

PENGARUH SUHU TERHADAP STRES PADA IKAN BAUNG (*HEMIBAGRUS NEMURUS*)

*(EFFECT OF TEMPERATURE ON STRESS ON MALAY CATFISH
(HEMIBAGRUS NEMURUS))*

Usman M.Tang, Netti Aryani, Heri Masjudi & Khairil Hidayat

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu terhadap stres pada ikan baung. Metode penelitian dilakukan dengan Rancangan Acak Lengkap dengan perlakuan kejutan suhu 36-37 °C selama satu jam. Respon yang diukur adalah: Kadar glukosa darah dan Total protein plasma darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa suhu berpengaruh terhadap stress yang ditandai kenaikan kadar glukosa darah, tetapi menurunkan kadar total protein plasma darah.

Kata kunci: Glukosa darah, Protein Plasma Darah

Abstract

This study aims to determine the effect of temperature on stress on baung fish. The research method was performed with Completely Randomized Design with a shock treatment temperature of 36-37 °C for one hour. The measured response was: Blood glucose level and Total blood plasma protein. The results showed that temperature had an effect on stress which was marked by increase of blood glucose level, but decreased total blood plasma protein level.

Keywords: *blood glucose, blood plasma protein*

PENDAHULUAN

Stres adalah kondisi fisiologis internal yang disebabkan oleh kondisi eksternal. Stres juga dapat digambarkan sebagai respon hormonal internal dari sebuah organisme hidup yang disebabkan oleh lingkungan atau faktor eksternal lainnya yang menyebabkan kondisi fisiologis organisme dalam kondisi yang tidak normal. Stres dapat mengganggu keseimbangan fisiologis ikan atau homeostasis dengan mempercepat aliran energi dalam sistem tubuh (Zaifbio 2004). Stres menggambarkan kondisi terganggunya homeostasis hingga berada diluar batas normal serta proses-proses pemulihan untuk memperbaikinya.

Dua faktor yang mempengaruhi penyebab terjadinya stres pada ikan, antara lain:1) Faktor Eksternal, adalah faktor yang berasal dari luar tubuh ikan seperti perubahan lingkungan (Suhu, pH, Tinggi amoniak, rendahnya DO, Kepadatan, penanganan dan lain-lain) dan 2) Faktor Internal, Perubahan internal seperti penyakit (virus, bakteri, parasit, hama) yang dapat mengganggu metabolisme secara langsung.

Perubahan suhu dapat menyebabkan stres pada ikan. Ikan yang mengalami stres akan meningkatkan sekresi katekolamin dan kortisol. Kedua hormon tersebut pada kadar tinggi berpengaruh negatif terhadap sistem imunitas ikan, karena meningkatnya kortisol dalam plasma akan menghambat pembentukan interleukin I dan II (Syawal dan Siregar 2011). Salah satu pendekatan yang bisa dilihat pada tubuh ikan saat stres adalah perubahan turun naiknya kadar glukosa darah sehingga menurunkan nafsu makan ikan tersebut. Mekanisme terjadinya perubahan kadar glukosa darah selama stress, dimulai dari diterimanya informasi penyebab faktor stres oleh organ reseptor, selanjutnya informasi tersebut disampaikan ke otak bagian hipotalamus melalui sistem syaraf. Kemudian hipotalamus memerintahkan sel kromafin untuk mensekresikan hormon katekolamin melalui serabut syaraf simpatik. Adanya katekolamin ini akan mengaktifasi enzim-enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen, sehingga kadar glukosa darah mengalami peningkatan. Pada saat yang bersamaan hipotalamus otak mensekresikan CRF (*corticotropin releasing factor*) yang meregulasi kelenjar pituitari untuk mensekresikan ACTH (*adrenocorticotropin hormone*). Hormon tersebut akan direspon oleh sel internal dengan mensekresikan kortisol. Respon terhadap stres dikontrol oleh sistem endokrin melalui pelepasan hormon kortisol dan katekolamin. Stres merupakan penyebab peningkatan sekresi kortisol (glukokortikoid) yang dapat meningkatkan glukosa darah.

Bila ikan mengalami stres, ikan menanggapi dengan mengembangkan suatu kondisi yang homeostatis yang baru dengan mengubah metabolismenya. Beberapa mekanisme yang berperan dalam mempertahankan kestabilan glukosa darah adalah glukoneogenesis, liposis, dan glikogenesis dan lipogenesis. Homeostatis kadar glukosa dalam darah dipertahankan oleh beberapa mekanisme, yaitu mekanisme yang mengatur kecepatan konversi glukosa menjadi glikogen atau lemak yang disimpan, dan mekanisme yang mengatur pelepasan kembali dari bentuk simpanan untuk dikonversi menjadi glukosa yang masuk ke dalam darah. Oleh karena itu dengan banyaknya mekanisme yang berperan dalam mempertahankan homeostatis glukosa darah, kestabilan glukosa darah menjadi sangat penting bagi kesehatan bahkan kehidupan (Pilliang & Djojosoebagio 2000).

Menurut Ismail (2014) siklus stres pada ikan memiliki pola tersendiri yang secara terurut akan mengalami perubahan – perubahan atau semacam respon disetiap rangsangan stresor yang terjadi terhadap tubuh ikan. Urutan respon - respon tersebut meliputi: 1) Respon primer, Stimulus stres merangsang CNS (*Central Neuro Sistem*), CRF (*Corticotropin Releasing Factor*) dari hypothalamus merangsang *pituitary* untuk melepaskan ACTH (*Adrenocorticotropin Hormone*). ACTH disirkulasi menuju sel interrenal pada ginjal bagian anterior, untuk mensekresikan kortisol. Jaringan kromafin pada ginjal bagian anterior dirangsang juga oleh sistem syaraf simpatik untuk melepaskan adrenalin dan hormon katekolamin; 2) Respon sekunder (Perubahan pada darah dan jaringan). Berubahnya komposisi kimia darah dan jaringan, serta dimulainya perubahan pada hematologis seperti aliran darah di insang, dan naiknya konsentrasi gula darah (*hiperglisemia*) dan 3) Respon tersier, Gejala ini ditunjukkan dengan turunnya nafsu makan ikan yang akan menyebabkan menurunnya sistem pertahanan tubuh sehingga dapat mengakibatkan kematian.

Penelitian tentang pengaruh suhu pada pertumbuhan dan kelangsungan hidup baung telah dilakukan oleh Tang (2000) dan Tang (2003), namun penelitian pengaruh suhu terhadap stress ikan baung belum diperoleh informasi. Berdasarkan uraian di atas, maka diperlukan penelitian tentang pengaruh suhu terhadap stres pada ikan. Tujuan penelitian adalah untuk menjelaskan pengaruh kejutan suhu terhadap kadar glukosa dan protein plasma darah ikan baung.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April sampai Juni 2016 bertempat di Laboratorium Teknologi Budidaya, Laboratorium Nutrisi ikan dan Laboratorium Parasit dan penyakit ikan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru.

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah benih ikan baung yang berukuran 5–8 cm ditebar sebanyak 20 ekor/wadah, dengan ukuran wadah 60 cm × 40 cm × 40 cm. Benih ikan ini diperoleh dari hasil pemijahan. Ikan uji diadaptasikan terlebih dahulu sebelum dilakukan penelitian. Adaptasi ikan dilakukan selama 1 minggu dan diberi pakan buatan. Kemudian ikan dipuasakan selama 24 jam. Selanjutnya ikan tersebut ditimbang untuk mengetahui bobot awal ikan.

Prosedur Penelitian

Perlakuan penelitian adalah kejutan suhu 36-37°C dengan 5 ulangan. Uji stres dilakukan dengan cara, sebelum dilakukan kejutan suhu (-1) dua ekor ikan dari masing-masing wadah diambil darahnya untuk analisis kadar glukosa darah awal. Sebanyak delapan belas ekor ikan yang tersisa dimasukkan kedalam wadah yang sudah disiapkan untuk dilakukan kejutan dengan suhu 36-37°C dengan alat pemanas (heater) selama satu jam. Setelah uji ketahanan tubuh terhadap stres selesai, ikan dipindahkan kembali ke wadah pemeliharaan semula, setelah satu jam (+1) selanjutnya dilakukan pengambilan darah ikan pada setiap perlakuan masing-masing sebanyak dua ekor untuk diukur kadar glukosa darahnya, kemudian setelah dua jam (+2) kembali mengambil darah ikan pada tiap perlakuan masing-masing sebanyak dua ekor.

Ikan diletakkan dengan kepala di sebelah kiri, sebelumnya alat suntik dibilas dengan Na-sitrat 3.8% sedikit ini bertujuan supaya darah tidak membeku, kemudian darah diambil pada bagian vena caudalis yaitu pembuluh darah yang terletak tepat di bagian ventral tulang vertebrae (tulang punggung). Jarum ditarik sedikit demi sedikit sampai batas yang diinginkan lalu darah ditempatkan ke dalam tabung reaksi. Selanjutnya disentrifuse untuk mendapatkan plasma darah dengan kecepatan 3000 rpm selama 10 menit (Alishahi & Buchman 2006). Selanjutnya plasma darah dimasukkan kedalam tabung ependrof dan disimpan di freezer dengan suhu di bawah minus 100°C. Kemudian sampel dianalisis di Laboratorium Fisiologi Hewan Institut Pertanian Bogor.

Parameter yang Diukur

Kadar Glukosa Darah: Sampel darah diambil satu jam sebelum (-1) dikejutkan suhu, satu jam sesudah (+1) dikejutkan suhu dan dua jam sesudah (+2) dikejutkan suhu untuk dianalisis kadar glukosa darah. Glukosa darah ikan diukur dengan metode Wedemeyer dan Yasutake (1977). Sampel darah yang ditampung dalam tabung ependrof dicentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan putaran 1000 rpm untuk memisahkan plasma darah. Selanjutnya plasma darah sebanyak 0.5 µL ditambahkan kedalam 3.5 ml reagen warna ortho-toluidin dalam asam asetat glasial. Campuran tersebut dimasukkan dalam air mendidih selama 10 menit. Setelah didinginkan dalam suhu ruang, konsentrasi glukosa darah diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 635 nm. Selanjutnya nilai absorbansinya dikonversi menjadi kadar glukosa darah dalam mg/100 ml. Pengukuran ini dilakukan untuk melihat performa glukosa darah ikan setelah diberi perlakuan. Data tersebut dianalisis dengan menggunakan program Excel 2010.

Total Protein Plasma Darah: Total protein plasma diukur berdasarkan metode Anderson and Siwicki. Sampel darah diambil satu jam sebelum (-1) dikejutkan suhu, satu jam sesudah (+1) dikejutkan suhu dan dua jam sesudah (+2) dikejutkan suhu untuk dianalisis kadar glukosa darah. Sampel darah yang ditampung dalam tabung ependrof disentrifuse selama 10 menit dengan kecepatan putaran 1000 rpm untuk memisahkan plasma darah. Selanjutnya plasma dipisahkan dari sisa darah dan menempatkannya dalam mikrotube yang baru. Memasukkan 798 µL aquabidest pada masing-masing mikrotube sesuai dengan jumlah sampel, kemudian menambahkan 2 µL plasma dan 200 µL protein test kit (biorad) pada masing-masing mikrotube dan mencampurkannya dengan baik, selanjutnya diinkubasi selama 15 menit dan kemudian diukur absorbansinya pada λ 595-610 nm.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka diperoleh kadar glukosa darah dan total protein plasma darah sebelum kejutan suhu, setelah satu jam kejutan suhu dan setelah dua jam kejutan suhu seperti pada Jadual 1.

Jadual 1. Kadar glukosa darah dan kadar total protein plasma darah ikan baung sebelum kejutan suhu, setelah satu jam kejutan suhu dan setelah dua jam kejutan suhu.

Kejutan Suhu	Glukosa darah (mg/dL)	Total Protein Plasma darah (g/dL)
1 Jam Sebelum (kontrol)	14.88±1.72	3.57±0.38
1 Jam Setelah	25.55±0.89	2.32±0.13
2 Jam Setelah	23.20±1.22	2.62±0.26

Kadar glukosa darah ikan baung normal adalah 14.88±1.72 mg/dL, meningkat menjadi 25.55±0.89 mg/dL kondisi stress dan beransur turun 23.20±1.22 mg/dL. Pola ini seperti yang terjadi pada ikan tapah normal 14.44 mg/dL meningkat menjadi 39.67 mg/dL ketika stress.

Stres menyebabkan hiperglisemia (meningkatnya kadar glukosa darah), yang dapat mengganggu pertumbuhan selanjutnya bahkan dapat mematikan. Selain mempengaruhi rasa lapar, hiperglisemia juga merupakan faktor penting bagi kesehatan dan kelangsungan hidup. Oleh karena itu diperlukan upaya mempercepat kembalinya glukosa darah ke level normal setelah ikan mengalami stres supaya pertumbuhan selanjutnya tidak terganggu. Pada keadaan stres inilah ikan akan terus mempertahankan homeostasis tubuh yang mulai berubah dengan terus mengeluarkan glukosa untuk keperluan energi selama tempo stres masih terus berlangsung (Ismail 2014).

Rasa lapar kenyang terjadi karena adanya informasi pusat syaraf yang berasal dari central origin. Naik turunnya kadar glukosa mengindikasikan bahwa ikan tersebut lapar/kenyang. Naiknya glukosa darah menandakan bahwa ikan sedang kenyang, dengan arti lain nafsu makan berkurang karena energi yang diperlukan oleh tubuh terpenuhi. Begitu juga sebaliknya saat kadar glukosa darah turun, maka ikan akan merasa lapar sehingga diperlukan makanan untuk memenuhi kebutuhan energinya.

Sementara pada saat ikan stres kadar glukosa terus naik, untuk mengatasi homeostasis akibat stres terhadap perubahan fisiologis. Hiperglisemia akan berakibat buruk bagi ikan. Ini berawal dari naiknya kadar kortisol dalam darah akibat stres yang akan memobilisasi glukosa dari cadangan yang disimpan oleh tubuh ke dalam darah, sehingga glukosa dalam darah mengalami kenaikan. Naiknya kadar glukosa darah tersebut diperlukan untuk proses memperbaiki homeostasis selama stres, namun keperluan energi dari glukosa tersebut akan dapat terpenuhi apabila glukosa dalam darah dapat segera masuk ke dalam sel, dan ini sangat bergantung pada kinerja insulin. Naiknya kadar kortisol akan mengurangi kerja insulin di dalam darah. Saat stres dengan berkurangnya insulin maka kadar glukosa darah terus meningkat karena keterbatasan insulin yang memobilisasi glukosa darah ke dalam sel semakin lambat. Dengan tingginya kadar glukosa di dalam darah tersebut maka sinyal dari pusat syaraf menandakan bahwa ikan merasa kenyang, dan ikan tidak mau makan.

Suhu ekstrim, perbedaan osmotik yang tinggi, racun, infeksi dan atau stimulasi sosial dapat menyebabkan stres pada ikan. Jika terjadi stres, maka ikan akan merespon dengan cara: penurunan volume darah, penurunan jumlah leucosit, penurunan glikogen hati, peningkatan glukosa darah, menyusutnya diameter lambung dan menipisnya lapisan mukosa.

Ikan akan melakukan mekanisme homeostasi yaitu dengan berusaha untuk membuat keadaan stabil sebagai akibat adanya perubahan variabel lingkungan. Mekanisme homeostasis ini terjadi pada tingkat sel yaitu dengan pengaturan metabolisme sel, pengontrolan permeabilitas membran sel dan pembuangan sisa metabolisme.

Proses metabolisme ikan umumnya meningkat jika suhu naik hingga dibawah batas yang mematikan. Berdasarkan hukum van't Hoff, kenaikan suhu sebesar 10°C akan menyebabkan kecepatan reaksi metabolisme meningkat 2-3 kali lipat dibandingkan pada kondisi normal. Keperluan protein pada ikan untuk mendapatkan pertumbuhan yang optimum sangat dipengaruhi oleh suhu. Contoh pada suhu 20°C pada ikan Channel Catfish (*Ictalurus punctatus*) memperlihatkan pertumbuhan optimum dengan kadar protein 35%, sedangkan pada suhu 25°C membutuhkan protein 40%.

Kadar glukosa darah dipertahankan homeostasinya oleh organ hati melalui metabolisme glukosa (Piliang & Djojosoebagio 2000). Beberapa mekanisme yang berperan dalam mempertahankan homeostasi glukosa darah adalah glikogenolisis, glukoneogenesis, lipolisis, glikoneogenesis dan lipogenesis.

Mekanisme terjadinya perubahan kadar glukosa darah selama stres dimulai dari diterimanya informasi penyebab faktor stres oleh organ reseptor. Selanjutnya informasi tersebut disampaikan ke otak bagian hipotalamus melalui sistem syaraf. Kemudian hipotalamus memerintahkan sel kromafin untuk mensekresikan hormon katekolamin melalui serabut syaraf simpatik. Adanya katekolamin ini akan mengaktifasi enzim-enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen, sehingga kadar glukosa darah mengalami peningkatan.

Terjadinya peningkatan kadar glukosa darah tersebut disebabkan oleh stres akibat suhu. Mazeaud et al. (1981) menyebutkan bahwa keberadaan glukosa darah ditentukan oleh stres. Hiperglisemia merupakan indikator terjadinya stres awal, karena tingkat glukosa darah sangat sensitif terhadap hormon stres.

Menurut Hesser (1960) naiknya glukosa darah mengakibatkan ikan merasa kenyang. Sebaliknya, pada saat kadar glukosa darah turun, maka ikan akan merasa lapar sehingga diperlukan makanan untuk memenuhi kebutuhan energinya. Pada saat ikan stres menyebabkan kadar glukosa dalam darah terus naik yang diperlukan untuk mengatasi homeostasis dan insulin akan menurun. Dengan tingginya kadar glukosa di dalam darah tersebut maka sinyal 12 dari pusat syaraf menandakan bahwa ikan merasa kenyang, dan ikan tidak mau makan.

Salah satu indikasi ikan stres adalah meningkatnya kadar glukosa dalam plasma. Adanya respons stres, akan merangsang hipotalamus untuk melepaskan *corticotrophin releasing factor* (CRF), dan CRF ini akan merangsang kelenjar hipofisa anterior untuk melepaskan hormon *adrenocorticotropin hormone* (ACTH). Kemudian ACTH akan merangsang sel-sel interrenal (medulla adrenal) untuk menghasilkan kortisol dan hormon katekolamin, seperti epinefrin (Wedemeyer 1996). Hormon-hormon ini berperan dalam proses glukoneogenesis yang akan mendeposisi cadangan glikogen di hati dan otot untuk meningkatkan kadar glukosa darah (Hastuti 2004). Syawal et al. (2012) perubahan kadar kortisol dalam plasma, sering dijadikan sebagai indikator utama stres, sedangkan indikator kedua adalah peningkatan kadar glukosa darah.

Respon terhadap stres pada ikan ditandai dengan stimulasi hipotalamus, yang menghasilkan aktivasi sistem neuroendokrin dan kaskade berikutnya perubahan metabolisme dan fisiologis (Wedemeyer 1996). Perubahan ini meningkatkan toleransi organisme untuk menghadapi variasi lingkungan atau situasi yang merugikan dengan tetap menjaga status homeostasis (Pickering et al. 1982).

Sebaliknya total protein plasma ikan baung normal 3.57 ± 0.38 g/dL menurun ketika stress menjadi 2.32 ± 0.13 g/dL dan berangsur naik mendekati normal setelah 2 jam menjadi 2.62 ± 0.26 g/dL (Masjudi 2015). Pola yang sama pada ikan tapah, total protein plasma normal 5.35 g/dL menjadi 2.82 g/dL pada saat stress (Masjudi 2015).

Total protein mampu menurunkan tingkat kesetresan, total protein juga mampu untuk kekebalan tubuh pada ikan. Semakin total protein nya normal maka ikan akan tetap sehat terhindar dari berbagai jenis penyakit. Total protein plasma didefinisikan sebagai jumlah total protein yang terdapat dalam

plasma darah meliputi albumin, fibrinogen, dan globulin. Protein plasma terdiri dari 60 % albumin, 35 % globulin, dan 4% fibrinogen. Dengan demikian konsentrasi protein dalam plasma dapat dijadikan acuan untuk mengukur sampai sejauh mana tingkat kekebalan pada suatu makhluk hidup, termasuk ikan.

Pada tiap perlakuan setelah dua jam kejutan suhu total protein plasma darah ikan baung masih cukup rendah dan di bawah kategori total protein plasma darah ikan normal atau ikan masih dalam kategori stres. Total protein plasma darah ikan yang rendah akibat adanya suhu yang tinggi sehingga untuk meningkatkan toleransi suhu terhadap ekspose suhu lingkungan dan untuk melindungi sel terhadap efek patologis dari panas atau stresor. Beberapa protein dalam plasma darah yang menunjukkan adanya polimorfisme adalah pre-albumin, albumin dan transferin, ketiga protein tersebut mudah ditemukan dalam jumlah besar.

Konsentrasi total protein plasma sangat tergantung pada umur dan kondisi individu ikan yang disampling. Penurunan total protein plasma mengindikasikan infeksi kronis, dan rendahnya protein dalam pakan ikan. Di dalam plasma darah terdapat berbagai komponen dan salah satu di antaranya adalah protein plasma. Konsentrasi protein di dalam plasma menggambarkan kesetimbangan antara konsentrasi protein di dalam dan di luar pembuluh darah. Berdasarkan hasil penelitian Masjudi (2015), kadar glukosa darah ikan tapah normal berjumlah 14.44 mg/dL sementara kadar total protein plasma darahnya 5.35 g/dL sedangkan kadar kadar glukosa darah ikan tapah kategori stres berjumlah 39.67 mg/dL dengan nilai kadar total protein plasma darah 2.82 g/dL. Kemudian dapat disimpulkan bahwa pada saat ikan mengalami stres kadar glukosa darah ikan akan meningkat sedangkan kadar total protein plasma darah ikan menurun. Sementara peningkatan total protein plasma merupakan respon terjadinya infeksi atau respon pemberian stimulant dan vaksin. Total protein pada ikan yang sehat biasanya berkisar antara 30-50 mg/ml plasma.

KESIMPULAN DAN SARAN

Suhu berpengaruh terhadap stress ikan baung yang ditandai dengan meningkatnya kadar gula darah, dan menurunnya kadar protein plasma darah.

RUJUKAN

- Alishahi M., Buchmann K. 2006. Temperature Dependent Protection against Ichthyophthirius Multifiliis (Fouquet) Following Immunization of Rainbow Trout Using Live Thronts. *Diseases of Aquatic Organism* 72: 269-273.
- Hastuti S. 2004. Respons Fisiologis Ikan Gurami yang diberi Pakan Mengandung Kromium-Ragi terhadap Penurunan Suhu Lingkungan. Desertasi Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Hesser E. F. 1960. Methodes for Routine Fish Hematologi. *Progressive fish Culture* 22: 164-170.
- Ismail, K. 2014. Kiat mengatasi stres pada ikan. Mediatama. Kepulauan Riau. 68 halaman. Diakses tanggal 7 Desember 2015.
- Masjudi, H. 2015. Optimalisasi Lingkungan dan Dosis Pakan Yang Berbeda dalam Domestikasi Ikan Tapah (*Wallago leeri*). Tesis Program Pascasarjana Universitas Riau. Pekanbaru.
- Mazeaud M.M., Mazeaud F. 1981. Adrenergic responses to stress in fish. Edted by Pickering, A. D. *Stress and Fish*. London: Academic Press, Inc.
- Pickering A.D. and T.G. Pottinger. 1982. Stres responses and disease resistance in salmonid fish: effects of chronic elevation of plasma cortisol. *Fish Physiol Biochem* 7: 253-258.
- Piliang W.G., Djojosoebagio S. 2000. *Fisiologi nutrisi*. Volume I. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Syawal, H. dan Siregar, Y.I. 2011. Respon Fisiologis Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypophthalmamms*) pada Suhu Pemeliharaan yang Berbeda. *Jurnal Berkala perikanan Terubuk*.
- Syawal, H. Nastiti Kusumorini, Wamen Manalu dan Ridwan Affandi. 2012. Respon Fisiologis dan Hematologis Ikan Mas (*Cyprinus carpio*) Pada Suhu Media Pemeliharaan yang Berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*
- Tang, U. M. 2000. Kajian Biologi, Pakan dan Lingkungan pada Awal daur Hidup Ikan Baung. Disertasi Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Tang, U. M. 2003. *Teknik Budidaya Ikan Baung*. Yogyakarta: Kanisius.

- Wedemeyer G.A. & W.T. Yasutake. 1977. Clinical Methods for the Assessment of the Effects of Environmental Stress on Fish Health. Technical Paper of the U.S. Fish and Wildlife Service. Vol. 89: 18. Washington D.C., USA: U.S. Department of the Interior Fish and Wildlife Service.
- Wedemeyer G.A. 1996. *Physiology of fish in intensive culture system*. New York: Springer.
- Zaifbio S. 2004. Respons Fisiologis Ikan Gurami yang diberi pakan mengandung kromium-ragi terhadap penurunan suhu lingkungan. Disertasi. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.

Usman M. Tang, (PhD)
Jurusan Akuakultur Fakultas Perikanan Dan Kelautan
Universitas Riau
Email:usman_mt@yahoo.co.id

Netti Aryani, (PhD)
Jurusan Akuakultur Fakultas Perikanan Dan Kelautan
Universitas Riau
Email:usman_mt@yahoo.co.id

Heri Masjudi
Jurusan Akuakultur Fakultas Perikanan Dan Kelautan
Universitas Riau
Email:usman_mt@yahoo.co.id

Khairil Hidayat
Jurusan Akuakultur Fakultas Perikanan Dan Kelautan
Universitas Riau
Email:usman_mt@yahoo.co.id

Received : 13 October 2017
Accepted : 26 February 2018