

**RESPON HEMATOLOGIS IKAN BANDENG, *CHANOS CHANOS*  
(FORSKALL, 1755) YANG DIPAPAR TIMBAL (Pb) PADA  
KONSENTRASI SUBKRONIK**

**SKRIPSI**

Diajukan Oleh:

**ALFINATUL RAHMI  
NIM. 150703018**

**Mahasiswa Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry  
Program Studi Biologi**



**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY  
BANDA ACEH  
2020 M/1441 H**

**PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI**

**RESPON HEMATOLOGIS IKAN BANDENG, *CHANOS CHANOS*  
(FORSKALL, 1755) YANG DIPAPAR TIMBAL (Pb) PADA  
KONSENTRASI SUBKRONIK**

Diajukan Kepada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry  
Sebagai Beban Studi Untuk Memperoleh Gelar Sarjana  
Dalam Ilmu Biologi

Oleh:


**ALFINATUL RAHMI**  
**NIM. 150703018**  
**Mahasiswa Program Studi Biologi**  
**Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry**

Disetujui Oleh:

Pembimbing I,

Pembimbing II,

  
**Muhibuddin Hanafiah, M.Ag**  
**NIDN. 2008067001**

  
**Ilham Zulfahmi, M.Si**  
**NIDN. 1316078801**

**RESPON HEMATOLOGIS IKAN BANDENG, *CHANOS CHANOS*  
(FORSKALL, 1755) YANG DIPAPAR TIMBAL (Pb) PADA  
KONSENTRASI SUBKRONIK**

**SKRIPSI**

Telah Diuji Oleh Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi  
Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry dan Dinyatakan Lulus  
Serta Diterima Sebagai Salah Satu Beban Studi Program Sarjana (S-1)  
Dalam Ilmu Biologi

Pada Hari/Tanggal: Kamis 16 Januari 2020  
21 Jumadil Awal 1441 H

Panitia Ujian Munaqasyah Skripsi

Ketua,



Muhibuddin Hanafiah, M.Ag  
NIDN. 2008067001

Sekretaris,



Feiza Huslina, M.Sc  
NIDN. 2012048701

Penguji I,



Iham Zulfahmi, M.Si  
NIDN. 1316078801

Penguji II,



Ayu Nirmala Sari, M.Si  
NIDN. 2027028901

**Mengetahui**  
**Dekan Fakultas Sains Dan Teknologi**  
**Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh,**



Dr. Azhar Amsal, M.Pd  
NIDN. 2001066802

## LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH/SKRIPSI

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Alfinatul Rahmi  
NIM : 150703018  
Program Studi : Biologi  
Fakultas : Sains dan Teknologi  
Judul Skripsi : Respon Hematologis Ikan Bandeng, *Chanos Chanos*  
(Forskall, 1755) yang Dipapar Timbal (Pb) pada  
Konsentrasi Subkronik

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam penulisan skripsi ini, saya:

1. Tidak menggunakan ide orang lain tanpa mampu mengembangkan dan mempertanggung jawabkan.
2. Tidak melakukan plagiasi terhadap naskah karya orang lain.
3. Tidak menggunakan karya orang lain tanpa menyebutkan sumber asli atau tanpa izin pemilik karya.
4. Tidak memanipulasi dan memalsukan data.
5. Mengerjakan sendiri karya ini dan mampu bertanggung jawab atas karya ini.

Bila di kemudian hari ada tuntutan dari pihak lain atas karya saya, dan telah melalui pembuktian yang dapat mempertanggungjawabkan dan ternyata memang ditemukan bukti bahwa saya telah melanggar pernyataan ini, maka saya siap dikenai sanksi berdasarkan aturan yang berlaku di Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sesungguhnya dan tanpa paksaan dari pihak manapun.

Banda Aceh, 2 Januari 2020  
Yang Menyatakan

  
(Alfinatul Rahmi)

## ABSTRAK

Nama : Alfinatul Rahmi

NIM : 150703018

Program Studi : Biologi

Judul : Respon Hematologis Ikan Bandeng, *Chanos Chanos* (Forskall, 1755) yang Dipapar Timbal (Pb) pada Konsentrasi Subkronik

Kata Kunci : Respon hematologis, subkronik, timbal, bandeng, malformasi eritrosit malformasi eritrosit, hemoglobin, leukosit, hematokrit, dan eritrosit.

Timbal (Pb) merupakan salah polutan yang bersifat toksik dan berbahaya bagi biota perairan. Walaupun demikian, kajian terkait toksisitas timbal terhadap kondisi hematologis dan performa pertumbuhan ikan masih jarang diungkap. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak paparan timbal terhadap kondisi hematologis dan performa pertumbuhan ikan bandeng (*Chanos chanos*). Sebanyak 130 ekor ikan bandeng betina dibagi ke dalam empat perlakuan yaitu perlakuan kontrol: 0 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, perlakuan A: 42.64 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, perlakuan B: 63.97 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> dan perlakuan C: 85.29 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Pemaparan timbal dilakukan selama 40 hari. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa paparan timbal nitrat telah menyebabkan terjadinya penurunan jumlah eritrosit, hemoglobin, hematokrit dan MCHC, disertai dengan adanya peningkatan MCV dan MCH. Jumlah leukosit meningkat secara signifikan pada perlakuan A dan kembali menurun pada perlakuan B dan C. Sejumlah malformasi eritrosit yang terdeteksi pada ikan bandeng terpapar timbal meliputi *swollen cell*, *deformed cell*, *double cell*, *binucleus*, *lacerated membrane*, *hemolyzed cell*, dan *vacuolated cell*. Paparan timbal nitrat dengan konsentrasi 85.29 mg/L mengakibatkan penurunan parameter pertumbuhan bobot, pertumbuhan panjang, laju pertumbuhan spesifik (SGR), efisiensi pakan (FE) dan rasio konversi pakan ikan bandeng. Rendahnya pertumbuhan memiliki korelasi dengan adanya gangguan pada kondisi hematologis ikan.

## ABSTRACT

Nama : Alfinatul Rahmi

NIM : 150703018

Program Studi : Biologi

Judul : Haematological Response of Milkfish, *Chanos chanos* (Forskall, 1755) Exposed to Lead (Pb) at Subchronic Concentrations

Keyword : Haematological response, subchronic, lead, milkfish, erythrocyte malformations, hemoglobin, leukocytes, hematocrit, dan erythrocyte.

Lead (Pb) is a pollutant that is toxic and dangerous for aquatic biota. Nevertheless, studies related to lead toxicity to growth performance and hematological conditions of fish are rarely revealed. This study aims to analyze the impact of lead exposure on growth performance and hematological conditions of milkfish (*Chanos chanos*). A total of 130 female milk fish were divided into four treatments, namely control treatment: 0 mg / L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Treatment A: 42.64 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>, Treatment B: 63.97 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> and Treatment C: 85.29 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>. Lead exposure is carried out for 40 days. Exposure to lead nitrate has caused a decrease in the number of erythrocytes, hemoglobin, hematocrit and MCHC, accompanied by an increase in MCV and MCH. The number of leukocytes increased significantly in treatment A and then decreased in treatments B and C. A number of erythrocyte malformations detected in milkfish exposed to lead include swollen cells, deformed cells, double cells, binucleus, lacerated membranes, hemolyzed cells, and vacuolated cells. The results of the study revealed that lead nitrate exposure with a concentration of 85.29 mg/L resulted in a decrease in weight growth parameters, growth length, specific growth rate (SGR), feed efficiency (FE) and milk fish feed conversion ratio. The low growth has a correlation with the disturbance in the hematological condition of the fish.

## KATA PENGANTAR

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

Bismilahirrahmanirahim,

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadiran Allah SWT yang dengan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan proposal skripsi yang berjudul “**Respon Hematologis Ikan Bandeng, *Chanos chanos* (Forskall, 1755) yang Dipapar Timbal (Pb) pada Konsentrasi Subkronik**”. Shalawat beriring salam penulis hantarkan kepada junjungan Nabi besar Muhammad SAW beserta sahabat dan keluarga beliau.

Penghargaan dan terimakasih yang setulus-tulusnya kepada kedua orang tua saya Ayahnda **Alm Yuswardi** dan Ibunda **Radiah** yang telah mencurahkan segenap cinta dan kasih sayang serta perhatian moril maupun materil. Kakak tercinta **Kuratul Aini**, abang-abang saya **Iswandi, Munzir Maulana** dan dan adik saya **Daman Huri** yang telah membantu do’a, dukungan dan motivasi yang tiada henti. Semoga Allah SWT selalu melimpahkan rahmat, kesehatan, karunia dan keberkahan di dunia dan di akhirat atas budi baik yang telah diberikan kepada penulis.

Tujuan dari penyusunan skripsi ini adalah guna memenuhi salah satu syarat untuk pelaksanaan penelitian tugas akhir pada Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Penulis menyadari bahwa di dalam penulisan skripsi ini telah melibatkan banyak pihak yang sangat membantu dalam banyak hal. Oleh sebab itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang setinggi-tingginya kepada:

1. Bapak **Muhibuddin Hanafiah, M.Ag** selaku Pembimbing I yang telah banyak meluangkan waktu untuk membimbing, serta memberi dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi ini.
2. Bapak **Ilham Zulfahmi, M.Si** selaku Pembimbing II yang telah memotivasi, membimbing, memberi nasihat dan dukungan kepada penulis dalam menyelesaikan skripsi.
3. Bapak **Muhibuddin Hanafiah, M.Ag** selaku Dosen Wali yang telah memberikan banyak ilmu dan pengalaman kepada penulis.
4. Seluruh **Dosen Prodi Biologi** yang telah memberi pengaruh terhadap penulis terhadap keberhasilan penulis dalam menyusun tugas akhir
5. Ibu **Lina Rahmawati, M.Si** selaku ketua Program Studi Biologi dan seluruh staff Program Studi Biologi, serta semua dosen dan asisten Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry yang telah memberi ilmu sejak awal sampai akhir semester.
6. Seluruh **Staff Prodi Biologi** yang telah membantu penulis dalam urusan perkuliahan hingga penulis selesai sampai ditahap ini
7. Bapak **Dr. Azhar Amsal, M.Pd** selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry.
8. Kepada bapak **Jamaluddin** dan bang **Razi** selaku penyediaan tempat penelitian yang selalu membantu, memberi saran serta semangat yang tiada henti-hentinya.
9. Kepada teman-teman dan mahasiswa Program Studi Biologi Angkatan 2015, khususnya sahabat-sahabat yang selalu membantu, mengkritik, serta memberi saran terbaik, **Lisa Maulidina, Nissa Maulita, Cut Nadia Rahmi, Siti**



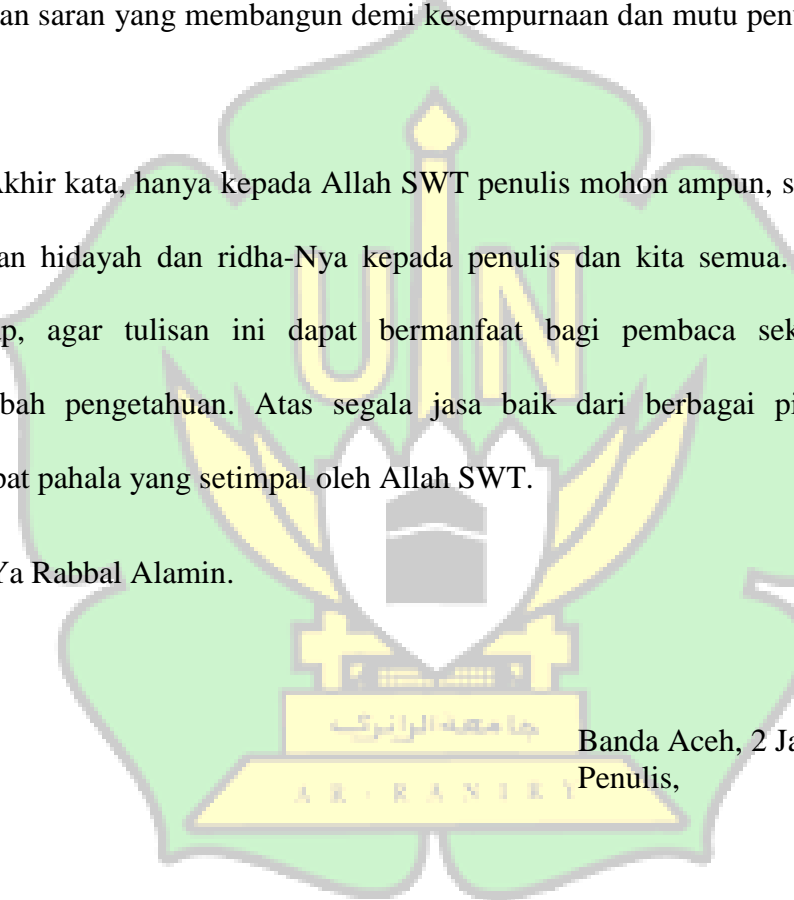
**Faizah dan Rina Mutia** dalam dukungan serta semangat yang tiada henti-hentinya.

10. Terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penyelesaian skripsi ini yang tidak dapat disebutkan satu per satu.

Penulis menyadari bahwa penulisan skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu penulis sangat mengharapkan bantuan berupa kritik dan saran yang membangun demi kesempurnaan dan mutu penulisan skripsi ini.

Akhir kata, hanya kepada Allah SWT penulis mohon ampun, semoga selalu diberikan hidayah dan ridha-Nya kepada penulis dan kita semua. Dan penulis berharap, agar tulisan ini dapat bermanfaat bagi pembaca sekaligus demi menambah pengetahuan. Atas segala jasa baik dari berbagai pihak semoga mendapat pahala yang setimpal oleh Allah SWT.

Amin Ya Rabbal Alamin.



Banda Aceh, 2 Januari 2020  
Penulis,

Alfinatul Rahmi

## DAFTAR ISI

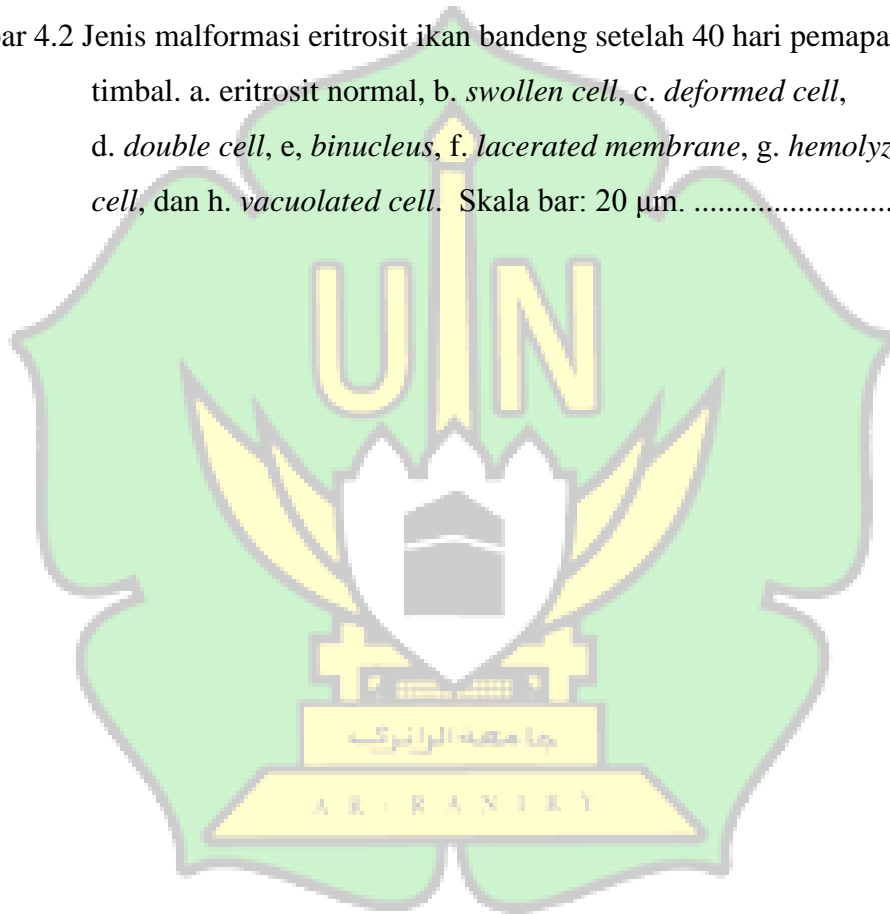
<b>LEMBARAN JUDUL .....</b>	<b>i</b>
<b>PENGESAHAN PEMBIMBING SKRIPSI.....</b>	<b>ii</b>
<b>PENGESAHAN PENGUJI SKRIPSI .....</b>	<b>iii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI .....</b>	<b>iv</b>
<b>ABSTRAK .....</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>vi</b>
<b>KATA PENGANTAR.....</b>	<b>vii</b>
<b>DAFTAR ISI.....</b>	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR.....</b>	<b>xii</b>
<b>DAFTAR TABEL .....</b>	<b>xiii</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN .....</b>	<b>xvi</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN.....</b>	<b>1</b>
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	5
1.3. Tujuan Penelitian .....	5
1.4. Manfaat Penelitian .....	6
1.5. Hipotesis Penelitian .....	6
1.6. Definisi Operasional .....	6
<b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....</b>	<b>8</b>
2.1. Habitat Ikan Bandeng.....	8
2.1.1. Karakteristik dan Klasifikasi Ikan Bandeng .....	8
2.1.2. Faktor Pertumbuhan Ikan Bandeng.....	10
2.2. Logam Berat .....	11
2.2.1. Timbal .....	13
2.2.2. Timbal (II) Nitrat.....	16
2.3. Hematologi Sel Darah Ikan .....	16
2.3.1. Eritrosit (Sel Darah Merah).....	17
2.3.2. Leukosit (Sel Darah Putih).....	19
2.3.3. Hemoglobin.....	20
2.3.4. Hematokrit.....	21
2.4. Ayat yang Berkaitan Dengan Akibat Kerusakan Timbal.....	22
<b>BAB III METODE PENELITIAN .....</b>	<b>24</b>
3.1. Rancangan Penelitian .....	24
3.2. Subyek Penelitian/ Populasi Sampel dan Sampel Penelitian .....	25
3.3. Instrumen Penelitian.....	26
3.4. Prosedur Penelitian.....	26
3.4.1. Pengukuran Parameter Hematologi Ikan Uji .....	26
3.4.2. Pengukuran Parameter Pertumbuhan Ikan Uji.....	27
3.5. Teknik Analisa Data.....	29
<b>BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>30</b>
4.1. Hasil Penelitian .....	30

4.1.1. Kondisi Hematologi Akhir Ikan Bandeng.....	30
4.1.2. Neutrofil, Limfosit, dan Monosit .....	31
4.1.3. Malformasi Eritrosit.....	33
4.1.4. Profil Pertumbuhan Ikan Bandeng .....	35
4.2. Pembahasan.....	36
<b>BAB V PENUTUP .....</b>	<b>42</b>
5.1. Kesimpulan .....	42
5.2. Saran.....	42
<b>DAFTAR KEPUSTAKAAN .....</b>	<b>43</b>
<b>LAMPIRAN-LAMPIRAN .....</b>	<b>52</b>



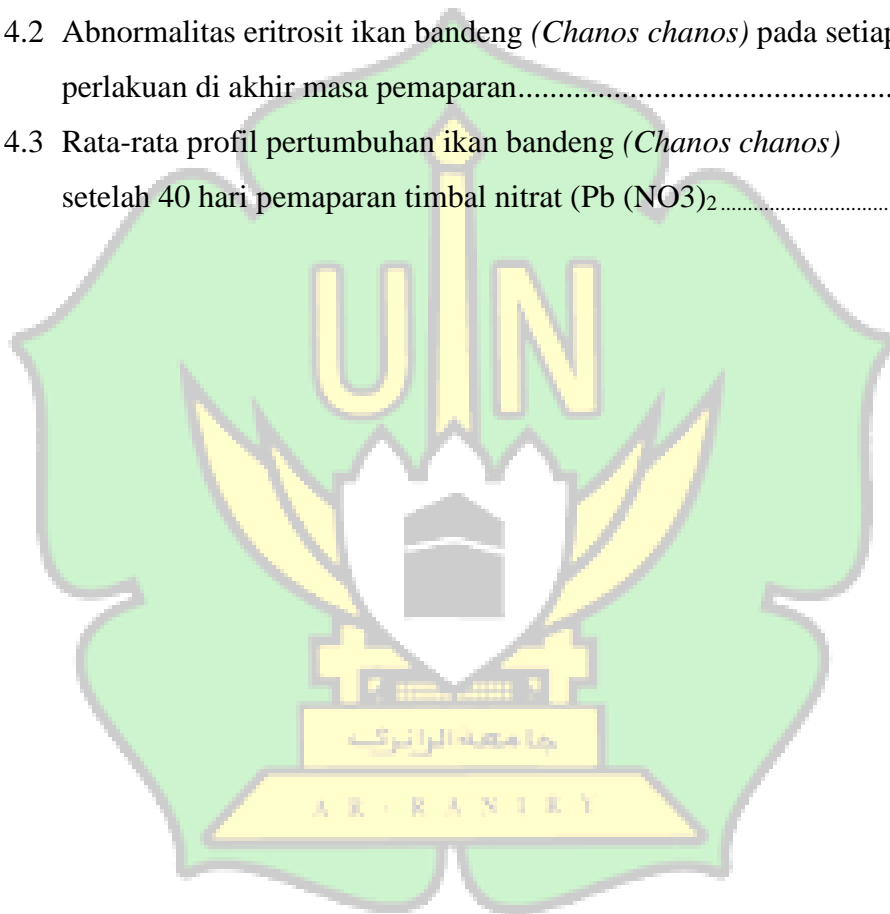
## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) .....	9
Gambar 2.2 Eritrosit pada ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) .....	19
Gambar 2.3 Sel darah putih ( <i>Leukosit</i> ) .....	20
Gambar 4.1 Kondisi neutrofil (a), limfosit (b) dan monosit (c) ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) pada tiap perlakuan setelah dipapar timbal nitrat selama 40 hari.....	32
Gambar 4.2 Jenis malformasi eritrosit ikan bandeng setelah 40 hari pemaparan timbal. a. eritrosit normal, b. <i>swollen cell</i> , c. <i>deformed cell</i> , d. <i>double cell</i> , e, <i>binucleus</i> , f. <i>lacerated membrane</i> , g. <i>hemolyzed cell</i> , dan h. <i>vacuolated cell</i> . Skala bar: 20 $\mu\text{m}$ . .....	34



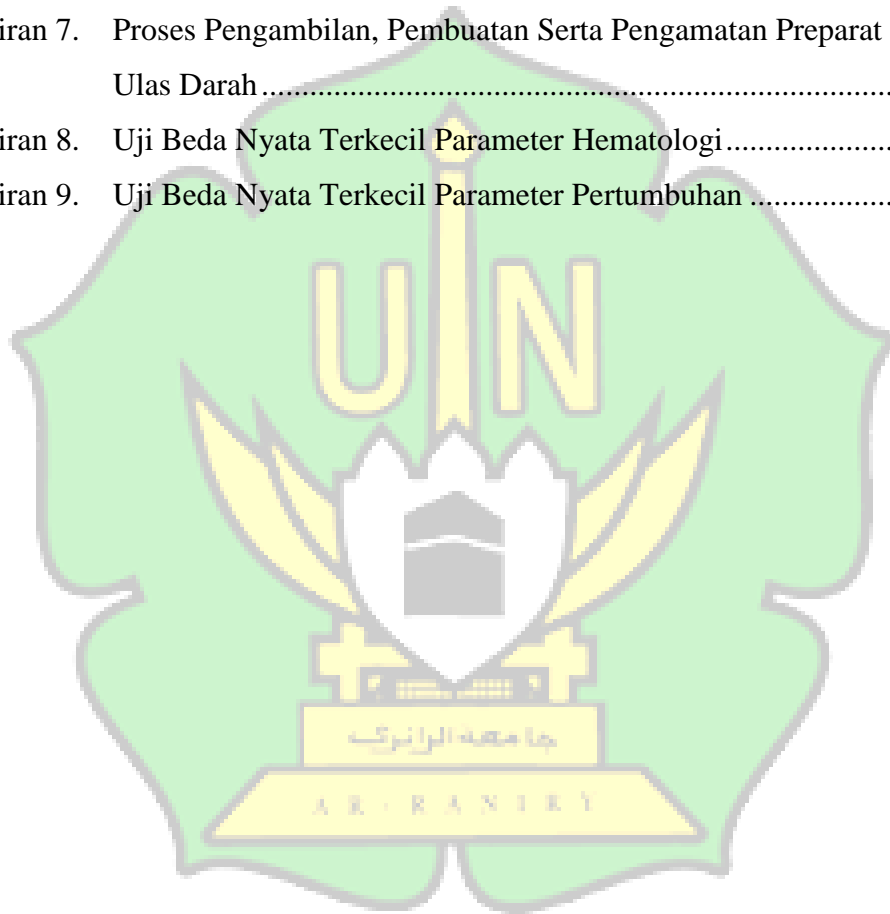
## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Komposisi ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) .....	10
Tabel 3.1	Lokasi dan waktu penelitian .....	25
Tabel 3.2	Berat dan panjang awal ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) .....	29
Tabel 3.3	Karakteristik hematologi awal ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) .....	29
Tabel 4.1	Profil hematologi ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) pada setiap perlakuan di akhir masa pemaparan.....	31
Tabel 4.2	Abnormalitas eritrosit ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) pada setiap perlakuan di akhir masa pemaparan.....	33
Tabel 4.3	Rata-rata profil pertumbuhan ikan bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ) setelah 40 hari pemaparan timbal nitrat ( $Pb(NO_3)_2$ ).....	36



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1.	Surat Keterangan Pembimbing Skripsi .....	52
Lampiran 2.	Surat Izin Penelitian .....	53
Lampiran 3.	Surat Selesai Penelitian .....	54
Lampiran 4.	Hasil Penelitian Sampel Hematologi.....	55
Lampiran 5.	Masa Pemeliharaan Ikan Bandeng ( <i>Chanos chanos</i> ).....	56
Lampiran 6.	Proses Pengukuran Serta Pemaparan Timbal.....	57
Lampiran 7.	Proses Pengambilan, Pembuatan Serta Pengamatan Preparat Ulas Darah.....	58
Lampiran 8.	Uji Beda Nyata Terkecil Parameter Hematologi.....	60
Lampiran 9.	Uji Beda Nyata Terkecil Parameter Pertumbuhan .....	65



# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Timbal (Pb) merupakan salah satu bahan pencemar yang bersifat toksik dan berbahaya bagi biota perairan (Purnomo & Muchyiddin, 2007). Sumber timbal di perairan sebagian besar berasal dari aktifitas antropogenik melalui kegiatan ekstraksi, eksploitasi logam serta limbah industri (Palar, 2004). Hasil penelitian sebelumnya melaporkan bahwa terdapat peningkatan cemaran timbal di beberapa perairan Indonesia diantaranya Teluk Jakarta (Riani, 2004), perairan Gresik (Purnomo & Muchyiddin, 2007), perairan Laut Kepulauan Seribu (Riani *et al.*, 2017), Teluk Awur (Azizah *et al.*, 2018) dan perairan Laut Aceh Utara (Komarawidjaja *et al.*, 2018). Jumlah timbal yang banyak di perairan dapat masuk ke tubuh makhluk hidup seperti ikan.

Timbal masuk ke dalam tubuh organisme akuatik melalui proses pencernaan, pernafasan dan difusi permukaan kulit (Sahetapy, 2011). Keberadaan timbal di dalam tubuh organisme bersifat akumulatif dan memberikan efek toksik berupa stres oksidatif, gangguan kinerja reproduksi, dan perubahan profil biokimia darah (Permatasari *et al.*, 2015). Hasil penelitian Darafsh *et al.*, (2008) menunjukkan bahwa paparan timbal dapat mengganggu sistem perkembangan awal embrio Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) yang ditandai dengan rendahnya nilai efisiensi serapan kuning telur dan daya tetas, serta meningkatnya abnormalitas telur dan larva. Di samping itu, paparan timbal juga dapat menghambat aktivitas berbagai enzim seperti *aminoevulinat dehidratae* (ALAD), *aminoleviulinat sintase* (ALAS), dan *koproporfirinogen oksidase* (KOPROD) (Yusnidar, 2011).

Menurut Sahetapy (2011) penghambatan aktivitas enzim tersebut terjadi akibat pembentukan senyawa antara timbal dengan gugus sulfhidril (S-H). Oleh karena itu apabila enzim dalam tubuh ikan terhambat maka, mengakibatkan kerusakan pada sel darah (Lionetto *et al.*, 2006).

Darah merupakan bagian dari sistem sirkulasi yang berfungsi mengangkut oksigen, karbondioksida dan nutrisi yang dibutuhkan ikan. Menurut Najjiah *et al.*, (2008), bentuk dan ukuran sel darah terutama eritrosit sangat berpengaruh terhadap volume pengangkutan oksigen dalam tubuh organisme. Darah ikan sangat rentan terhadap stres yang disebabkan oleh paparan polutan sehingga berpotensi untuk dijadikan sebagai bioindikator (Romani *et al.*, 2003; Barcellos *et al.*, 2004). Menurut Suvetha *et al.* (2010), saat ini analisis hematologi telah digunakan sebagai indeks untuk mendiagnosa kondisi kesehatan ikan akibat perubahan kondisi lingkungan, infeksi bakteri, virus serta paparan toksikan.

Paparan polutan dilaporkan telah menyebabkan terjadinya perubahan profil hematologi ikan, baik secara kuantitatif maupun kualitatif. Hasil penelitian Sahetapy (2013) mengungkapkan bahwa paparan timbal sebesar 6,86 ppm selama 30 hari pada Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) menyebabkan terjadinya penurunan nilai hematokrit dari kondisi normal 24,70% menjadi 9,66%. Secara kualitatif, darah ikan yang terpapar polutan memiliki bentuk yang berbeda dibandingkan ikan normal. Witeska *et al.* (2011) mengungkapkan bahwa paparan cadmium sebesar 0,65 mg/L selama empat minggu pada ikan mas (*Ciprynus carpio*) menyebabkan terjadinya hemolisis, deformasi inti dan kondensasi kromatin pada sel eritrosit ikan.

Adapun ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan bandeng. Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) merupakan salah satu ikan komersial penting bagi



masyarakat Indonesia (Zulfahmi *et al.*, 2019). Selain berasal dari usaha budidaya, produksi ikan bandeng juga masih berasal dari hasil penangkapan langsung di perairan. Ikan Bandeng memiliki distribusi yang luas di perairan Indonesia sehingga cenderung rentan terpapar polutan. Hasil penelitian sebelumnya mengungkapkan bahwa kontaminasi polutan terhadap ikan bandeng telah terjadi di beberapa perairan diantaranya Kalangayar Sidoarjo (Maftuch, 2015), (Hesni *et al.*, 2011), perairan Alas (Utama *et al.*, 2017), dan perairan Laut Kepulauan Seribu (Riani *et al.*, 2017). Di samping itu, menurut (Hesni *et al.*, 2011) ikan bandeng cocok dijadikan sebagai hewan uji toksisitas karena mudah diaklimatisasi pada kondisi laboratorium dengan ketersediaan yang melimpah (Rumampuk *et al.*, 2010). Pemanfaatan ikan bandeng sebagai hewan uji toksisitas telah dilakukan terhadap beberapa jenis toksikan diantaranya nikel (Sabilu, 2010), timbal (Hesni *et al.*, 2011) dan insektisida diklorometan (Rumampuk *et al.*, 2010). Sejauh ini, penelitian terkait toksisitas timbal (Pb) terhadap kondisi hematologi ikan khususnya ikan bandeng masih belum dikaji secara luas. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak paparan timbal terhadap kondisi hematologi dan pertumbuhan ikan bandeng.

Ikan bandeng (*Chanos chanos*) merupakan ikan yang sering dikonsumsi maka penting bagi peneliti untuk melakukan penelitian terhadap dampak paparan timbal terhadap kondisi hematologi dan pertumbuhan ikan bandeng. Akan tetapi akan berdampak buruk jika tidak sesuai dengan peruntukannya, apabila sisi negatifnya ini terdapat pada tubuh ikan maka secara tidak langsung akan berdampak pada kesehatan.

Islam juga membahas mengenai pencemaran baik di darat maupun dilaut, salah satu pencemaran yang ada dilaut adalah logam berat. Allah SWT telah

menciptakan segala sesuatu dengan sebaik-baiknya. Salah satu nikmat ciptaan Allah SWT adalah logam berat timbal meskipun memiliki respon negatif namun di sisi lain logam ini sangatlah bermanfaat di bidang industri pabrik. Allah SWT berfirman dalam Q.S Ali-Imran: 191.

الَّذِينَ يَذْكُرُونَ اللَّهَ قِيَمًا وَقُعُودًا وَعَلَىٰ جُنُوبِهِمْ وَيَتَفَكَّرُونَ  
فِي خَلْقِ السَّمَوَاتِ وَالْأَرْضِ رَبَّنَا مَا خَلَقْتَ هَذَا بَطْلًا سُبْحَانَكَ فَقِنَا  
عَذَابَ النَّارِ ﴿١٩١﴾

Terjemahan/Artinya:

Orang-orang yang mengingat SWT Allah sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring dan mereka memikirkan tentang penciptaan langit dan bumi (seraya berkata): "Ya Tuhan kami, tidaklah engkau menciptakan ini dengan sia-sia, Maha Suci Engkau, maka peliharalah kami dari siksa neraka." (Kementerian Agama R.I., 2012).

Makna dari Q.S Ali-Imran: 191 yaitu menjelaskan sebagian dari ciri-ciri orang yang dinamai Ulul Albab. Mereka adalah orang-orang, baik laki-laki maupun perempuan yang terus menerus mengingat Allah SWT dengan ucapan atau dengan hati, dan dalam seluruh situasi dan kondisi, saat bekerja atau istirahat, sambil berdiri atau duduk atau dalam keadaan berbaring atau bagaimanapun, dan mereka memikirkan tentang penciptaan yakni kejadian dan sistem kerja langit dan bumi, dan setelah itu berkata sebagai kesimpulan: Tuhan kami, tidaklah Engkau menciptakan alam raya dan segala isinya ini dengan sia-sia tanpa tujuan yang hak. Apa yang kami alami, lihat atau dengar dari keburukan atau kekurangan, maha suci Engkau dari semua itu. Itu adalah ulah atau dosa dan

kekurangan kami yang dapat menjerumuskan kami ke dalam siksa neraka, maka peliharalah kami dari siksa neraka (Shihab, 2010).

Ayat tersebut menjelaskan bahwa Allah SWT telah menciptakan segala sesuatu dengan sebaik-baiknya termasuk faktor biotik dan abiotik yang berada di laut maupun darat dan Allah tidak menciptakan segala sesuatu dengan sia-sia seperti halnya logam berat dimana, seperti diketahui logam berat timbal ini sangat berbahaya terhadap kesehatan meskipun memiliki sisi negatif namun disisi lain logam ini sangat bermanfaat dalam bidang industri seperti kabel, cat dan anti letup pada bensin.

### 1.2 Rumusan Masalah

1. Berapakah konsentrasi subkronik timbal (Pb) yang berpengaruh terhadap kondisi hematologi ikan bandeng (*Chanos chanos*)?
2. Bagaimanakah jenis dan intensitas malformasi eritrosit ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang terpapar timbal (Pb) pada konsentrasi subkronik?

### 1.3 Tujuan Penelitian

1. Untuk mengetahui konsentrasi subkronik timbal (Pb) yang berpengaruh terhadap kondisi hematologi ikan bandeng (*Chanos chanos*).
2. Untuk mengetahui jenis dan intensitas malformasi eritrosit ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang terpapar oleh timbal (Pb) pada konsentrasi subkronik.

#### 1.4 Manfaat Penelitian

1. Dapat mengetahui konsentrasi subkronik timbal (Pb) yang berpengaruh terhadap kondisi hematologi ikan bandeng (*Chanos chanos*).
3. Dapat mengetahui jenis dan malformasi eritrosit ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang terpapar timbal (Pb) pada konsentrasi subkronik.

##### Manfaat Keilmuan:

Akhir dari penelitian ini dapat memberikan literatur mengenai pencemaran logam berat pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) dan dapat memberikan masukan serta wawasan kepada peneliti dalam melakukan penelitian mengenai bioakumulasi logam berat pada ikan. Menambah rujukan bagi peneliti dalam melanjutkan penelitian yang kaitannya dengan penelitian ini.

##### Manfaat Pengembangan Aplikatif:

Penelitian ini diharapkan dapat pengembangan ilmu sains khususnya pada hewan akuatik dalam upaya meningkatkan kesehatan manusia dan hewan.

#### 1.5 Hipotesis Penelitian

Hipotesis dalam penelitian ini adalah timbal (Pb) berpengaruh terhadap perubahan jenis dan malformasi sel darah merah pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang dapat dibuktikan melalui data kualitatif maupun kuantitatif.

#### 1.6 Definisi Operasional

Perbedaan penafsiran akan selalu ada dalam proses pembuatan skripsi, maka dari itu perlu adanya penegasan dari beberapa istilah yang terdapat dalam penelitian ini diantaranya:

## 1. Hematologi

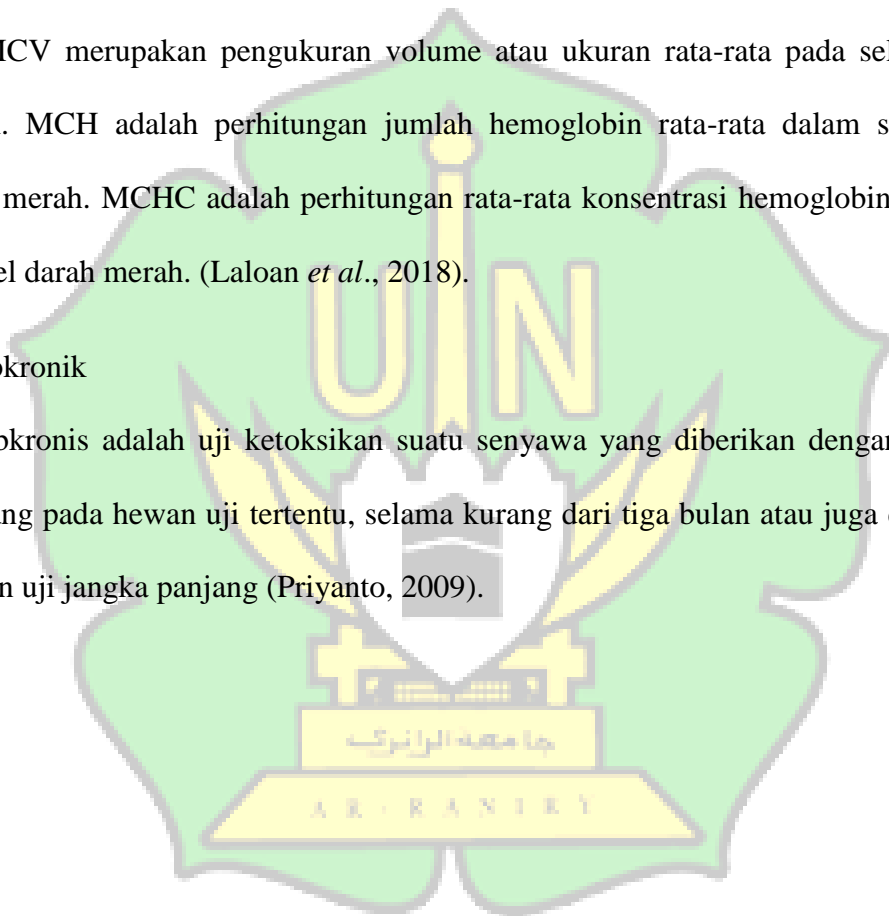
Hematologi adalah ilmu yang mempelajari aspek anatomi, fisiologi, dan patologi darah. Komponen darah terdiri plasma dan unsur-unsur pembentukan darah yaitu eritrosit, leukosit dan trombosit (Nurcholis *et al.*, 2013).

## 2. *Mean Corpuscular Volume (MCV)*, *Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)*, dan *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)*.

MCV merupakan pengukuran volume atau ukuran rata-rata pada sel darah merah. MCH adalah perhitungan jumlah hemoglobin rata-rata dalam satu sel darah merah. MCHC adalah perhitungan rata-rata konsentrasi hemoglobin dalam satu sel darah merah. (Laloan *et al.*, 2018).

## 3. Subkronik

Subkronis adalah uji ketoksikan suatu senyawa yang diberikan dengan dosis berulang pada hewan uji tertentu, selama kurang dari tiga bulan atau juga disebut dengan uji jangka panjang (Priyanto, 2009).



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA


#### 2.1 Habitat Ikan Bandeng

Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) sangat mudah ditemukan di Indonesia, khususnya di daerah Sulawesi, Borneo, Sumatera Selatan, dan daerah kepulauan Jawa (Irianto & Soesilo, 2007). Ikan Bandeng merupakan salah satu ikan laut yang memiliki potensi untuk dibudidayakan di tambak. Jenis ikan ini mampu mentolerir salinitas perairan yang luas (0-158 ppt) sehingga digolongkan sebagai ikan *euryhaline*. Ikan bandeng mampu beradaptasi terhadap perubahan lingkungan, seperti suhu, pH dan kekeruhan air serta tahan terhadap serangan penyakit (Ghufron & Kardi, 1997).

##### 2.1.1 Karakteristik dan Klasifikasi Ikan Bandeng

Ikan Bandeng memiliki karakteristik badan langsing, sisik seperti kaca, serta daging yang berwarna putih. Ikan bandeng mendapat julukan ikan *milkfish* karena mempunyai daging berwarna putih, seperti susu dan rasanya pulen. Ikan ini memiliki keunikan mulutnya tidak bergigi dan makanannya tumbuh-tumbuhan di dasar laut. Selain itu, panjang usus ikan bandeng sembilan kali dari panjang tubuhnya (Murtidjo, 2001).

Klasifikasi ikan bandeng menurut (Saain, 1984) adalah sebagai berikut:

Klasifikasi Ikan Bandeng ( <i>Chanos-chanos</i> )	
Phylum : Chordata	
Sub phylum : Vertebrata	
Kelas : Pisces	
Sub kelas : Teleostei	
Ordo : Malacopterigii	
Famili : Chanidae	
Genus : Chanos	
Spesies : <i>Chanos chanos</i>	Gambar 2.1. Ikan Bandeng ( <i>Chanos-chanos</i> )

Ciri-ciri ikan bandeng adalah badan memanjang berbentuk torpedo, padat, kepala tanpa sisik, mulut kecil di ujung kepala dengan rahang tanpa gigi dan lubang hidung terletak di depan mata, mata diselaputi oleh selaput bening, sirip punggung terletak jauh di belakang tutup insang dan sirip anus terletak jauh di belakang sirip punggung (Junianto, 2002).

Ikan Bandeng jika berada di laut yang panjangnya dapat mencapai 1 m, tetapi dalam tambak ikan tersebut tidak dapat melebihi ukuran 50 cm. Pada beberapa ikan bandeng tercium bau lumpur. Bau lumpur ini disebabkan oleh salinitas perairan tempat bandeng itu di pelihara rendah dan makanan yang tersedia bercampur lumpur. Umumnya ikan bandeng yang berbau lumpur mempunyai punggung yang agak putih sedangkan yang tidak berbau lumpur punggungnya agak gelap (Junianto, 2002).

Bandeng merupakan salah satu komoditas potensial dalam usaha diversifikasi budidaya yang tahan terhadap perubahan lingkungan guna mempertahankan produktivitas tambak. Bandeng memiliki beberapa keunggulan antara lain mudah dalam pemeliharaannya. Ikan Bandeng disukai sebagai makanan karena rasanya gurih, rasa daging netral tidak asin seperti ikan laut dan tidak mudah hancur jika dimasak. Ikan bandeng memiliki 2 kelemahan yaitu, dagingnya berduri dan kadang-kadang berbau lumpur atau tanah. Protein bandeng

cukup tinggi, kondisi ini menjadikan ikan bandeng sangat mudah dicerna dan baik untuk dikonsumsi oleh semua usia sehingga mencukupi kebutuhan protein tubuh, menjaga dan memelihara kesehatan serta mencegah penyakit akibat kekurangan zat gizi mikro (Syamsuddin, 2010). Ikan merupakan bahan pangan yang bergizi. Komposisi kandungan gizi ikan sebagai berikut:

Tabel 2.1. Komposisi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) (Syamsuddin, 2010).

No	Zat Gizi	Jumlah	Satuan
1	Kalori	126	Kalori
2	Protein	17,4	Gram
3	Lemak	5,7	Gram
4	Air	60,2	Gram
5	Kalsium	43,4	Milligram
6	Fosfor	138	Milligram
7	Besi	0,3	Milligram
8	Vitamin A	85	Milligram
9	Vitamin B6	0,4	Milligram
10	Vitamin B12	2,9	Milligram

### 2.1.2 Faktor Pertumbuhan Ikan Bandeng

Pertumbuhan pada ikan dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya faktor luar seperti suhu dan makanan, khusus daerah tropik makanan merupakan faktor yang lebih penting dibandingkan dengan suhu (Sulawesty, 2014). Zat beracun dapat menurunkan laju pertumbuhan. Penurunan laju pertumbuhan diduga organ tubuh ikan mengalami gangguan sehingga mengurangi nafsu makan dan pemanfaatan energi yang berasal dari makanan lebih banyak digunakan untuk mempertahankan diri dari tekanan lingkungan serta mengganti bagian sel yang rusak akibat kontaminasi dengan bahan toksik (Yosmaniar, 2009).



## 2.2 Logam Berat

Logam berat ialah unsur logam dengan berat molekul tinggi dan merupakan polutan yang memberikan dampak signifikan bagi kesehatan makhluk hidup. Dalam kadar rendah logam berat pada umumnya sudah beracun bagi tumbuhan dan hewan, termasuk manusia. Logam berat yang sering ditemukan di lingkungan adalah kromium (Cr), besi (Fe), kadmiun (Cd), mangan (Mn), dan timbal (Pb).

Logam berat terdiri dari logam esensial dan logam tidak esensial. Logam esensial adalah logam yang sangat membantu dalam proses fisiologis makhluk hidup dengan jalan membantu kerja enzim atau pembentukan organ dari makhluk yang bersangkutan. Sedangkan logam tidak esensial adalah logam yang peranannya dalam tubuh makhluk hidup belum diketahui, kandungannya dalam jaringan hewan sangat kecil, dan apabila kandungannya tinggi akan dapat merusak organ-organ tubuh makhluk yang bersangkutan. Salah satu logam tidak esensial yang terdapat dalam perairan adalah timbal (Pb) (Darmono, 1995).

Logam berat di perairan dapat berasal dari sumber alamiah maupun aktifitas manusia. Pengikisan batuan mineral yang kemudian terbawa oleh air sungai menuju laut adalah salah satu sumber alamiah yang masuk melalui perairan. Hujan juga dapat menjadikan sumber logam di perairan (Casas & Sordo, 2006).

Adanya logam berat di perairan, berbahaya baik secara langsung terhadap kehidupan keberadaannya organisme, maupun efeknya secara tidak langsung terhadap kesehatan manusia. Hal ini berkaitan dengan sifat-sifat logam berat yaitu: (1) sulit didegradasi, sehingga mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan secara alami sulit terurai (dihilangkan), (2) dapat terakumulasi dalam organisme termasuk kerang dan ikan, dan membahayakan kesehatan manusia

yang mengkonsumsi organisme tersebut, dan (3) mudah terakumulasi di sedimen, sehingga konsentrasinya selalu lebih tinggi dari konsentrasi logam di dalam air. Di samping itu sedimen mudah tersuspensi karena pergerakan masa air yang akan melarutkan kembali logam yang dikandungnya ke dalam air, sehingga sedimen menjadi sumber pencemar potensial dalam skala waktu tertentu. (Darmono, 1995).

Salah satu jenis logam berat yang menyebabkan pencemaran di perairan adalah timbal. Logam timbal (Pb) dapat masuk ke dalam tubuh organisme melalui rantai makanan, insang atau difusi melalui permukaan kulit, akibatnya logam itu dapat terserap dalam jaringan, tertimbun dalam jaringan (bioakumulasi) dan pada konsentrasi tertentu akan dapat merusak organ-organ dalam jaringan tubuh (Palar 1994). Toksisitas logam timbal (Pb) terhadap organisme air dapat menyebabkan kerusakan jaringan organisme terutama pada organ yang peka seperti insang dan usus kemudian ke jaringan bagian dalam seperti hati dan ginjal tempat logam tersebut terakumulasi (Darmono, 2001).

Cemaran logam berat dapat menimbulkan efek gangguan terhadap kesehatan, baik manusia maupun hewan, tergantung dari logam berat tersebut terikat dalam tubuh dan besar dosis paparannya. Efek toksis dari logam berat ini menghalangi kerja enzim sehingga metabolisme tubuh menjadi terganggu. Efek lainnya dapat menyebabkan mutagen, teratogen, dan karsinogen bagi tubuh manusia dan hewan (Darmono. 1995).

Logam berat juga dapat menghambat laju pertumbuhan ikan. Toksisitas logam berat timbal (Pb) dapat memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan, semakin lama pemaparan timbal dan semakin tinggi konsentrasi timbal (Pb) akan

menurunkan laju pertumbuhan (Sahetapy, 2011). Timbal (Pb) merupakan logam berat yang sangat beracun, dapat dideteksi secara praktis pada seluruh benda mati di lingkungan dan seluruh sistem biologis. Sumber utama timbal adalah makanan dan minuman. Timbal (Pb) menunjukkan beracun pada sistem saraf, *hemetologic*, *hemetotoxic* dan mempengaruhi kerja ginjal (Charlena, 2004).

### 2.2.1 Timbal (Pb)

Timbal (Pb) merupakan salah satu jenis logam berat yang terjadi secara alami yang tersedia dalam bentuk biji logam, dan juga dalam percikan gunung berapi, dan bisa juga diperoleh di alam (WHO, 2007). Karena meningkatnya aktivitas manusia, seperti pertambangan dan peleburan, dan penggunaannya dalam bahan bakar minyak, dan juga masih banyak lagi digunakan dalam pembuatan produk lainnya, sehingga kandungan timbal telah meningkat dalam 300 tahun terakhir (NHMRC, 2009).

Timbal (Pb) bisa masuk dalam lingkungan dan tubuh manusia dari berbagai macam sumber seperti bensin (petrol), daur ulang atau pembuangan baterai mobil, mainan, cat, pipa, tanah, beberapa jenis kosmetik dan obat tradisional dan berbagai sumber lainnya (WHO, 2007). Adanya timbal (Pb) yang masuk ke dalam ekosistem dapat menjadi pencemar dan dapat mempengaruhi biota perairan seperti mematikan ikan karena toksisitasnya yang tinggi. Timbal (Pb) yang masuk ke dalam perairan dapat berasal dari limbah buangan industri kimia, industri percetakan, industri yang menghasilkan logam dan cat (Darmono, 2006).

Timbal (Pb) merupakan bahan toksik yang mudah terakumulasi dalam organ manusia dan dapat mengakibatkan gangguan kesehatan berupa anemia, gangguan fungsi ginjal, gangguan sistem saraf, otak dan kulit. Timbal bersifat toksik

terhadap manusia. Timbal dapat masuk melalui udara, debu yang tercemar, kontak lewat kulit, kontak lewat mata, dan sebagainya. Logam timbal mampu menghambat aktivitas enzim yang terlibat dalam pembentukan hemoglobin (Hb) di dalam tubuh manusia dan sebagian kecil timbal dapat diekskresikan melewati urin atau feses karena sebagian terikat oleh protein, sedangkan sebagiannya terakumulasi dalam ginjal, hati, kuku, jaringan lemak, dan rambut (Widowati *et al.*, 2008).

Keracunan timbal mengakibatkan efek kronis, dan akut. Keracunan akut dapat mengakibatkan terbakarnya mulut, terjadinya perangsangan dalam gastrointestinal dan disertai diare. Departemen Kesehatan Republik Indonesia membatasi timbal maksimum dalam komposisi makanan sebesar 4 ppm, sedangkan menurut FAO sebesar 2 ppm (Nurjanah, 1997).

Timbal di perairan sangat berbahaya bagi kehidupan organisme. Hal ini disebabkan oleh sifat logam yang sulit didegradasi, sehingga logam berat mudah terakumulasi dalam lingkungan perairan dan sulit untuk dihilangkan, biota laut sangat mudah terakumulasi oleh logam berat, khususnya ikan dan kerang-kerangan yang akan membahayakan masyarakat apabila mengkonsumsi biota laut yang berlebihan (Anggraini, 2007).

Timbal (Pb) dapat memberikan efek toksik pada ikan baik secara kronis maupun akut. Penurunan berat badan yang disertai dengan gangguan sistem pencernaan diakibatkan oleh efek kronis. Sedangkan kerusakan sel darah merah, penurunan kandungan hemoglobin, serta gangguan sistem saraf pusat dan tepi diakibatkan oleh efek akut. Timbal dapat terikat di beberapa jaringan seperti hati, limpa, otak, dan sumsum tulang (Riyadina, 1997).

Pengaruh timbal yang masuk ke dalam tubuh ikan dapat melibatkan fungsi hematologi, sistem saraf pusat, dan ginjal. Sedangkan gejala awal akibat keracunan timbal ditandai dengan berkurangnya jumlah eritrosit dalam darah sehingga menyebabkan anemia. Anemia terjadi karena: (1) kurangnya jumlah eritrosit yang disebabkan membran sel menjadi rusak akibat paparan timbal, (2) meningkatnya aktivitas enzim coproporfirinogen oksidase di dalam eritrosit yang mengakibatkan pecahnya eritrosit, dan (3) terhambatnya proses eritropoiesis dalam sumsum tulang metabolisme zat besi (Fe) dan sintesis globin dalam eritrosit. Kelainan sistem saraf pusat diakibatkan oleh keracunan timbal organik. Sedangkan kelainan sel darah merah diakibatkan oleh keracunan timbal anorganik (Albahary, 1972).

Menurut Metelev *et al.*, (1983) ciri-ciri ikan yang terakumulasi polutan timbal (Pb) memiliki tingkat pegerakan yang sangat aktif, aktivitas respirasi meningkat, kehilangan keseimbangan, kerusakan saluran pernapasan (bronchi), insang dan kulit tertutup oleh membran mucus yang mengalami pembekuan, hemolisis dan kerusakan pada eritrosit.

Paparan timbal dalam waktu yang lama dalam tubuh, bukan hanya ditemukan pada insang saja melainkan juga ditemukan pada saluran pencernaan, liver dan otot. Paparan timbal selama 2 jam dengan konsentrasi 7,7 mg/L timbal (Pb) dapat menimbulkan efek racun pada ikan *rainbow trout*. Sedangkan pada ikan *cyprinidonts* efek tersebut terlihat setelah terpapar selama 12 jam pada konsentrasi 3,0 mg/L timbal (Pb). Ikan Mas *resistant* terhadap timbal organik, hal ini dibuktikan dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa ikan tersebut mengalami kematian selama paparan timbal 60 sampai 114 jam dengan

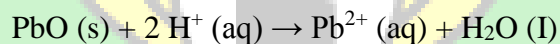
konsentrasi 1 mg/L timbal. Sama halnya yang belut juga mengalami kematian setelah terpapar timbal selama 21 hari pada konsentrasi 3, 0 mg/L timbal (Pb) (Metelev *et al.*, 1983).

### 2.2.2 Timbal (II) Nitrat

Memiliki rumus kimia  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ . Timbal (II) nitrat umumnya kristal yang tidak berwarna atau berbentuk bubuk putih, dibandingkan dengan garam timbal lainnya maka garam timbal ini sangat mudah larut dalam air. Timbal (II) bersifat racun terhadap manusia, hewan dan merupakan oksidator. Cara membuat timbal nitrat adalah dengan melarutkan logam Pb pada larutan asam nitrat dengan melarutkan  $\text{PbO}$  dalam asam nitrat (Sugiarto & Kristian, 2004) dan (Svehla, 1990).



Atau



### 2.3 Hematologi Sel Darah Ikan

Hematologi adalah ilmu yang mempelajari komponen sel darah serta kelainan fungsional dari sel tersebut. Analisa karakteristik sel darah dapat memberikan beberapa petunjuk mengenai keberadaan penyakit yang ditemukan dalam tubuh organisme (Anderson, 1990). Sedangkan menurut Royan *et al.*, (2014), profil darah yang digunakan untuk mengevaluasi respon fisiologis pada ikan dapat dilihat dari perubahan kadar hormon kortisol, glukosa darah, hemoglobin, dan hematokrit. Dalam kondisi stress terjadi perubahan jumlah

eritrosit, nilai hematokrit dan kadar hemoglobin, sedangkan jumlah leukosit cenderung meningkat.

Darah adalah cairan tubuh, yang berfungsi mengangkut oksigen ke seluruh jaringan agar semua sel dapat berjalan sesuai fungsinya. Darah juga mengangkut makanan dari saluran pencernaan dan hormon dari kelenjar ke seluruh tubuh. Darah juga berperan membawa agen penyakit ke seluruh sel atau jaringan sehingga menyebabkan organisme tersebut sakit. Menurut Affandi *et al.*, (2005), komposisi darah ikan terdiri dari air sekitar 91-92 %, protein 8-9 % yang terdiri dari serum globin dan fibrinogen, sedangkan ion (garam anorganik) sekitar 0,9 % contohnya seperti:  $Cl^-$ ,  $CO_3^{2-}$ ,  $HCO_3^-$ ,  $SO_4^{2-}$ ,  $PO_4^{3-}$ ,  $L^-$  dan kation :  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Fe^{3+}$ . Subtansi organik terdiri dari: non protein nitrogen, misalnya lipid, karbohidrat, glukosa, garam ammonium, urea, asam urat dan gas terlarut dalam plasma. Adapun berbagai sustansi lain yang berperan di dalamnya seperti hormon, enzim dan anti toksin. Sel darah ikan memiliki inti yang menonjol dengan jumlah  $\pm 2$  juta  $mm^3$  dan memiliki ukuran yang cukup konsisten yaitu umumnya sekitar  $12 \times 3 \mu$  dan memiliki sitoplasma yang kecil. Menurut Johnny *et al.*, (2003), berdasarkan warnanya sel darah dibagi menjadi dua yaitu sel darah merah dan sel darah putih. Darah mengandung sel-sel yang dirancang untuk mencegah infeksi, menghentikan pendarahan dan mengangkut hormone.

Darah ikan tersusun dari sel-sel yang tersuspensi dalam plasma dan diedarkan ke seluruh jaringan tubuh melalui sistem sirkulasi tertutup. Darah tersusun atas cairan darah (plasma darah) dan elemen-elemen seluler (sel-sel darah). Plasma darah terdiri dari air, protein (albumin, globulin dan faktor-faktor koagulasi), lipid dan ion, adapun sel darah terdiri dari sel darah merah (eritrosit)

dan sel darah putih (leukosit). Jumlah MCV dapat dijadikan indikator untuk menilai kinerja produksi eritrosit selama proses *erythropoiesis* (Rebar, 2000).

### 2.3.1 Eritrosit (Sel Darah Merah)

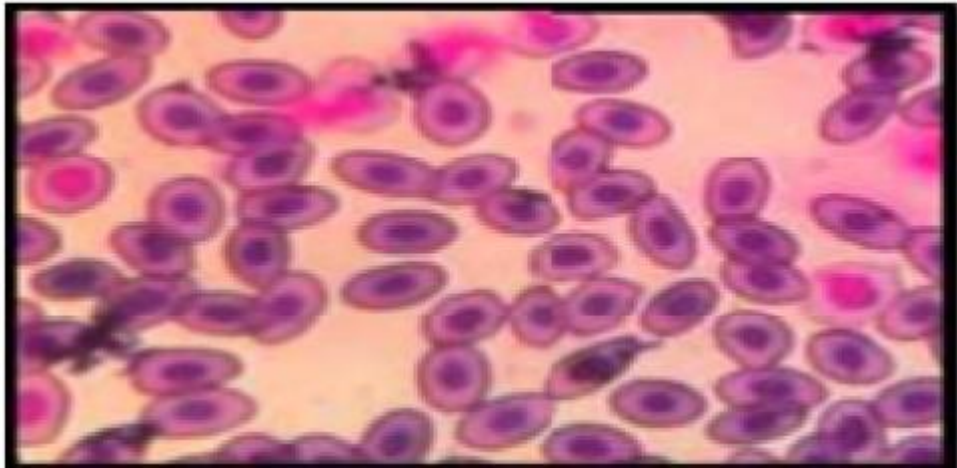
Sel darah merah (eritrosit) ikan mempunyai inti, umumnya berbentuk bulat dan oval tergantung pada jenis ikannya. Inti sel eritrosit terletak sentral dengan sitoplasma terlihat jernih kebiruan dengan pewarnaan giemsa (Chinabut *et al.*, 1991). Jumlah eritrosit berbeda-beda pada berbagai spesies dan juga sangat dipengaruhi oleh suhu, namun umumnya berkisar antara 1-3 juta sel/mm<sup>3</sup>. Jumlah MCV dapat dijadikan indikator untuk menilai kinerja produksi eritrosit selama proses *erythropoiesis* (Rebar, 2000).

Jumlah eritrosit bervariasi pada tiap spesies dan biasanya dipengaruhi oleh stres dan suhu lingkungan. Jumlah eritrosit pada teleostei berkisar antara 1, 05 x 10<sup>6</sup> sel/mm<sup>3</sup> dan 3, 0 x 10<sup>6</sup> sel/mm<sup>3</sup> (Roberts, 2001). Sedangkan menurut Chinabut *et al.*, (1991) melaporkan bahwa eritrosit yang matang berbentuk oval sampai bundar dengan inti yang kecil dan sitoplasma dalam jumlah yang besar. Eritrosit dan retikulosit dibuat di organ ginjal terutama ginjal anterior (*pronephros*) dan limpa. Inti sel akan berwarna ungu dan dikelilingi oleh plasma berwarna biru tua dengan pewarnaan Giemsa.

Menurut Komariah (2009), fungsi utama dari sel-sel darah merah atau eritrosit yaitu sebagai pengangkut hemoglobin dan sebagai pengangkut oksigen dari paru-paru. Selain mengangkut hemoglobin, eritrosit juga mempunyai fungsi lain seperti mengkatalis reaksi antara karbon dioksida dan air, sehingga meningkatkan kecepatan reaksi bolak-balik ini beberapa ribu kali lipat. Cepatnya reaksi ini membuat air dalam darah bereaksi dengan banyak sekali karbon



dioksida dan dengan demikian mengangkutnya dari jaringan menuju paru-paru dalam bentuk ion bikarbonat ( $\text{HCO}_3^-$ ). Gambar sel darah merah dapat dilihat pada (Gambar 2).



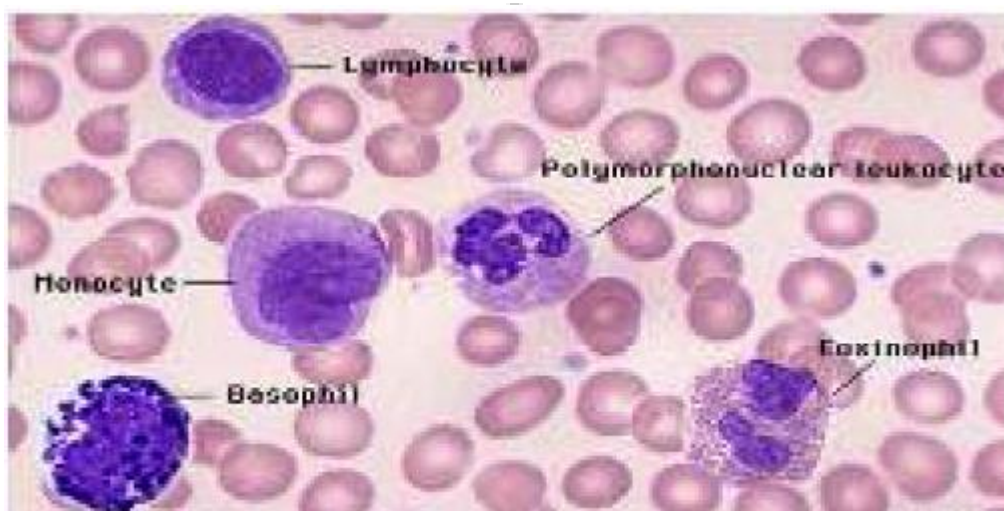
Gambar 2.2. Eritrosit pada ikan bandeng *Chanos chanos* (Utama, 2017)

### 2.3.2 Leukosit (Sel Darah Putih)

Menurut Effendi (2003). Leukosit disebut juga sel darah putih yang mengandung inti. Dilihat dalam mikroskop cahaya maka sel darah putih mempunyai granula spesifik (granulosit), yang dalam keadaan hidup berupa tetesan setengah cair, dalam sitoplasmanya dan mempunyai bentuk inti yang bervariasi, yang tidak mempunyai granula, sitoplasmanya homogen dengan inti bentuk bulat atau bentuk ginjal. Terdapat dua jenis leukosit agranuler: limfosit sel kecil, sitoplasma sedikit; monosit sel agak besar mengandung sitoplasma lebih banyak. Terdapat tiga jenis leukosit granuler: Neutrofil, basofil, dan asidofil (atau eosinofil) yang dapat dibedakan dengan afinitas granula terhadap zat warna netral basa dan asam. Leukosit mempunyai peranan dalam pertahanan seluler dan humoral organisme terhadap zat-zat asing. Leukosit dapat melakukan gerakan

amuboid melalui proses diapedesis leukosit dapat meninggalkan kapiler dengan menerobos antara sel-sel endotel dan menembus kedalam jaringan penyambung.

Menurut Mahawati *et al.*, (2006). Peningkatan jumlah leukosit melebihi jumlah maksimal didefinisikan sebagai *leukositis*, biasanya sebagai respon fisiologis untuk melindungi tubuh dari serangan mikroorganisme. Gambar sel darah putih dapat dilihat pada (Gambar 3).



Gambar 2.3. Sel darah putih *Leukosit* (Anjasari, 2012)

### 2.3.3 Hemoglobin (Hb)

Lagler *et al.*, (1977), menyatakan bahwa kadar hemoglobin (Hb) dalam darah ikan berkaitan dengan jumlah eritrosit. Hemoglobin mengangkut oksigen dalam ikatan dengan Fe (besi) dari darah. Kadar hematokrit yang abnormal dapat dijadikan petunjuk mengenai rendahnya kandungan protein pakan atau ikan mendapat infeksi (Blaxhall, 1972).

Menurut Santoso (1998), keadaan stres dapat mempengaruhi aktivitas fisiologis dan kadar hemoglobin pada ikan. Keadaan fisiologis darah ikan sangat bervariasi, tergantung pada kondisi lingkungan seperti kelembaban, suhu, dan Ph. Sedangkan Menurut Svobodova & Vyukusova (1991), penentuan kadar

hemoglobin dalam cairan darah berguna untuk melihat kesehatan ikan serta hubungan antara darah dan hormon pada ikan. Kadar hemoglobin adalah banyaknya hemoglobin gram/100 ml darah.

Menurut Salasia *et al.*, (2001), kadar hemoglobin normal pada ikan nila berkisar (5, 05-8, 33) gram/100 ml darah. Rendahnya kadar hemoglobin berdampak pada jumlah oksigen yang rendah pula didalam darah. Dellman & Brown (1989), mengatakan bahwa kadar hemoglobin dibawah kisaran normal mengindikasikan rendahnya kandungan protein pakan, defisiensi vitamin dan kualitas air buruk atau ikan mandapat infeksi. MCH adalah jumlah perbandingan kadar hemoglobin dengan jumlah butir darah merah dalam satuan pg (picogram) (Stockham & Scott 2008).

#### **2.3.4 Hematokrit**

Hematokrit adalah parameter yang berpengaruh terhadap pengukuran volume sel darah merah. Menurut Sukenda *et al.*, (2008), kadar hematokrit adalah persentase volume sel darah merah dalam darah yang diperoleh dari sampel darah total yang ada di tabung kapiler. Seiring meningkatnya jumlah eritrosit maka nilai hematokrit ikut meningkat pula.

Hematokrit adalah angka yang menunjukkan persentase zat padat dalam darah terhadap cairan darah. Hematokrit digunakan mengukur perbandingan antara eritrosit dengan plasma, sehingga hematokrit memberikan rasio total eritrosit dengan total volume darah dalam tubuh. Nilai hematokrit dipengaruhi oleh ukuran dan jumlah eritrosit (Ganong, 1995).

Menurut Svobodova & Vyukusova (1991) penentuan kadar hematokrit dalam cairan darah berguna untuk melihat kesehatan ikan serta hubungan antara

darah dan hormon pada ikan. Kadar hematokrit yaitu persentase volume sel darah merah pada ikan mas berkisar antara (28-40) % sedangkan menurut Bond (1979) nilai hematokrit pada ikan Teleostei berkisar antara (20-30) %, dan pada beberapa spesies ikan laut sekitar 42 %.

#### 2.4 Ayat Yang Berkaitan dengan Akibat Kerusakan Timbal

Al-Quran surah Al-Qasas (28) Ayat 77 menjelaskan bahwa “dan carilah pada apa yang telah dianugerahkan Allah kepadamu (kebahagiaan) negeri akhirat, dan janganlah kamu melupakan bahagianmu dari (kenikmatan) duniawi dan berbuat baiklah (kepada orang lain) sebagaimana Allah telah berbuat baik, kepadamu, dan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi. Sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan. (Kementerian Agama R.I., 2012).

Allah SWT berfirman dalam Q.S Al-Qasas: 28/77.

وَابْتَغِ فِيمَا آتَاكَ اللَّهُ الدَّارَ الْآخِرَةَ وَلَا تَنْسَ نَصِيبَكَ  
 مِنَ الدُّنْيَا وَأَحْسِنْ كَمَا أَحْسَنَ اللَّهُ إِلَيْكَ وَلَا تَبْغِ الْفُسَادَ فِي  
 الْأَرْضِ إِنَّ اللَّهَ لَا يُحِبُّ الْمُفْسِدِينَ

Makna penjelasan dari ayat diatas yaitu mengambil contoh peristiwa dari kaum Nabi Musa AS itu dalam melanjutkan nasibnya kepada Qarun bahwa nasihat ini bukan berarti engkau hanya boleh beribadah murni dan melarangmu memperhatikan dunia. Tidak berusaha sekuat tenaga dan pikiranmu dalam batas yang dibenarkan Allah untuk memperoleh harta dan hiasan duniawi dan carilah dengan cara bersungguh-sungguh pada yakni melalui apa yang dianugerahkan

Allah kepadamu dari hasil usahamu itu kebahagiaan negeri akhirat, dengan menginfakkan dan menggunakannya sesuai petunjuk Allah dan dalam saat yang sama janganlah melupakan yakni mangabaikan bagianmu dari kenikmatan dunia dan berbuat baiklah kepada semua pihak, sebagaimana atau disebabkan karena Allah telah berbuat baik kepadamu dengan aneka nikmat-Nya dan janganlah engkau berbuat kerusakan dalam bentuk apapun di bagian mana pun di bumi ini. Sesungguhnya Allah tidak menyukai para pembuat kerusakan (Shihab, 2002).

Allah SWT telah menciptakan laut dengan segala isinya seperti, ikan di laut untuk manusia, sehingga dengan adanya kesadaran manusia semestinya dapat menjaga laut agar tidak tercemari. Dari ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah SWT memerintahkan berbuat baik kepada orang lain sebagaimana Allah berbuat baik kepada kepadamu, seperti halnya meneliti, meneliti juga termasuk kedalam berbuat baik kepada orang lain karena apa yang di dapatkan dari hasil meneliti akan memberikan sebuah informasi bagi orang lain akan dampak logam berat timbal (Pb) bagi kesehatan. Apabila logam berat timbal (Pb) terakumulasi kedalam tubuh makan akan berdampak buruk terhadap kesehatan baik itu secara akut maupun kronis, dan Allah memerintahkan janganlah kamu berbuat kerusakan di (muka) bumi, sesungguhnya Allah tidak menyukai orang-orang yang berbuat kerusakan, seperti halnya fenomena yang dapat dilihat sekarang ini manusia tidak sadar akibat dari membuang sampah keperairan langsung tanpa memikirkan dampak akibat dari perbuatannya itu, yang akan berakibat buruk pada perairan dan biota didalamnya yang secara tidak langsung akan berdampak buruk juga terhadap kesehatan.

## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### 3.1 Rancangan Penelitian

Penelitian disusun mengacu pada Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan empat perlakuan dan tiga ulangan untuk masing masing perlakuannya. Konsentrasi subkronik PbNO<sub>3</sub> untuk setiap perlakuan didasarkan pada konsentrasi LC<sub>50-96</sub> jam PbNO<sub>3</sub> terhadap ikan bandeng yang telah dilaporkan sebelumnya yaitu 426.49 mg/L (Hesni *et al.*, 2011). Secara rinci konsentrasi Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> untuk setiap perlakuan adalah sebagai berikut: Perlakuan kontrol: 0 g/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> , Perlakuan A (10% dari konsentrasi LC<sub>50-96</sub> jam Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>: 42.64 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> , Perlakuan B (15 % dari konsentrasi LC<sub>50-96</sub> jam Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>: 63.97 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub> , Perlakuan C (20% dari konsentrasi LC<sub>50-96</sub> jam Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>: 85.29 mg/L Pb(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.

Total waktu persiapan dan pelaksanaan penelitian ini selama 5 bulan. Pembuatan proposal dilakukan pada bulan Maret dan April, kemudian dilanjutkan dengan seminar proposal pada pertengahan bulan April. Pengambilan sampel dan penelitian dilaksanakan mulai tanggal 26 Agustus sampai 10 Oktober 2019. Tahap pemaparan, pengukuran parameter pertumbuhan ikan, dan pembuatan preparat ulas darah dilakukan di Gampong Cot Langkuweh, Kecamatan Meraxa Banda Aceh. Pengukuran parameter hematologi darah ikan bandeng dilakukan di Laboratorium Klinik Riset Lamprit. Analisis kualitatif darah dilakukan di Laboratorium Botani dan Ekologi Universitas UIN Ar-Raniry Banda Aceh. Sedangkan analisis data dilaksanakan pada bulan November 2019.

Tabel 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

	Maret dan April		Agustus dan September		Oktober dan November	
Pembuatan Proposal dan seminar Proposal	■	■				
Pengambilan sampel			■			
Pelaksanaan Penelitian				■	■	
Analisis data						■

### 3.2 Subyek Penelitian/ Populasi Sampel dan Sampel Penelitian

Objek yang digunakan pada penelitian ini adalah ikan bandeng (*Chanos chanos*) betina. Sebanyak 130 ekor ikan bandeng dengan kisaran bobot  $19,93 \pm 1,61$  g dan panjang total  $14,35 \pm 0,46$  cm dikoleksi dari petani tambak lokal di Desa Ladong Ujung Batee, Kabupaten Aceh Besar, Indonesia untuk selanjutnya diangkut ke tempat pemeliharaan menggunakan transportasi darat dalam wadah tertutup yang telah ditambahkan oksigen. Tahap aklimatisasi ikan uji berlangsung selama enam hari dalam kolam berukuran  $100 \times 60 \times 40$  cm, bervolume 250 L air payau bersalinitas 30 ppt yang dilengkapi dengan sistem aerasi (Syahid *et al.*, 2006). Selama periode aklimatisasi, ikan uji diberi pakan berupa pelet secara satiasi sebanyak dua kali sehari (08.00 dan 17.00 WIB). Toksikan yang digunakan dalam penelitian ini berupa timbal nitrat  $Pb(NO_3)_2$  (Pudak Scientific, Indonesia) yang diperoleh dari Laboratorium Kimia Fakultas MIPA, Universitas Syiah Kuala.

Wadah pemaparan yang digunakan berupa fiber berukuran  $60 \times 40 \times 50$  cm bervolume 90 L air dengan salinitas 30 ppt. Jumlah ikan uji untuk setiap akuarium



adalah sebanyak tujuh ekor. Masa pemaparan berlangsung selama 40 hari. Pergantian air secara total dilakukan setiap sembilan hari sekali, sedangkan penyiponan wadah dilakukan setiap hari. Pemberian pakan berupa pelet dilakukan setiap dua kali sehari secara satiasi (08.00 & 17.00 WIB). Pengukuran parameter fisik kimiawi air media dilakukan setiap delapan hari meliputi suhu, salinitas dan oksigen terlarut dengan hasil sebagai berikut: salinitas 28 - 30 ppt, suhu 25.8 - 26.1 °C dan oksigen terlarut 4.1 – 4.8 mg/L.

### 3.3 Instrumen Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah fiber berukuran 60x40x50 cm timbangan analitik, spuit 1 ml, penggaris, meteran kain, sarung tangan, masker, gayung, timba, selang, jaring ikan, saringan, aerator, tabung darah, gunting, selang oksigen, batu pemberat, wadah pakan, mikroskop, *Hematology Analyzer Mindray BC 30.S*, kertas label, spidol, kain hitam, alat tulis, DO meter, dan salinometer.

Bahan yang digunakan adalah ikan bandeng (*Chanos chanos*), timbal  $Pb(NO_3)_2$ , air 90 L, pelet, larutan *Giemsa*, pewarna *Ethylene Diamine Tetraacetic Acid* (EDTA).

### 3.4 Prosedur Penelitian

#### 3.4.1 Pengukuran Parameter Hematologi Ikan Uji

Pada hari terakhir pemaparan, sebanyak 2 ml darah ikan dikoleksi dari masing masing perlakuan menggunakan spuit 1 ml melalui vena caudalis. Sampel darah kemudian ditempatkan pada tabung mikro (*mikrotube*) 3 ml yang telah ditambahkan antikoagulan *ethylene diamine tetraacetic acid* (EDTA). Parameter



hematologi yang diukur meliputi kadar eritrosit, kadar leukosit, kadar hemoglobin (Hb), kadar hematokrit, *Mean Corpuscular Volume (MCV)*, *Mean Corpuscular Hemoglobin (MCH)*, *Mean Corpuscular Hemoglobin Concentration (MCHC)* dan *diferensial leukosit (Neutrofil, Limfosit dan Monosit)*. Pengukuran parameter hematologi darah tersebut dilakukan dengan menggunakan *Auto Hematology Analyzers BC-30s (Mindray, China)*

Secara kualitatif, pengaruh paparan timbal terhadap darah ikan bandeng dilakukan dengan mengamati jenis dan tingkat malformasi yang terjadi terhadap sel eritrosit. Pembuatan preparat ulas darah dilakukan dengan metode *slide*, sedangkan proses pewarnaan prerapat dilakukan dengan larutan *Giemsa* (Houwen, 2000; Meyer & Harvey, 2004). Bentuk abnormalitas dari sel eritrosit pada setiap perlakuan diamati dan difoto dengan menggunakan mikroskop binokuler (*Olympus, Japan*) yang telah dilengkapi kamera (Utama *et al.*, 2017). Jenis abnormalitas sel eritrosit pada setiap perlakuan diidentifikasi berdasarkan berbagai rujukan penelitian terdahulu yang terkait hematologi ikan diantaranya Utama, *et al.*, (2017), Witeska *et al.*, (2011), Syahrial *et al.*, (2013), dan Tomova *et al.*, (2008).

#### **3.4.2. Pengukuran Parameter Pertumbuhan Ikan Uji**

Parameter pertumbuhan ikan uji yang diukur meliputi kelangsungan hidup, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan panjang, efisiensi pakan dan rasio konversi pakan. Pengukuran kelangsungan hidup, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan panjang rata-rata dan nilai efisiensi pakan diukur pada akhir masa pemaparan. Kelangsungan hidup dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut (Effendi *et al.*, 2006):

$$SR = \frac{Nt - No}{No} \times 100$$

Dimana SR adalah tingkat kelangsungan hidup (%), Nt adalah jumlah ikan hidup pada akhir pemeliharaan (ekor), dan No adalah jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor). Menurut perhitungan laju pertumbuhan spesifik diukur dengan menggunakan persamaan berikut (Effendi *et al.*, 2006):

$$SGR = \frac{(\ln Wt - \ln Wo)}{T} \times 100$$

Dimana SGR adalah laju pertumbuhan spesifik (%/hari), Wo adalah berat rata-rata benih pada awal penelitian (g), Wt adalah berat rata-rata benih pada hari ke-t (g), T adalah lama pemeliharaan (hari). Pertambahan panjang rata-rata dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997) sebagai berikut:

$$Pm = Lt - Lo$$

Dimana Pm adalah pertumbuhan panjang rata-rata (cm), Lt adalah panjang rata-rata akhir (cm), Lo adalah panjang rata-rata awal (cm). Efisiensi pakan ikan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Effendi *et al.*, 2006):

$$FE = \frac{(wt + D) - Wo}{F} \times 100$$

Dimana FE adalah efisiensi pakan (%), Wt adalah bobot ikan uji pada akhir penelitian (g), Wo adalah bobot ikan uji pada awal penelitian (g), D adalah bobot total ikan yang mati selama pemeliharaan (g), F adalah jumlah total pakan yang diberikan (g). Rasio konversi pakan atau *food conversion ratio* (FCR) dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut (Effendie, 1997).

$$FCR = \frac{F}{(wt + D) - Wo}$$

Dimana FCR adalah rasio konversi pakan, F adalah berat pakan yang diberikan (gram), Wt adalah biomassa hewan uji pada akhir pemeliharaan (gram), D adalah

bobot ikan mati (gram),  $W_0$  adalah biomassa hewan uji pada awal pemeliharaan (gram).

### 3.5 Teknik Analisa Data

Data disajikan dalam bentuk rata-rata dan standar deviasi. Hasil pengukuran parameter hematologi dan pertumbuhan ikan uji antar perlakuan dianalisis menggunakan analisis varian satu arah (ANOVA) pada selang kepercayaan 95%. Jika hasil analisis menunjukkan perbedaan yang nyata antar perlakuan, maka analisis dilanjutkan dengan menggunakan uji Beda Nyata Terkecil (BNT). Analisis statistik dilakukan dengan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22. Data kualitatif abnormalitas eritrosit yang diperoleh dianalisis secara deskriptif dan skoring berdasarkan tingkat intensitasnya (+) ringan, (++) sedang dan (+++) berat.

Tabel 3.2. Berat dan panjang awal ikan bandeng (*Chanos chanos*)

No	Parameter	Satuan	Nilai	
			Rata-rata ( $\bar{x}$ )	Standar (SD)
1	Bobot Awal	G	19.93	3.54
2	Panjang Awal	Cm	14.35	1.00

Tabel 3.3. Karakteristik hematologi awal ikan bandeng (*Chanos chanos*)

No	Parameter	Satuan	Nilai	
			Rata-rata ( $\bar{x}$ )	Standar Deviasi (STDEV)
1	Leukosit	$10^3/\mu\text{L}$	7.82	0.50
2	Eritrosit	$10^6/\mu\text{L}$	0.974	0.18
3	Hemoglobin	g/Dl	3.92	0.51
4	Hematokrit	%	16.3	4.08
5	MCV	fL	166.52	18.99
6	MCH	Pg	39.72	7.06
7	MCHC	g/dL	24.82	4.06

## BAB IV

### HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil Penelitian

##### 4.1.1 Kondisi Hematologi Akhir Ikan Bandeng

Paparan timbal menyebabkan terjadinya peningkatan kandungan leukosit, MCV, dan MCH dalam darah ikan bandeng ( $p < 0.05$ ). Sebaliknya, paparan timbal juga menyebabkan terjadinya penurunan eritrosit, hemoglobin, hematokrit dan MCHC ( $p < 0.05$ ). Jumlah eritrosit menurun secara signifikan dari  $0.58 \pm 0.21 \text{ } 10^6/\mu\text{L}$  pada perlakuan kontrol menjadi  $0.32 \pm 0.09 \text{ } 10^6/\mu\text{L}$  pada perlakuan C. Jumlah hemoglobin menurun secara signifikan dari  $2.32 \pm 0.59 \text{ g/dL}$  pada perlakuan kontrol menjadi  $1.45 \pm 0.20 \text{ g/dL}$  pada perlakuan C. Hematokrit menurun signifikan dari  $6.32 \pm 1.77 \%$  pada perlakuan kontrol menjadi  $3.96 \pm 0.66 \%$  pada perlakuan C. Sementara itu, jumlah MCHC menurun secara signifikan dari  $42.65 \pm 5.14 \text{ g/dL}$  pada perlakuan kontrol menjadi  $28.55 \pm 3.56 \text{ g/dL}$  pada perlakuan B (Tabel 2).

Jumlah leukosit meningkat signifikan pada perlakuan A dibandingkan dengan perlakuan kontrol ( $p < 0.05$ ). Jumlah leukosit pada perlakuan kontrol yaitu sebesar  $1.26 \pm 0.58 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$ , sedangkan pada perlakuan A meningkat menjadi  $14.90 \pm 7.29 \text{ } 10^3/\mu\text{L}$ . Jumlah leukosit kembali menurun pada perlakuan B dan C. Jumlah MCV pada perlakuan kontrol yaitu sebesar  $106.58 \pm 21.69 \text{ fL}$ , sedangkan pada perlakuan B meningkat menjadi  $141.00 \pm 12.35 \text{ fL}$ . Jumlah MCH meningkat signifikan pada perlakuan A dibandingkan dengan perlakuan kontrol ( $p < 0.05$ ). Jumlah MCH pada perlakuan kontrol yaitu sebesar  $38.22 \pm 2.72 \text{ pg}$ , sedangkan pada perlakuan A meningkat menjadi  $48.53 \pm 4.55 \text{ pg}$  (Tabel 4.1).

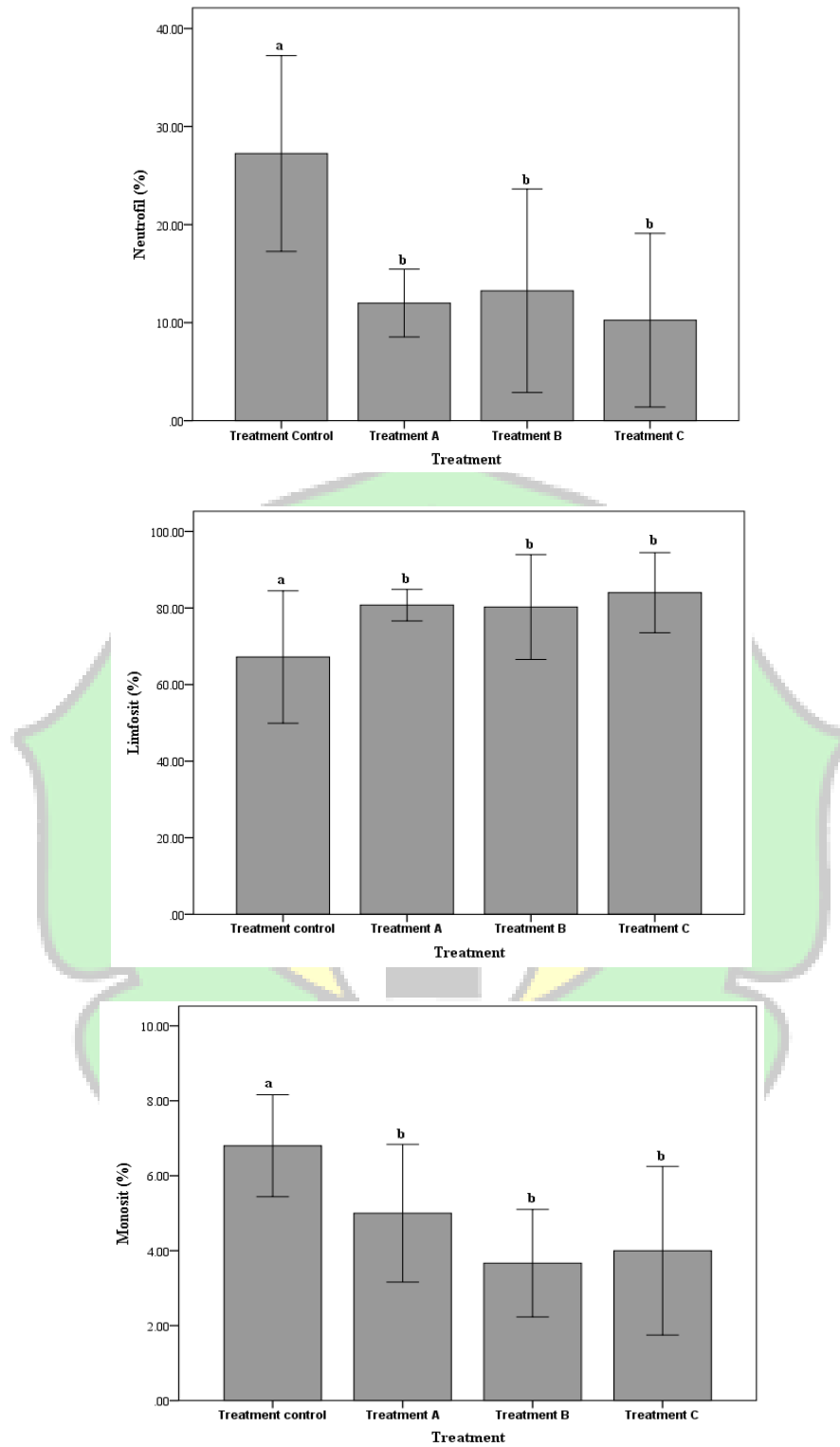
Tabel 4.1. Profil Hematologi ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada setiap perlakuan di akhir masa pemaparan

Parameter	Perlakuan Kontrol	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C
Eritrosit ( $10^6/\mu\text{L}$ )	$0.58 \pm 0.21^a$	$0.39 \pm 0.05^a$	$0.38 \pm 0.05^a$	$0.32 \pm 0.09^b$
Leukosit ( $10^3/\mu\text{L}$ )	$1.26 \pm 0.58^a$	$14.90 \pm 7.29^b$	$4.65 \pm 3.70^a$	$5.40 \pm 4.05^a$
Haemoglobin (g/dL)	$2.32 \pm 0.59^a$	$2.02 \pm 0.22^a$	$1.56 \pm 0.35^b$	$1.45 \pm 0.20^b$
Hematokrit (%)	$6.32 \pm 1.77^b$	$4.67 \pm 1.38^a$	$5.12 \pm 1.22^a$	$3.96 \pm 0.66^a$
MCV (fL)	$106.58 \pm 21.69^a$	$117.50 \pm 19.36^a$	$141.00 \pm 12.35^b$	$140.25 \pm 13.67^b$
MCH (pg)	$38.22 \pm 2.72^a$	$48.53 \pm 4.55^b$	$40.17 \pm 4.48^a$	$43.36 \pm 9.86^a$
MCHC (g/dL)	$42.65 \pm 5.14^a$	$39.96 \pm 8.60^a$	$28.55 \pm 3.56^b$	$28.70 \pm 4.36^b$

\*) angka dengan kolom sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak beda nyata ( $P < 0.05$ ).

#### 4.1.2 Neutrofil, Limfosit dan Monosit

Paparan timbal menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah limfosit dalam darah ikan bandeng disertai penurunan terhadap jumlah neutrofil dan monosit ( $p < 0.05$ ). Jumlah neutrofil menurun secara signifikan dari  $27.25 \pm 4.99$  % pada perlakuan kontrol menjadi  $10.25 \pm 4.42$  % pada perlakuan C. Sementara itu, jumlah monosit menurun secara signifikan dari  $6.80 \pm 1.09$  % pada perlakuan kontrol menjadi  $3.66 \pm 0.57$  % pada perlakuan B. Sedangkan jumlah limfosit meningkat signifikan pada perlakuan B dibandingkan dengan perlakuan kontrol ( $p < 0.05$ ). Jumlah limfosit pada perlakuan kontrol yaitu sebesar  $67.20 \pm 8.64$  %, sedangkan pada perlakuan B meningkat menjadi  $84.00 \pm 5.22$  % (Gambar 4.1).



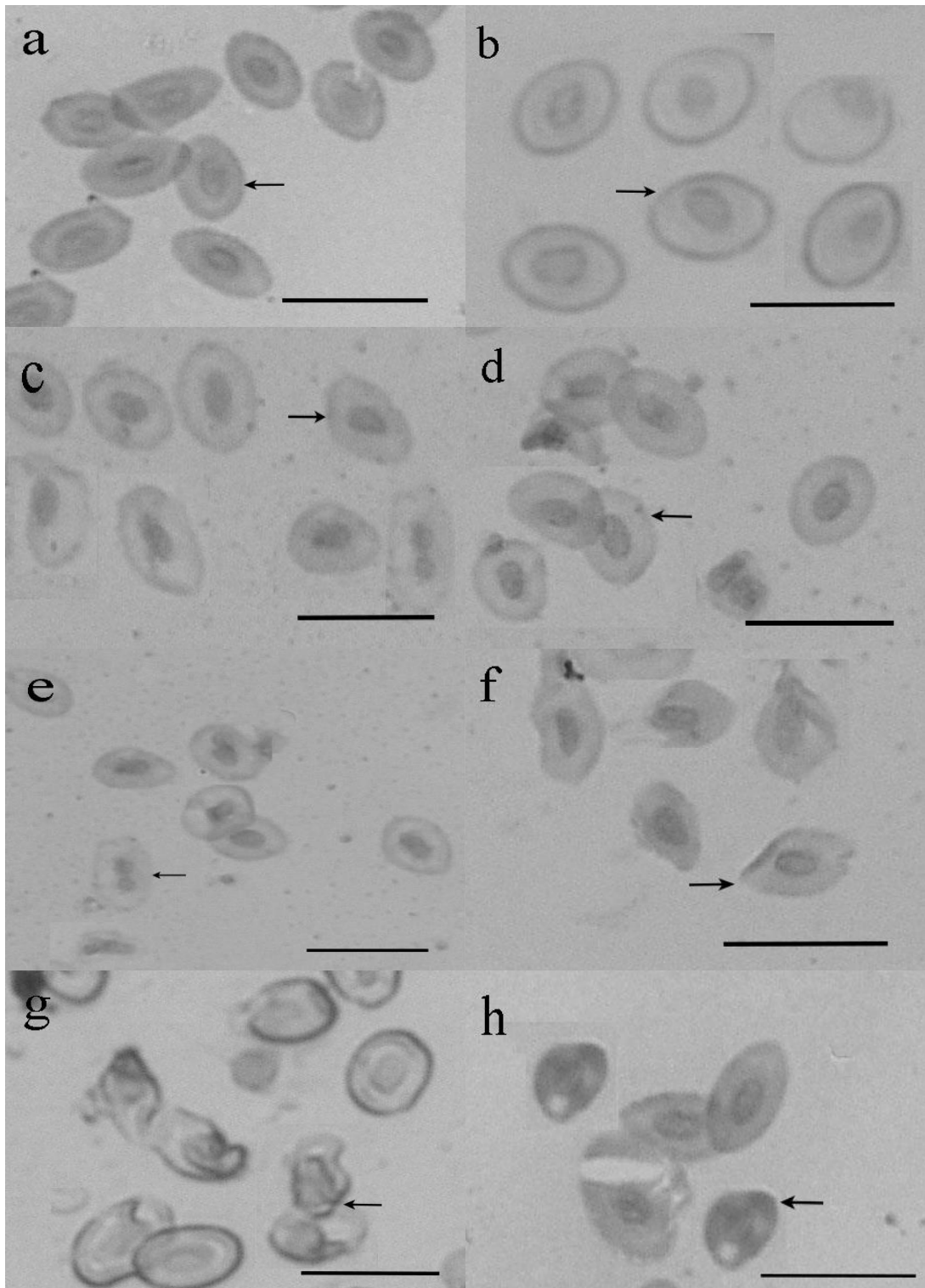
Gambar 4.1. Kondisi neutrofil (a), limfosit (b) dan monosit (c) ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada tiap perlakuan setelah dipapar timbal nitrat selama 40 hari

#### 4.1.3 Malformasi eritrosit

Malformasi bentuk eritrosit pada ikan bandeng yang terpapar timbal dalam penelitian ini meliputi *hemolyzed cell*, *swollen cell* (sel bengkak), *deformed cell* (sel cacat), *double cell* (sel ganda), *binucleus* (dua inti), dan *lacerated membrane* (membran yang terkoyak) (Gambar 4.2). Malformasi bentuk eritrosit cenderung meningkat seiring meningkatnya konsentrasi timbal pada media pemaparan. Malformasi eritrosit jenis *swollen cell*, *deformed cell*, *double cell*, dan *hemolyzed cell* teramati pada semua perlakuan yang dipapar timbal (perlakuan A, perlakuan B, dan perlakuan C), lain halnya dengan *binucleus* dan *lacerated membrane* hanya teramati pada perlakuan B dan perlakuan C saja, sedangkan *vacuolated cell* hanya teramati pada perlakuan C (Tabel 4.2). Intensitas terjadinya *deformed cell*, dan *double cell* cenderung sama pada setiap perlakuan yang dipapar timbal. Sebaliknya, intensitas terjadinya *hemolyzed cell*, *swollen cell*, *binucleus* dan *lacerated* cenderung meningkat seiring meningkat konsentrasi timbal dalam media pemaparan.

Tabel 4.2. Tingkat malformasi eritrosit ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada setiap perlakuan di akhir masa pemaparan

Jenis Malformasi	Perlakuan Kontrol	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C
<i>Swollen cell</i>	-	+	++	++
<i>Deformed cell</i>	-	+++	+++	+++
<i>Double cell</i>	-	+++	+++	+++
<i>Binucleus</i>	-	-	+	++
<i>Lacerated membrane</i>	-	-	+	+++
<i>Hemolyzed cell</i>	-	++	++	+++
<i>Vacuolated cell</i>	-	-	-	+



Gambar 4.2. Jenis malformasi eritrosit ikan bandeng setelah 40 hari pemaparan timbal. a. eritrosit normal, b. *swollen cell*, c. *deformed cell*, d. *double cell*, e. *binucleus*, f. *lacerated membrane*, g. *hemolyzed cell*, dan h. *vacuolated cell*. Skala bar: 20  $\mu\text{m}$ .



#### 4.1.4 Profil pertumbuhan ikan bandeng

Paparan timbal tidak menyebabkan terjadinya perbedaan yang signifikan terhadap parameter kelangsungan hidup, bobot akhir dan panjang akhir ikan bandeng ( $p > 0.05$ ). Sebaliknya, paparan timbal menyebabkan terjadinya perbedaan yang signifikan terhadap parameter pertumbuhan bobot, pertumbuhan panjang, laju pertumbuhan spesifik (SGR), efisiensi pakan dan rasio konversi pakan ikan bandeng ( $p < 0.05$ ) (Tabel 4.3). Nilai pertumbuhan bobot ikan bandeng mengalami penurunan yang signifikan dari  $8.41 \pm 0.69$  g pada perlakuan kontrol menjadi  $2.97 \pm 2.12$  g pada perlakuan C. Hasil yang hampir serupa juga terjadi pada parameter pertumbuhan panjang dimana nilai tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan C yaitu masing masing sebesar  $2.13 \pm 0.36$  dan  $0.81 \pm 0.66$  cm.

Laju pertumbuhan spesifik dan efisiensi pakan pada perlakuan A, B dan C menunjukkan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan kontrol. Nilai laju pertumbuhan spesifik dan efisiensi pakan tertinggi terdapat pada perlakuan kontrol yaitu masing masing sebesar  $0.95 \pm 0.07$  %/hari dan  $10.97 \pm 0.06$  %. Rasio konversi pakan (FCR) pada perlakuan kontrol dan A menunjukkan nilai yang lebih tinggi dibandingkan perlakuan C. Walaupun demikian, rasio konversi pakan (FCR) pada perlakuan B memiliki nilai yang lebih rendah dibanding perlakuan C. Nilai rasio konversi pakan tertinggi terdapat perlakuan A, sedangkan nilai terendah terdapat pada perlakuan B yaitu masing masing sebesar  $1.46 \pm 0.02$  dan  $1.40 \pm 0.01$  (Tabel 4.3).

Tabel 4.3. Rata-rata profil pertumbuhan ikan bandeng (*Chanos chanos*) setelah 40 hari pemaparan timbal nitrat ( $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ )

Parameter	Perlakuan Kontrol	Perlakuan A	Perlakuan B	Perlakuan C
Kelangsungan hidup (%)	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>	100 ± 0.00 <sup>a</sup>
Bobot awal (g)	18.52 ± 4.10 <sup>a</sup>	18.60 ± 3.44 <sup>a</sup>	20,96 ± 3.29 <sup>a</sup>	21.65 ± 1.94 <sup>a</sup>
Bobot akhir (g)	22.01 ± 4.39 <sup>a</sup>	21.49 ± 3.60 <sup>a</sup>	23.77 ± 3.56 <sup>a</sup>	23.09 ± 3.14 <sup>a</sup>
Panjang awal (cm)	14.03 ± 1.18 <sup>a</sup>	13.90 ± 0.90 <sup>a</sup>	14.65 ± 1.06 <sup>a</sup>	14.85 ± 0.66 <sup>a</sup>
Panjang akhir (cm)	14.77 ± 1.25 <sup>a</sup>	14.48 ± 0.99 <sup>a</sup>	15.11 ± 1.12 <sup>a</sup>	14.89 ± 0.92 <sup>a</sup>
Pertumbuhan bobot (g)	8.41 ± 0.69 <sup>a</sup>	6.50 ± 2.30 <sup>b</sup>	4.47 ± 2.05 <sup>b</sup>	2.97 ± 2.12 <sup>b</sup>
Pertumbuhan panjang (cm)	2.13 ± 0.36 <sup>a</sup>	1.84 ± 0.64 <sup>a</sup>	1.16 ± 0.61 <sup>b</sup>	0.81 ± 0.66 <sup>b</sup>
SGR (%/hari)	0.95 ± 0.07 <sup>a</sup>	0.74 ± 0.24 <sup>b</sup>	0.46 ± 0.22 <sup>b</sup>	0.32 ± 0.22 <sup>b</sup>
Efisiensi pakan (%)	10.97 ± 0.06 <sup>a</sup>	9.19 ± 0.76 <sup>b</sup>	7.66 ± 0.69 <sup>b</sup>	4.38 ± 0.04 <sup>b</sup>
Rasio konversi pakan/FCR	1.44 ± 00.0 <sup>a</sup>	1.46 ± 0.02 <sup>a</sup>	1.40 ± 0.01 <sup>b</sup>	1.41 ± 0.00 <sup>b</sup>

\*) angka dengan kolom sama yang diikuti huruf sama menunjukkan tidak beda nyata ( $P < 0.05$ ).

## 4.2 Pembahasan

Menurunnya tingkat metabolisme tubuh ikan yang terpapar polutan dapat diekspresikan melalui parameter hematologi (Palar, 2004). Hasil penelitian ini mengungkapkan bahwa paparan timbal selama 40 hari berdampak signifikan pada jumlah eritrosit, leukosit, hemoglobin dan hematokrit ikan bandeng. Jumlah eritrosit menurun secara signifikan pada perlakuan C dibanding perlakuan kontrol. Beberapa jenis polutan yang juga dilaporkan telah menyebabkan terjadinya penurunan jumlah eritrosit ikan diantaranya tembaga (Cu), kadmium (Cd), insektisida dan nikel (Akel *et al.*, 2010; Kang *et al.*, 2005; Majumder & Kaviraj, 2018; Sabilu, 2010). Hasil penelitian Al-Asgah *et al.* (2015), melaporkan bahwa paparan kadmium klorida sebesar 5.03 mg/l selama 30 hari mampu menurunkan jumlah eritrosit pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dari  $1.73 \pm 0.04 \cdot 10^6 / \mu\text{L}$  menjadi  $1.13 \pm 0.08 \cdot 10^6 / \mu\text{L}$ . Terjadinya penurunan jumlah eritrosit pada ikan yang terpapar logam berat diduga berkaitan erat dengan meningkatnya viskositas darah yang disertai dengan adanya kerusakan morfologi eritrosit (Sabilu, 2010; Syahrial, 2013). Menurut Alamanda (2006), jumlah eritrosit yang rendah dapat

mengganggu pasokan nutrien menuju sel, jaringan dan organ sehingga mengakibatkan proses metabolisme ikan menjadi terhambat.

Jumlah MCV dapat dijadikan indikator untuk menilai kinerja produksi eritrosit selama proses *erythropoiesis* (Rebar, 2000). Paparan timbal menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah MCV pada ikan bandeng. Hasil ini identik dengan hasil penelitian Kumar & Banerjee (2016) yang melaporkan peningkatan jumlah MCV pada ikan lele (*Clarias batrachus*) yang terpapar arsenik. Peningkatan jumlah MCV tersebut diduga terjadi akibat tingginya volume sel darah merah dibandingkan dengan volume plasmanya (Guyton, 1997). Ikhimioya dan Imasuen (2007) juga berpendapat bahwa peningkatan jumlah MCV dapat terjadi akibat pelepasan sel eritrosit yang masih belum matang ke dalam sistem sirkulasi darah. Sementara itu, menurut Radostits *et al.* (2007), peningkatan jumlah MCV merupakan dampak dari *macrocytic normochromic* anemia yang terjadi akibat adanya *hemolysis* pada sel eritrosit.

Penurunan jumlah eritrosit juga sering dikaitkan dengan meningkatnya malformasi pada sel eritrosit akibat paparan polutan (Syarial *et al.*, 2013). Hasil penelitian mengungkapkan bahwa paparan timbal mengakibatkan enam bentuk malformasi eritrosit ikan bandeng meliputi *hemolyzed cell*, *swollen cell*, *deformed cell*, *double cell*, *binucleus*, dan *lacerated membrane*. Tingkat malformasi eritrosit ikan bandeng cenderung meningkat seiring meningkatnya konsentrasi timbal pada media pemaparan. *Deformed cell* dan *double cell* merupakan dua jenis malformasi eritrosit yang dominan ditemukan pada ikan bandeng yang terpapar timbal. Malformasi sel eritrosit diduga berasal dari reaksi fenton yang menghasilkan radikal bebas hidroksil yang sangat reaktif. Radikal bebas tersebut bersifat tidak

stabil, reaktif serta dapat merusak molekul lain seperti DNA, protein, lipid, dan karbohidrat (Satyanintijas *et al.*, 2010). Disamping itu, paparan logam berat juga diungkapkan mampu mengganggu pengaturan membran lipid bilayer (*bilayer lipid membran*) dan menghambat kinerja enzim *karbonat anhidrase* yang berdampak pada terjadinya malformasi eritrosit (Lionetto *et al.*, 2006).

Nilai hemoglobin dan hematokrit dapat mencerminkan kinerja pengikatan dan distribusi oksigen dalam darah ikan (Dewi, 2012). Menurut Bastiawan *et al.* (1995), rendahnya nilai hemoglobin akan berdampak pada penurunan laju metabolisme dan pemanfaatan energi. Hasil penelitian mengungkapkan bahwa paparan timbal berdampak signifikan menurunkan nilai hemoglobin ikan bandeng. Sabilu (2010), ikut melaporkan adanya penurunan nilai hamoglobin ikan bandeng setelah terpapar nikel dengan konsentrasi 3.56 ppm selama 30 hari. Disamping itu, berbagai paparan polutan lain (contohnya cadmium klorida, arsenik dan timbal) juga dilaporkan mampu menurunkan jumlah hemoglobin ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan lele (*Clarias batrachus*) dan ikan kerapu macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) (Asgah *et al.*, 2015; Kumar dan Banerjee, 2016; Sahetapy, 2013). Keberadaan timbal dalam tubuh dapat mengganggu sintesa hemoglobin melalui gangguan penyatuan *Glycine* dan *Succinyl Co-Enzyme A*, depresi terhadap *aminolevulinat dehidratase* (delta-ALAD), dan gangguan terhadap enzim *Ferrochelatase* (Rizkiawati, 2012). Timbal juga akan meningkatkan kadar *asam amino levulinat* (ALA) yang diperlukan dalam proses sintesis hemoglobin (Hb). Peningkatan kadar *asam amino levulinat* (ALA) ini akan mempengaruhi proses pembentukan *porfobilinogen* & *protoforfirin-9* yang berdampak pada terhambatnya sintesis Hb (Musthaphia & Sunarno, 2006).

MCH adalah jumlah perbandingan kadar hemoglobin dengan jumlah butir darah merah dalam satuan pg (picogram) (Stockham & Scott 2008). Dalam penelitian ini jumlah MCH meningkat signifikan pada perlakuan A, sedangkan jumlah MCV meningkat signifikan pada perlakuan B dan C. Polizopoulou (2010) menyatakan bahwa tingginya nilai MCV dan MCH dapat mengindikasikan respons anemia regeneratif yang disebabkan adanya proses hemolisis eritrosit. Berbanding terbalik dengan MCV dan MCH, jumlah MCHC menurun secara signifikan pada perlakuan B dan C. Penurunan nilai MCHC juga teramati pada berbagai jenis ikan yang terpapar polutan arsenik, insektisida, asam asetat dichlorophenoxy, tembaga (Cu) dan kadmium (Cd) (Kumar dan Banerjee, 2016; Majumder & Kaviraj, 2018; Soni, 2018 dan Kang *et al.*, 2005).

Nilai hematokrit cenderung berkorelasi positif dengan jumlah eritrosit, sehingga apabila jumlah eritrosit menurun maka nilai hematokrit ikut menurun. Disamping itu, nilai hematokrit juga dapat mengindikasikan tingkat nafsu makan ikan (Dewi, 2012). Dalam penelitian ini, jumlah hematokrit menurun secara signifikan pada semua perlakuan yang diberi timbal. Sahetapy (2013) ikut melaporkan hal senada dimana paparan timbal dengan konsentrasi 6.86 ppm selama 30 hari pada Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*) menyebabkan terjadinya penurunan nilai hematokrit dari kondisi normal 24.70 % menjadi 9.66 %. Menurunnya nilai hematokrit akibat paparan polutan juga dilaporkan terjadi pada beberapa jenis ikan diantaranya ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan bandeng (*Chanos chanos*), *Leporinm usobtusidens* (piava) dan Rockfish *Sebastes Schlegeli* (Asgah *et al.*, 2015; Sabilu, 2010; Salbego *et al.*, 2010; Kim & Kang, 2004).

Leukosit berperan penting dalam pertahanan seluler dan humoral terhadap zat-zat asing (Effendi, 2003). Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa paparan timbal nitrat dengan konsentrasi 42.64 mg/L selama 40 hari menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah leukosit dari  $1.26 \pm 0.58 \times 10^3/\mu\text{L}$  menjadi  $14.90 \pm 7.29 \times 10^3/\mu\text{L}$ , akan tetapi pada konsentrasi 63.97 mg/L dan 85.29 mg/L kandungan leukosit ikan bandeng kembali mengalami penurunan hingga  $4.65 \pm 3.70 \times 10^3/\mu\text{L}$  dan  $5.40 \pm 4.05 \times 10^3/\mu\text{L}$ . Beberapa jenis polutan yang juga dilaporkan menyebabkan terjadinya peningkatan jumlah leukosit ikan diantaranya Herbisida glifosfat,  $\text{ZnSO}_4$ , insektisida organofosfor, tembaga (Cu), fenol, dan insektisida (Salbego *et al.*, 2010; Syahrial *et al.*, 2013; Vasait dan Patil, 2005; Singh *et al.*, 2008; Patnaik & Patra, 2006; Majumder & Kaviraj, 2018). Sementara itu, penurunan jumlah leukosit juga dilaporkan terjadi pada ikan yang terpapar polutan pestisida dari jenis organophosphorus dan diazinon (Maurya *et al.*, 2019; Ahmed, 2011). Menurut Nuryati *et al.*, (2010), meningkatnya produksi jumlah leukosit pada ikan yang terpapar polutan menunjukkan adanya respon perlawanan terhadap zat asing yang menginfeksi. Sebaliknya, menurunnya jumlah leukosit pada ikan yang terpapar polutan dengan konsentrasi yang lebih tinggi mengindikasikan adanya penurunan sistem imun.

Netrofil, limfosit, dan monosit merupakan komponen dari leukosit. Neutrofil berfungsi sebagai pertahanan primer tubuh melawan infeksi, limfosit berfungsi sebagai respon terhadap antigen atau benda-benda asing, sedangkan monosit berfungsi sebagai fagosit dan penghasil antibodi (Gross & Siegel, 1983; Ellis *et al.*, 1978; Wedember & Mcleay, 1981). Paparan timbal menyebabkan peningkatan kandungan limfosit dalam darah ikan bandeng disertai penurunan

terhadap kandungan neutrofil dan monosit. Peningkatan jumlah limfosit juga teramati pada ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang terpapar cadmium pada dalam konsentrasi 15 ppb selama 30 hari (Ghiasi *et al.*, 2010). Sementara itu penurunan kandungan neutrofil dan monosit juga dilaporkan teramati pada ikan yang terpapar 2-4D asam asetat dichlorophenoxy dan cadmium (Soni, 2018; Ghiasi *et al.*, 2010). Gross & Siegel (1983) berpendapat bahwa peningkatan jumlah limfosit merupakan respon ikan terhadap antigen atau benda-benda asing melalui pembentukan antibodi yang bersirkulasi dalam darah atau dalam pengembangan imunitas seluler.

Paparan timbal (Pb) pada ikan bandeng juga menurunkan laju pertumbuhan bobot, pertumbuhan panjang, efisiensi pakan dan rasio konversi pakan ikan bandeng. Menurunnya pertumbuhan ikan akibat paparan polutan telah banyak dilaporkan oleh beberapa peneliti sebelumnya. Paparan berbagai jenis polutan seperti tembaga (Cu), cadmium (Cd), arsenik, insektisida, dan kromium terbukti berdampak negatif menyebabkan penurunan pertumbuhan ikan (Akel *et al.*, 2010; Kang *et al.*, 2005; Han *et al.*, 2019; Majumder & Kaviraj, 2018; Ko *et al.*, 2019). Menurut Hayat *et al.*, (2007), menurunnya pertumbuhan ikan akibat paparan logam berat diduga berkaitan erat dengan defisiensi pemanfaatan pakan dan gangguan metabolisme. Hasil penelitian menunjukkan adanya penurunan yang signifikan terhadap nilai efisiensi pakan dan rasio konversi pakan pada ikan bandeng yang terpapar timbal. Hasil serupa juga pernah dilaporkan terjadi pada ikan *Clarias gariepinus* yang dipapar timbal klorida selama 21 hari, dimana tingkat harian asupan pakan dan nilai konversi pakannya menurun hingga 1.43 % dan 1.10 % dibanding perlakuan kontrol (Ayegbusi *et al.*, 2018).

## **BAB V**

### **PENUTUP**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan hasil penelitian saya maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Paparan timbal nitrat  $Pb(NO_3)_2$  telah menyebabkan terjadinya penurunan jumlah eritrosit, hemoglobin, hematokrit dan MCHC, disertai dengan adanya peningkatan MCV dan MCH. Jumlah leukosit meningkat secara signifikan pada perlakuan A dan kembali menurun pada perlakuan B dan C.
2. Malformasi eritrosit yang terdeteksi pada ikan bandeng (*Chanos chanos*) yang terpapar timbal meliputi *swollen cell*, *deformed cell*, *double cell*, *binucleus*, *lacerated membrane*, *hemolyzed cell*, dan *vacuolated cell*.
3. Paparan timbal nitrat dengan konsentrasi 85.29 mg/L selama 40 hari mengakibatkan penurunan pada parameter pertumbuhan bobot, pertumbuhan panjang, laju pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan dan rasio konversi pakan ikan bandeng. Rendahnya pertumbuhan ikan bandeng yang terpapar timbal diduga berkaitan dengan adanya gangguan pada kondisi hematologis ikan.

#### **5.2 Saran**

Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai uji jumlah deferensial darah lengkap seperti, kadar trombosit, RDW, PCT, MPV, PDW, dan LED. Selain itu perlu juga dilakukan penelitian mengenai abnormalitas dari leukosit (basofil, eosinofil), trombosit dan data lain untuk melengkapi data penelitian sebelumnya.



## DAFTAR KEPUSTAKAAN

- Affandi RS, Sjafei M, Raharjo, Sulistiono. 2005. *Fisiologi Ikan (Pencemaran dan Penyerapan makanan)*. IPB. Bogor: Manajemen Sumberdaya Perairan.
- Ahmed Z. 2011. Acute and haematological changes in common carp (*Cyprinus carpio*) caused by diazinon exposur. *African Journal of Biotechnology*, 10(63):13852–13859.
- Al-Akel AS, Alkahem Al-Balawi HF, Al-Misned F, Mahboob S. Ahmad Z, Suliman EM. 2010. Effects of dietary copper exposure on accumulation, growth, and hematological parameters in *Cyprinus carpio*. *Journal Toxicological & Environmental Chemistry*, 92(10): 1865–1878.
- Alamanda, IE, Handjani NS, Budiraharjo A. 2006. Penggunaan metode hematologi dan pengamatan endoparasit darah untuk penetapan kesehatan ikan lele dumbo (*clarias gariepinus*) di kolam budidaya desa mangkubumen boyolali. *Jurnal Biodiversitas*, 8(1): 34-38.
- Al-Asgah NA, Abdel-Wahab A, Abdel-Warith, El-Sayed M, Younis, Alam HY. 2015. Haematological and biochemical parameters and tissue accumulations of cadmium in *Oreochromis niloticus* exposed to various concentrations of cadmium chloride. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(5): 543–550.
- Albahary C. 1972. *Lead and hemopoesis*. Amsterdam Jurnal Medical. 52: 367-377.
- Anderson DP. 1990. Immunological indicators: effects of environmental stress on immune protection and disease outbreaks. Di dalam: Adams, SM, editor. *Biological Indicators of Stress in Fish. American Fisheries Symposium* 8. Hal: 38-35.
- Anggraini D. 2007. *Analisis Kadar Logam Berat Timbel (Pb), Cd, Cu Dan Zn Pada Air Laut, Sedimen Dan Lokan (Geloina Coaxans) Di Perairan Pesisir Dumai, Provinsi Riau Online*, <http://heavymetals-contens-analyst> Timbel (Pb),Cu,Cd,Zn anseawaters.
- Ayegbusi OE, Omolara T. Aladesanmi, Oluwasaanu E. Kosemani, Oluwatosin A, Adewusi. 2018. Effects of Lead Chloride on Growth Performance of *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822). *International Journal of Bioassays*, 7(5): 5638-5644.
- Azizah R, Malau R, Susanto AB, Santosa GW, Hartati R, Irwani, Suryono. 2018. Kandungan logam berat timbal (Pb) pada air, sedimen, dan rumput laut *Sargassum* sp. di perairan Teluk Awur, Jepara. *Jurnal Kelautan Tropis*, 21(2): 155-166.

- Barcellos LJG, Kreutz LC, Souza C, Rodriguez LB, Fioreze I, Quevedo RM, Cericato L, Soso AB, Fagundes M, Conrad J, Lacerda LA, Terra S. 2004. Haematological changes in Jundia (*Rhamdia quelen*) after acute and chronic stress caused by usual aquacultural management, with emphasis on immunosuppressive effects. *Aquaculture*, 237: 229–236.
- Bastiawan D, Taukhid M, Alifudin, Dermawati TS. 1995. Perubahan hematologi dan jaringan ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*) yang diinfeksi cendawa *Aphanomyces* sp. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 1(2):106-115.
- Blaxhall PC and Daisley. 1972. Hematological assessment of The Health of Fresh Water Fish, A Riview of Selected Literature. *Journal Fish Biology*. 4:593.
- Bond CE. 1979 *Biology of Fishes*. 514. Saunders. College Publishing, Philadelphia.
- Casas JS, & Sordo J. 2006. *Lead, Chemistry, Analytical Aspects, Environmental Impact and Health Effects*. Departamento de Quimica Inorganica Facultad de Farmacia, Universidad de Santiago Compostela, Galicia, Spain.
- Charlena. 2004. *Pencemaran Logam Berat Timbel (Timbel (Pb) dan Cadmium (Cd) pada Sayur-sayuran*. Bandung: Program Pascasarjana S3 ITIMBEL.
- Chinabut S, Limsuwan C, Katsuwan. 1991. Histology of Walking Catfish *Clariusbatracus*. IDRC, Canada. 96ps.
- Cunningham JG. 2002. *Textbook of Veterinary Physiology*. London. WB Saunders.
- Darafsh F, Mashinchian A, Fatemi M, Jamili S. 2008. Study of the application of fish scale as bioindicator of heavy metal pollution (Pb, Zn) in the *Cyprinus carpio* of the Caspian Sea. *Research Journal of Environmental Sciences*, 2(6): 438-444.
- Darmono. 1995. *Logam dalam Sistem Biologi Air*. Jakarta: UI Press.
- Darmono. 2001. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta: UI-Press.
- Darmono. 2006. *Lingkungan Hidup dan Pencemaran*. Jakarta (ID): UI Press.
- Dellman, HD & Brown EM. 1989. *Buku Teks Histologi Veteriner 1*. Hartono (Penerjemah). Jakarta: UI Press.

- Dewi NK. 2012. Biomarker Pada Ikan Sebagai Alat Monitoring Pencemaran Logam Berat Kadmium, Timbal dan Merkuri di Perairan Kaligarang Semarang. *Thesis*. Universitas Diponegoro.
- Effendi I, Bugri HJ, Widanarni. 2006. Pengaruh padat penebaran terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan Gurami *Osphronemus gouramy* ukuran 2 cm. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 5(2): 127-135.
- Effendie H. 2003. *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Effendie MI. 1997. *Biologi perikanan*. Yogyakarta: Yayasan Pustaka Nusantara. Hal: 155.
- Ellis HL. 1978. *Fundamentals of human learning memori and cognition* (2ed). Iowa: Win C. Brown Co.
- Ganong WF. 1995. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Jakarta: EGC.
- Ghiasi F, Miszargar SS, Badakhsan H, Shamsi S. 2010. Effect of low concentration of cadmium on the level of lysozyme in serum, leukocyte count and phagocytic index in *Cyprinus carpio* under the wintering condition. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 5(2): 113-119.
- Ghufron M & Kardi H. 1997. *Budidaya Kepiting dan Ikan Bandeng di Tambak Sistem Polikultur*. Semarang (ID): Dahara Prize.
- Gross WB, Siegel HB. 1983. Evaluation of the Heterofil/Lymphocyte Ratio of Measure in Chickens. *Avian Disease*. 27(4): 972-979.
- Guyton AC, Hall JE. 1997. *Buku Ajar Fisiologi Kedokteran*. Edisi ke-13. Editor Bahasa Indonesia: Irawati Setiawan. Jakarta. Hal: 1077.
- Han JM, Park HJ, Kim JH, Jeong DS, Kang JC. 2019. Toxic effects of arsenic on growth, hematological parameters, and plasma components of starry flounder, *Platichthys stellatus*, at two water temperature conditions. *Han et al. Fisheries and Aquatic Sciences*. 22(3): 1-8.
- Hayat S, Javed M, Razzaq S. 2007. Growth performance of metal stressed major carps viz. Catla catla, Labeo rohita and Cirrhina mrigala reared under semi-intensive culture system. *Journal Vet Arh*. 2(7): 8.
- Hesni MA, Sohrab AD, Savari A, Mortazavi MS. 2011. Study the acute toxicity of lead nitrate metal salt on behavioral changes of the milkfish (*Chanos chanos*). *World Journal of Fish and Marine Sciences*. 3(6): 496-501.

- Houwen B. 2000. Blood film preparation and staining procedures. *Laboratory Hematology*. 22(1):1-7.
- Ikhimioya I, Imasuen JA. 2007. Blood profile of west African dwarf goats fed *Panicum maximum* supplemented with *Azelia Africana* and *Newbouldia leavis*. *Pakistan Journal Nutrition*, 6(1): 79-84.
- Irianto HE dan Soesilo I. 2007. *Dukungan Teknologi Penyediaan Produk Perikanan*. Badan Riset Kelautan dan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan.
- Johnny FD, Roza Z, Mahardika K. 2003. Hematologi beberapa spesies ikan laut budidaya. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*. 9(4).
- Junianto S. 2002. *Budidaya Ikan Bandeng*. Gramedia (ID): Jakarta.
- Kang JC, Seong-Gil K, Suck-Woo J. 2005. Growth and Hematological Changes of Rockfish, *Sebastes schlegeli* (Hilgendorf) Exposed to Dietary Cu and Cd. *Journal of The World Aquaculture Society*, 36(2): 188-195.
- Kementerian Agama RI. 2012. *Al-Qur'an dan Terjemahnya*. Bandung: Syamil Qur'an.
- Kim SG, Kang JC. 2004. Effect of dietary copper exposure on accumulation, growth and hematological parameters of the juvenile rockfish, *Sebastes schlegeli*. *Marine Environmental Research*, 58(1): 65-82.
- Ko HD, Hee-Ju P, Ju-Chan K. 2019. Change of growth performance, hematological parameters, and plasma component by hexavalent chromium exposure in starry flounder, *Platichthys Stellatus*. *Fisheries and Aquatic Sciences*. 22(9): 1-7.
- Komarawidjaja W, Riyadi A, Garno YS. 2018. Status kandungan logam berat perairan pesisir Kabupaten Aceh Utara dan Kota Lhokseumawe. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 18(2): 251-258.
- Komariah M. 2009. *Metabolisme Eritrosit*. Bandung: Fakultas Keprawatan Universitas Padjadjaran.
- Kumar R, & Banerjee TK. 2016. Arsenic induced hematological and biochemical responses in nutritionally important catfish *Clarias batrachus (L.)*. *Journal homepage Toxicol Rep*. 6(3):148-52.
- Lagler KF, Bardach JE, Miller RR, Pasino DRM. 1977. *Ichthyology*. John Wiley and Sons Inc New York, London.

- Laloan RC, Marunduh SR, Sapulete IM. 2018. Hubungan Merokok Dengan Nilai Indeks Eritrosit (Mcv, Mch, Mchc) Pada Mahasiswa Perokok. *Jurnal Medik dan Rehabilitasi (JMR)*. 1(2): 1-6.
- Lionetto MG, Giordano ME, Vilella S, Schettino T. 2006. Inhibition of eel enzymatic activities by cadmium. *Aquatic Toxicology*, 48(4): 561-571.
- Maftuch, Marsoedi, Putri VD, Lulloh MH, Wibisono FKH. 2015. Studi ikan Bandeng (*Chanos chanos*) yang dibudidayakan di tambak tercemar limbah kadmium (Cd) dan timbal (Pb) di Kalanganyar, Sidoarjo, Jawa Timur terhadap Histopatologi hati, ginjal dan insang. *Journal of Environmental Engineering & Sustainable Technology*. 2(2): 114-122.
- Mahawati E, Suhartono, Nurjazuli. 2006. Hubungan antara kadar fenol dalam urin dengan kadar hb, eritrosit, trombosit dan leukosit (Studi Pada Tenaga Kerja Di Industri Karoseri CV Laksana Semarang).
- Majumder R, Kaviraj A. 2018. Acute and sublethal effects of organophosphate Insecticide chlorpyrifos on freshwater fish *Oreochromis niloticus*. *Drug and chemical toxicology*, 42(5): 487-495.
- Maurya PK, Malika DS, Yadavb KK, Guptab N, Kumar S. 2019. Haematological and histological changes in fish *Heteropneustes fossilis* exposed to pesticides from industrial waste water. *Human and Ecological Risk Assessment: An International Journal*: 1-28. Media Litbangkes. 7, 29-32.
- Metelev VV, Kanaev AI, Dzasokhova NG. 1983. *Water Toxicology*. Amerid Publishing Co.PVT.Ltd. New Delhi, India. Pp 93-94.
- Meyer DJ, & Harvey JW. 2004. *Veterinary laboratory Medicine: interpretation and diagnosis*. 3rd Ed. Philadelphia. USA: Saunders.
- Murtidjo BA. 2001. *Beberapa Metode Pengolahan Ikan*. Yogyakarta (ID): Kanisius.
- Musthafia, I dan M.T. D. Sunarno. 2006. Dampak polutan timbal pada ikan dan manusia. *Seminar Nasional Limnologi Widya Graha LIPI Jakarta*, 1-12.
- Najjiah M, Nadirah, Marina, H. 2008. Erythrocyte morphology in healthy freshwater fish spesies from Malaysia. *Research Journal of Fisheries and Hydrology*, 3(1): 32-35.
- NHMRC. 2009. *Blood lead levels: Lead exposure and health effects in Australia*, National Health & Medical Research Council.

- Nurcholis A, Aziz M, Muftuch. 2013. Ekstrasi Fitur Roudness untuk Menghitung Jumlah Eritrosit dalam Citra Sel Darah Ikan. *Jurnal EECIS*. 7(1): 10-17.
- Nurjanah, Widiastuti R. 1997. Ancaman Dibalik Ikan. *Warta Konsumen*, Edisinovember No. 11 Tahun Xxiii. Jakarta: Ylki.
- Nuryati S, Puspitaningtyas D, Wahjuningrum D. 2010. Potensi Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Untuk Menginaktifasi Koi Herpesvirus (KHV) pada Ikan Mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 6(2): 147-154.
- Palar H. 2004. *Pencemaran Dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka cipta. Hal: 152.
- Palar H. 1994. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: Rineka Cipta. Hal 10-117.
- Patnaik L, Patra AK. 2006. Haematopoietic alterations induced by Carbaryl in *Clarias batracus* (Linn). *Journal of Applied Sciences and Environmental Management*. 10(3): 5-7.
- Permatasari S, Utomo NBP, Nirmala K. 2015. Evaluasi vitamin E pada pakan terhadap penurunan nilai malondialdehid hati dan akumulasi logam timbal pada ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3): 251-258.
- Polizopoulou ZS. 2010. Haematological test in sheep health management. *Small ruminant research*, 92(1-3): 88-91.
- Priyanto. 2009. *Farmakoterapi dan Terminologi Medis*. Depok: Leskonfi. Hal 143-155.
- Purnomo T, Muchyiddin. 2007. Analisa kandungan timbal (Pb) pada ikan Bandeng (*Chanoschanos*) di tambak Kecamatan Gresik. *Neptunus*, 14(1): 69-77.
- Radostits OM, Gay OC, Hinchcliff KW, Constable PD. 2007. *Veterinary medicine: A textbook of the diseases of cattle, horses, sheep, pigs and goats*. 10th ed. Philadelphia. USA: Elsevier Health Science.
- Rebar AH. 2000. *Hemogram Interpretation of Dogs and Cats*. Ralston Purina Company Clinical Handbook Series.
- Riani E, Johari HS, Cordova MR. 2017. Kontaminasi Pb dan Cd pada ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) yang dibudidaya di Kepulauan Seribu, Jakarta. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 9(1): 235-246.
- Riani, E. 2004. Utilization of green mussel as a biofilter of a heavy metal on Jakarta Bay. *Institute of Research and Community Services*, Bogor



Agricultural University and Government of DKI Jakarta Province. Jakarta. 9.

- Riyadina W. 1997. *Pengaruh Pencemaran Pb (Plumbum) Terhadap Kesehatan*.
- Rizkiawati A. 2012. Faktor-faktor Yang Berhubungan Dengan Kadar Hemoglobin (Hb) Dalam Darah Pada Tukang Becak Di Pasar Mranggen, Demak. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*. 1(2): 663-669.
- Roberts RJ. 2001. *Fish Patology*. 3rd Ed. Toronto: Wb Saunders. Hlm 25-30.
- Romani R, Antognelli C, Baldracchini F, Santis A, Isani G, Giovannini E, Rosi G. 2003. Increased acetylcholinesterase activities in specimens of *Sparus auratus* exposed to sublethal copper concentrations. *Chemicol-Biological Interactions*, 145(3): 321–329.
- Royan F, Rejeki S, Haditomo A. 2014. Pengaruh Salinitas Yang Berbeda Terhadap Profil Darah Ikan Nila (*Oreochromis Niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2): 109-117.
- Rumampuk Nd, Tilaar S, Wullur S. 2010. Median lethal concentration (LC-50) insektisida diklorometan pada nener Bandeng (*Chanos Chanos Forks*). *Jurnal Perikanan Dan Kelautan*. 6(2): 82-91.
- Saanin, 1984. Taksonomi Dan Kunci Identifikasi Ikan Volume I Dan Ii. Bina Rupa Aksara. Jakarta.
- Sabilu K. 2010. Dampak toksisitas nikel terhadap kondisi hematologi ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) Forsskal, studi lanjut respon fisiologi. *Jurnal Paradigma*. 14(2): 205–216.
- Sahetapy JMF. 2011. Pengaruh logam berat timbal (Pb) terhadap konsumsi oksigen juvenile ikan Kerapu Macan (*Epinephelus fuscoguttatus*). *Jurnal Manajemen Sumberdaya Perairan*. 7(2): 1-78.
- Sahetapy JMF. 2013. Dampak toksisitas sub kronis logam berat timbal (Pb) terhadap respons hematologi dan pertumbuhan ikan Kerapu Macan (*Epinephelus Fuscoguttatus*). *Jurnal Triton*. 8(1): 30 – 39.
- Salasia SIO, Sulanjari D, Ratnawati A. 2001. *Studi Hematologi Ikan Air Tawar*. *Biologi* 2 (12): 710-723.
- Salbego JN, Pretto A, Gioda CR, Herbicide Formulation with Glyphosate Affects Growth, Menezes CC, Lazzari R, Neto JR, Baldisserotto B, Loro VL. 2010. Acetylcholinesterase Activity, and Metabolic and Hematological Parameters in *Piava Leporinus obtusidens*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 58:740–745.

- Santoso, S. 1998. Toksisitas Air Limbah Industri Pulp Proses Soda Terhadap Benih Ikan Mas (*Cyprinus Carpio* L). *Jurnal Universitas Sudirman*, 2 (25):5-10.
- Satyaningtjas AS, Widhyari SD, Natalia RD. 2010. Jumlah Eritrosit, Nilai Hematokrit dan Kadar Hemoglobin Ayam Pedaging Umur 6 Minggu Dengan Pakan Tambahan. *Jurnal Kedokteran Hewan*. 4(2): 69-73.
- Shihab, M. Quraish. 2002. *Tafsir al-Misbah; Pesan, Kesan, dan Keserasian Alquran Vol. 5* Jakarta: Lentera Hati.
- Singht D, Nath K, Trivedi SP, Sharma YK. 2008. Impact of copper on hematological profile of freshwater fish, *Channa punctatus*. *Journal Environ Biologi Lucknov*, 2(9): 253–257.
- Soni R, Gaherwal, Shiv G. 2018. Effect of Herbicide 2, 4-D on Hematological Parameters of *Clarias Batrachus*. *International Journal of Current Research in Life Sciences*, 7(7): 2441-2444.
- Stockham MA dan Scott MA. 2008. *Fundamental of Veterinary Clinical Pathology*. Edisi ke 2. Blackwell publishing. Iowa. 80-99.
- Sugiarto & Kristian H. 2001. *Common Textbook Kimia Anorganik II Dasar-Dasar Kimia Anorganik Logam*. Yogyakarta: FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta.
- Sugiarto, Kristian H. 2004. *Kimia Anorganik I Common Texbook (Edisi Revisi)*. Yogyakarta: Jurusan Kimia FPMIPA UNY.
- Sukenda L. Jamal D. Wahjuningrum & Hasan A. 2008. Penggunaan Kitosan Untuk Pencegahan Infeksi *Aeromonas Hydrophila* Pada Ikan Lele Dumbo *Clarias Sp*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 7(2): 159–169.
- Sulawesty, F., T. Chrismadha dan E. Mulyana. 2014. Laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* l) dengan pemberian pakan lemna (*Lemna perpusilla* torr) segar pada kolam sistem aliran tertutup. *Limnotek*. 21(2): 177-184.
- Suvetha L, Ramesh M, Saravanan M. 2010. Influence of cypermethrin toxicity on ionic regulation and gill  $\text{Na}^+/\text{K}^+$ -ATPase activity of a freshwater teleost fish *Cyprinus carpio*. *Environmental Toxicology and Pharmacology*. 29(1):44.
- Svehla G. 1990. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro Dan Semimikro*. Jakarta: PT. Kalman Media Pustaka.
- Swift DJ. 1978. Some effects of exposing rainbow trout (*Salmo gairdneri* Richardson) to phenol solution. *Journal of Fish Biology*, 13(1): 7–17.



- Syahid MA, Subhan, Armando R. 2006. *Budidaya Bandeng Organik Secara Polikultur*. Jakarta: Penebar Swadaya. Hal: 64.
- Syahrial A, Setyawati TR, Khotimah S. 2013. Tingkat kerusakan jaringan darah ikan Mas (*Cyprinus Carpio*) yang dipaparkan pada media Zn Sulfat ( $ZnSO_4$ ). *Jurnal Protobiont*, 2 (3): 181 – 185.
- Tomova E, Arnaudov A, Velcheva L. 2008. Effect of zinc morphology of erythrocytes and spleen in *Carassius gibelio*. *Journal of Environmental Biology*, 29(6): 897-902.
- Utama IH, Siswanto, Karami C. 2017. Evaluasi sitologis darah ikan Bandeng (*Chanos Chanos*) di Kecamatan Alas-Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Indonesia Medicus Veterinus*, 6(5): 428-435.
- Vasait JD, Patil VT. 2005. The toxic evaluation of stress induced by pesticides in *Mystus vittatus* of organophosphorous insecticide monocrotophos haematological parameters. *Indian Journal Environ. Health Edible Fish Species Nemacheilus botia, Ecology*, 24(1):58–64.
- Wedemeyer GA. and McLeay DJ. 1981. *Methods for determining the tolerance of fishes to environmental stressors*. In *Stress and Fish* (Edited by Pickering AD.). Academic Press. London. 247-275.
- WHO (World Health Organisation). 2007. Lead Exposure In Children [Www.Who.Int/Phe/News/Lead\\_In\\_Toys\\_Note\\_060807.Pdf](http://www.who.int/phe/news/Lead_In_Toys_Note_060807.Pdf) (Diakses Bulan Agustus 2016)
- Widowati W, Sastiono A, Jusuf R. 2008. Efek toksik logam pencegahan dan penanggulangan pencemaran. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Witeska M, Kondera E, Szczygielska K. 2011. The effect of cadmium on common carp erythrocyte morphology. *Polish Journal of Environmental Studies*, 20(3): 783-788.
- Yosmaniar, E. Supriyono dan Sutrisno. 2009. Toksisitas letal moluskisida niklosamida pada benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 4(1): 85-93.
- Yusnidar Y. 2011. Analisa kadar logam timbal (Pb) pada ikan Mas hasil persilangan yang dibudidayakan pada keramba jaring apung Waduk Cirata Jawa Barat. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*, 1(2): 98-110.
- Zulfahmi I, Herjayanto M, Agung S. Batubara, Ridwan A. 2019. Palm Kernel Meal as a Fish-feed Ingredient for Milkfish (*Chanos chanos*, Forskall 1755): Effect on Growth and Gut Health. *Pakistan Journal of Nutrition*, 18(8): 753-760.

## LAMPIRAN 1

## Surat Keterangan Pembimbing Skripsi

**SURAT KEPUTUSAN DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

Nomor: B-090/Un.08/FST/KP.07.6/05/2019

## TENTANG

**PENETAPAN PEMBIMBING MAHASISWA FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH****DEKAN FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI UIN AR-RANIRY BANDA ACEH**

- Menimbang** : a. bahwa untuk kelancaran bimbingan skripsi mahasiswa pada Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry, maka dipandang perlu menunjuk pembimbing dimaksud;
- b. bahwa yang namanya tersebut dalam Surat Keputusan ini dianggap cakap dan mampu untuk ditetapkan sebagai pembimbing skripsi mahasiswa.
- Mengingat** : 1. Undang-undang Nomor 20 Tahun 2003, tentang Sistem Pendidikan Nasional;
2. Undang-undang Nomor 14 Tahun 2005, tentang Guru dan Dosen;
3. Undang-undang Nomor 12 Tahun 2012, tentang Pendidikan Tinggi;
4. Peraturan Pemerintah Nomor 74 Tahun 2012, tentang Perubahan Peraturan Pemerintah RI No. 23 Tahun 2005 tentang Pengelolaan Keuangan Badan Layanan Umum;
5. Peraturan Pemerintah Nomor 4 Tahun 2014, tentang Penyelenggaraan Pendidikan Tinggi dan Pengelolaan Perguruan Tinggi;
6. Peraturan Presiden RI Nomor 64 Tahun 2013, tentang Perubahan IAIN Ar-Raniry Banda Aceh Menjadi UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
7. Peraturan Menteri Agama RI Nomor 12 Tahun 2014, tentang Organisasi dan Tata Kerja UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
8. Peraturan Menteri Republik Indonesia No.21 Tahun 2015, tentang Statuta UIN Ar-Raniry;
9. Keputusan Menteri Agama No.492 Tahun 2003, tentang Pendeklarasian Wewenang Pengangkatan, Pemindahan, dan Pemberhentian PNS di Lingkungan Departemen Agama Republik Indonesia;
10. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Banda Aceh Nomor 01 Tahun 2018 tentang Satuan Biaya Khusus Tahun Anggaran 2015 di Lingkungan UIN Ar-Raniry Banda Aceh ;
11. Surat Keputusan Rektor UIN Ar-Raniry Nomor 1206 Tahun 2018, tentang mengangkat Dekan Fakultas, Wakil Dekan Fakultas, Direktur Pascasarjana, dan Wakil Direktur Pascasarjana UIN AR- Raniry Banda Aceh;
- Memperhatikan** : Keputusan Sidang/Seminar Proposal/ Skripsi Program Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh tanggal 15 Maret 2019.
- Menetapkan Pertama** : **MEMUTUSKAN**
- Menunjuk Saudara:
1. Muhibuddin, M. Ag Sebagai Pembimbing Pertama
2. Ihham Zulfahmi, M.SL Sebagai Pembimbing Kedua
- Untuk membimbing Skripsi:
- Nama : Alfinatul Rahmi
- NIM : 150703018
- Prodi : Biologi
- Judul Skripsi : Respon Hematologis Ikan Bandeng *Cannos cannos* (Forskall, 1755) yang dipapar Timbal (PB) pada Konsentrasi Subkronik
- Kedua** : Pembiayaan honorarium Pembimbing pertama dan kedua tersebut di atas dibebankan pada DIPA UIN Ar-Raniry Banda Aceh;
- Ketiga** : Surat Keputusan ini berlaku sampai akhir Semester Genap Tahun Akademik 2019/2020;
- Keempat** : Surat Keputusan ini berlaku sejak tanggal ditetapkan dengan ketentuan bahwa segala sesuatu akan diubah dan diperbaiki kembali sebagaimana mestinya, apabila kemudian hari ternyata terdapat kekeliruan dalam penetapan ini.

Ditetapkan di: Banda Aceh  
Pada Tanggal: 2 Mei 2019An. Rektor  
Dekan,


Azhar Amsal K

## Frekuensi:

1. Rektor UIN Ar-Raniry di Banda Aceh,
2. Ketua Prodi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry,
3. Pembimbing yang bersangkutan untuk dimaklumi dan dilaksanakan,
4. Yang bersangkutan

## LAMPIRAN 2

### Surat Izin Penelitian



KEMENTERIAN AGAMA REPUBLIK INDONESIA  
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI AR-RANIRY BANDA ACEH  
**FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI**

Jl. Syekh Abdurrauf Kopelma Darussalam Banda Aceh  
Telp: (0651) 7552921 - Fax: (0651) 7552922 - Email: fst@arraniry.ac.id

Nomor : B- 956 /Un.08/FST/TL.00/ 06 /2019  
Lamp : -  
Hal : Mohon Izin Untuk Mengumpul Data  
Menyusun Skripsi

Kepada Yth.

**Pemilik Usaha Dagang (UD) Lobster Kabupaten Banda Aceh**

Banda Aceh

Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh dengan ini memohon kiranya saudara memberi izin dan bantuan kepada:

Nama : ALFINATUL RAHMI  
N I M : 150703018  
Prodi / Jurusan : Biologi  
Semester : VIII  
Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh  
A l a m a t : Gampong Punge Blang Cut. Kec. Jaya Baru. Kota Banda Aceh

Untuk mengumpulkan data pada:

**Pemilik Usaha Dagang (UD) Lobster Kabupaten Banda Aceh**

Dalam rangka menyusun Skripsi Sarjana Strata Satu (S1) sebagai salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Ar-Raniry Banda Aceh yang berjudul:

**Respon Hematologis Ikan Bandeng (Chanos Chanos) (FORSKALL,1755) Yang Dipapar Timbal (PB) Pada Konsentrasi Subkronik**

Demikianlah harapan kami atas bantuan dan keizinan serta kerja sama yang baik kami ucapkan terima kasih

Banda Aceh, 24 Juni 2019



Wakil Dekan Bidang Akademik dan  
Kelembagaan,

*(Signature)*  
Syahabuddin

Kode: 991

**LAMPIRAN 3****Surat Selesai Penelitian****USAHA DAGANG (UD) LOBSTER KABUPATEN BANDA ACEH  
KECAMATAN MERAXA**

Jln Sultan Iskandar Muda Desa Cot Langkuweh No Telp: 0852-6061-8298

Nomor :

Lamp : -

Hal : Pernyataan Telah Menyelesaikan Penelitian  
Untuk Menyusun Skripsi**Kepada Yth.**

.....

di-

Meuraxa

Usaha Dagang (UD) Lobster Kecamatan Meuraxa Desa Cot Langkuweh dengan ini  
menyatakan bahwa:

Nama : ALFINATUL RAHMI

NIM : 150703018

Prodi : Biologi

Fakultas : Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh

Bahwa nama diatas telah menyelesaikan penelitian dalam rangka penyusunan Skripsi  
Sarjana Strata Satu (S1) di Desa Cot Langkuweh Kecamatan Meuraxa Kabupaten Banda  
Aceh dimulai pada tanggal 26 September s/d 10 Oktober 2019 yang berjudul:**RESPON HEMATOLOGIS IKAN BANDENG, *CHANOS CHANOS* (FORSKALL, 1755)  
YANG DIPAPAR TIMBAL (Pb) PADA KONSENTRASI SUBKRONIK**Cot Langkuweh, 10 Oktober 2019  
Pemilik UD Lobster  
Jamahuddin

## LAMPIRAN 4

## Hasil Penelitian Sampel Hematologi



NAMA PASIEN IKAN (A1)  
 ALAMAT PUNGE BLANG CUT  
 UMUR -  
 KODE LAB 1012015  
 DOKTER -  
 TANGGAL 12 OKTOBER 2019  
 JENIS KELAMIN :-


PEMERIKSAAN	HASIL	SATUAN	NILAI NORMAL
<b>DARAH LENGKAP</b>			
Leukosit	22	$10^9/\mu\text{L}$	4.0 - 11.0
Eritrosit	0.88	$10^{12}/\mu\text{L}$	P 4.50 - 6.50 W 4.10 - 5.10
Haemoglobin	3.2	g/dl	P 13 - 18 W 12 - 16
Hematokrit	12.8	%	36.0 - 56.0
MCV	145	fL	80.0 - 100
MCH	36.5	pg	27.0 - 32.0
MCHC	25.1	g/dL	32.0 - 36.0
Trombosit	90	$10^9/\mu\text{L}$	150 - 450
RDW	20.6	%	11.0 - 16.0
PCT	0.06	%	0.10 - 1.00
MPV	6.6	fL	5.0 - 10.0
PDW	18.1	%	10.0 - 18.0
<b>Hitung Jenis Leukosit</b>			
Basofil	0	%	0 - 1
Eosinofil	2	%	2 - 4
Neutrofil Batang	2	%	2 - 6
Neutrofil Segmen	10	%	50 - 70
Limfosit	80	%	20 - 40
Monosit	6	%	2 - 8

Leukosit

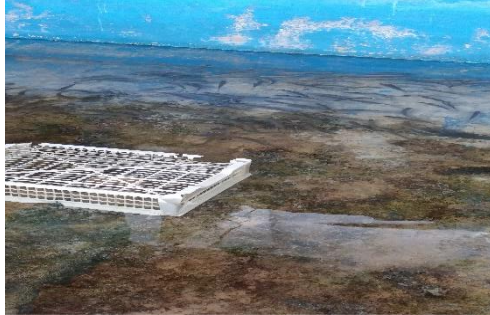
Eritrosit

Trombosit

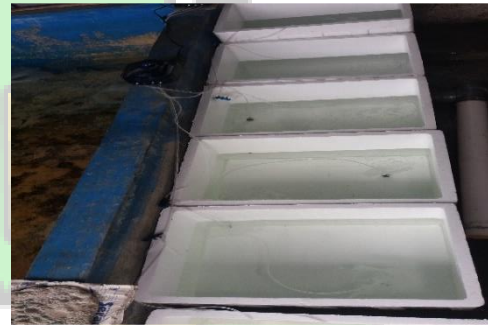
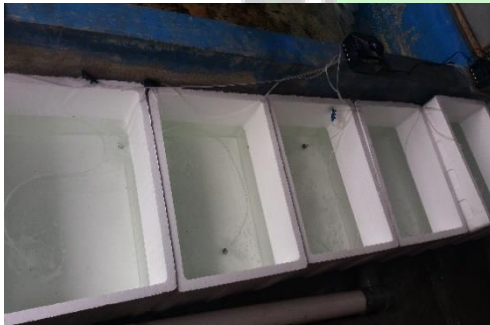
Banda Aceh, 12 Oktober 2019

  
 LABORATORIUM KLINIK RISET  
 BANDA ACEH  
 Dr. Cut Muzalima, Sp.PB  
 Penanggung jawab



**LAMPIRAN 5****Masa pemeliharaan ikan bandeng (*Chanos chanos*)**

Proses aklimatisasi Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) selama 5 hari berisi 250 L air



Proses penyiapan wadah serta air untuk pemeliharaan Ikan Bandeng



Proses penimbangan polutan timbal (Pb)



Proses pembuatan polutan timbal (Pb)



Proses pencampuran polutan timbal+air

**LAMPIRAN 6****Proses pengukuran serta pemaparan timbal**

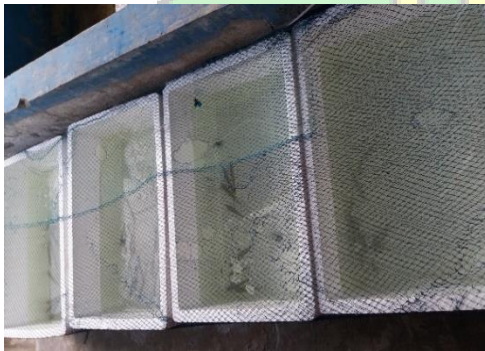
Proses penimbangan pakan/pelet ikan



Proses penimbangan bobot ikan



Proses pengukuran panjang ikan



Proses pemaparan polutan timbal (Pb) dalam wadah fiber yang berisi 90 L air



Proses pembersihan sisa pakan ikan dengan menggunakan saringan



## LAMPIRAN 7

### Proses Pengambilan, Pembuatan Serta Pengamatan Preparat Ulas Darah



Proses pengambilan darah ikan melalui pangkal ekor dan bagian insang



Hasil pengambilan sampel darah ikan  
Pada setiap perlakuan



Bahan dan alat untuk pembuatan  
preparat ulas darah ikan



Proses pembuatan preparat ulas darah  
menggunakan kaca benda



Proses perendaman (fiksasi)  
darah menggunakan methanol absolut  
selama 10-15 menit

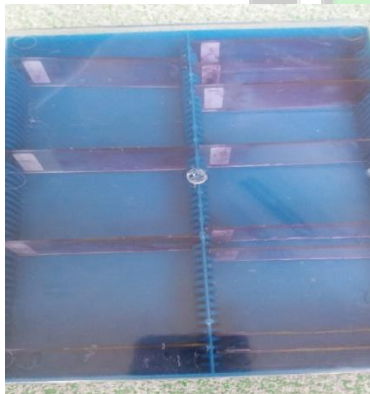




Proses perendaman dan pewarnaan menggunakan larutan Giemsa selama 30-45 menit



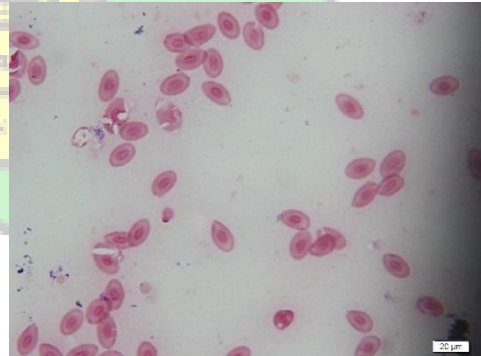
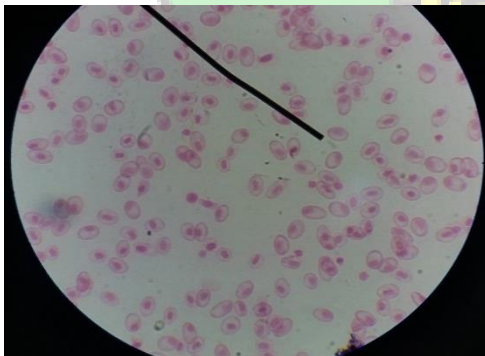
Proses pembilasan menggunakan air yang mengalir



Hasil pembuatan preparat ulas darah disetiap perlakuan



Proses pengamatan preparat ulas darah pada pembesaran  $10\times 100$



Hasil pengamatan preparat ulas darah dibawah mikroskop binokuler (Olympus, Japan) yang telah dilengkapi kamera (Utama *et al.*, 2018).

## LAMPIRAN 8

### Uji Beda Nyata Terkecil Parameter Hematologi

#### 1. Eritrosit

##### Post Hoc Tests

###### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Eritrosit

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	.19250	.09252	.064	-.0137	.3987
	Perlakuan 2	.19583	.09994	.078	-.0268	.4185
	Perlakuan 3	.25917*	.09994	.027	.0365	.4818
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-.19250	.09252	.064	-.3987	.0137
	Perlakuan 2	.00333	.09994	.974	-.2193	.2260
	Perlakuan 3	.06667	.09994	.520	-.1560	.2893
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-.19583	.09994	.078	-.4185	.0268
	Perlakuan 1	-.00333	.09994	.974	-.2260	.2193
	Perlakuan 3	.06333	.10684	.566	-.1747	.3014
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-.25917	.09994	.027	-.4818	-.0365
	Perlakuan 1	-.06667	.09994	.520	-.2893	.1560
	Perlakuan 2	-.06333	.10684	.566	-.3014	.1747

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

#### 2. Leukosit

##### Post Hoc Tests

###### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Leukosit

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	-13.34000*	3.35805	.002	-20.6566	-6.0234
	Perlakuan 2	-3.39000	3.08457	.293	-10.1107	3.3307
	Perlakuan 3	-4.14000	3.08457	.204	-10.8607	2.5807
Perlakuan 1	Perlakuan 0	13.34000*	3.35805	.002	6.0234	20.6566
	Perlakuan 2	9.95000*	3.51194	.015	2.2981	17.6019
	Perlakuan 3	9.20000*	3.51194	.022	1.5481	16.8519
Perlakuan 2	Perlakuan 0	3.39000	3.08457	.293	-3.3307	10.1107
	Perlakuan 1	-9.95000*	3.51194	.015	-17.6019	-2.2981
	Perlakuan 3	-.75000	3.25142	.821	-7.8342	6.3342
Perlakuan 3	Perlakuan 0	4.14000	3.08457	.204	-2.5807	10.8607
	Perlakuan 1	-9.20000*	3.51194	.022	-16.8519	-1.5481
	Perlakuan 2	.75000	3.25142	.821	-6.3342	7.8342

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### 3. Hemoglobin

#### Post Hoc Tests

#### 4. Hematocrit

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Haemoglobin

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	.30000	.26728	.286	-.2883	.8883
	Perlakuan 2	.75833*	.28870	.024	.1229	1.3938
	Perlakuan 3	.87500*	.26728	.007	.2867	1.4633
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-.30000	.26728	.286	-.8883	.2883
	Perlakuan 2	.45833	.28870	.141	-.1771	1.0938
	Perlakuan 3	.57500	.26728	.055	-.0133	1.1633
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-.75833*	.28870	.024	-1.3938	-.1229
	Perlakuan 1	-.45833	.28870	.141	-1.0938	.1771
	Perlakuan 3	.11667	.28870	.694	-.5188	.7521
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-.87500*	.26728	.007	-1.4633	-.2867
	Perlakuan 1	-.57500	.26728	.055	-1.1633	.0133
	Perlakuan 2	-.11667	.28870	.694	-.7521	.5188

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

#### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Hematokrit

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	1.65000	.96693	.116	-.4782	3.7782
	Perlakuan 2	1.20000	.96693	.240	-.9282	3.3282
	Perlakuan 3	2.35833*	1.04441	.045	.0596	4.6571
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-1.65000	.96693	.116	-3.7782	.4782
	Perlakuan 2	-.45000	.96693	.651	-2.5782	1.6782
	Perlakuan 3	.70833	1.04441	.512	-1.5904	3.0071
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-1.20000	.96693	.240	-3.3282	.9282
	Perlakuan 1	.45000	.96693	.651	-1.6782	2.5782
	Perlakuan 3	1.15833	1.04441	.291	-1.1404	3.4571
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-2.35833*	1.04441	.045	-4.6571	-.0596
	Perlakuan 1	-.70833	1.04441	.512	-3.0071	1.5904
	Perlakuan 2	-1.15833	1.04441	.291	-3.4571	1.1404

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 5. MCV

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: MCV

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	-10.92000	11.80597	.372	-36.4252	14.5852
	Perlakuan 2	-34.42000*	11.80597	.012	-59.9252	-8.9148
	Perlakuan 3	-33.67000*	11.80597	.014	-59.1752	-8.1648
Perlakuan 1	Perlakuan 0	10.92000	11.80597	.372	-14.5852	36.4252
	Perlakuan 2	-23.50000	12.44458	.081	-50.3849	3.3849
	Perlakuan 3	-22.75000	12.44458	.091	-49.6349	4.1349
Perlakuan 2	Perlakuan 0	34.42000*	11.80597	.012	8.9148	59.9252
	Perlakuan 1	23.50000	12.44458	.081	-3.3849	50.3849
	Perlakuan 3	.75000	12.44458	.953	-26.1349	27.6349
Perlakuan 3	Perlakuan 0	33.67000*	11.80597	.014	8.1648	59.1752
	Perlakuan 1	22.75000	12.44458	.091	-4.1349	49.6349
	Perlakuan 2	-.75000	12.44458	.953	-27.6349	26.1349

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 6. MCH

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: MCH

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	-10.30833*	4.31136	.038	-19.9146	-.7020
	Perlakuan 2	-1.95000	3.99154	.636	-10.8437	6.9437
	Perlakuan 3	-5.14167	4.31136	.261	-14.7480	4.4646
Perlakuan 1	Perlakuan 0	10.30833*	4.31136	.038	.7020	19.9146
	Perlakuan 2	8.35833	4.31136	.081	-1.2480	17.9646
	Perlakuan 3	5.16667	4.60904	.288	-5.1029	15.4362
Perlakuan 2	Perlakuan 0	1.95000	3.99154	.636	-6.9437	10.8437
	Perlakuan 1	-8.35833	4.31136	.081	-17.9646	1.2480
	Perlakuan 3	-3.19167	4.31136	.476	-12.7980	6.4146
Perlakuan 3	Perlakuan 0	5.14167	4.31136	.261	-4.4646	14.7480
	Perlakuan 1	-5.16667	4.60904	.288	-15.4362	5.1029
	Perlakuan 2	3.19167	4.31136	.476	-6.4146	12.7980

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 7. MCHC

## Post Hoc Tests

### Multiple Comparisons

Dependent Variable: MCHC  
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	2.68333	4.13758	.530	-6.4234	11.7901
	Perlakuan 2	14.10000*	3.83066	.004	5.6688	22.5312
	Perlakuan 3	13.95000*	3.83066	.004	5.5188	22.3812
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-2.68333	4.13758	.530	-11.7901	6.4234
	Perlakuan 2	11.41667*	4.13758	.019	2.3099	20.5234
	Perlakuan 3	11.26667*	4.13758	.020	2.1599	20.3734
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-14.10000*	3.83066	.004	-22.5312	-5.6688
	Perlakuan 1	-11.41667*	4.13758	.019	-20.5234	-2.3099
	Perlakuan 3	-.15000	3.83066	.969	-8.5812	8.2812
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-13.95000*	3.83066	.004	-22.3812	-5.5188
	Perlakuan 1	-11.26667*	4.13758	.020	-20.3734	-2.1599
	Perlakuan 2	.15000	3.83066	.969	-8.2812	8.5812

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 8. Neutrofil

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Neutrofil  
LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	15.25000*	3.41759	.001	7.7279	22.7721
	Perlakuan 2	14.00000*	3.16407	.001	7.0359	20.9641
	Perlakuan 3	17.00000*	3.16407	.000	10.0359	23.9641
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-15.25000*	3.41759	.001	-22.7721	-7.7279
	Perlakuan 2	-1.25000	3.41759	.721	-8.7721	6.2721
	Perlakuan 3	1.75000	3.41759	.619	-5.7721	9.2721
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-14.00000*	3.16407	.001	-20.9641	-7.0359
	Perlakuan 1	1.25000	3.41759	.721	-6.2721	8.7721
	Perlakuan 3	3.00000	3.16407	.363	-3.9641	9.9641
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-17.00000*	3.16407	.000	-23.9641	-10.0359
	Perlakuan 1	-1.75000	3.41759	.619	-9.2721	5.7721
	Perlakuan 2	-3.00000	3.16407	.363	-9.9641	3.9641

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 9. Limfosit

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Limfosit

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	-13.55000*	4.30058	.008	-22.8408	-4.2592
	Perlakuan 2	-13.05000*	4.30058	.010	-22.3408	-3.7592
	Perlakuan 3	-16.80000*	4.30058	.002	-26.0908	-7.5092
Perlakuan 1	Perlakuan 0	13.55000*	4.30058	.008	4.2592	22.8408
	Perlakuan 2	.50000	4.53321	.914	-9.2934	10.2934
	Perlakuan 3	-3.25000	4.53321	.486	-13.0434	6.5434
Perlakuan 2	Perlakuan 0	13.05000*	4.30058	.010	3.7592	22.3408
	Perlakuan 1	-.50000	4.53321	.914	-10.2934	9.2934
	Perlakuan 3	-3.75000	4.53321	.423	-13.5434	6.0434
Perlakuan 3	Perlakuan 0	16.80000*	4.30058	.002	7.5092	26.0908
	Perlakuan 1	3.25000	4.53321	.486	-6.5434	13.0434
	Perlakuan 2	3.75000	4.53321	.423	-6.0434	13.5434

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 10. Monosit

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Monosit

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	1.80000*	.76158	.036	.1407	3.4593
	Perlakuan 2	3.13333*	.82910	.003	1.3269	4.9398
	Perlakuan 3	2.80000*	.76158	.003	1.1407	4.4593
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-1.80000*	.76158	.036	-3.4593	-.1407
	Perlakuan 2	1.33333	.86709	.150	-.5559	3.2226
	Perlakuan 3	1.00000	.80277	.237	-.7491	2.7491
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-3.13333*	.82910	.003	-4.9398	-1.3269
	Perlakuan 1	-1.33333	.86709	.150	-3.2226	.5559
	Perlakuan 3	-.33333	.86709	.707	-2.2226	1.5559
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-2.80000*	.76158	.003	-4.4593	-1.1407
	Perlakuan 1	-1.00000	.80277	.237	-2.7491	.7491
	Perlakuan 2	.33333	.86709	.707	-1.5559	2.2226

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.



## LAMPIRAN 9

### Uji Beda Nyata Terkecil Parameter Pertumbuhan

#### 1. Bobot awal

##### Post Hoc Tests

###### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Bobotawal

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	-.07833	1.89899	.968	-4.0396	3.8829
	Perlakuan 2	-2.44167	1.89899	.213	-6.4029	1.5196
	Perlakuan 3	-3.13000	1.89899	.115	-7.0912	.8312
Perlakuan 1	Perlakuan 0	.07833	1.89899	.968	-3.8829	4.0396
	Perlakuan 2	-2.36333	1.89899	.228	-6.3246	1.5979
	Perlakuan 3	-3.05167	1.89899	.124	-7.0129	.9096
Perlakuan 2	Perlakuan 0	2.44167	1.89899	.213	-1.5196	6.4029
	Perlakuan 1	2.36333	1.89899	.228	-1.5979	6.3246
	Perlakuan 3	-.68833	1.89899	.721	-4.6496	3.2729
Perlakuan 3	Perlakuan 0	3.13000	1.89899	.115	-.8312	7.0912
	Perlakuan 1	3.05167	1.89899	.124	-.9096	7.0129
	Perlakuan 2	-.68833	1.89899	.721	-3.2729	4.6496

#### 2. Bobot akhir

##### Post Hoc Tests

###### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Bobotakhir

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	.52476	1.14370	.648	-1.7513	2.8008
	Perlakuan 2	-1.75381	1.14370	.129	-4.0298	.5222
	Perlakuan 3	-1.07667	1.14370	.349	-3.3527	1.1994
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-.52476	1.14370	.648	-2.8008	1.7513
	Perlakuan 2	-2.27857*	1.14370	.050	-4.5546	-.0025
	Perlakuan 3	-1.60143	1.14370	.165	-3.8775	.6746
Perlakuan 2	Perlakuan 0	1.75381	1.14370	.129	-.5222	4.0298
	Perlakuan 1	2.27857*	1.14370	.050	.0025	4.5546
	Perlakuan 3	.67714	1.14370	.555	-1.5989	2.9532
Perlakuan 3	Perlakuan 0	1.07667	1.14370	.349	-1.1994	3.3527
	Perlakuan 1	1.60143	1.14370	.165	-.6746	3.8775
	Perlakuan 2	-.67714	1.14370	.555	-2.9532	1.5989

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

### 3. Panjang awal

#### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Panjangawal

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	.13333	.56367	.815	-1.0425	1.3091
	Perlakuan 2	-.61667	.56367	.287	-1.7925	.5591
	Perlakuan 3	-.81667	.56367	.163	-1.9925	.3591
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-.13333	.56367	.815	-1.3091	1.0425
	Perlakuan 2	-.75000	.56367	.198	-1.9258	.4258
	Perlakuan 3	-.95000	.56367	.107	-2.1258	.2258
Perlakuan 2	Perlakuan 0	.61667	.56367	.287	-.5591	1.7925
	Perlakuan 1	.75000	.56367	.198	-.4258	1.9258
	Perlakuan 3	-.20000	.56367	.726	-1.3758	.9758
Perlakuan 3	Perlakuan 0	.81667	.56367	.163	-.3591	1.9925
	Perlakuan 1	.95000	.56367	.107	-.2258	2.1258
	Perlakuan 2	.20000	.56367	.726	-.9758	1.3758

### 4. Panjang akhir

#### Post Hoc Tests

##### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Panjangakhir

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	.28571	.33459	.396	-.3801	.9516
	Perlakuan 2	-.34762	.33459	.302	-1.0135	.3182
	Perlakuan 3	-.11905	.33459	.723	-.7849	.5468
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-.28571	.33459	.396	-.9516	.3801
	Perlakuan 2	-.63333	.33459	.062	-1.2992	.0325
	Perlakuan 3	-.40476	.33459	.230	-1.0706	.2611
Perlakuan 2	Perlakuan 0	.34762	.33459	.302	-.3182	1.0135
	Perlakuan 1	.63333	.33459	.062	-.0325	1.2992
	Perlakuan 3	.22857	.33459	.496	-.4373	.8944
Perlakuan 3	Perlakuan 0	.11905	.33459	.723	-.5468	.7849
	Perlakuan 1	.40476	.33459	.230	-.2611	1.0706
	Perlakuan 2	-.22857	.33459	.496	-.8944	.4373



## 5. Pertumbuhan bobot

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pertumbuhanbobot

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	1.91444*	.92442	.044	.0514	3.7775
	Perlakuan 2	3.94644*	.82683	.000	2.2801	5.6128
	Perlakuan 3	5.44711*	.82683	.000	3.7807	7.1135
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-1.91444*	.92442	.044	-3.7775	-.0514
	Perlakuan 2	2.03200*	.82683	.018	.3656	3.6984
	Perlakuan 3	3.53267*	.82683	.000	1.8663	5.1990
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-3.94644*	.82683	.000	-5.6128	-2.2801
	Perlakuan 1	-2.03200*	.82683	.018	-3.6984	-.3656
	Perlakuan 3	1.50067*	.71605	.042	.0576	2.9438
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-5.44711*	.82683	.000	-7.1135	-3.7807
	Perlakuan 1	-3.53267*	.82683	.000	-5.1990	-1.8663
	Perlakuan 2	-1.50067*	.71605	.042	-2.9438	-.0576

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 6. Pertumbuhan panjang

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Pertumbuhanpanjang

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	.29381	.29717	.329	-.3089	.8965
	Perlakuan 2	.97238*	.25194	.000	.4614	1.4833
	Perlakuan 3	1.32667*	.27094	.000	.7772	1.8762
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-.29381	.29717	.329	-.8965	.3089
	Perlakuan 2	.67857*	.27297	.018	.1250	1.2322
	Perlakuan 3	1.03286*	.29060	.001	.4435	1.6222
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-.97238*	.25194	.000	-1.4833	-.4614
	Perlakuan 1	-.67857*	.27297	.018	-1.2322	-.1250
	Perlakuan 3	.35429	.24415	.155	-.1409	.8495
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-1.32667*	.27094	.000	-1.8762	-.7772
	Perlakuan 1	-1.03286*	.29060	.001	-1.6222	-.4435
	Perlakuan 2	-.35429	.24415	.155	-.8495	.1409

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 7. Laju pertumbuhan spesifik (SGR)

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: SGR

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	.21111*	.09601	.033	.0176	.4046
	Perlakuan 2	.49681*	.08587	.000	.3238	.6699
	Perlakuan 3	.63511*	.08587	.000	.4621	.8082
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-.21111*	.09601	.033	-.4046	-.0176
	Perlakuan 2	.28570*	.08587	.002	.1126	.4588
	Perlakuan 3	.42400*	.08587	.000	.2509	.5971
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-.49681*	.08587	.000	-.6699	-.3238
	Perlakuan 1	-.28570*	.08587	.002	-.4588	-.1126
	Perlakuan 3	.13830	.07437	.070	-.0116	.2882
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-.63511*	.08587	.000	-.8082	-.4621
	Perlakuan 1	-.42400*	.08587	.000	-.5971	-.2509
	Perlakuan 2	-.13830	.07437	.070	-.2882	.0116

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 8. Efisiensi pakan (%)

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: Efesiensipakan

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	1.78333*	.42418	.003	.8052	2.7615
	Perlakuan 2	3.31667*	.42418	.000	2.3385	4.2948
	Perlakuan 3	6.59667*	.42418	.000	5.6185	7.5748
Perlakuan 1	Perlakuan 0	-1.78333*	.42418	.003	-2.7615	-.8052
	Perlakuan 2	1.53333*	.42418	.007	.5552	2.5115
	Perlakuan 3	4.81333*	.42418	.000	3.8352	5.7915
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-3.31667*	.42418	.000	-4.2948	-2.3385
	Perlakuan 1	-1.53333*	.42418	.007	-2.5115	-.5552
	Perlakuan 3	3.28000*	.42418	.000	2.3018	4.2582
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-6.59667*	.42418	.000	-7.5748	-5.6185
	Perlakuan 1	-4.81333*	.42418	.000	-5.7915	-3.8352
	Perlakuan 2	-3.28000*	.42418	.000	-4.2582	-2.3018

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

## 9. Rasio konversi pakan (FCR)

### Post Hoc Tests

#### Multiple Comparisons

Dependent Variable: FCRrasio

LSD

(I) Perlakuan	(J) Perlakuan	Mean Difference (I-J)	Std. Error	Sig.	95% Confidence Interval	
					Lower Bound	Upper Bound
Perlakuan 0	Perlakuan 1	-.02000	.01027	.087	-.0437	.0037
	Perlakuan 2	.03333*	.01027	.012	.0096	.0570
	Perlakuan 3	.03000*	.01027	.019	.0063	.0537
Perlakuan 1	Perlakuan 0	.02000	.01027	.087	-.0037	.0437
	Perlakuan 2	.05333*	.01027	.001	.0296	.0770
	Perlakuan 3	.05000*	.01027	.001	.0263	.0737
Perlakuan 2	Perlakuan 0	-.03333*	.01027	.012	-.0570	-.0096
	Perlakuan 1	-.05333*	.01027	.001	-.0770	-.0296
	Perlakuan 3	-.00333	.01027	.754	-.0270	.0204
Perlakuan 3	Perlakuan 0	-.03000*	.01027	.019	-.0537	-.0063
	Perlakuan 1	-.05000*	.01027	.001	-.0737	-.0263
	Perlakuan 2	.00333	.01027	.754	-.0204	.0270

\*. The mean difference is significant at the 0.05 level.

