

ANALISIS KADAR GLUKOSA DARAH IKAN TAWES (*Barbonymus gonionotus*) DARI BENDUNG ROLAK SONGO HILIR SUNGAI BRANTAS

Zahrotun Nasichah¹, Putut Widjanarko², Andi Kurniawan², Diana Arfiati²

¹Mahasiswa Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

²Dosen Program Studi Manajemen Sumber Daya Perairan

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya, Malang

E-mail: znasichah@gmail.com

ABSTRAK

Kadar glukosa darah merupakan faktor penting bagi organisme karena merupakan sumber energi dan dapat dijadikan sebagai biomarker terhadap kondisi fisiologis ikan terutama pada ikan yang mengalami stres. 12 ekor Ikan tawes diambil secara acak pada bulan Desember 2015 dari Bendung Rolak Songo untuk dibawa ke Laboratorium dalam keadaan hidup. Ikan tersebut diaklimatisasi selama 24 jam, sebelum dianalisis lebih lanjut. Kadar glukosa darah dari ikan tawes diukur dengan metode glucose oksidase peroksidase oleh laboratorium patologi klinik Universitas Brawijaya. Kadar glukosa darah ikan tawes tersebut berkisar antara 110-165 mg/dl yang sudah melebihi kadar glukosa darah ikan tawes normal (50-60 mg/dl). Hal ini menunjukkan kondisi ikan tawes di Bendung Rolak Songo sudah mengalami stres yang diduga dari tingginya padatan tersuspensi, kadar bahan organik (COD) dan amoniak serta kurangnya oksigen terlarut. Agar ikan tawes di Bendung Rolak Songo kondisinya menjadi lebih baik dan tetap lestari diperlukan kerja sama antara stakeholder untuk pengendalian kondisi kualitas air.

Kata Kunci: Glukosa darah, Hilir sungai brantas, Ikan tawes

PENDAHULUAN

Stres merupakan sejumlah respon fisiologis dari tubuh yang terjadi pada saat hewan berusaha mempertahankan homeostatis pada tiap tuntutan yang dikenakan padanya (Selye, 1973 dalam Barton, 2002; Taqwa, 2008). Stres yang terjadi pada ikan salah satunya disebabkan karena kondisi lingkungan yang buruk (Wedemeyer dan Mc Leay, 1981 dalam Susanto *et al.*, 2014). Dalam kondisi stress, ikan mengalami respon primer dan respon sekunder. Respon primer adalah perubahan keadaan oleh *Central Nervous System* (CNS) dan melepas hormon stres yakni kortisol dan katekolamin (*adrenaline dan ephinephrine*) kedalam aliran darah melalui sistem endokrin. Sedangkan respon sekunder terjadi akibat dari lepasnya hormon stres yang menyebabkan perubahan dalam darah dan jaringan kimia seperti meningkatnya kadar glukosa darah pada ikan (Cook *et al.*, 2011; Wedemeyer dan Mc Leay, 1981 dalam Taqwa, 2008).

Glukosa darah dalam tubuh ikan merupakan sumber energi utama dan sumber pasokan bahan bakar dan substrat esensial untuk metabolisme sel terutama sel otak. Untuk berfungsinya otak secara kontinyu dibutuhkan glukosa secara terus menerus (Steward 1991 dalam Hastuti *et al.*, 2003). Volume darah pada ikan berkisar 1,5-3 % dari bobot tubuh. Kadar glukosa darah ikan yang normal mengandung 40-90 mg/dl, kandungan glukosa darah tersebut hampir sama dengan glukosa darah pada manusia yaitu 70-110 mg/dl (Rahardjo *et al.*, 2011).

Hasil penelitian Sahetapy (2011) dalam Hastuti *et al.* (2003) tentang pengaruh toksisitas logam timbal terhadap hematologi juvenil ikan kerapu macan diketahui bahwa konsentrasi limbah timbal berpengaruh terhadap glukosa darah ikan kerapu, semakin tinggi konsentrasi timbal, kadar glukosa darah juga semakin meningkat. Sehingga pemeriksaan kadar glukosa darah bisa dijadikan salah satu cara untuk membantu diagnosis secara efektif dan cepat. pada ikan yang hidup di lingkungan yang tercemar limbah.

Menurut Rachmawati (2010), pada saat stres terjadi peningkatan glukokortikoid yang berakibat pada peningkatan kadar glukosa darah untuk mengatasi kebutuhan energi yang tinggi. Jika keadaan glukosa darah ikan tidak normal maka ikan akan terganggu kehidupannya bahkan dapat menyebabkan kematian. Pengukuran kadar glukosa darah dapat digunakan untuk mendiagnosis ikan yang mengalami stres secara sederhana dan efektif untuk berbagai macam *stressor* (Darwisito (2006) dalam Sulmartiwi *et al.*, 2013).

Ikan tawes merupakan salah satu jenis ikan Cyprinidae seperti ikan mas yang merupakan ikan yang peka terhadap perubahan lingkungan. Maka ikan ini sangat baik digunakan sebagai penduga terjadinya perubahan lingkungan perairan, karena ikan mempunyai kemampuan merespon adanya bahan

pencemar. Menurut Cahaya (2003), ikan yang bisa digunakan sebagai indikator pencemaran perairan adalah ikan yang memiliki tingkat kepekaan yang tinggi.

Ikan yang paling dominan yang tertangkap di Bendung Rolak Songo adalah ikan tawes. Kumala (2010) meneliti tentang panjang berat dan tingkat kematangan gonad ikan tawes yang tertangkap jala di Bendung Rolak Songo untuk menduga tingkat eksploitasi dari ikan tersebut, yang menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan ikan tawes masih dalam keadaan *underfishing*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis kadar glukosa darah ikan tawes serta mengetahui kondisi kualitas air Bendung Rolak Songo.

MATERI DAN METODE

Penelitian ini dilakukan di Bendung Rolak Songo, Desa Lengkong, Kabupaten Mojokerto pada bulan Desember 2015. Pengujian kualitas air dilakukan di Laboratorium PERUM Jasa Tirta I Malang dan pengujian glukosa darah ikan tawes dilakukan di Laboratorium Patologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang.

Penelitian ini menggunakan metode survei, dalam dua kali pengambilan data. Pengambilan sampel air dilakukan pada satu titik pengambilan yaitu pada titik dimana ikan ditangkap dengan titik koordinat $7^{\circ} 26' 42''$ LS - $112^{\circ} 27' 55''$ BT. Sampel air diambil dengan menggunakan botol plastik kemudian dimasukkan ke dalam *cool box* dengan diberi es batu, dibawa ke laboratorium untuk dilakukan pengujian yang meliputi padatan tersuspensi, pH, oksigen terlarut, bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) dan amoniak (NH_3). Pengukuran suhu dilakukan secara *in situ*. Penangkapan ikan dilakukan hanya pada waktu sore sampai malam hari.

Pengambilan sampel ikan dilakukan sekitar 20 meter di atas pintu air, ikan ditangkap dengan menggunakan jaring. Ikan diambil sebanyak 6 ekor secara acak pada tiap sampling, sehingga dalam dua kali sampling terdapat 12 ekor ikan dengan ukuran sekitar 12-15 cm. Ikan ditangkap dalam keadaan hidup, setelah ikan dijaring, ikan dimasukkan kedalam plastik yang telah berisis oksigen dan diisi dengan air lokal untuk dibawa ke laboratorium, kemudian ikan di aklimatisasi di dalam bak yang diberi aerasi dengan menggunakan aerator selama 1x24 jam untuk menghindari ikan agar tidak stres karena transportasi. Setelah diaklimatisasi kemudian ikan di ambil darahnya.

Pengambilan darah dilakukan dengan menggunakan spuit 3 ml di bagian *caudal peduncle*. Darah yang dibutuhkan minimal sebanyak 0,5 ml. Sampel darah diambil dalam bentuk serum sehingga spuit tidak diberi anti koagulan. Darah yang telah diambil di biarkan membeku namun tidak sampai lebih dari dua jam karena bisa menyebabkan sampel mengalami kerusakan atau *lysis*. Setelah itu cairan darah diambil dengan cara dituang melalui spuit dibagian belakang bukan dengan cara disemprotkan melalui jarum, hal ini dilakukan untuk menghindari pecahnya sel darah. Selanjutnya sampel darah dimasukkan ke dalam *tube* dan di *sentrifuge* selama 6 menit dengan kecepatan 4500 rpm. Pengukuran kadar glukosa darah ikan tawes dilakukan dengan metode *glucose oxydase peroxidase*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kadar Glukosa Darah Ikan tawes (*Barbonimus gonionotus*)

Kadar glukosa darah ikan tawes dari Bendung Rolak Songo pada pengambilan pertama berkisar antara 110-165 mg/dL dengan rata-rata 129 mg/dL dan standart deviasi sebesar 20,8. Sedangkan pada pengambilan kedua, kadar glukosa darah yang didapatkan berkisar antara 112-143 mg/dL dengan rata-rata 122 mg/dL dan standart deviasi sebesar 11,2 sehingga rata-rata kadar glukosa darah relatif sama.

Jenis limbah yang banyak terdapat di sekitar Bendung Rolak Songo adalah limbah domestik yang berasal dari buangan rumah tangga seperti urin, tinja dan sampah. Selain itu juga limbah yang berasal dari perikanan budidaya dan pertanian. Masuknya limbah domestik ke perairan akan mempengaruhi kondisi fisik dan kimia perairan. Menurut Effendi (2003), limbah domestik biasanya mengandung bahan organik yang tinggi yang akan menyebabkan menurunnya oksigen terlarut sehingga dapat menyebabkan respirasi ikan terganggu. Rendahnya oksigen terlarut dapat menimbulkan adanya gas gas beracun seperti amoniak. Kadar amoniak yang tinggi dapat menyebabkan rusaknya jaringan insang, dimana lempeng insang membengkak sehingga sistem pernafasan akan terganggu (Kordi dan Tancung, 2007).

Mekanisme pengaruh padatan tersuspensi terhadap kehidupan ikan menurut Hartami (2008) dalam Suyantri *et al.*, (2011) adalah, abrasi langsung terhadap insang ikan yang akan menyebabkan penyumbatan insang ikan sehingga asupan oksigen menjadi berkurang karena tertutupi padatan, hal ini akan dapat mengganggu proses pernafasan sehingga ikan akan membutuhkan energi yang tinggi untuk bertahan. Hal inilah yang dapat menimbulkan stres pada ikan sehingga padatan tersuspensi

(*Total Suspended Solid*) yang tinggi di Bendung Rolak Songo bisa dikatakan menjadi salah satu faktor yang menyebabkan ikan mengalami stres selain disebabkan tingginya nilai amoniak dan bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) serta rendahnya oksigen terlarut.

Menurut Borton (2002), pada waktu mengalami stres, ikan akan mengalami respon primer dan sekunder, peningkatan glukosa darah merupakan respon sekunder dari ikan yang mengalami stres, setelah terjadi respon primer yakni meningkatnya jumlah hormon stres seperti kortisol dan katekolamin dari sel interenal. Menurut Rahmawati *et al.*, (2010) dalam keadaan stres terjadi peningkatan glukokortikoid yang berakibat pada peningkatan kadar glukosa darah untuk mengatasi kebutuhan energi yang tinggi pada saat stres.

Kebutuhan energi dari glukosa untuk menangani stres dapat terpenuhi apabila glukosa dalam darah dapat segera masuk ke dalam sel. Glukosa yang telah masuk ke dalam sel akan segera dimetabolisme untuk memenuhi kebutuhan fisiologis tubuh dan kebutuhan energi, setelah terpenuhi pemasukan glukosa yang tinggi akan merangsang terjadinya proses *glikogenesis* dan *lypogenesis* (Stryer, 2000). Keberhasilan pasokan glukosa ke dalam sel ditentukan oleh kinerja insulin. Sedangkan selama stres terjadi inaktivasi insulin sehingga menutup penggunaan glukosa oleh sel (Brown, 1993; Wendelaar, 1997 dalam Sulmartiwi, 2013).

Pada waktu stres, organ reseptor akan menerima informasi yang akan disampaikan ke otak bagian hipotalamus, kemudian sel kromaffin akan mensekresikan hormon katekolamin. Hormon ini akan menekan sekresi hormon insulin yang berfungsi untuk membantu memasok glukosa ke dalam sel, sehingga menyebabkan kadar glukosa yang masuk ke dalam darah mengalami peningkatan. Hormon ini juga akan mengaktifasi enzim-enzim yang terlibat dalam katabolisme simpanan glikogen hati dan otot. Pada saat yang bersamaan hipotalamus akan mensekresikan CRF (*Corticoind Releasing Factor*) yang akan meregulasi kelenjar *pituitary* untuk mensekresikan ACTH (*Adenocortico-Tropic Hormone*), MSH (*Melanophore-Stimulating Hormone*) dan p-End (*p-Endorphin*). Hormon tersebut akan meregulasi hormon kortisol dari interenal. Kortisol ini akan menggertak enzim-enzim yang terlibat dalam *glukoneogenesis* yang menghasilkan peningkatan glukosa darah yang berasal dari sumber nonkarbohidrat. Terjadinya katabolisme protein untuk membentuk glukosa juga menghasilkan asam amino, sehingga asam amino dalam darah mengalami peningkatan. Meningkatnya asam amino dalam darah akan mengaktifasi insulin kembali sehingga mampu melakukan transport glukosa, sehingga glukosa dalam darah akan menurun kembali (Hastuti *et al.*, 2003).

Kadar glukosa darah ikan tawes pada Bendung Rolak Songo sudah melebihi batas kadar glukosa darah ikan normal yaitu menurut Patrice (2009) sebesar 40-90 mg/dl. Sedangkan kadar glukosa darah untuk ikan tawes normal, menurut penelitian yang dilakukan oleh Mostakim *et al.*, (2015) dengan ikan tawes yang diambil dari budidaya ikan tawes di daerah Bangladesh yang diberikan pemaparan dengan pestisida organofosfor didapatkan, ikan tawes yang digunakan sebagai kontrol memiliki nilai kadar glukosa darah yang lebih rendah daripada ikan tawes yang terpapar dengan pestisida organofosfor. Selanjutnya Mostakim *et al.*, (2015) menyatakan bahwa kadar glukosa darah ikan tawes yang dipapar dengan pestisida organofosfor dengan kadar 0,47 ppm dan 0,94 ppm berkisar antara 80-110 mg/dl pada hari pertama sampai hari ke 4, dan menurun pada hari ke 7 sampai 28 sebesar 40-30 mg/dl. Hal ini dikarenakan cadangan energi atau glukosa dan glikogen sudah banyak digunakan pada waktu stres sehingga kadar glukosa darah ikan yang mendapat paparan pestisida organofosfor mengalami penurunan. Sedangkan ikan tawes yang tidak terpapar dengan pestisida kadar glukosa darahnya stabil yaitu sebesar 50-60 mg/dl yang menunjukkan ikan tawes tersebut tidak mengalami stres.

Hal ini mengindikasikan bahwa ikan tawes yang ada di Bendung Rolak Songo mengalami stres karena mungkin kondisi perairan yang tercemar. Menurut Ismail (1997), kondisi lingkungan yang tercemar akan menyebabkan ikan mengalami stres. Syawal dan Ikhwan (2009) menyatakan kadar glukosa darah yang tinggi mengindikasikan bahwa ikan mengalami stres, sehingga dapat dikatakan bahwa kenaikan glukosa darah dapat digunakan sebagai indikator perairan yang tercemar.

Hasil Parameter Kualitas Air

Kondisi kualitas air di Bendung Rolak Songo rata-rata sudah melebihi baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air namun ada beberapa parameter yang masih sesuai dengan baku mutu seperti suhu yang berkisar antara 29-30 °C. Pada minggu pertama didapatkan suhu sebesar 30 °C dan pada minggu kedua didapatkan suhu sebesar 29 °C. Hal ini disebabkan pada pengambilan sampel minggu pertama cuaca di lokasi pengambilan sampel lebih cerah daripada pengambilan sampel pada minggu kedua. Suhu yang didapatkan bisa dikatakan cukup tinggi, hal ini bisa disebabkan karena pengaruh kondisi Kabupaten Mojokerto yang memiliki suhu udara yang relatif tinggi sehingga akan berpengaruh terhadap suhu air sungai, selain itu pengukuran dilakukan pada waktu sore hari ketika intensitas matahari masih cukup tinggi. Kisaran suhu ini termasuk kisaran yang baik untuk kehidupan ikan tawes yaitu sebesar

25-31 °C (Kordi, 2012). Suhu air mempengaruhi tingkat metabolisme dalam tubuh ikan, semakin tinggi suhu maka tingkat metabolisme juga semakin tinggi. Suhu air juga dapat berpengaruh secara tidak langsung terhadap biota air, suhu mempengaruhi kelarutan oksigen di perairan. Semakin tinggi suhu maka tingkat kelarutan oksigen semakin rendah (Kordi dan Tancung, 2007).

Nilai padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*) didapatkan sebesar 110 mg/l pada minggu pertama dan pada minggu kedua sebesar 117 mg/l. Menurut Sastrawijaya (2000), konsentrasi padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*) di perairan terdiri dari fitoplankton, zooplankton, lumpur, limbah manusia, limbah hewan, sisa tanaman dan limbah industri, sehingga semakin banyak konsentrasi komponen tersebut di perairan maka nilai padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*) juga semakin tinggi. Padatan tersuspensi pada Bendung Rolak Songo berasal dari limbah manusia, limbah perikanan dan sisa-sisa tanaman atau sampah dari masyarakat, Padatan tersuspensi juga berasal dari limpasan tanah yang berasal dari daratan akibat adanya hujan. Berdasarkan baku mutu menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air yang menyatakan bahwa batas maksimum nilai padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*) untuk kelas II termasuk bidang perikanan adalah 50 mg/l. Maka bisa dikatakan kandungan padatan tersuspensi (*Total Suspended Solid*) di Bendung Rolak Songo sudah melebihi ambang batas.

Nilai pH didapatkan sebesar sebesar 7,7 pada minggu pertama dan 7,5 pada minggu kedua. Nilai pH yang didapatkan cukup tinggi, hal ini disebabkan karena waktu pengambilan sampel dilakukan pada waktu sore hari sehingga air mengandung karbon dioksida yang relatif rendah karena karbondioksida telah digunakan untuk proses fotosintesis oleh fitoplankton maupun tanaman air. Nilai pH di Bendung Rolak Songo termasuk nilai pH yang cukup baik untuk kehidupan ikan tawes yaitu berkisar antara 7,5-8,5 (Kordi, 2012). Nilai pH pada minggu kedua mengalami penurunan, hal ini disebabkan adanya hujan yang menyebabkan nilai pH menjadi lebih rendah, karena secara alami air hujan bersifat asam dengan pH sekitar 5,6 (Wardani *et al.*, 2015). Nilai pH di Bendung Rolak Songo berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air masih dalam batas kisaran toleransi untuk air kelas II yaitu berkisar 6-9.

Kandungan oksigen terlarut pada Bendung Rolak Songo sebesar 3,9 mg/l pada minggu pertama dan 4 mg/l pada minggu kedua. Kandungan oksigen terlarut pada minggu pertama cenderung lebih rendah dari minggu kedua, hal ini kemungkinan dikarenakan kandungan bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) pada minggu kedua semakin menurun karena diduga beban limbah yang dibuang lebih sedikit daripada minggu pertama sehingga oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi limbah juga semakin sedikit maka oksigen terlarut yang tersedia di perairan juga lebih tinggi, serta sebelum pengambilan sampel pada minggu kedua sering terjadi hujan sehingga limbah juga mengalami pengenceran. Pintu air di Bendung Rolak Songo pada minggu kedua juga lebih banyak yang dibuka sehingga arus air juga semakin besar, hal ini dapat meningkatkan difusi oksigen di udara sehingga dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut di perairan. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air baku mutu kandungan oksigen terlarut di perairan untuk kelas II adalah >4. Kandungan oksigen terlarut di Bendung Rolak Songo bisa dikatakan cukup rendah walaupun pada minggu kedua kandungan oksigen terlarut sudah mencapai nilai minimum.

Menurut Salmin (2005), selain digunakan untuk respirasi organisme, oksigen terlarut di perairan juga digunakan untuk oksidasi bahan-bahan organik dan anorganik secara aerobik. Kandungan bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) di Bendung Rolak Songo didapatkan hasil sebesar 64,86 ppm pada minggu pertama dan 50,74 ppm pada minggu kedua. Kandungan bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) pada minggu kedua mengalami penurunan, hal ini diduga bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) pada minggu kedua lebih sedikit daripada minggu pertama karena beban limbah yang dibuang lebih rendah daripada minggu pertama, serta limbah sudah banyak mengalami pengenceran karena adanya hujan sehingga kandungan bahan organik menjadi lebih rendah.

Bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) di Bendung Rolak Songo berasal dari limbah domestik baik dari pemukiman warga maupun dari sampah kegiatan disekitar Bendung Rolak Songo seperti rekreasi maupun dari kegiatan budidaya dan pertanian. Kandungan bahan organik di Bendung Rolak Songo sudah melebihi baku mutu berdasarkan Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran dengan nilai baku mutu bahan organik (*Chemical Oxygen Demand*) untuk kelas II adalah sebesar 25 mg/l.

Kandungan amoniak pada lokasi penelitian sebesar 0,041 mg/l pada minggu pertama dan 0,035 mg/l pada minggu kedua. Kandungan amoniak mengalami penurunan pada minggu kedua, namun perbedaannya juga tidak terlalu signifikan. Hal ini diduga disebabkan oleh kandungan bahan organik yang mengandung senyawa nitrogen di perairan mengalami pengenceran sehingga kandungan bahan organik tersebut semakin sedikit. Menurut Effendi (2003), amoniak di perairan bersumber dari

pemecahan nitrogen organik dan nitrogen anorganik yang berasal dari dekomposisi bahan organik yang tidak terionisasi akan bersifat toksik terhadap organisme perairan. Amoniak di Bendung Rolak Songo berasal dari limbah perikanan berupa feses ikan atau sisa pakan ikan serta dari limbah rumah tangga seperti urin dan kotoran manusia. Kandungan amoniak di perairan juga disebabkan adanya perbedaan suhu dan pH air. Toksisitas amoniak akan meningkat dengan meningkatnya suhu dan pH dan menurunnya oksigen terlarut (Effendi, 2003; Allabaster dan Rlloyd, 1982). Pada minggu pertama nilai suhu dan pH lebih tinggi daripada minggu kedua, hal ini yang menyebabkan nilai amoniak pada minggu pertama lebih tinggi daripada minggu kedua. Menurut Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, konsentrasi amoniak (NH_3) untuk air kelas II tidak boleh > 0,02 mg/l. Konsentrasi amoniak di Bendung Rolak Songo rata-rata sudah melebihi baku mutu. Konsentrasi amoniak yang tinggi mengindikasikan kondisi perairan yang tercemar. Menurut Effendi (2003), konsentrasi amoniak di perairan akan mengganggu kehidupan biota karena bersifat toksik bagi organisme jika kadarnya melebihi 0,02 mg/l.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kadar glukosa darah ikan tawes dari Bendung Rolak Songo melebihi kadar glukosa darah normal bagi ikan, sebagai indikasi bahwa ikan tawes tersebut sudah mengalami stres yang diduga akibat dari tingginya padatan tersuspensi, kadar bahan organik (COD) dan amoniak serta kurangnya oksigen terlarut.

Diperlukan kerja sama antara *stakeholder* untuk pengendalian kondisi kualitas air sehingga ikan tawes di Bendung Rolak Songo kondisinya menjadi lebih baik dan tetap lestari.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih kepada para pihak yang telah membantu dalam penelitian ini terutama dosen pembimbing serta penguji, pihak PERUM Jasa Tirta serta teman-teman di program studi manajemen sumberdaya perairan.

DAFTAR PUSTAKA

- Alabaster, J. S., & Lloyd, R. (1982). *Water Quality Criteria for Fresh Water Fish*. London: Butterworths.
- Barton, B. A. (2002). Stress in Fishes: A Diversity of Responses With Particular Reference to Changes in Circulating Corticosteroids. *Integ. And Comp. Biol.*, 42, 517–525
- Chahaya, I. (2003). *Ikan sebagai Alat Monitoring Pencemaran*. Digital Library FKM Universitas Sumatera Utara
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam Dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius
- Supriyono, H. E., Mokoginta, I., & Subandiyono (2003). Respon Glukosa Darah Ikan Gurami (*Osphronemus Gouramy, Lac.*) terhadap Stres Perubahan Suhu Lingkungan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 2(2), 73-77.
- Ismail, K. (1994). *Kiat Mengatasi Stres pada Ikan*. Surakarta: Mediatama.
- Kangkan, A. L. (2006). Studi Penentuan Lokasi untuk Pengembangan Budidaya Laut Berdasarkan Parameter Fisika, Kimia dan Biologi di Teluk Kupang, Nusa Tenggara Timur. *Tesis*. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Kordi, K. M. G. H., & Tancung, A. B. (2007). *Pengelolaan Kualitas Air Dan Tanah Dalam Budidaya Perairan*. Jakarta: PT Rineka Cipta
- Kordi, K. M. G. H. (2012). *Budidaya Ikan Konsumsi di Air Tawar*. Jakarta: Lily Publisher.
- Kumala, I. S., Arfiati, D., & Kusriani (2010). Kajian Panjang Berat Dan Tingkat Kematangan Gonad Ikan Wader Yang Tertangkap Jala Di Rolak Songo Kabupaten Mojokerto Jawa Timur. *Skripsi*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang
- Marcel, Rafael, L., & Ramos, R. (2009). Cortisol and Glucose: Reliable Indicators of Fish Stress?. *Pan-American Journal Of Aquatic Sciences*, 4(2), 158-178
- Mostakim, G. M., Zahangir, M. M., Mishu, M. M., Rohman, M. K., & Islam, M. S. (2015). Alteration of Blood Parameters and Histoarchitecture of Liver and Kidney of Silver Barb after Chronic Exposure to Quinalphos. *Journal of Toxicology*, 1-8.
- Patriche, T. (2009). The Importance Of Glucose Determination In The Blood Of The Cyprinids Importanța Determinării Glucozei Din Sângele Ciprinidelor. *Biotehnologii*, 42(2).
- Peraturan Pemerintah Nomor 82 Tahun 2001. *Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran*. Jakarta.
- Rahardjo, M. F., Sjafei, D. S., Affandi, R., & Sulistiono (2011). *Ikhtologi*. Jakarta : Lubuk Agung

- Rahmawati, A. A., & Azizah, R. (2005). Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS dan MPN Coliform pada Air Limbah Sebelum dan Sesudah Pengolahan di RSUD Nganjuk. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(1), 97-110.
- Salmin (2005). Oksigen Terlarut dan Kebutuhan Oksigen Biologi (Bod) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 30(3), 21-26.
- Stryer, L. (2000). *Biokimia*. Edisi IV. Vol. 2. Jakarta: EGC
- Sudaryanti, S., & Wijarni (2006). *Biomonitoring*. Fpik. Universitas Brawijaya.
- Sulmartiwi, L., Harweni, S., Mukti, A. T., & Triastuti, J. (2013). Pengaruh Penggunaan Larutan Daun Bandotan (*Ageratum Conyzoides*) terhadap Kadar Glukosa Darah Ikan Koi (*Cyprinus Carpio*) Pasca Transportasi. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*, 5(1), 73-76.
- Susanto, A., Marsi, & Taqwa, F. H. (2014). Toksisitas Limbah Cair Lateks Terhadap Jumlah Eritrosit, Jumlah Leukosit dan Kadar Glukosa Darah Ikan Patin (*Pangasius Sp.*). *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 2(2), 135-149
- Suyantri, E., Aunurohim, & Abdulgani, N. (2011). Sintasan (*Survival Rate*) Ikan Mujair (*Oreochromis mossambicus*) secara In-Situ di Kalimas Surabaya. Institut Teknologi Sepuluh Nopember: Surabaya.
- Syawal, H., & Ikhwan, Y. (2011). Respon Fisiologis Ikan Jambal Siam (*Pangasius hypoptalamus*) pada Suhu Pemeliharaan yang Berbeda. *Berkala Perikanan Trubuk*, 39(1), 51-57.
- Taqwa, F. H. (2008). Pengaruh Penambahan Kalium pada Masa Adaptasi Penurunan Salinitas pada Waktu Penggantian Pakan Alami oleh Pakan Buatan Terhadap Performa Pasca larva Udang Vaname (*Litopenaeus vannamei*). *Tesis*. Institut Pertanian Bogor.
- Tarigan, & Edward (2003). Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makara Sains*, 7(3).
- Wardhani, N. K., & Nur hasanah, A. I. (2015). Studi Tingkat Keasaman Air Hujan Berdasarkan Kandungan Gas CO₂, SO₂ Dan NO₂ di Udara (Studi Kasus Balai Pengamatan Dirgantara Pontianak. *Prisma Fisika*, 3(1), 9 -14
- Wijaya, G. S., & Yazid, M. (2009). Struktur Mikroanatomis REN dan Koefisien Nilai Nutrisi (NVC) Bioindikator Ikan Tawes (*Puntius javanicus*, Blkr) yang Hidup pada Kolam Terpadu PTAP BBATAN. *Prosiding Seminar Keselamatan Nuklir* (pp.1-13).