

M E T A M O R F O S A
Journal of Biological Sciences

eISSN: 2655-8122

<http://ojs.unud.ac.id/index.php/metamorfosa>

Fisiologis Darah Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.)

Physiological Blood of Baung Fish (*Hemibagrus nemurus* Blkr.)

Nelmi Fitria^{*}, Djong Hon Tjong, Indra Junaidi Zakaria

*Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas,
Kampus UNAND Limau Manis Padang- 25163*

^{}Email: nelmifitria004@gmail.com*

INTISARI

Penelitian ini bertujuan untuk melihat kondisi fisiologis darah ikan Baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.) di Aliran Sungai Batang Ombilin, Sumatera Barat. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif kuantitatif dimana data kuantitatif berupa nilai fisiologis disajikan melalui tabel perbandingan rata-rata. Hasil penelitian menunjukkan, kondisi fisiologi darah ikan Baung jumlah rata-rata eritrosit darah ikan Baung yang hampir sama di kedua lokasi penelitian dimana di Ombilin, jumlah eritrosit memiliki nilai rata-rata $2,268 \times 10^6$ sel/ mm^3 dan di Sawahlunto mendapatkan nilai sebesar $2,267 \times 10^6$ sel/ mm^3 . Sementara untuk jumlah rata-rata leukosit ikan Baung di Sawahlunto $3,5 \times 10^4$ sel/ mm^3 lebih besar dari jumlah rata-rata leukosit ikan di Ombilin $2,7 \times 10^4$ sel/ mm^3 . Nilai hematokrit darah ikan Baung di Ombilin didapatkan nilai 38,8% dan di Sawahlunto 38,6%. Sedangkan untuk penghitungan kadar hemoglobin pada kedua lokasi penelitian didapatkan kadar hemoglobin berada dalam kadar yang rendah yaitu 8,5 gr/dl di Ombilin dan 5,4 gr/dl di Sawahlunto. Kadar eritrosit, leukosit dan hematokrit darah ikan Baung (*H. nemurus* Blkr.) berada pada nilai kisaran yang normal. Sementara kadar hemoglobin pada kedua lokasi penelitian berada di bawah keadaan normal.

*Kata kunci: fisiologis darah, ikan baung (*Hemibagrus nemurus* Blkr.)*

ABSTRACT

This study aimed to examine the physiological condition of Baung's blood (*Hemibagrus nemurus* Blkr.) on the Batang Ombilin River, West Sumatra. This research uses quantitative descriptive method where quantitative data in the form of physic value is presented through comparison table average. The results showed the physiology of blood of Baung fish (*H. nemurus* Blkr.) where the average amount of erythrocytes was similar in both sites where in Ombilin, the erythrocyte count had an average value of $2,268 \times 10^6$ cells/ mm^3 and in Sawahlunto $2,267 \times 10^6$ cell/ mm^3 . While for the average number of leukocytes of Baung fish (*H. nemurus* Blkr.) In Sawahlunto is greater than the average number of fish leukocytes in Ombilin where in Sawahlunto with an average leukocyte count of $3,5 \times 10^4$ cells / mm^3 and in Ombilin is $2,7 \times 10^4$ cells/ mm^3 . And the blood hematocrit value of Baung fish. In Ombilin obtained a value of 38,8% and in Sawahlunto of 38,6%. As for the calculation of hemoglobin levels in both sites, hemoglobin levels were found in low levels of 8,5 g/dl in Ombilin and 5,4 g/dl in Sawahlunto. The levels of erythrocytes, leukocytes and blood hematocrit of Baung fish are at normal ranges. While hemoglobin levels at both sites were under normal conditions.

*Keywords: blood physiology, Baung fish (*Hemibagrus nemurus* Blkr.)*

PENDAHULUAN

Mengingat ikan Baung (*H. nemurus* Blkr.) memiliki nilai ekonomi tinggi namun dengan adanya perubahan kualitas perairan serta adanya kandungan zat toksik di sungai Batang Ombilin, secara langsung maupun tidak langsung akan memberikan dampak terhadap tubuh ikan dan kelangsungan hidupnya. Dikarenakan ikan ini ditemukan hidup di perairan sungai Batang Ombilin yang sudah tercemar, namun masih belum ada informasi mengenai hal tersebut, maka perlu dilakukan penelitian terhadap aspek fisiologis darah ikan Baung (*H. nemurus* Blkr.) pada aliran sungai Batang Ombilin yang terkena dampak pencemaran.

Darah ikan tersusun dari sel-sel darah yang tersuspensi dalam plasma dan diedarkan ke seluruh jaringan tubuh melalui sistem sirkulasi tertutup. Sel darah ikan tersusun dari sel darah merah (eritrosit), sel darah putih (leukosit) serta cairan darah yang mengandung nutrisi dan sisa metabolisme. Sel dan plasma darah mempunyai peran fisiologis yang sangat penting (Wedemeyer, Mcleay and Goodyear, 1984).

Menurut Meyer dan Harvey (1998) Adanya perubahan status fisiologi maupun gangguan kesehatan hewan sering dapat diketahui melalui komponen darahnya. Manfaat pemeriksaan darah ikan antara lain untuk membantu diagnosis suatu penyakit, mengetahui jalannya suatu penyakit, menentukan prognosis, mengetahui efek suatu pengobatan, meneliti sistem imun dan untuk mengetahui status kesehatan ikan. Pemeriksaan parameter hematologi ikan meliputi pemeriksaan nilai hematokrit, kadar hemoglobin, jumlah sel darah merah, jumlah sel darah putih dan pengamatan parasit yang terdapat dalam darah (Noercholis, Muslim dan Maftuch, 2013)

Hematokrit, hemoglobin dan nilai konsentrasi hemoglobin sel darah merah menunjukkan kapasitas pembawa oksigen pada teleost. Parameter seperti ini paling tinggi diantara spesies yang bertentangan dalam kapasitas pembawa oksigen (Tavares, Dias dan Moraes, 2006; Fadil, Syaifullah dan Zakaria, 2011).

Perubahan pada sel darah merah dapat dijadikan indikator stress yang kuat sehubungan keberadaan zat toksik atau polutan pada lingkungan akuatik (Clarke, Whitmoere dan Mcmanou, 1979; Fadil, Syaifullah dan Zakaria, 2011). Reduksi eritrosit dapat menimbulkan anemia pada ikan dimana erat kaitannya dengan hemodilusi akibat lintasan osmoregulasi epitel insang yang melemah (Wedemeyer, Mcleay dan Goodyear, 1984; Fadil, Syaifullah dan Zakaria, 2011).

Reduksi hemoglobin berkepanjangan dapat mengganggu transport oksigen dan darah mengalami dyscrasia serta degenerasi sel darah merah dapat dianggap sebagai bentuk kondisi patologi pada ikan yang terdedah toksikan (Buckley, Whitmoere dan Matsuda, 1976; Fadil, Syaifullah dan Zakaria, 2011)

Hematokrit merupakan instrument penting untuk menghitung jumlah plasma dan korpuskel di darah (ukuran kemas sel darah merah) (Fadil, Syaifullah dan Zakaria, 2011). Hematokrit membandingkan antara sel darah merah dengan plasma darah serta berpengaruh terhadap pengaturan sel darah merah. Hematokrit merupakan sarana bagi akuakulturis untuk mengetahui apakah ikan yang dibudidayakan mengalami anemia atau tidak (Yuniar, 2009).

Menurut Iwama dan Nakanishi (1996), leukosit atau sel darah putih merupakan sel darah yang jumlahnya lebih sedikit dari sel darah merah. Leukosit memiliki beberapa tipe yaitu limfosit, trombosit, monosit, granulosit dan sel sitotoksik. Leukosit memiliki mekanisme dalam proses pembekuan darah dan untuk membersihkan tubuh dari material-material asing yang dapat mengganggu sistem imun. Moyle dan Cech (2004), menyatakan dalam membantu memahami kondisi fisiologis dan patologis hewan dapat dilakukan pengukuran perubahan terhadap konsentrasi total leukosit.

Fernandez dan Mazon (2003); Yuniar (2009) menyebutkan bahwa parameter darah seperti hemoglobin, jumlah sel darah merah, jumlah sel darah putih dan hematokrit juga erat kaitannya dengan respon individu terhadap perubahan parameter lingkungan. Ikan pada

umumnya mempunyai kemampuan menghindarkan diri dari pengaruh pencemaran air. Namun lain halnya pada ikan yang hidup dalam habitat yang terbatas seperti sungai. Tingginya konsentrasi beberapa sifat fisika kimia air dan kandungan zat toksik di badan perairan sungai dapat mempengaruhi kondisi fisiologis darah ikan (Tewari, Gill dan Plant, 1987)

Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Sawahlunto (2010) yang melaporkan bahwa konsentrasi beberapa sifat fisika kimia air dan zat pencemar bersifat toksik di badan perairan sungai Batang Ombilin melebihi standar baku mutu yang dipersyaratkan dalam Peraturan Gubernur Nomor 5 Tahun 2008 untuk baku mutu air sungai kelas II. Kondisi ini diidentifikasi akibat aktifitas di sekitar sungai diantaranya pembuangan limbah rumah tangga, limbah pasar, limbah pertanian dan aktifitas pertambangan.

BAHAN DAN METODE

Pengambilan Sampel Ikan

Sampel ikan Baung (*H. nemurus*) dikoleksi dari dua lokasi dimana lokasi pertama terletak pada $0^{\circ}33'40.28''S$ dan $100^{\circ}33'11.73''E$ yang bertempat di Ombilin (outlet Danau Singkarak). Lokasi kedua berada pada $0^{\circ}37'6.32''S$ dan $100^{\circ}45'39.71''E$ yaitu di desa Salak, Sawahlunto. Pengambilan sampel ikan dilakukan dengan menggunakan alat tangkap rawai dan tangguk. Kemudian sampel ikan dimasukkan ke dalam ember berukuran besar yang telah diisi air dan *aerator*. Individu yang diambil sebanyak 3-5 ekor ikan setiap lokasi. Ukuran sampel ikan yang diambil adalah ukuran dewasa yaitu 17,5- 48 cm (Heltonika, 2009 dan Wanda, 2010). Selanjutnya sampel ikan yang telah ditangkap dibawa ke laboratorium untuk pemeriksaan fisiologi darahnya.

Pengerjaan aspek Fisiologis

Terlebih dahulu ikan yang diperoleh dibius dengan cara menusuk bagian anterior kepala ikan dengan jarum jara, kemudian bagian operculum insang ditusuk dengan speed dan darah yang mengalir dihisap dengan pipa

kapiler yang telah mengandung senyawa anti beku dan kemudian dilakukan penghitungan dan pengujian selanjutnya.

1. Penghitungan jumlah eritrosit.

Jumlah eritrosit dihitung dengan hemositometer tipe Improved Neubauer. Darah terlebih dahulu diencerkan dengan larutan Hayem 200 kali pengenceran lalu di letakkan di Counting Chamber kemudian dilakukan penghitungan pada perbesaran 10x 40 kali. Jumlah butir eritrosit dihitung dengan rumus:

$$SDM = \frac{Ne \times P}{0.02} \quad (\text{Simmons, 1980})$$

Keterangan:

SDM : Sel Darah Merah

Ne : Jumlah eritrosit pada 5 kotak hitung

P : Angka Pengenceran (200 kali)

0.02 : Volume Total darah dalam lima kotak hitung

2. Penghitungan jumlah leukosit.

Jumlah leukosit dihitung dengan hemositometer tipe Improved Neubauer. Darah terlebih dahulu diencerkan dengan larutan Turk hingga 20 kali pengenceran lalu di letakkan di Counting Chamber kemudian dilakukan penghitungan pada perbesaran 10x 40 kali. Jumlah butir leukosit dihitung dengan rumus:

$$SDP = \frac{NI \times P}{0.4} \quad (\text{Simmons, 1980})$$

Keterangan:

SDP : Sel Darah Putih

NI : Jumlah leukosit pada 64 kotak hitung

P : Angka Pengenceran (20 kali)

0.4 : Volume Total darah dalam lima kotak yang dihitung

3. Penghitungan kadar hemoglobin (Hb) darah

Penghitungan dilakukan dengan menggunakan Tabung Sahli. Kedalam tabung Sahli dimasukkan HCN 0.1 N sampai skala 10, lalu ditambahkan 20 mL sampel darah dan diaduk sampai homogen. Kemudian warna larutan darah disamakan dengan warna larutan standar. Setelah sama, kadar Hb dapat dibaca pada tabung sahli (Simmons, 1980).

4. Penghitungan hematokrit darah

Sampel darah diambil menggunakan tabung hematokrit. Sampel tersebut disumbat dengan menggunakan karet pada ujung tabung

lalu disentrifugasi dengan sentrifuse (Kubota KH-120) kecepatan 10.000 rpm selama 5 menit. Nilai hematokrit dibaca dalam satuan persentase (Simmons, 1980).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Darah ikan tersusun atas sel-sel darah yang tersuspensi dalam plasma dan diedarkan ke seluruh jaringan tubuh melalui sistem sirkulasi tertutup.

Sel dan plasma darah mempunyai peran fisiologis yang sangat penting. Perubahan gambaran darah dan kimia darah, baik secara kualitatif maupun kuantitatif dapat menentukan kondisi ikan dan status kesehatan ikan (Wedemeyer et al., 1990). Setelah dilakukan pengukuran terhadap nilai darah ikan (*H. nemurus*) maka diperoleh hasil seperti yang terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Pengukuran nilai darah ikan Baung (*H. nemurus*) pada aliran Sungai Batang Ombilin

No	Parameter Hematologis	Nilai Standar	
		Pengukuran Ikan normal	Ombilin Sawahlunto
1	Jumlah Eritrosit ($\times 10^6$ sel/ mm^3)	1-3 *	2,268 2,267
2	Jumlah Leukosit ($\times 10^4$ sel/ mm^3)	2-15 *	2,7 3,5
3	Nilai Hematokrit (%)	30,8 - 45,5 **	38,8 38,6
4	Nilai Hemoglobin (gr/ dl)	12 – 14 **	8,5 5,4

Keterangan: *) Bond (1977), **) Bastiawan, Wahid, Alifudin, dan Agustiawan (2001).

Dari Tabel 1 terlihat bahwa keseluruhan rata-rata perhitungan jumlah eritrosit, leukosit serta nilai hematokrit ikan Baung (*H. nemurus*) di kedua lokasi penelitian berada dalam kisaran normal. Seperti yang dikemukakan oleh Bond (1977) bahwa nilai eritrosit pada ikan normal berada pada kisaran 1×10^6 sel/ mm^3 hingga 3×10^6 sel/ mm^3 dan kadar leukosit normal adalah 20.000- 150.000. Jumlah rata-rata eritrosit di kedua lokasi penelitian memperlihatkan nilai yang hampir sama dimana di Ombilin, jumlah eritrosit memiliki nilai sebesar $2,268 \times 10^6$ sel/ mm^3 dan di Sawahlunto mendapatkan nilai sebesar $2,267 \times 10^6$ sel/ mm^3 .

Pada perhitungan jumlah rata-rata leukosit didapatkan perbedaan antara jumlah rata-rata leukosit di Ombilin dengan jumlah rata-rata leukosit di Sawahlunto. Jumlah rata-rata leukosit di Ombilin adalah $2,7 \times 10^4$ sel/ mm^3 dan di Sawahlunto terjadi peningkatan dengan jumlah rata-rata leukosit sebesar $3,5 \times 10^4$ sel/ mm^3 . Meskipun adanya perbedaan, namun jumlah rata-rata leukosit di kedua lokasi penelitian masih berada dalam kisaran normal. Kadar hematokrit darah ikan *H. nemurus* yang

ditemukan di kedua lokasi penelitian masih di dalam batas normal dimana di Ombilin didapatkan nilai sebesar 38,8% dan di Sawahlunto sebesar 38,6%.

Menurut Bastiawan, Wahid, Alifudin, dan Agustiawan (2001), nilai hematokrit pada ikan normal berkisar pada 30,8% hingga 45,5%. Dalam perhitungan kadar hematokrit dapat dilihat bahwa jumlah eritrosit yang tinggi akan diikuti dengan persentase hematokrit yang meningkat. Menurut Kuswardani (2006) presentase kadar hematokrit berhubungan dengan jumlah sel darah merah. Hal ini diperjelas oleh Fadil (2011) bahwa adanya peningkatan nilai hematokrit pada darah ikan menunjukkan adanya keterkaitan dengan banyaknya jumlah sel darah merah yang terbentuk oleh jaringan haemopoiesis dimana jumlah sel darah merah berbanding lurus dengan nilai hematokrit.

Hasil penghitungan kadar hemoglobin ikan *H. nemurus* yaitu 8,5 gr/dl di Ombilin dan 5,4 gr/dl di Sawahlunto. Keduanya berada dibawah kisaran normal (12-14 gr/dl). Kadar hemoglobin mengalami penurunan dan

berbanding terbalik dengan jumlah eritrosit pada kedua lokasi dimana eritrosit berada dalam kisaran normal.

Penurunan kadar hemoglobin dimungkinkan terjadi karena kecepatan kerusakan hemoglobin lebih cepat dibandingkan kecepatan dari sintesa hemoglobin (Reddy dan Bashamohideen, 1989). Hal ini juga mengacu kepada tingginya kadar Timbal (Pb) di air (0,04 mg/l di Ombilin dan 0,06 mg/l di Sawahlunto) yang melebihi baku mutu (0,03 mg/l) yang memungkinkan terjadinya kontaminasi terhadap ikan Baung (*H. nemurus*).

Setelah terjadi absorpsi Pb dari air atau melalui pakan yang terkontaminasi, Pb akan terbawa oleh sistem darah dan didistribusikan ke dalam jaringan. Di dalam darah, Pb dapat mengganggu sintesis hb sehingga mengakibatkan kemampuan Hb untuk mengikat oksigen juga semakin kecil. Jika oksigen yang diikat sedikit akan mempengaruhi proses transportasi oksigen ke semua jaringan tubuh akibatnya proses metabolisme ikan terganggu karena oksigen sangat dibutuhkan tubuh ikan untuk proses metabolisme. Menurut Landis, Wayne G., R. M. Solfield, Ming-Hoyu (2011), adanya Pb dalam tubuh ikan akan menyebabkan kandungan Hb dalam darah ikan menurun dengan cara mengganggu sintesis Hb.

Hal yang sama juga disampaikan Purnomo dan Muchyiddin (2007), Pb mengganggu sistem sintesis Hb dengan jalan menghambat konversi Delta Aminolevulinik Acid (delta-ALA) menjadi forbilinogen dan juga menghambat korporasi dari Fe kedalam protoporfirin IX untuk membentuk Hb, dengan jalan menghambat enzim delta-aminolevulinik asid-dehidratase (delta-ALAD) dan ferokelatase.

Hal ini mengakibatkan mening-katnya ekskresi korporfirin dalam urin dan delta-ALA serta menghambat sintesis Hb. Kemudian dengan rendahnya nilai Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration (MCHC) yang didapatkan pada penelitian ini memungkinkan terjadinya anemia. Lebih lanjut Anonim (2004) menyatakan bahwa anemia yang ditandai dengan menurunnya nilai Mean Corpuscular Haemoglobin Concentration (MCHC) disebut

anemia *hypocromic*. Simmons (1980) menambahkan bahwa terjadinya anemia *hypocromic*, salah satunya disebabkan oleh keracunan Pb.

Terjadinya anemia *hypocromic* yang didapatkan pada penelitian yang berarti hubungan nilai Hb yang rendah dengan akumulasi logam berat Pb mempunyai keterkaitan. Namun belum dapat dipastikan bahwa logam Pb yang menjadi penyebab Hb ikan *H.nemurus* mengalami penurunan. Hal ini disebabkan karena jumlah sampel ikan *H.nemurus* yang didapatkan sangat sedikit dan ukuran sampel ikan yang didapatkan kurang bervariasi.

KESIMPULAN

Kondisi fisiologi darah ikan Baung (*H. nemurus* Blkr.) memperlihatkan jumlah eritrosit di kedua lokasi yaitu $2,267-2,268 \times 10^6/\text{mm}^3$ berada dalam kisaran normal eritrosit ikan normal ($1-3 \times 10^6/\text{mm}^3$). Jumlah leukosit ikan Baung pada masing-masing lokasi yaitu $2,7-3,5 \times 10^4 \text{ sel}/\text{mm}^3$ berada dalam kisaran normal leukosit ikan normal ($20-150.000/\text{mm}^3$). Nilai hematokrit di kedua lokasi penelitian yaitu 38,6-38,8% berada dalam kisaran normal hematokrit ikan normal (30,8-45,5%). Untuk penghitungan kadar hemoglobin pada kedua lokasi penelitian didapatkan kadar hemoglobin berada dalam kadar yang rendah, kemungkinan karena rendahnya kadar oksigen di perairan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Dr. Jabang Nurdin, Dr. Efrizal dan Dr. Syaifullah atas masukan dan saran yang diberikan selama penelitian dan penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 2003. *Hematologi I*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Badan Lingkungan Hidup (BLH) Kota Sawahlunto. 2010. Kualitas Air Sungai Batang Ombilin. Laporan Kualitas Air 2009-2010 (BLH Kota Sawahlunto).
- Bastiawan, D, A. Wahid, M. Alifudin, dan I. Agustawan. 2001. Gambaran Darah Lele dumbo (*Clarias spp.*) yang Diinfeksi

- Cendawan *Aphanomyces* sp pada pH yang Berbeda. *Jurnal Penelitian Indonesia* 7(3): 44- 47.
- Bond, C. E. 1979. *Biology of Fishes*. Saunders College Publishing. Philadelphia. Hal. 514.
- Buckley, J.A., C.M. Whitmoere and R.I. Matsuda, 1976. Change in blood chemistry and blood cell morphology in coho salmon, *Onchorhincus kisutch* following exposure to sublethal levels of totals residual chlorine in municipal wastewater. *J. Fisheries Res. Board*. 33: 776-782.
- Clarke, S., J. R. Whitmoere, and R. Mcmanou. 1979. Consideration of the blood parameters of largemouth, *Micropterus salmoides*. *J. Fish Biol* 4: 147- 158.
- Fadil, M.S., Syaifullah. I.J. Zakaria. 2011. Kajian Beberapa Aspek Fisika Kimia air dan Aspek Fisiologis Ikan yang ditemukan pada aliran buangan Pabrik Karet di sungai Batang Arau. (Tesis). Program Pasca Sarjana Universitas Andalas. Padang.
- Fernandez, M.N. and A. F. Mazon. 2003. *Environmental Pollution and Fish Gill Morphology*. Science Publishers. Pp. 203-231.
- Heltonika, B. 2009. Kajian Makanan dan Reproduksi Ikan Senggaringan (*Mystusnigriceps*) di Sungai Klawing Purbalingga Jawa Tengah. IPB, Bogor.
- Iwama, G., and T. Nakanishi. 1996. *The Fish Immune System: Organism, Pathogen, and Environment*. Academic Press. San Diego. Pp. 380.
- Kuswardani, Y. 2006. *Pengaruh Pemberian Resin Lebah Terhadap Gambaran Darah Maskoki (Carassius auratus) yang Terinfeksi Bakteri Aeromonas hydrophila*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Landis, G. Wayne, R. M. Solfield, and Ming-Hoyu. 2011. *Introduction To Environmental Toxicology Molecular Substructure to Ecological Landscapes* 4th Edition. CRC Press Taylor & Franciss Group.
- Meyer, D. J., and J. W. Harvey. 1998. *Veterinary Laboratory Medicine. Interpretation and Diagnosis*.
- Moyle, P.B., and J.J. Cech. 2004. *Fishes. An Introduction to Ichthyology*. 5th ed. Prentice Hall, Inc. USA.
- Noercholis, A., M. A. Muslim, dan Maftuch. 2013. Ekstraksi Fitur Roundness untuk Menghitung Jumlah Leukosit dalam Citra Sel Darah Ikan. *Jurnal EEGGIS*. 7: 1.
- Purnomo, T., dan Muchyiddin. 2007. Analisa Kandungan Timbal (Pb) pada Ikan Bandeng (*Chanos chanos*) di Tambak Kecamatan Gresik. *Neptunus* 14(1): 69-77.
- Simmons, A. 1980. *Technical Hematology*. 3rd Edition. J.B. Lippicot Company. Philadelphia. Toronto.
- Tavares-Dias, M. and F.R. Moraes. 2006. Hematological parameters for the *Brycon orbignyanus Vallenciennes, 1850 Osteichthyes: characidae*) intensively bred. *Hidrobiologica* 16: 271- 274.
- Wanda, A. P. 2010. Aspek Bioekologi Ikan Baung (*Hemibagrus nemurus Blkr.*) di sungai batang Lembang dan Batang Sumani, Kabupaten Solok. Sumatera Barat (Skripsi). Padang: Universitas Andalas.
- Wedemeyer, G.A., Yasutke. 1977. Clinical Methods for The Assessment on The Effect of Enviromental Stress on Fish Health. *Technical Paper of The US Departement of The Interior Fish ang the Wildlife Service*, 89 : 1-17.
- Yuniar, V. 2009. Toksisitas Merkuri (Hg) Terhadap Tingkat Kelangsungan Hidup, Pertumbuhan, Gambaran Darah dan Kerusakan Organ pada Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Skripsi). Padang: Universitas Andalas.