2016), metode deskriptif merupakan metode yang dilakukan dengan membuat gambaran atau deskripsi tentang suatu keadaan secara objektif yang ada hubungannya dengan masalah yang ada. Data yang diperlukan bersumber dari data primer dan sekunder.

3.3.1 Teknik Pengumpulan Data

- **Data Primer**

Menurut Siswanto (2015), data primer merupakan data yang diperoleh secara langsung dari sumber pertama (primer). Data primer yang diambil dalam penelitian meliputi: Parameter hematologi yang terdiri dari jumlah eritrosit, jumlah leukosit, hemoglobin, hematokrit dan minkronuklei, serta parameter kualitas air yang terdiri dari suhu, oksigen terlarut, pH dan TOM. Teknik pengambilan data primer dalam penelitian ini dilakukan dengan observasi dan wawancara. Menurut Riduwan (2004), observasi merupakan teknik pengumpulan data dan dilakukan pengamatan secara langsung ke objek untuk melihat dari dekat kegiatan yang dilakukan dan mencatat secara sistematis gejala-gejala yang ada. Menurut Sanjaya *et al.* (2016), wawancara merupakan teknik pengumpulan data dengan mengadakan tanya jawab secara langsung dengan responden dengan menyiapkan daftar pertanyaan terstruktur yang digunakan untuk memperoleh informasi mengenai objek penelitian.

- **Data Sekunder**

Menurut Wignjosoebroto (2000), data sekunder adalah data yang diperoleh melalui referensi, literatur atau kajian pustaka yang berhubungan dengan penelitian sehingga dapat dijadikan sumber informasi yang bukan dari tangan pertama dan yang bukan mempunyai wewenang dan tanggung jawab terhadap informasi atau data tersebut. Informasi yang diperoleh dari data sekunder yaitu meliputi keadaan umum waduk selorejo.

3.3.2 Penentuan Stasiun Pengamatan

Waduk Selorejo terletak pada $7^{\circ} 51'55''$ LS dan $112^{\circ} 21'40''$ BT dan berada pada ketinggian kurang lebih 618 m di atas permukaan laut. Stasiun pengamatan ditentukan dengan cara melihat lokasi penelitian dan juga kondisi waduk selorejo agar memudahkan dalam pengambilan sampel. Lokasi pengambilan sampel dan pengukuran kualitas air terletak di 3 stasiun yang berbeda. Stasiun 1 berada di inlet waduk (Hulu waduk masukan dari sungai Konto), stasiun 2 berada ditengah waduk (pertemuan antara daerah hulu dan hilir) dan stasiun 3 berda di outlet waduk (Hilir waduk yang berada dekat dengan PLTA Selorejo). Pengambilan sampel setiap stasiun dapat diakses menggunakan perahu nelayan. Lokasi pengambilan sampel dapat dilihat pada **tabel 1.**

Tabel 1. Titik Pengambilan sampel air dan ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Stasiun	Keterangan
1	Nama titik Sampel: Hulu
	Koordinat: S07°52, 492' E112°21, 750'
	Kedalaman: 0,3 - 5 m
2	Nama titik Sampel: Tengah
	Koordinat: S07°52, 386' E112°21, 610'
	Kedalaman: 0,3 - 10 m
3	Nama titik Sampel: Hilir
	Koordinat: S07°52, 336' E112°21, 400'
	Kedalaman: 0,3 - 10 m

Sumber: Perum Jasa Tirta I (2017)

3.3.3 Pengambilan Sampel Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dan Air

Sampel ikan diperoleh dari nelayan yang menggunakan alat pancing ulur dan *gill net* di Waduk Selorejo Kecamatan Ngantang Kabupaten Malang, Jawa Timur. Pengukuran kualitas air dilakukan disetiap stasiun yang telah ditentukan (3 stasiun) secara in-situ (suhu,pH dan oksigen terlarut) dengan menggunakan alat *Thermometer Hg*, *pH paper* dan *DO meter*. Sampel air untuk pengukuran kadar bahan organik total diambil 330 ml menggunakan botol bekas air mineral

kemudian disimpan dalam coolbox berisi es batu. Pengambilan sampel dilakukan seminggu sekali dengan ulangan sebanyak 4 kali, ulangan pertama diperoleh sampel ikan Nila sebanyak 15 ekor dan pada ulangan kedua, ketiga dan keempat sebanyak 30 ekor sehingga jumlah total sampel sebanyak 105 ekor ikan.

Stasiun 1 (hulu waduk) dan stasiun 2 (tengah waduk) ikan Nila ditangkap menggunakan alat tangkap *gill net*, sedangkan pada stasiun 3 (hilir waduk) ikan Nila ditangkap menggunakan alat tangkap pancing ulur. Pada minggu pertama penangkapan ikan Nila sebanyak 15 ekor ikan (masing-masing stasiun 5 ekor) dan minggu selanjutnya (kedua sampai keempat) sebanyak 30 ekor ikan (masing-masing stasiun 10 ekor). Pada minggu pertama hanya diperoleh ikan Nila sebanyak 15 ekor dikarenakan kondisi waduk Selorejo dalam keadaan pasang sehingga para nelayan sulit untuk mendapatkan ikan.

Ikan Nila yang telah diperoleh kemudian diambil darahnya menggunakan spuit 1 ml yang telah diberi antikoagulan agar darah tidak menggumpal, kemudian dimasukkan ke dalam tube yang juga diberi antikoagulan kemudian disimpan di *coolbox* beserta sampel air untuk pengukuran bahan organik total. Darah ikan Nila kemudian diteliti di laboratorium Reproduksi Ikan divisi Parasit dan Penyakit Ikan serta pengukuran kadar bahan organik total dilakukan di Laboratorium Hidrobiologi divisi Lingkungan dan Bioteknologi Perairan Fakultas perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang. Jarak yang ditempuh dari lokasi pengambilan sampel ke laboratorium FPIK UB sejauh 30 km dengan waktu perjalanan selama 90 menit.

3.4 Analisa Sampel Darah

3.4.1 Pengambilan Darah Ikan

Prosedur pengambilan sampel darah ikan berdasarkan Feliatra (2018), sebagai berikut:

- 1) Menyiapkan spuit dengan jarumnya berukuran 1 ml yang telah diaseptiskan dengan menggunakan alkohol 70 % agar steril
- 2) Menyiapkan larutan antikogulan (EDTA) 3,8% ke dalam tabung *ependorf* dan spuit diisi dengan EDTA sebanyak 0.1 ml atau sampai memenuhi dinding *syringe*
- 3) Menusukkan spuit yang telah berisi antikoagulan di jantung ikan
- 4) Memasukkan jarum dengan kemiringan 45° hingga mencapai jantung ikan
- 5) Memastikan tidak ada gelembung-gelembung air yang masuk, kemudian jarum ditarik sambil spuit digoyang-goyangkan sampai darah masuk ke dalam spuit
- 6) Memasukkan darah ke tabung *ependorf* yang telah berisi EDTA

3.4.2 Pengamatan Jumlah Sel Darah merah (Eritrosit)

Alat yang digunakan untuk pengamatan eritrosit adalah pipet thoma eritrosit, *cover glass*, kamar hitung *haemocytometer*, mikroskop cahaya, *Hand taly counter*, sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel darah ikan, EDTA 3,8% dan larutan hayem. Prosedur kerja pengamatan jumlah sel darah merah (eritrosit) menurut Klontz (1994) dalam Yanto *et al.* (2015) adalah sebagai berikut:

- 1) Mengambil darah ikan dari tabung *ependorf* dengan menggunakan pipet thoma eritrosit hingga skala 0,5 ml.
- 2) Mencampurkan darah dalam pipet thoma eritrosit dengan larutan hayem sampai skala 101
- 3) Menghomogenkan dengan cara menggoyangkannya dengan bentuk angka delapan
- 4) Membuang 2 tetes pertama untuk membuang gelembung udara

- 5) Meneteskan darah ke *haemocytometer* dan ditutup dengan cover glass

Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah eritrosit, mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan dan diafragma dikesalkan, mengatur fokus terlebih dahulu dengan memakai lensa obyektif 10X dan lensa okuler 10X sehingga perbesaran menjadi 100X agar terlihat garis pandang pada *haemocytometer*. Dihitung dengan 5 lapang pandang di kotak besar (1 kotak besar terdiri dari 16 kotak kecil) pada kamar hitung *haemocytometer* dan dilakukan Perhitungan jumlah eritrosit menggunakan rumus:

$$\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} = \frac{n \times 200}{0,02}$$

Keterangan:

- n = Jumlah sel eritrosit yang terdapat pada 80 kotak kecil
 200 = Pengenceran
 0,02 = Volume bidang pandang

3.4.3. Pengamatan Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Alat yang digunakan untuk pengamatan leukosit adalah pipet thoma leukosit, *cover glass*, kamar hitung *haemocytometer*, mikroskop cahaya, *Hand taly counter*, sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel darah ikan, EDTA 3,8% dan larutan turk. Prosedur kerja pengamatan jumlah sel darah putih (leukosit) menurut Klontz (1994) dalam Yanto *et al.* (2015) adalah sebagai berikut:

- 1) Mengambil darah ikan dari tabung *ependorf* dengan menggunakan pipet thoma leukosit hingga garis menunjukkan skala 0,5 ml.
- 2) Mencampurkan darah dalam pipet thoma leukosit dengan larutan turk sampai skala 11

- 3) Menghomogenkan dengan cara menggoyangkannya dengan bentuk angka delapan
- 4) Membuang 2 tetes pertama untuk membuang gelembung udara
- 5) Meneteskan darah ke *haemocytometer* dan ditutup dengan cover glass

Langkah selanjutnya adalah menghitung jumlah leukosit, mikroskop diletakkan pada meja yang datar, lensa kondensor diturunkan dan diafragma dikecilkan, mengatur fokus terlebih dahulu dengan memakai lensa obyektif 40X dan lensa okuler 10X sehingga perbesaran menjadi 400X agar terlihat garis pandang pada *haemocytometer*. Dihitung dengan 4 lapang pandang di kotak besar (kotak-kotak yang di batasi oleh 3 garis halus) pada kamar hitung *haemocytometer* dan dilakukan Perhitungan jumlah leukosit menggunakan rumus :

$$\text{Jumlah leukosit (sel/mm}^3\text{)} = \frac{n \times 20}{0,4}$$

Keterangan:

- n = Jumlah sel leukosit yang terdapat pada 4 kotak besar yang terletak pada sudut kamar hitung.
- 20 = Pengenceran
- 0,4 = Volume bidang pandang

3.4.4. Pengamatan Mikronuklei Sel Darah Ikan

Alat yang digunakan untuk mengamati mikronuklei sel darah ikan adalah mikroskop cahaya, kamar hitung *haemocytometer*, sedangkan bahan yang digunakan adalah sampel darah ikan, methanol pa dan giemsa 10%. Prosedur pengamatan mikronuklei menurut Astari *et al.* (2015), adalah sebagai berikut:

- 1) Mengoleskan sampel darah pada slide objek glass yang bersih

- 2) Mengfiksasi sampel dengan methanol pa menunggu selama 20 menit atau sampai kering
- 3) Mewarnai dengan pewarna giemsa 10% menunggu selama 25 menit
- 4) Membilas dengan aquades ditunggu hingga kering
- 5) Melakukan pengamatan dibawah mikroskop dan dilihat 5 lapang pandang dibuat dari masing-masing ikan 1000 eritrosit
- 6) Melakukan skoring dari setiap lapang pandang dan diamati dibawah perbesaran 1000x
- 7) Mengamati setiap sel dan dihitung jumlah mikronuklei dengan rumus:

$$\text{Frekuensi Mikronuklei} = \frac{\sum \text{mikronuklei} \times (1000)}{\text{Total sel yang dihitung}}$$

3.4.5 Perhitungan Hemoglobin (Hb)

Perhitungan kadar hemoglobin dilakukan dengan mengacu pada metode sahli (Putra, 2015). Alat yang digunakan untuk mengamati dan mengitung hemoglobin adalah sahlimeter, pipet sahli, kotak standart warna sahi dan pipet sedotan. Bahan yang di gunakan adalah sampel darah, HCL 0,1 N dan akuades. Prosedur perhitungan hemoglobin adalah sebagai berikut:

- 1) Menambahkan HCL 0,1 N sampai skala 2 ke dalam tabung sahli
- 2) Menghisap sampel darah dengan menggunakan pipet sahli sampai skala 0,02 ml
- 3) Memindahkan darah didalam pipet ke dalam tabung Hb-meter yang telah diisi HCL 0,1 N hingga skala 10 (merah)
- 4) Menghomogenkan darah sampai berwarna coklat kehitaman dan menunggu selama 3 menit
- 5) Menambahkan akuades hingga warnanya sama dengan indikator warna larutan standar yang ada di dalam Hb-meter. Satuan dari Hb adalah G%

yang berarti lajur gram/100 ml merupakan banyaknya hemoglobin dalam gram per 100 ml darah.

3.4.6 Perhitungan Hematokrit

Alat yang digunakan untuk menghitung Nilai hematokrit adalah pipet mikrohematokrit dan *centrifuge* hematokrit. Bahan yang digunakan adalah sampel darah dan lilin lunak. Menurut Gandasoebrata (1992) dalam Prayogo et al. (2016) prosedur perhitungan hematokrit adalah sebagai berikut:

- 1) Memasukkan sampel darah yang berisi antikoagulan ke dalam pipet mikrohematokrit sekitar 6/7 bagian pipet
- 2) Menutupkan bagian dari kedua ujung pipet menggunakan lilin lunak
- 3) Meletakkan pipet pada pemutar mikrohematokrit (*microhematocrit centrifuge*) dan diputar dengan kecepatan 3000 rpm selama 5 menit
- 4) Membaca Nilai hematokrit yang diperoleh pada alat baca khusus (*microhematocrit reader*)

3.5 Analisa Kualitas Air

3.5.1 Suhu

Prosedur pengukuran suhu menggunakan *thermometer Hg* berdasarkan SNI 06-6989.23-2005 adalah sebagai berikut:

- 1) memasukkan *Thermometer* ke perairan dengan membelakangi sinar matahari hingga batas skala baca.
- 2) Skala pada *Thermometer* ditunggu 2-5 menit hingga stabil.
- 3) Mengangkat *Thermometer* dari perairan dan dibaca skalanya.

3.5.2 Oksigen Terlarut (*Dissolved Oxygen*)

Prosedur pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter merk Lutron tipe PDO-520. Pengukuran oksigen terlarut adalah sebagai berikut:

- 1) Mengkalibrasi probe DO meter menggunakan aquades

- 2) Mengeringkan probe DO meter menggunakan tisu
- 3) Menekan tombol "ON"
- 4) Memasukkan probe DO meter kedalam perairan selama 1 sampai 2 menit hingga menunjukkan skala stabil
- 5) Mencatat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan DO meter

3.5.3 Derajat Keasaman (*pH*)

Prosedur pengukuran *pH* menggunakan *pH paper* adalah sebagai berikut:

- 1) Memasukkan *pH paper* kedalam perairan dan ditunggu selama 1-2 menit
- 2) Mengangkat *pH paper* dari perairan dan dikibaskan
- 3) Mencocokkan *pH paper* dengan indikator warna *pH*

3.5.4 Kadar Bahan Organik Total (TOM)

Prosedur pengukuran total bahan organik berdasarkan SNI 06-6989.22-2004 adalah sebagai berikut:

- 1) Mengambil 25 ml air sampel
- 2) Memasukkan ke dalam erlenmeyer
- 3) Menambahkan 4,75 ml KMnO_4 0,01 N dengan pipet volume
- 4) Menambahkan 5 ml H_2SO_4
- 5) Memanaskan dalam pemanas air (*water bath*) sampai suhu 75 °C kemudian mengangkatnya
- 6) Apabila suhu telah turun menjadi 65 °C langsung menambahkan Na-Oxalate 0,01 N perlahan sampai tidak berwarna (bening)
- 7) Mentritasi dengan KMnO_4 0,01 N sampai berbentuk warna merah jambu pertama kali, mencatat sebagai ml titran (*x ml*)
- 8) Dengan cara yang sama dilakukan pada sampel aquades untuk mendapatkan nilai (*y ml*)
- 9) Menghitung total bahan organik menggunakan rumus:

$$\text{Total Bahan Organik (mg/L)} = \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{n}$$

Keterangan:

- x = KMnO_4 yang digunakan (0,01 N) untuk mentitrasi sampel air waduk
y = KMnO_4 yang digunakan (0,01 N) untuk mentitrasi sampel air aquades
31,6 = Mr KMnO_4
1000 = Konversi L ke mL
n = Jumlah air sampel yang digunakan

3.6 Analisa Data

Hematologi dan mikronuklei ikan Nila dari Waduk Selorejo pada tiap stasiun dibandingkan sehingga dapat diketahui perbedaan antara jaring dengan pancing menggunakan Uji T statistika dengan selang kepercayaan 95%, kemudian diamati juga parameter kualitas air yang terdiri dari suhu, derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO) dan bahan organik total (TOM). Setelah diamati, sampel dan juga seluruh parameter diteliti kemudian dijadikan data untuk menjadi sebuah kesimpulan.

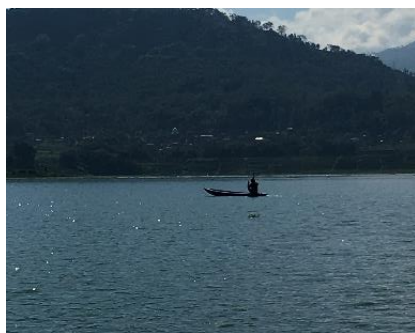
4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Bendungan Selorejo mulai dibangun pada tahun 1963 dan diresmikan pada 22 Desember 1970 oleh Presiden Soeharto. Waduk Selorejo merupakan bagian dari proyek serbaguna DAS Brantas. Bendungan yang dikelola Perusahaan Umum (Perum) Jasa Tirta I itu berfungsi mengairi sawah seluas 5.700 ha dan pembangkit listrik sebesar 49 juta kwh pertahun. Waduk Selorejo memiliki luas sekitar 650 ha dan terletak di ketinggian 600 mdpl. Pada tanggal 13 Februari 2014, peristiwa erupsi Gunung Kelud menghasilkan abu vulkanik yang jatuh ke dalam waduk sehingga mengakibatkan perubahan keseimbangan kualitas air dan juga penelitian terakhir di waduk selorejo oleh Pratiwi dan Sayekti tahun 2018, menunjukkan waduk selorejo berstatus eutrofik yaitu mengandung unsur hara yang tinggi. Limbah sungai yang masuk ke waduk berasal dari pertanian, industri dan aktivitas masyarakat tanpa dikelola terlebih dahulu sehingga langsung dibuang ke perairan umum mengakibatkan waduk menjadi tercemar. Penentuan lokasi pengambilan sampel berdasarkan masukan limbah dari sungai ke waduk terdiri dari tiga stasiun.

4.1.1 Stasiun 1

Stasiun 1 terletak dibagian hulu waduk yaitu masukan dari Sungai Konto, salah satu sungai yang terbesar dapat dilihat pada **Gambar 5**. Area ini dipengaruhi oleh aktivitas masyarakat yang membuang limbah domestik ke aliran sungai dan mengakibatkan waduk selorejo dipenuhi oleh sampah anorganik seperti botol plastik dan kaleng bekas minuman. Kedalaman area ini adalah 0,3 – 10 m. Ikan Nila yang didapatkan pada stasiun 1 menggunakan alat tangkap jaring *gill net*.



(A)



(B)

Gambar 5. (A) Lokasi pengambilan sampel ikan Nila menggunakan alat tangkap jaring *gill net*. (B) Limbah anorganik yang ditemukan (Dokumentasi pribadi, 2019)

4.1.2 Staisun 2

Stasiun 2 terletak dibagian tengah waduk yaitu daerah pertemuan antara inlet dan outlet waduk serta masukan dari aliran sungai kecil seperti Sungai Kwayangan dan Sungai Pinjal dapat dilihat pada **Gambar 6B**. Area ini dipengaruhi oleh pembuangan limbah industri dan lahan pertanian di sekitar waduk yang menggunakan pupuk NPK sehingga mengakibatkan pencemaran pada waduk yang akan mempengaruhi ekosistem biota yang ada di Waduk Selorejo khususnya ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). Pada stasiun ini juga banyak ditemukan enceng gondok dapat dilihat pada **Gambar 6A**. Kedalaman area ini adalah 0,3 – 5 m. Ikan Nila yang didapatkan pada stasiun 2 menggunakan alat tangkap jaring *gill net*.



(A)



(B)

Gambar 6. (A) Enceng gondok yang ditemukan. (B) Lokasi pengambilan sampel ikan Nila menggunakan alat tangkap jaring *gill net* (Dokumentasi pribadi, 2019)

4.1.3 Stasiun 3

Stasiun 3 terletak dibagian hilir waduk atau outlet waduk yaitu daerah keluarnya air dan juga berdekatan dengan pembangkit listrik tenaga air (PLTA) Selorejo dapat dilihat pada **Gambar 7**. Kedalaman area ini adalah 0,3 – 10 m. Ikan Nila yang didapatkan pada stasiun 3 menggunakan alat tangkap pancing ulur.



Gambar 7. Lokasi pengambilan sampel ikan Nila menggunakan alat tangkap pancing ulur (Dokumentasi pribadi, 2019)

4.2 Analisa Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang tertangkap dengan jaring dan pancing di Waduk Selorejo dapat dilihat pada **Gambar 8**. Morfologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) memiliki ciri antara lain kondisi badan ikan terlihat sehat, sisik mengkilat, warna tubuhnya dominan hitam, kulit tidak dijumpai gejala serabut sehingga ikan tersebut tidak terinfeksi jamur maupun bakteri. Berat ikan yang tertangkap dengan menggunakan pada alat tangkap pancing lebih besar dibandingkan dengan menggunakan alat tangkap jaring yaitu antara 78 - 227 gram dan mempunyai panjang tubuh antara 14,3 - 22,7. Ukuran mata pancing yang digunakan nelayan berukuran 1,27 cm untuk panjang kail dengan diameter kail sebesar 0,83 inchi/cm. Berdasarkan penelitian Djasmani dan Djumanto (2014), semakin besar ukuran mata pancing ikan maka akan menghasilkan ukuran berat individu ikan yang tertangkap lebih besar. Berat ikan menggunakan

repository.ub.ac.id

alat tangkap jaring berkisar 44 – 132 gram dan panjang tubuh antara 12,1 – 18,5 cm. Ukuran bukaan mata jaring yang digunakan nelayan berukuran 1,75 inchi. Menurut Rounsefelt dan Everhart (1960), menyatakan bahwa ukuran dan jenis ikan yang tertangkap oleh gill net bervariasi tergantung ukuran mata jaring yang digunakan. Hasil tangkapan jaring dengan mesh size 1,75 inchi didapat ukuran tubuh ikan terkecil dengan panjang total 12 - 16 cm.



Gambar 8. ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari WadukSelorejo (Dokumentasi pribadi, 2019)

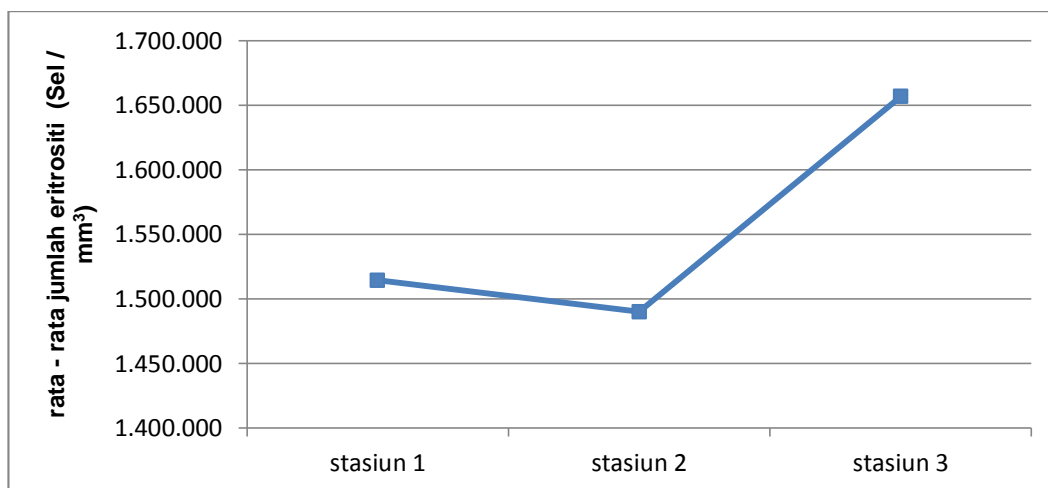
4.3 Kondisi Hematologi Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

4.3.1 Jumlah Sel Darah Merah (Eritrosit)

Berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan di Laboratorium Parasit dan Penyakit Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan pada tiap sampel yang diambil tiap minggu selama 4 kali pada tiga stasiun yang berbeda. Data hasil pengamatan eritrosit dapat dilihat pada **Lampiran 2**. Rata-rata jumlah sel darah merah (sel/mm^3) ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada ketiga stasiun didapatkan hasil tertinggi pada ikan dari stasiun 3 yaitu sebesar 1.656.658 sel/mm^3 kemudian jumlah rata-rata eritrosit terendah pada ikan dari stasiun 2 yaitu sebesar 1.489.967 sel/mm^3 dan jumlah eritrosit pada ikan dari stasiun 1 sebesar 1.514.350 sel/mm^3 .

Tinggi rendahnya jumlah eritrosit pada ketiga stasiun masih dalam kisaran normal. Jumlah eritrosit normal pada ikan Nila bekisar antara 20.000 – 3.000.000 sel/mm³ (Hartika *et al.*, 2014). Jumlah rata-rata eritrosit pada stasiun 2 dan 1 lebih rendah daripada stasiun 3 karena terdapat masukan dari sungai yang membawa limbah rumah tangga, industri dan dekat dengan pertanian serta ditandai dengan kadar bahan organik yang cukup tinggi sehingga mempengaruhi kondisi eritrosit pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) tetapi masih tergolong normal, sedangkan pada stasiun 3 cenderung tinggi karena dari hasil kualitas air yang diukur optimal dan baik untuk kesehatan ikan. Menurut Emu (2010), selain kondisi lingkungan perairan, faktor yang menyebabkan tinggi rendahnya jumlah eritrosit adalah ukuran, jenis kelamin, aktivitas fisik dan umur ikan.

Perairan tercemar ditandai dengan oksigen yang rendah yaitu 3 mg/L dan bahan organik yang sangat tinggi yaitu 53,49 mg/l sehingga mempengaruhi kondisi eritrosit ikan Nila di danau Limboto. Jumlah eritrosit yang didapatkan sebesar 3.650.000 sel/mm³ (Djibu *et al.*, 2018). Keadaan hipoksia (kurangnya kadar oksigen) menyebabkan oksigen tidak dapat ditranspor dengan baik ke jaringan. Jumlah eritrosit yang cenderung tinggi mendukung kebutuhan oksigen untuk mempertahankan hidupnya. Salah Faktor yang mempengaruhi jumlah eritrosit antara lain kandungan oksigen dalam perairan. Rendahnya jumlah eritrosit merupakan indikator terjadinya anemia (Fujaya, 2004). Eritrosit berbanding lurus dengan hematokrit, hemoglobin dalam pengikatan oksigen dan berbanding terbalik dengan leukosit dalam sisem kekebalan tubuh (Bangsa *et al.*, 2015). Data mengenai rata-rata jumlah sel darah merah (sel/mm³) ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 9**.



Gambar 9. Jumlah eritrosit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

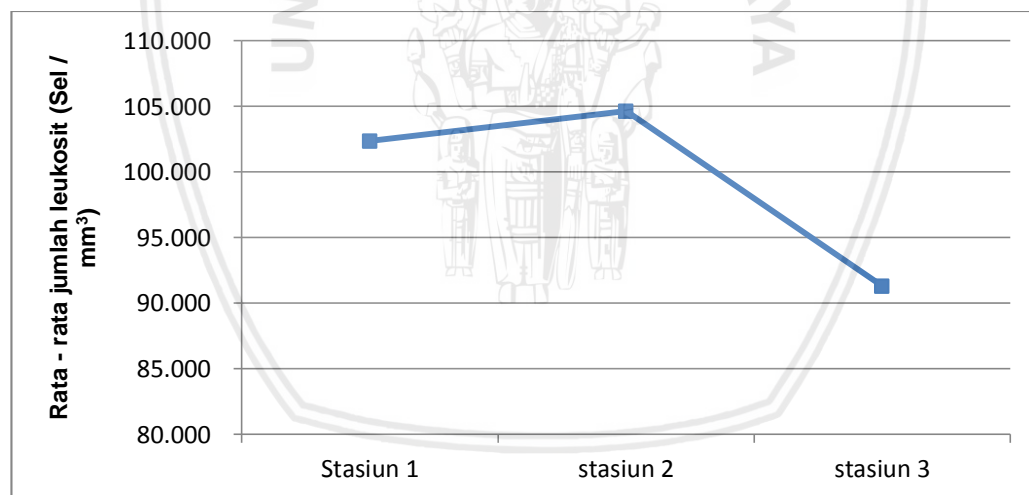
4.3.2 Jumlah Sel Darah Putih (Leukosit)

Rata-rata jumlah sel darah putih (sel/mm³) ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada ketiga stasiun didapatkan hasil tertinggi pada ikan dari stasiun stasiun 2 yaitu sebesar 104.648,3 sel/mm³ kemudian jumlah rata-rata leukosit terendah pada ikan dari stasiun 3 yaitu sebesar 91.305 sel/mm³ dan jumlah leukosit pada ikan dari stasiun 1 sebesar 102.358 sel/mm³. Data hasil pengamatan leukosit dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Tinggi rendahnya jumlah leukosit pada ketiga stasiun masih dalam kisaran normal. Jumlah leukosit normal pada ikan Nila bekisar antara 20.000-150.000 sel/mm³ (Sasongko, 2001). Jumlah rata-rata leukosit pada stasiun 2 lebih tinggi daripada stasiun 1 dan stasiun 3 karena terdapat masukan dari sungai yang membawa limbah rumah tangga, industri dan dekat dengan pertanian serta ditandai dengan kadar bahan organik yang cukup tinggi sehingga leukosit pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) cenderung tinggi. Sedangkan pada stasiun 3 hasil kualitas air yang didapat optimal untuk kesehatan ikan. Berdasarkan pernyataan Salasia (2001), Yang mempengaruhi jumlah leukosit adalah umur dan kondisi ikan. Jumlah leukosit yang masih dalam angka normal menunjukkan bahwa proses pembuatan sel darah (hematopoiesis) masih terjadi pada ikan Nila walaupun kondisi perairan tercemar oleh limbah. Sedangkan jika

jumlah leukosit tinggi diindikasikan bahwa ikan terkena penyakit atau dalam keadaan stress.

Berdasarkan penelitian Lubis *et al.* (2016), Nilai suhu sebesar 30°C dapat meningkatkan jumlah leukosit sebesar 181.000 sel/mm³. Leukosit akan meningkat jika ikan dalam kondisi stress contohnya stress panas. Peningkatan suhu air menyebabkan peningkatan respons kekebalan tubuh pada ikan. Salah satu yang berperan dalam respons kekebalan tubuh adalah leukosit. Leukosit merupakan unit sistem pertahanan tubuh paling aktif. Lebih lanjut disampaikan oleh Hidayat (2012), semakin tinggi suhu perairan menyebabkan jumlah eritrosit, hemoglobin dan hematokrit menurun, jumlah leukosit dan glukosa darah meningkat. Sedangkan rendahnya jumlah leukosit mengindikasikan ikan dalam kondisi sehat. Data mengenai rata-rata jumlah sel darah putih (sel/mm³) ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 10**.



Gambar 10. Jumlah leukosit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

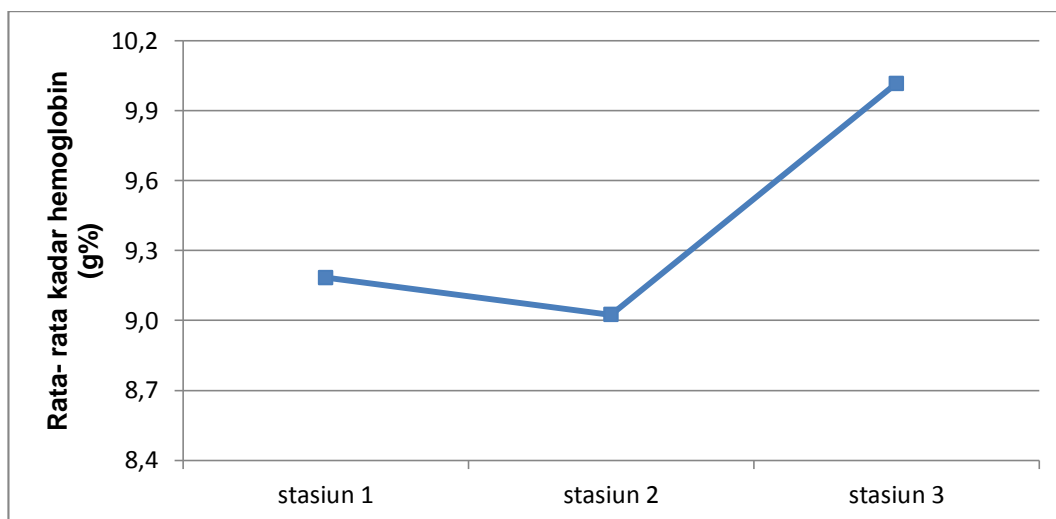
4.3.3 Kadar Hemoglobin

Rata-rata kadar hemoglobin ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada ketiga stasiun didapatkan hasil tertinggi pada ikan dari stasiun stasiun 3 yaitu sebesar 10 g% kemudian jumlah rata-rata hemoglobin terendah pada ikan dari stasiun 2

yaitu sebesar 9 g% dan jumlah hemoglobin pada ikan dari stasiun 1 sebesar 9,2 g%. Data hasil pengamatan kadar hemoglobin dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Tinggi rendahnya kadar hemoglobin pada ketiga stasiun masih dalam kisaran normal. kadar hemoglobin normal pada ikan Nila bekisar antara 9 – 11,1 g% (Wedemeyer dan Yasutake, 1977). Rendahnya rata-rata kadar Hb pada stasiun 1 dan 2 karena jumlah total eritrosit pada stasiun tersebut rendah. Hb sangat berkaitan erat dengan jumlah eritrosit dalam darah dan dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti adanya oksigen didalam perairan dan jumlah eritrosit. Jumlah eritrosit pada stasiun 1 dan 2 rendah sehingga kadar hemoglobin juga rendah karena untuk mengikat oksigennya juga berkurang karena bahan organik cenderung tinggi. Sedangkan pada stasiun 3 cenderung tinggi karena jumlah eritrosit pada stasiun 3 juga tinggi dan berkaitan dengan kualitas air pada stasiun 3 baik untuk kesehatan ikan. Berdasarkan penelitian Matofani *et al.* (2013), hemoglobin berkaitan erat dengan eritrosit, semakin sedikit kadar hemoglobin maka ikan tersebut diduga mengalami anemia.

Berdasarkan penelitian Safitri *et al.* (2013), suhu sebesar 30°C dapat meningkatkan kadar Hemoglobin yaitu 11,9 g%. Meningkatnya suhu maka jumlah eritrosit meningkat sehingga aktivitas pengikatan oksigen oleh hemoglobin juga meningkat karena untuk mengurangi keadaan stress. Lebih lanjut disampaikan oleh Minaka *et al.* (2012), menurunnya Nilai hemoglobin dalam darah berkaitan dengan rendahnya Nilai eritrosit yang diduga terjadi karena lisis pada darah ikan. Data mengenai kadar hemoglobin (g %) ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 11**.



Gambar 11. Kadar hemoglobin ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

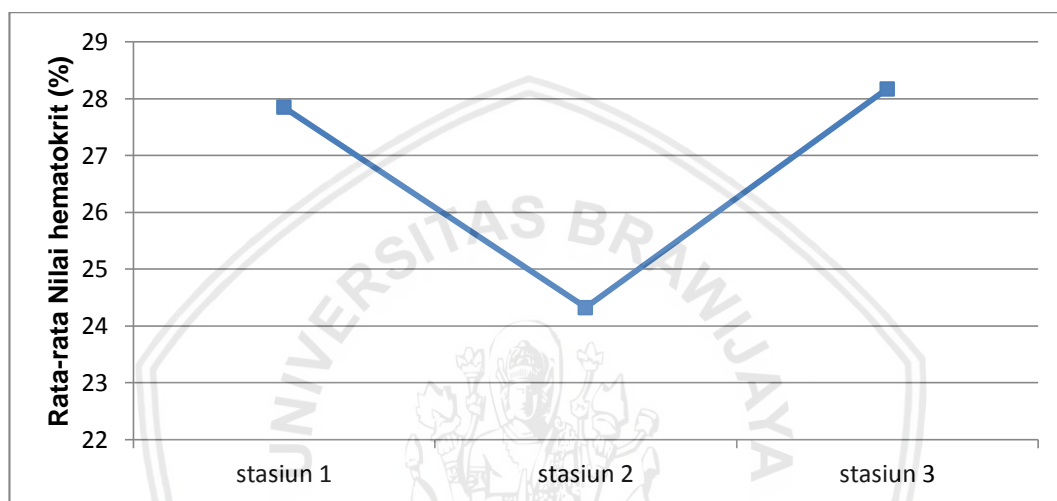
4.3.4 Nilai Hematokrit

Rata-rata Nilai hematokrit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada ketiga stasiun didapatkan hasil tertinggi pada ikan dari stasiun stasiun 3 yaitu sebesar 28,2 % kemudian jumlah rata-rata Nilai hematokrit terendah pada ikan dari stasiun 2 yaitu sebesar 24,3 % dan Nilai hematokrit pada ikan dari stasiun 1 sebesar 27,9 %. Data hasil pengamatan Nilai hematokrit dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Tinggi rendahnya Nilai hematokrit pada ketiga stasiun masih dalam kisaran normal. Hematokrit normal pada ikan Nila bekisar antara 22,00 - 35,8 % (Royan *et al.* 2014). Rendahnya rata-rata Nilai hematokrit pada stasiun 1 dan 2 karena adanya masukan dari aliran sungai yang didalamnya terdapat limbah rumah tangga, limbah industri dan dekat dengan pertanian serta ditandai dengan kadar bahan organik yang cukup tinggi dan mempengaruhi nilai hematokrit pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) tetapi masih dalam kisaran normal. Selain faktor lingkungan perairan, yang mempengaruhi nilai hematokrit ikan adalah kualitas dari darah setiap spesies.

Berdasarkan penelitian Nina (2012), oksigen terlarut pada perairan Kaligarang sebesar 4,91 mg/l memiliki Nilai hematokrit lebih dari 60% yang

menandakan ikan dalam keadaan stress. Menurut Tsuzuki *et al.* (2001) dalam Sari *et al.* (2014), Hematokrit merupakan perbandingan antara plasma darah dan eritrosit yang dinyatakan dalam persen. Nilai hematokrit kurang dari 22% menunjukkan terjadinya anemia. Variasi Nilai hematokrit tinggi karena sangat dipengaruhi temperatur air dan metode pengambilan sampel darah. Data mengenai Nilai hematokrit (%) ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 12**.



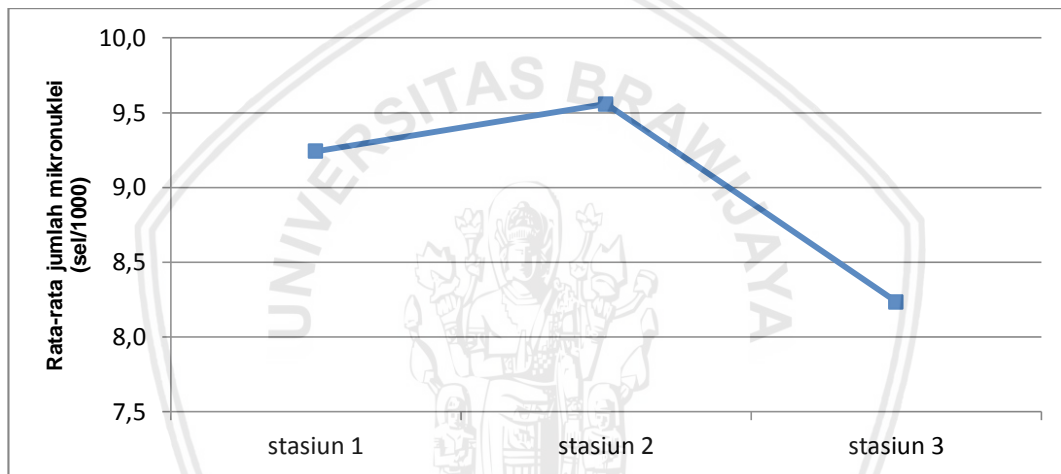
Gambar 12. Nilai hematokrit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

4.3.5. Jumlah Mikronuklei

Rata-rata jumlah mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada ketiga stasiun didapatkan hasil tertinggi pada ikan dari stasiun stasiun 2 yaitu sebesar 9,6 sel/1000 kemudian jumlah rata-rata mikronuklei ikan terendah pada ikan dari stasiun 3 yaitu sebesar 8,2 sel/1000 dan mikronuklei ikan pada ikan dari stasiun 1 sebesar 9,2 sel/1000. Data hasil pengamatan jumlah mikronuklei dapat dilihat pada **Lampiran 2**.

Kualitas air pada penelitian ini masih dikatgorikan normal singga mikronuklei yang dihasilkan tergolong rendah, hal tersebut mengindikasikan bahwasanya ikan dalam keadaan sehat. Berdasarkan penelitian Tyastuti *et al.* (2016), perairan yang tercemar limbah cair batik mempunyai Nilai pH sebesar

6,8, dan oksigen terlarut sebesar 4,8 mg/l sehingga jumlah mikronuklei ikan Nila tergolong tinggi yaitu sebesar 25 sel/1000. Nilai mikronuklei yang menunjukkan ikan dalam keadaan sehat adalah 10 sel/1000. Peningkatan jumlah mikronuklei dapat disebabkan oleh paparan limbah dan dengan adanya zat racun didalam tubuh organisme akan menimbulkan reaksi antara zat beracun dengan stuktur molekul tertentu. Kepekaan organisme terhadap zat toksik bervariasi tergantung dari pertahanan tubuh organisme tersebut. Data mengenai jumlah mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) pada tiga stasiun dapat dilihat pada **Gambar 13**.



Gambar 13. Jumlah mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*)

4.4 Analisa Kualitas Air

Parameter fisika yang diukur dalam penelitian ini meliputi suhu. Sedangkan parameter kimia yang diukur meliputi derajat keasaman (pH), oksigen terlarut (DO) dan kadar bahan organik total (TOM). Data hasil pengukuran kualitas air di Waduk Selorejo dapat dilihat pada **Tabel 2**.

Tabel 2. Hasil pengukuran kualitas air

No	Parameter	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3
1	Suhu	28	28,4	27,8
2	pH	7	7	8
3	DO (mg/L)	8,35	7,5	8,38
4	TOM (mg/L)	8,38	18,33	4,78

4.4.1 Suhu

Nilai suhu pada Waduk Selorejo berkisar antara 27,8 – 28,4 °C. Nilai suhu pada Waduk Selorejo masih tergolong suhu yang baik bagi perairan sebagai media hidup ikan Nila. Menurut Amri dan Khairuman (2005), ikan Nila mampu mentolerir suhu pada kisaran 14 – 35 °C. Sedangkan kisaran suhu sebesar 25 – 30 °C merupakan rentang suhu optimal untuk pertumbuhan dan perkembangbiakkan ikan Nila. Sesuai dengan pernyataan Mjoun dan Kurt (2010), bahwa suhu optimal bagi pertumbuhan ikan Nila 22-29 °C. Efek kenaikan suhu air pada 34 °C selama 2 jam dapat menyebabkan stres pada ikan.

Menurut Lesmana (2002), suhu lingkungan yang menurun akan terjadi degradasi eritrosit sehingga proses respirasi (pernafasan atau pengambilan oksigen) akan terganggu. Suhu yang meningkat menyebabkan ikan bergerak aktif, tidak berhenti makan, dan metabolisme meningkat sehingga kotoran menjadi lebih banyak yang menyebabkan kualitas air menjadi buruk.

4.4.2 Oksigen Terlarut (DO)

Nilai oksigen terlarut pada Waduk Selorejo berkisar antara 7,5 – 8,35 mg/L. Nilai oksigen terlarut pada Waduk Selorejo masih tergolong suhu yang baik bagi perairan sebagai media hidup ikan Nila. Kadar oksigen terlarut yang optimal bagi pertumbuhan ikan Nila adalah lebih dari 5 mg/L (Gusrina, 2008). Oksigen terlarut dalam kondisi yang kurang optimal untuk pertumbuhan dan perkembangan dapat mengakibatkan ikan stress (Sucipto dan Prihartono 2005 dalam apriliza, 2012).

Menurut Effendi (2003), peningkatan suhu akan mengakibatkan berkurangnya oksigen. Oksigen dimanfaatkan organisme untuk proses respirasi dan juga mempengaruhi berlangsungnya proses dekomposisi bahan organik. Meningkatnya suhu air juga akan menurunkan kemampuan air untuk mengikat oksigen, sehingga tingkat kejenuhan oksigen di dalam air juga akan menurun.

Lebih lanjut disampaikan oleh Kasim (2010), kadar oksigen (*dissolved oxygen*) < 5 mg/L menstimulasi pembentukan sel-sel darah merah yang menyebabkan peningkatan pada kadar hemoglobin, jumlah eritrosit dan Nilai hematokrit.

4.4.3 Derajat Keasaman (pH)

Nilai pH pada Waduk berkisar antara 7 – 8. Nilai pH pada Waduk Selorejo masih tergolong pH yang baik bagi perairan sebagai media hidup ikan Nila. Menurut Kordi (2010), Kisaran pH yang baik untuk pertumbuhan ikan Nila adalah 6,5 - 8,5. Lebih lanjut disampaikan oleh Lesmana (2004), hasil proses metabolisme ikan dapat mengakibatkan pH perairan menjadi asam. Perairan dengan pH yang asam akan menyebabkan daya racun dari amoniak dan nitrit meningkat karena masukan limbah dari sungai ke waduk.

Nilai pH ditentukan oleh konsentrasi CO₂ dari proses dekomposisi bahan organik diperairan. Jumlah CO₂ didalam perairan yang bertambah akan menekan aktivitas pernapasan ikan dan menghambat pengikatan oksigen oleh hemoglobin sehingga ikan menjadi stress (Sucipto dan Prihartono, 2005). Waduk dengan pH rendah akan menyebabkan konsentrasi amonia tinggi karena proses nitrifikasi berjalan lambat. Amonia yang tinggi akan menyebabkan penurunan jumlah sel darah, dan kadar oksigen dalam darah (Musa, 1992 *dalam* Yuningsih *et al.* 2014)

4.4.4 Kadar Bahan Organik Total (TOM)

Kadar bahan organik total pada Waduk Selorejo berkisar 8,43 – 18,33 mg/L. Kadar bahan organik total pada stasiun 1 dan stasiun 2 masih tergolong baik bagi perairan sebagai media hidup ikan Nila. Kadar bahan organik total tinggi pada stasiun 2 karena terdapat masukan sungai yang membawa limbah pertanian dan industri serta ditemukan enceng gondok yang menandakan bahan organik tinggi. Menurut Yuday dan Basmi (1991) *dalam* hartita (2006), Kandungan bahan organik total > 12,5 mg/L menunjukkan bahwa perairan

tersebut eutrofik. Tingginya kandungan unsur hara karena masukan bahan organik yang mengalami proses dekomposisi.

Nitrogen yang tersisa di dalam perairan dari limbah rumah tangga berbentuk nitrit ($N-NO_2$) dan nitrat ($N-NO_3$). Hasil dari kadar nitrit diperairan sangat tinggi, menunjukkan bahwa proses dari nitrifikasi sedang berlangsung. Jika kadar nitrat tinggi maka akan memicu terjadinya blooming alga, sedangkan jika kadar nitrit yang tinggi akan membahayakan ikan karena dapat menurunkan kemampuan darah untuk mengikat oksigen dalam darah (Amalia *et al.*, 2014)

4.5 Analisa Data Hematologi dan Mikronuklei

Data penelitian hematologi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari Waduk Selorejo dengan menggunakan alat tangkap jaring *gill net* dan pancing diuji menggunakan uji T statistika dengan selang kepercayaan 95% menggunakan minitab dapat dilihat pada **Lampiran 3**. Hasil yang didapat T hitung < T tabel dan p value > 0,05 yang artinya tidak ada perbedaan atau tidak adanya pengaruh alat tangkap *jaring gill net* dan pancing dengan jumlah eritrosit, leukosit, mikronuklei, Nilai hematokrit dan kadar hemoglobin ikan Nila.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Hematologi dan mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dari Waduk Selorejo masih dalam kisaran normal baik ikan Nila yang tertangkap dengan jaring maupun dengan pancing. Pengamatan parameter hematologi didapatkan hasil jumlah rata-rata eritrosit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) tertinggi pada stasiun 3 sebesar 1.656.658 sel/mm³. Jumlah rata-rata leukosit tertinggi pada stasiun 2 sebesar 104.648 sel/mm³. Jumlah rata-rata hemoglobin tertinggi pada stasiun 3 sebesar 10 g%. Jumlah rata-rata hematokrit tertinggi pada stasiun 3 sebesar 28,2 %.

Jumlah mikronuklei tertinggi pada stasiun 2 sebesar 9,6 sel/1000. Pengukuran parameter kualitas air cukup baik, sehingga ikan nila mampu beradaptasi dengan lingkungan maka mikronuklei yang didapat normal. Hasil Nilai suhu dari Waduk Selorejo 27,8 – 28,4 °C, Nilai oksigen terlarut 7,5 – 8,35 mg/L, Nila pH 7 – 8 dan kadar bahan organik total 8,43 – 18,33 mg/L.

5.2 Saran

Berdasarkan penelitian ini Hematologi dan Mikronuklei ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang hidup di Waduk Selorejo dengan status eutrofik masih dalam kisaran yang normal sehingga dihimbau kepada masyarakat dan pemerintah untuk memantau kondisi waduk agar ikan tetap sehat. Lingkungan perairan juga harus dijaga agar ikan mampu beradaptasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Amalia, F., K. Nirmala, E. Harris dan T. Widiyanto. 2014. Kemampuan lemna (*Lemna perpusilla* torr.) sebagai fitoremediator untuk menyerap limbah nitrogen dalam budidaya ikan lele (*Clarias gariepinus*) di sistem resirkulasi. *LIMNOTEK*. **21** (2) : 185-192.
- Amri, K. dan Khairuman. 2005. Budidaya ikan Nila secara intensif. pt. agromedia pustaka, Jakarta.
- Apriliza, K. 2012. Analisa genetic gain anakan ikan Nila kunti f5 hasil pembesaran i (D90-150). *journal of aquaculture management and technology*. **1**(1): 132-146.
- Astari, T. R., A. Pramana, M. Syaifudin. 2015. Efek Paparan Sinar-X Terhadap Frekuensi Mikronukleus Sel Limfosit Dan Pemanfaatannya Untuk Pengembangan Dosimeter Biologi. *Jurnal Biotropika*. **3**(2): 65-69.
- Bangsa, P. J., Sugit, Zuhrawati, R. Daud, N. Asmilia dan Azhar. 2015. Pengaruh peningkatan suhu terhadap jumlah eritrosit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. **9**(1): 9-11.
- BBTKL Yogyakarta. 2014. *Laporan Dampak Hujan Abu Vulkanik Gunung Kelud*. http://dinkes.jogjaprovo.go.id/berita/detil_berita/666-laporan-dampak-hujan-abu-vulkanik-gunung-kelud. Diakses pada Desember 2018.
- Berillis, P., E. Mente, E. Nikouli, P. Makridis, H. Grundvig, A. Bergheim and M. Gausen. 2016. Improving aeration for efficient oxygenation in sea bass sea cages. Blood, brain and gill histology. *Open Life Sciences*. **11**. 270-279.
- Djasmani, S. S dan Djumanto. 2014. komposisi ikan hasil tangkapan jaring insang pada berbagai shortening di waduk sermo. *Jurnal Perikanan*. **16**(1): 35-42.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Emu, S. 2010. Pemanfaatan garam pada pengangkutan sistem tertutup benih ikan patin (*Pangasius* sp) berkepadatan tinggi dalam media yang mengandung zeolit dan arang aktif. Tesis. Program Studi Ilmu Akuakultur. Sekolah Pascasarjana. IPB. Bogor.
- Faggio, C., F. Arfuso, G. Piccione, A. Zumbo and F. Fazio. 2014. Effects of three different anticoagulants and storage time on haematological parameters of *Mugil cephalus* (Linnaeus, 1758). *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*. **14**. 615-621.

- Fekri, L., R. Affandi dan T. Budiardi. 2015. Pengaruh *stunting* terhadap kondisi fisiologis benih ikan sidat, *Anguilla bicolor bicolor* McClelland, 1844. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. **15**(1) :65-75.
- Feliatra. 2018. *Probiotik : Suatu tinjauan keilmuan baru bagi pakan budidaya perikanan, edisi pertama*. Jakarta: Kencana.
- Fradiaz, S. 1992. *Polusi air dan udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fujaya, Y. 2002. fisiologi ikan. proyek peningkatan penelitian pendidikan tinggi direktorat jendral pendidikan tinggi departemen pendidikan nasional.
- , Y. 2004. *Fisiologi ikan: dasar pengembangan teknik perikanan*. Rineka Cipta, Jakarta.
- Graham, J.B. 1997. *Air-Breathing Fishes: Evolution, Diversity, and Adaptation*. Academic Press. Massachusetts.
- Gusrina. 2008. *Budidaya ikan jilid (3)*. direktorat pembinaan sekolah menengah kejuruan. direktorat jendral manajemen. manajemen pendidikan dasar dan menengah, departemen pendidikan nasional. Jakarta.
- Hariyadi, S., Suryadiputraa dan B. Widigdo. 1992. *Limnologi Metode Kualitas Air*. Fakultas Perikanan Institut Pertanian Bogor, Bogor
- Hartika, R., Mustahal, dan Putra. 2014. Gambaran darah ikan Nila (*oreochromis niloticus*) dengan penambahan dosis prebiotik yang berbeda dalam pakan. *jurnal perikanan dan kelautan*. **4**(4):259-267.
- Hartita. 2006. Studi kandungan bahan organik diperairan yang dipengaruhi oleh aktivitas jaring apung di waduk saguling, jawa barat. [skripsi]. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Hidayat, M. A. 2012. Pengaruh limbah cair tahu terhadap eritrosit, kadar hemoglobin dan Nilai hematocrit pada ikan Nila gift (*oerochromis niloticus*) trewas. skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sriwijaya. indralaya.
- Hrubec, T.C. & S.A. Smith. 2000. *Hematology of Fish*. Dalam Feldman, B.F., J.G. Zinkl, & N.C. Jain (Penyunting). *Schalm's Veterinary Hematology Fifth*.
- Hua-Tao Li, L. Feng, Wei-Dan Jiang, Y. Liu, J. Jiang, Shu-Hong Li and Xiao-Qiu Zhou. 2013. Oxidative stress parameters and anti-apoptotic response to hydroxyl radicals in fish erythrocytes: Protective effects of glutamine, alanine, citrulline and proline. *Aquatic Toxicology*. **126**. 169-179.
- Januarti, H.T. 2018. Pengaruh pemberian pupuk organik cair dalam sistem akuaponik terhadap hematologi ikan Nila (*oreochromis niloticus*) [skripsi]. malang (id): Universitas Brawijaya Malang.
- Kasim, H. M. 2010. Salinity tolerance of fresh water fishes. *indian j. Fhsh*. **30**(1):46-54.

- Khairuman dan K. Amri. 2013. *Budidaya Ikan Nila*. Jakarta: PT AgroMedia Pustaka.
- Kordi., M. Gufron. 2010. *Budidaya ikan Nila*. dahara prize. semarang.
- Lavabetha, R.R.R.R., Hidayaturrahmah, Andi R.R.R. Muhamat dan Heri B.S. 2015. Profil darah ikan timpakul (*Periophthalmodon schlosseri*) dari muara sungai Barito Kalimantan Selatan. *BIOSCIENTIAE*. **12**(1): 78 – 89.
- Lesmana, D. S. 2002. *Kualitas air untuk ikan hias air tawar*. Penebar swadaya. Jakarta.
- _____, D. S. 2004. *Kualitas air untuk ikan hias air tawar*. pt. Penebar Swadaya. Jakarta
- Lestari, S., F. F. Rahmawati dan R. Jumadi. 2018. Pengaruh penambahan serbuk daun tanaman kayu manis (*cinnamomum burmannii*) pada pakan terhadap profil darah (kadar hematokrit, kadar hemoglobin, total leukosit dan total eritrosit) ikan Nila (*oreochromis niloticus*) yang diinfeksi *streptococcus agalactiae*. *jurnal perikanan pantura (jpp)*. **1**(1): 24-31.
- Lubis, N.G., Sugito, Zuhrawati, Zuraidawati, N. Asmilia, Hamny dan Ummu Balqis. 2016. Efek peningkatan suhu terhadap jumlah leukosit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*. **10**(1): 31-33.
- Matofani. A. S, S. Hastuti dan F. Basuki. 2013. Profil darah ikan Nila kunti (*oreochromis niloticus*) yang diinjeksi *streptococcus agalitis* dengan kepadatan berbeda. *journal of aquaculture management and technology*. **2**(2): 64-72.
- Maulana, M. H., L. Maslukah dan S. Y. Wulandari. 2014. Studi kandungan fosfat bioavailabel dan karbon organik total pada sedimen dasar di muara sungai Manyar Kabupaten Gresik. *Buletin Oseanografi Marina Januari*. **3**(1): 32-36.
- Minaka. A, Sarjito dan S. Hastuti. 2012. Identifikasi agensia penyebab dan profil darah ikan gurami (*osphronemus gouramy*) yang terserang penyakit bakteri. *journal of aquaculture management and technology*. **1**(1): 249-263.
- Mjoun, K and A.R. Kurt. 2010. Tilapia: Profile and economic importance. *south dakota cooperative extension service*. 1:1-4.
- Mujalifah., H. Santoso dan S. Laili. 2018. Kajian morfologi ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) dalam habitat air tawar dan air payau. *E-Jurnal Ilmiah BIOSAIN TROPIS*. **3**(3): 10-17.
- Najamuddin. 2011. *Buku Ajar Rancang Bangun Alat Penangkap Ikan*. Universitas Hasanuddin, Makasar. 139 hal.
- nina, Y.H. 2012. Nilai hematokrit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang dipelihara diberbagai ketinggian tempat.Skripsi. Jurusan Pendidikan

Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Yogyakarta.

- Nirmala, K., Y.P. Hastuti, dan V. Yuniar. 2012. Toksisitas merkuri (hg) dan tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah dan kerusakan organ pada ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. **11**(1):38-48.
- Noercholis A., Aziz M, Muslim dan Maftuch. 2013. Ekstraksi fitur roundness untuk menghi-tung jumlah *leukosit* dalam citra sel darah ikan. *Jurnal Universitas Brawijaya*. **7**(1): 35-40.
- Nurchahyo, W. 2018. *Parasit pada ikan*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.
- Pratiwi, E.K dan R. W. Sayekti. 2018. Studi penentuan status trofik dan daya tampung beban pencemaran air waduk Selorejo. *Jurnal Mahasiswa Jurusan Teknik Pengairan*. **2**(1): 1-7.
- Prayogo, N. A., A. Hidayati, A. S. Siregar dan Yunasfi. 2016. Uji toksisitas letal dan subletal logam berat merkuri (Hg) terhadap ikan nilam (*Osteochilus hasselti*). *OmniAkuatika*. **12**(1): 86–94.
- Primeswari, R., Nofrizal dan T. E. Y. Sari. 2015. Study of Maximum Swimming Speed Tilapia (*Oreochromis Niloticus*) for Fisheries Management. *Jurnal Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Riau*. **2**(2): 1-13.
- Purnami, S. W., Y. U. Anggraito, M. Syaifudin dan Y. Lusiyanti. 2018. Deteksi pembentukan mikronuklei sel darah limfosit akibat paparan radiasi dosis bertingkat pada responden dengan jenis kelamin dan usia berbeda. *Life science*. **7**(2): 46-55.
- Puspito, G. 2009. *Pancing*. Institut Pertanian Bogor Departemen Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Bogor. 78 hal.
- Putra, A. N. 2015. Gambaran darah Ikan Patin (*Pangasius Sp.*) dengan penambahan probiotik pada pakan. *Jurnal Ilmu Pertanian dan Perikanan*. **4**(1): 63-69.
- Ramadhani., T. Dian dan Restadiamawati. 2013. Pengaruh paparan aerosol cat semprot terhadap frekuensi pembentukan mikronukleus mukosa mulut pada pengguna cat semprot. 2013. PhD Thesis. Faculty of Medicine University Dipinegoro.
- Riduwan. (2004). *Metode Riset*. Jakarta : Rineka Cipta.
- Rounsefelt, G.A. and W.H. Everhart (1960). *Fishery Science Its Methods and Application*. John Willey and Sons, Inc. New York. London.



- Royan, F., S. Rezeki dan A. H. C. Haditomo. 2014. Pengaruh salinitas yang berbeda terhadap profil darah ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *J. Aquac. Manage. Tech.* 3(2): 109-117.
- Rukmana. 1997. *Ikan Nila, Budidaya dan aspek agribisnis*. Yogyakarta: Kanisius.
- Rustikawati, I. 2012. Efektivitas Ekstrak Sargassum sp. terhadap Diferensiasi Leukosit Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang Diinfeksi *Streptococcus iniae*. *Jurnal Akuatika*. 3(2) :125-134.
- Safitri, D., Sugito dan S. Suryaningsih. 2013. Kadar hemoglobin ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi cekaman panas. *Jurnal Medika Veterinaria*. 7(1): 39-41.
- Safratilofa. 2015. Potensi Ekstrak Daun Kayu Manis *Cinnamomum Burmanni* untuk Meningkatkan Respons Imun Ikan Patin *Pangasianodon hypophthalmus* yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. [Thesis]. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 46 Hlm.
- Sahetapy, J. M. F. 2012. Dampak toksisitas sub kronis logam berat timbal (Pb) terhadap respons hematologi dan pertumbuhan Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 8(1): 1-69.
- Said, A. 2010. *Budidaya mujair dan Nila*. Jakarta: Azka Press.
- Salasia, S.I.O., D. Sulanjari, A. Ratnawati. 2001. Studi hematologi ikan air tawar. *Biologi*. 2(12): 710-723.
- Samsundari, S. dan G. A. Wirawan. 2013. Analisis Penerapan Biofilter dalam Sistem Resirkulasi terhadap Mutu Kualitas Air Budidaya Ikan Sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Gamma*. 8(2): 86-97.
- Sanjaya, W., I. K. Rahyuda dan I. M. Wardana. 2016. Pengaruh kualitas produk dan reputasi merek terhadap kepuasan dan loyalitas pelanggan mie instan merek indomie di Kota Denpasar. *E-Jurnal Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana*. 5(4) : 877-904.
- Sari, T. A., W. Atmodjo dan R. Zuraida. 2014. Studi bahan organik total (BOT) sedimen dasar laut di perairan Nabire, Teluk Cendrawasih, Papua. *Jurnal Oseanografi*. 3(1): 81-86.
- Sasongko, A. 2001. Biomassa bakteri nitrifikasi pada berbagai bahan filter dalam sistem resirkulasi aliran tertutup dan pengaruhnya terhadap kondisi ikan : gambaran darah. *tesis*. program pasca sarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Savari, A., A. Hedayati, A. Safahieh and A. Movahedinia. 2011. Characterization of blood cells and haematological parameters of Yellow Fin Sea Bream (*Acanthopagrus latus*) in some creeks of Persian gulf. *World Journal of Zoology* 6(1): 26-32.

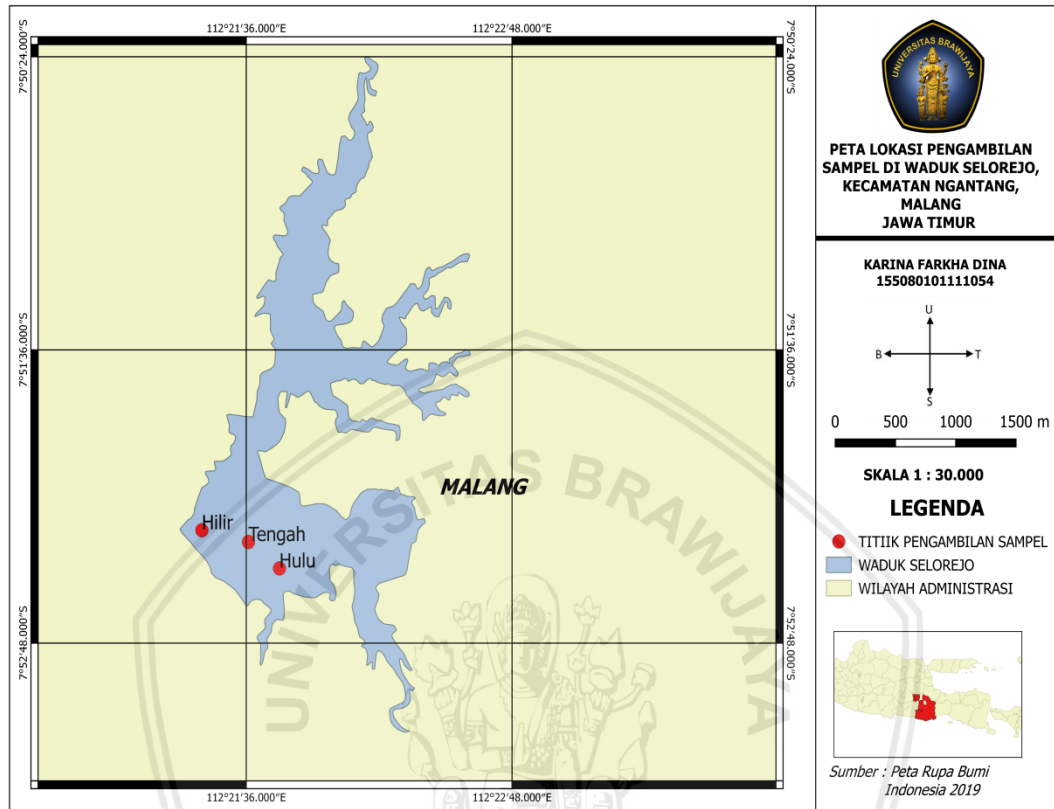
- Sayed, A. El-Din H., S. Oda and H. Mitani. 2014. Nuclear and cytoplasmic changes in erythrocytes of p53-deficient medaka fish (*Oryzias latipes*) after exposure to gamma-radiation. *Mutation Research*. **771**: 64-70.
- Sayekti, R.W., E. Yuliani, M. Bisri, P. T. Juwono, L. Prasetyorini, F. Sonia dan A. P. Putri. 2015. Studi evaluasi kualitas dan status trofik air waduk selorejo akibat erupsi gunung kelud untuk budidaya perikanan. *Jurnal Pengairan*. **6**(1): 133-145.
- Sieroslawka, A. and A. Rymuszka. 2013. Assessment of the potential genotoxic and proapoptotic impact of selected cyanotoxins on fish leukocytes. *Experimental immunology*. **38**(2): 190-195.
- Siswanto, B. 2015. Pengaruh kualitas pelayanan dan reputasi merek Terhadap kepuasan pelanggan Serta dampaknya pada loyalitas pelanggan di CV. La Rossa Semarang. *Journal of Management*. **1**(1): 1-13.
- SNI 06-6989.22-2004. 2004. *Cara uji Nilai permanganat secara titrimetri*. Badan Standarisasi Nasional. Banten.
- 06-6989.23-2005. 2005. *Cara uji suhu dengan thermometer*. Badan Standarisasi Nasional. Depok
- Sucipto, A dan Prihartono. 2005. *Pembesaran Nila merah bangkok*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Suyanto. 2010. *Pembenihan dan pembesaran Nila*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- , S.R dan E.P. Takarina. 2009. *Panduan budidaya udang windu*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Tanbiyaskur. 2011. Efektivitas Pemberian Probiotik, Prebiotik dan Sinbiotik Melalui Pakan Untuk Pengendalian Infeksi *Streptococcus agalactiae* pada ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). [Tesis]. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Tyastuti, E. M., Okid .P.A dan Sunarto. 2016. Ekogenotoksisitas limbah cair batik dan efek antimutagenik lemna minor terhadap eritrosit ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Bioeksperimen*. **2**(2): 119-129.
- Wahyu., E. Supriyono, K. Nirmala dan E. Harris. 2015. Pengaruh kepadatan ikan selama pengangkutan terhadap gambaran darah, pH darah, dan kelangsungan hidup benih ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1793). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. **15**(2): 165-177.
- Wedemeyer, G. A and W.T. Yasutke. 1977. Clinical methods for the assessment on the effect of environmental stress on fish health. *technical paper of the us department of the interior fish and the wildlife service*. **89** : 1-17.
- Wignjosobroto, S. 2000. *Ergonomi studi gerak dan waktu: teknik analisis untuk peningkatan produktivitas kerja*. Edisi pertama. Surabaya: Guna Widya.

- Yanto, H., H. Hasan dan Sunarto. 2015. Studi hematologi untuk diagnose penyakit ikan secara dini di sentra produksi budidaya ikan air tawar sungai Kapuas kota Pontianak. *Jurnal Akuatika*. **6**(1): 11-20.
- Yudiarso, R.A., E. Suhartanto dan W. Soetopo. 2014. Upaya konservasi waduk selorejo berdasarkan perkembangan peta penggunaan lahan dalam kurun waktu tahun 2000–2011. *jurnal teknik pengairan*. **5**(1): 1–8.
- Yuningsih, D.W., P. Soedarsono dan S. Anggoro. 2014. Hubungan bahan organik dengan produktivitas perairan padakawasan tutupan eceng gondok, perairan terbuka dan keramba jaring apung di Rawa Pening Kabupaten Semarang Jawa Tengah. *Diponegoro Journal of Maquares*. **3**(1):37-43.



LAMPIRAN

Lampiran 1. Peta Lokasi Pengambilan Sampel Ikan dan Pengukuran Kualitas Air



Lampiran 2. Data Hasil Pengamatan Hematologi

1. Jumlah eritrosit (sel/mm³)

Ikan	Stasiun		
	1	2	3
1	1.679.000	1.773.750	1.395.750
2	1.943.000	1.452.500	1.998.000
3	899.750	1.180.500	1.504.000
4	1.657.750	1.269.250	1.781.250
5	1.921.000	1.379.000	1.619.250
6	1.849.333	1.402.667	1.823.333
7	1.969.667	1.433.000	1.916.000
8	862.667	1.265.667	1.463.667
9	1.396.333	1.753.333	1.542.333
10	965.000	1.990.000	1.523.000
Jumlah	15.143.500	14.899.667	16.566.583
Rata-rata	1.514.350	1.489.967	1.656.658
St. Deviasi	428.304	248.859	196.896

2. Jumlah leukosit (sel/mm³)

Ikan	Stasiun		
	1	2	3
1	96.150	98.450	94.600
2	92.725	93.050	75.725
3	122.875	136.600	91.300
4	107.475	94.425	93.350
5	109.650	90.325	93.725
6	107.600	89.500	83.150
7	106.500	75.333	79.967
8	106.167	135.833	109.267
9	93.200	110.167	93.733
10	81.233	122.800	98.233
Jumlah	1.023.575	1.046.483	913.050
Rata-rata	102.358	104.648	91.305
St. Deviasi	11.050	19.811	9.139

3. Kadar hemoglobin (g%)

Ikan	Stasiun		
	1	2	3
1	9,5	9,3	9,3
2	9,3	9,8	10,5
3	7,8	7,0	9,8
4	8,5	9,5	11,5
5	8,5	9,8	9,5
6	9,0	10,0	10,0
7	9,0	11,0	10,3
8	9,0	7,0	10,3
9	10,3	8,7	9,7
10	11,0	8,3	9,3
Jumlah	91,8	90,3	100,2
Rata-rata	9,2	9,0	10,0
St. Deviasi	0,88	1,22	0,65

Lanjutan lampiran 2

4. Nilai hematokrit (%)

Ikan	Stasiun		
	1	2	3
1	23,8	22,8	27,5
2	27,8	25,8	31,5
3	27,0	22,3	25,8
4	25,3	24,3	30,5
5	29,8	28,3	26,5
6	29,3	23,0	27,0
7	34,3	22,7	34,0
8	24,3	24,7	26,0
9	29,3	23,0	23,7
10	27,7	26,7	29,3
Jumlah	278,5	243,3	281,8
Rata-rata	27,9	24,3	28,2
St. Deviasi	2,95	1,90	2,95

5. Jumlah mikronuklei (sel/1000)

Ikan	Stasiun		
	1	2	3
1	9,8	8,5	6,8
2	8,8	8,0	6,5
3	10,3	12,3	9,0
4	9,0	8,0	8,8
5	10,0	7,5	8,0
6	7,7	10,7	6,7
7	10,7	9,3	7,7
8	10,3	10,0	8,7
9	10,0	9,3	10,3
10	6,0	12,0	10,0
Jumlah	92,4	95,6	82,3
Rata-rata	9,2	9,6	8,2
St. Deviasi	1,38	1,58	1,29

Lampiran 3. Data Hasil Uji T Statistika (95%)

❖ Eritrosit

Two-Sample T-Test and CI: Jaring; Pancing

	N	Mean	StDev	SE Mean
Jaring	40	1316063	711343	112473
Pancing	40	1449950	858256	135702

Difference = μ (Jaring) - μ (Pancing)

Estimate for difference: -133888

95% CI for difference: (-485003; 217228)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = -0,76 P-Value = 0,450 DF = 75 T-tabel = 1,66543

T- hitung < T- tabel = Tidak ada pengaruh antara jumlah eritrosit dengan jaring dan pancing

❖ Leukosit

Two-Sample T-Test and CI: Jaring; Pancing

	N	Mean	StDev	SE Mean
Jaring	40	90649	41885	6623
Pancing	40	79696	40846	6458

Difference = μ (Jaring) - μ (Pancing)

Estimate for difference: 10953

95% CI for difference: (-7467; 29372)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 1,18 P-Value = 0,240 DF = 77 T-tabel= 1,66488

T- hitung < T- tabel = Tidak ada pengaruh antara jumlah leukosit dengan jaring dan pancing

Lanjutan Lampiran 8

❖ Hemoglobin

Two-Sample T-Test and CI: Jaring; Pancing

	N	Mean	StDev	SE Mean
Jaring	40	7,91	3,51	0,55
Pancing	40	8,47	3,78	0,60

Difference = μ (Jaring) - μ (Pancing)

Estimate for difference: -0,563

95% CI for difference: (-2,186; 1,061)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = -0,69 P-Value = 0,492 DF = 77 T-Tabel= 1,66488

T- hitung < T- tabel = Tidak ada pengaruh antara kadar hemoglobin dengan jaring dan pancing

❖ Hematokrit

Two-Sample T-Test and CI: Jaring; Pancing

	N	Mean	StDev	SE Mean
jaring	40	22,77	9,76	1,5
pancing	40	24,7	11,5	1,8

Difference = μ (jaring) - μ (pancing)

Estimate for difference: -1,90

95% CI for difference: (-6,65; 2,85)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = -0,80 P-Value = 0,428 DF = 76 T-Tabel= 1,66515

T- hitung < T- tabel = Tidak ada pengaruh antara Nilai hematokrit dengan jaring dan pancing

Lanjutan Lampiran 8❖ **Mikronuklei****Two-Sample T-Test and CI: Jaring; Pancing**

	N	Mean	StDev	SE Mean
jaring	40	7,90	4,02	0,64
Pancing	40	7,35	4,58	0,72

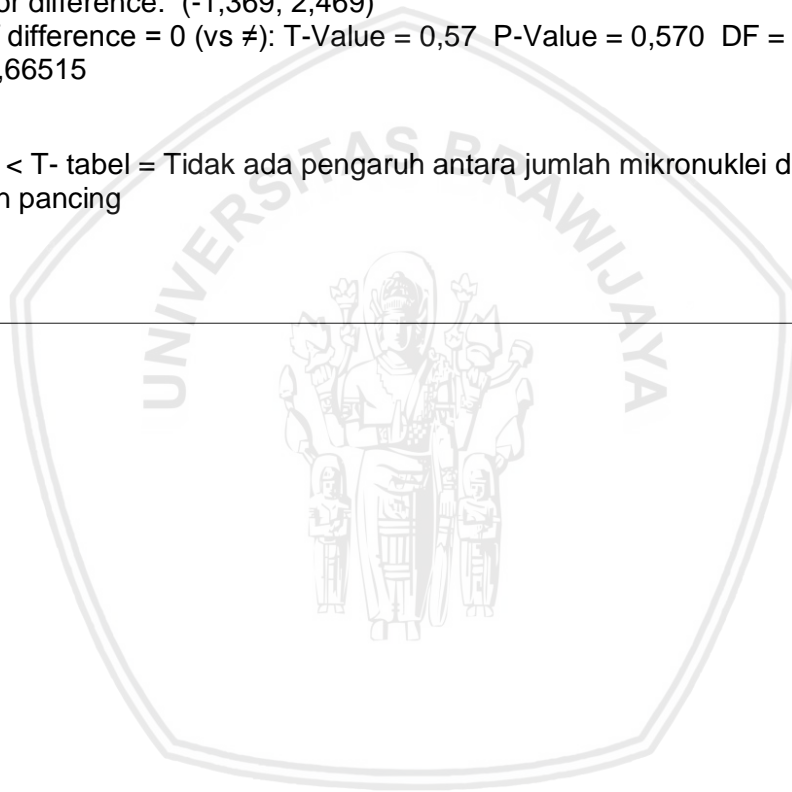
Difference = μ (jaring) - μ (Pancing)

Estimate for difference: 0,550

95% CI for difference: (-1,369; 2,469)

T-Test of difference = 0 (vs \neq): T-Value = 0,57 P-Value = 0,570 DF = 76 T-
Tabel= 1,66515

T- hitung < T- tabel = Tidak ada pengaruh antara jumlah mikronuklei dengan jaring dan pancing



Lampiran 4. Data Perhitungan**1. Jumlah eritrosit**

$$\begin{aligned}\text{Jumlah eritrosit (sel/mm}^3\text{)} &= \frac{n \times 200}{0,02} \\ &= \frac{121 \times 200}{0,02} \\ &= 1.210.000 \text{ sel / mm}^3\end{aligned}$$

2. Jumlah leukosit

$$\begin{aligned}\text{Jumlah leukosit (sel/mm}^3\text{)} &= \frac{n \times 20}{0,4} \\ &= \frac{1.820 \times 20}{0,4} \\ &= 91.000 \text{ sel / mm}^3\end{aligned}$$

3. Kadar bahan organik total

$$\begin{aligned}\text{Total Bahan Organik (mg/L)} &= \frac{(x-y) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{n} \\ &= \frac{(2-0,7) \times 31,6 \times 0,01 \times 1000}{25 \text{ ml}} \\ &= 16,43 \text{ mg/L}\end{aligned}$$

Lampiran 5. Dokumentasi Penelitian



Sampel darah Ikan Nila



Pengambilan Antikoagulan



Pengambilan darah Ikan Nila



Pengamatan apusan darah



Pengukuran kadar hemoglobin



Pengukuran Nilai hematokrit