

## EVALUASI GLUKOSA DARAH IKAN BATAK (*Tor soro*) PADA PADAT TEBAR BERBEDA

### EVALUATION OF BLOOD GLUCOSE BATAK FISH (*Tor soro*) ON DIFFERENT STOCKING DENSITY

**Asep Rachmat Pratama<sup>1\*</sup>, Eddy Supriyono<sup>2</sup>, Kukuh Nirmala,<sup>2</sup> Any Widiyati<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Mahasiswa Program Studi Magister Ilmu Akuakultur, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University Bogor, Jawa Barat

<sup>2</sup> Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University Bogor, Jawa Barat

<sup>3</sup> Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar Sempur Bogor, Jawa Barat

\*Korespondensi: pratama.rama.putera@gmail.com

#### **Abstract**

*This research was conducted with the aim to evaluate the performance of Batak fish (*Tor soro*) blood glucose in response to stocking density stress. Fish with an average of 2.21 g with a weight of 27 individuals were given stocking density stress by inserting them into 9 cylindrical containers of 200.96 cm<sup>2</sup> and 3 L volume of peat water with stocking differently for 72 hours. These stocking density treatments consisted of A (2 fishes/0.02 m<sup>2</sup>), B (3 fishes/0.02 m<sup>2</sup>), C (4 fishes/0.02 m<sup>2</sup>) and E (5 fishes/0.02 m<sup>2</sup>) with three repetitions. Blood glucose was collected from 1 fish per container during 72 hours. The preliminary test was conducted to determine the oxygen demand of fish through the oxygen consumption level test, in which the oxygen demand from the fish was calculated in accordance to the density used. The average value of blood glucose levels of Batak fish that were given the stress of stocking density 2 fishes/0.02 m<sup>2</sup>, 3 fishes/0.02 m<sup>2</sup>, 4 fishes/0.02 m<sup>2</sup>, and 5 fishes/0.02 m<sup>2</sup> tend to be low, as much as 53 mg/dL, 52.67 mg/dL, 49.33 mg/dL and 39.63 mg/dL respectively. The response of blood glucose to stocking density stress resulted in stocking recommendations for culture Batak fish ranging from 100-250 fish/m<sup>2</sup> with 2,21-3,12 fish/ gram.*

**Keywords :** Blood glucose, Batak fish, *Tor soro*, stress, stocking density

#### **I. Pendahuluan**

Ikan batak (*Tor soro*) merupakan salah satu ikan air tawar yang masih liar dan berpotensi untuk dikembangkan sebagai ikan budidaya. Ikan batak banyak disukai oleh masyarakat karena memiliki rasa mirip ikan mas dan mempunyai nilai ekonomis (Gustianto *et al.* 2013). Menurut Haser *et al.* (2022) beberapa penelitian di Thailand menunjukkan ikan-ikan dari genus *Tor* umumnya merupakan ikan komersial penting dan sumber protein bila dikonsumsi. Berdasarkan minatnya masyarakat terhadap ikan batak atau “Tor”, sangat berpeluang untuk melakukan domestikasi dan budidaya. Bahkan kelebihan, dari usaha budidaya dapat mempertahankan keberadaan disungai sebagai habitat aslinya (Haser *et al.*, 2022). Upaya budidaya ikan batak dapat dilakukan melalui usaha pembenihan untuk menghasilkan benih baik dari segi kualitas dan kuantitas sehingga kebutuhan konsumen terhadap ikan batak dapat terpenuhi dan untuk menjaga kelestariannya di alam selanjutnya diperlukan teknologi

budidaya dalam memproduksi ikan batak.

Pada pemeliharaan larva, padat tebar (*Stocking density*) merupakan faktor pembatas yang berkaitan dengan ruang gerak dan kompetisi mendapatkan pakan. Peningkatan pada saat penebaran akan mengganggu tingkah laku ikan terhadap ruang gerak yang akhirnya dapat menyebabkan pertumbuhan, pemanfaatan pakan dan sintasan mengalami penurunan (Andrade *et al.*, 2015). Pertumbuhan juga dipengaruhi kepadatan ikan yang ditebar, dimana dengan padat tebar yang rendah, pertumbuhan ikan relatif lebih cepat dan sebaliknya pada padat tebar yang tinggi pertumbuhan ikan relatif lebih lambat (Scabra dan Budiardi 2019).

Keberhasilan budidaya ikan dipengaruhi oleh sifat fisiologi ikan sendiri, ukuran ikan, kebugaran (kualitas ikan), kualitas air (suhu, DO, pH, CO<sub>2</sub> dan amonia), kepadatan ikan dalam wadah, teknik mobilitas dengan menggunakan suhu rendah atau bahan kimia serta metabolit alam dan lama pengangkutan (Suryaningrum 2000). Pada kenyataan dalam melakukan kegiatan budidaya ikan hidup selalu terjadi kompetisi penggunaan ruang dan pemanfaatan oksigen yang tersedia (Firman, *et al.*, 2019).

Peningkatan padat tebar akan menyebabkan stres yang menginduksi pada tingginya tingkat glukosa darah, selanjutnya mengganggu pertumbuhan bahkan mengakibatkan kematian. Glukosa darah merupakan sumber pasokan bahan bakar utama dan substrat esensial untuk metabolisme sel terutama sel otak. Untuk berfungsinya otak secara kontinyu dibutuhkan glukosa secara terus menerus (Nasichah *et al.*, 2016). Pada hewan poikilotermik termasuk ikan batak, peningkatan padat tebar akan berpengaruh langsung terhadap proses metabolisme. Kebutuhan energi dari glukosa untuk menangani stres dapat terpenuhi apabila glukosa dalam darah dapat segera masuk ke dalam sel target. Keberhasilan pasok glukosa ke dalam sel ditentukan oleh kinerja insulin. Sedangkan selama stres terjadi inaktivasi insulin sehingga menutup penggunaan glukosa oleh sel (Scabra dan Budiardi 2019).

Konsumsi oksigen merupakan kuantifikasi oksigen yang dibutuhkan oleh suatu organisme hidup (ikan). Konsumsi oksigen pada ikan digunakan sebagai parameter laju metabolisme pada ikan dalam satuan mg O<sub>2</sub>/g/jam (Faturrohman, 2017). Penggunaan konsumsi oksigen sangat dipengaruhi oleh kepadatan ikan batak. Oksigen dibutuhkan oleh organisme untuk membantu proses metabolisme yang terjadi di dalam tubuh. Oksigen yang masuk tersebut mengalami proses respirasi insang. Hal ini sesuai dengan pernyataan Faturrohman (2017) yang menyatakan bahwa pada suhu 21-27<sup>0</sup>C cenderung terjadi peningkatan metabolisme sehingga respirasi meningkatkan ekskresi amonia. Kandungan oksigen terlarut menunjukkan penurunan dengan makin meningkatnya tingkat kepadatan dan lama waktu transportasi. Hal ini membuktikan bahwa tingkat

konsumsi oksigen sangat dipengaruhi oleh faktor kepadatan sehingga dari kajian tersebut dapat disimpulkan peranan faktor kepadatan. Menurut Radona *et al.* (2015), faktor biotik seperti aktivitas, bobot tubuh, umur, stresor dan puasa memengaruhi tingkat metabolisme yang selanjutnya akan mempengaruhi laju konsumsi oksigennya.

Peningkatan kepadatan menyebabkan penurunan kualitas air selama budidaya. Hal ini terlihat dari kondisi visual air selama pemeliharaan air media agak keruh, berlendir dan respons ikan terhadap perubahan lingkungan suhu, oksigen terlarut, serta peningkatan metabolisme ikan ditunjukkan oleh perubahan warna (Gustianto *et al.* 2013). Tujuan dari penelitian ini diharapkan dapat diperoleh standar volume padat tebar ikan batak yang ideal, serta data pendukung stres akibat padat tebar dengan melihat kandungan glukosa darah ikan batak sebelum, selama dan pasca pemeliharaan. Informasi ini bermanfaat untuk mengetahui tingkat stres yang dialami ikan, sehingga membuka kemungkinan jalur penanggulangan gangguan pertumbuhan pasca stres padat tebar. Sehubungan dengan hal tersebut diatas diperlukan juga informasi alat kontrol oksigen terlarut yang efektif, murah, dan mudah penggunaannya untuk memecahkan masalah tersebut dengan melakukan penelitian tentang tingkat konsumsi oksigen pada benih ikan batak.

## **II. Metode Penelitian**

Ikan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan batak (*Tor soro*) dengan bobot rata-rata 2,21-3,12 g/ekor panjang rata-rata 5-7 cm. Ikan untuk uji glukosa darah ini dipelihara selama 72 jam dan dipuasakan 48 jam sebelum pengambilan sampel darah. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan tiga perlakuan yaitu padat tebar 2 ekor/0,02 m<sup>2</sup> atau 100 ekor/m<sup>2</sup> (A), padat tebar 3 ekor/0,02 m<sup>2</sup> atau 150 ekor/m<sup>2</sup> (B), padat tebar 4 ekor/0,02 m<sup>2</sup> atau 200 ekor/m<sup>2</sup> (C), dan padat tebar 5 ekor/0,02 m<sup>2</sup> atau masing-masing tiga kali ulangan. Ikan dipelihara pada wadah berupa akuarium dengan ukuran 60 cm x 40 cm x 30 cm yang didalamnya diisi 3 L air.

Uji pendahuluan dilakukan untuk mengetahui kebutuhan oksigen ikan batak melalui uji tingkat konsumsi oksigen (TKO) yang selanjutnya dapat dihitung kebutuhan oksigen dari ikan batak sesuai dengan kepadatan yang digunakan. Dari nilai difusi oksigen yang berasal dari titik aerasi dapat dihitung peningkatan oksigen sebelum dan sesudah diberisi titik aerasi. Setelah itu dihitung peningkatan oksigen per jam pada wadah budidaya yang dihasilkan oleh titik aerasi dan kemudian dikurangi dengan konsumsi oksigen ikan batak per jamnya. Data ini selanjutnya dijadikan acuan untuk menentukan oksigen minimum yang harus terpenuhi di dalam wadah budidaya. Untuk uji TKO menggunakan wadah

berupa akuarium dengan ukuran 5 L yang didalamnya diisi 3 L air dan diaerasi kencang selama 24 jam untuk mendapatkan nilai oksigen terlarut jenuh. Proses selanjutnya adalah pengambilan ikan batak dengan jumlah dua ekor ikan batak berukuran rata-rata 2,21-3,12 g/ekor. Pengukuran oksigen terlarut awal pada media dilakukan dengan menggunakan DO-meter. Selanjutnya hewan uji tersebut dimasukkan ke dalam wadah dan ditutup rapat dengan tujuan untuk menghindari kontak langsung antara udara dengan permukaan air wadah. Selanjutnya diamati penurunan kadar oksigen terlarut setiap satu jam selama 5 jam yang kemudian akan dimasukkan ke dalam rumus untuk mendapatkan nilai konsumsi oksigen per bobot ikan per satuan waktu.

### **Tingkat konsumsi oksigen**

Tingkat konsumsi oksigen (TKO) merupakan variabel yang dapat digunakan untuk menentukan laju metabolisme yang berkaitan dengan pertumbuhan. Pengukuran TKO ikan batak dilakukan pada jam ke-72. Tingkat konsumsi oksigen dihitung berdasarkan Maniagasi *et al.* (2013) :

$$TKO = \frac{V_x(DO_{T_0} - DO_{T_t})}{W_{xt}}$$

Keterangan :

- TKO : tingkat konsumsi oksigen (mg O<sub>2</sub>/g/jam)  
V<sub>x</sub> : volume air dalam wadah (L)  
DO<sub>t0</sub> : konsentrasi oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg/L)  
DO<sub>tt</sub> : konsentrasi oksigen terlarut pada waktu t (mg/L)  
W<sub>xt</sub> : bobot ikan uji (g)  
t : periode pengamatan (jam)

### **Kadar glukosa**

Pengukuran glukosa darah dilakukan sebagai indikator stres sekunder yang diakibatkan oleh perlakuan perbedaan padat tebar (Nasichah *et al.*, 2016). Pengujian glukosa darah ikan batak dilakukan pada jam ke-72. Sebanyak satu ekor ikan batak pada setiap wadah diambil darahnya dan diuji glukosa darah. Nilai yang tertera pada alat merupakan gambaran glukosa darah ikan yang ditampilkan dengan satuan mg/dL.

### **Analisis Data**

Analisa data yang dilakukan meliputi nilai Tingkat Konsumsi Oksigen, dan Kadar Glukosa. Variabel yang didapatkan kemudian dianalisis menggunakan analisis sidik ragam (ANOVA) selang kepercayaan 95%, sebelum dilakukan ANOVA data terlebih dahulu dilakukan uji normalitas, uji homogenitas, dan uji addivitas guna mengetahui bahwa data bersifat normal, homogen dan aditif untuk dilakukan uji lebih

lanjut yaitu analisa ragam. Data kualitas air dianalisis secara deskriptif.

### **III. Hasil dan Pembahasan**

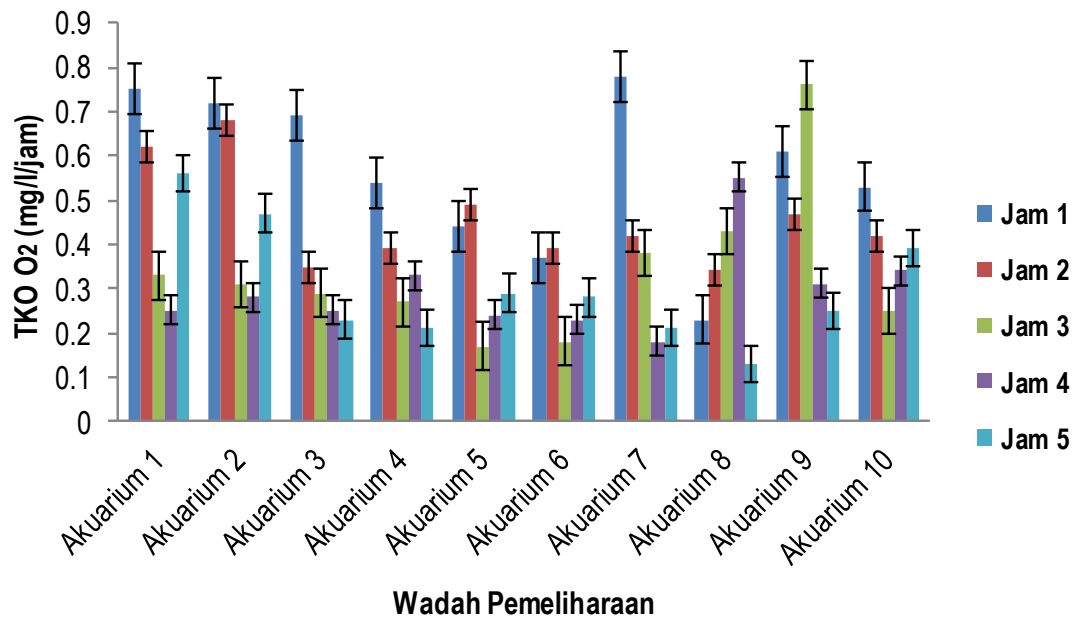
Kadar oksigen terlarut pada setiap waktu pengukuran cenderung semakin menurun disebabkan oleh respirasi ikan, karena dalam suatu wadah tertutup dan terbatas, tekanan oksigen terus menurun akibat pengambilan oksigen secara kontinyu oleh ikan. Pada jam ke-3 pengukuran, terlihat bahwa konsentrasi oksigen sedikit naik, disebabkan oleh *bohr effect*. Pada konsentrasi oksigen tinggi, hemoglobin (Hb) berkombinasi dengan oksigen ( $O_2$ ) menjadi bentuk oksihemoglobin ( $HbO_2$ ) dan reaksi bergerak ke kanan, sebaliknya pada konsentrasi oksigen rendah, molekul oksigen diputuskan dan reaksi bergerak ke kiri. Jika oksigen terus berkurang hingga nol, hemoglobin melepaskan semua oksigen. Hal ini berarti jumlah oksigen yang berkombinasi dengan darah ditentukan oleh tekanan parsial oksigen.

Hasil penelitian menunjukkan nilai tingkat konsumsi oksigen 1 jam hingga 5 jam (Gambar 1) secara umum cenderung mengalami penurunan, disebabkan oleh semakin berkurangnya kadar oksigen terlarut, artinya ada hubungan kandungan oksigen terlarut dengan pengambilan oksigen (*respiratory dependence*). Laju pengambilan oksigen menurun saat kadar oksigen terlarut dalam air berkurang (penurunan respirasi sejajar dengan penurunan tekanan oksigen dalam air). Diduga ikan batak berusaha mengembangkan respons adaptif terhadap keterbatasan ketersediaan biologis oksigen untuk metabolisme, meskipun demikian ada variabilitas antar individu ikan batak dalam mengekspresikan pemanfaatan energi metabolisme dengan aktivitas metabolisme yang berkaitan erat dengan pengambilan dan pemanfaatan oksigen.

Hasil dari uji tingkat konsumsi oksigen didapatkan nilai kebutuhan oksigen per gram ikan batak pada kisaran ukuran 1,93-4,29 g/ekor berkisar antara 0,09-0,77 mg  $O_2$ /g/jam. ikan batak berukuran kecil cenderung memiliki tingkat konsumsi oksigen lebih tinggi dibanding ikan batak berukuran besar, hal ini mengindikasikan aktivitas metabolismenya. Oksigen terlarut merupakan salah satu faktor pembatas karena diduga dapat mempengaruhi laju metabolisme pada ikan. Faturrohman (2017) menyatakan bahwa oksigen berperan untuk membantu proses metabolisme sehingga menghasilkan energi yang dapat digunakan dalam proses pertumbuhan. Laju metabolisme pada ikan berkaitan dengan respirasi karena ekstraksi energi dan molekul makanan dipengaruhi oleh oksigen (Putra, 2015). Oksigen terlarut yang rendah diduga dapat mempengaruhi pengambilan pakan (*food intake*) sehingga energi pada ikan tidak terpenuhi secara maksimal. Penurunan *food intake* yang dipengaruhi oleh rendahnya oksigen dalam dah pemeliharaan secara terus menerus dapat mempengaruhi laju pertumbuhan (Putra,

2015). Oksigen merupakan salah satu parameter kualitas air yang dapat mempengaruhi laju pertumbuhan, tingkat kelangsungan hidup, dan rasio konversi pakan (Nasichah *et al.*, 2016). Oksigen sangat erat kaitannya dengan proses metabolisme pada tubuh ikan untuk menghasilkan energi. Metabolisme merupakan semua perubahan atau transformasi kimiawi dan energi yang terjadi didalam tubuh. Rendahnya oksigen terlarut dalam wadah budidaya akan berpengaruh pada laju metabolisme pada tubuh ikan, sebab energi yang didapatkan dari hasil metabolisme akan lebih banyak dialokasikan untuk mempertahankan keadaan homeostasi aktif terhadap lingkungan yang kurang mendukung sehingga energi yang digunakan untuk pertumbuhan tidak maksimal.

Menurut Andrade *et al.* (2015) tingkat konsumsi oksigen (TKO) merupakan parameter yang menggambarkan laju metabolisme organisme air. Parameter ini menggambarkan hubungan antara penggunaan energi metabolisme dengan aktivitas metabolisme yang berlangsung. Oksigen pada tubuh ikan memiliki peran penting dalam proses pembentukan energi. Mekanisme pembentukan energi yang dimaksud berupa pemecahan glukosa menjadi energi berupa ATP pada respirasi aerob melalubantuan oksigen (Leung dan Woo, 2012).



Gambar 1. Grafik tingkat konsumsi oksigen ikan batak (*Tor soro*)

Menurut penelitian Faturrohan (2017) pada kepiting bakau semakin rendah nilai TKO suatu organisme menunjukkan semakin rendah aktivitas metabolisme yang terjadi. Hal ini berkaitan dengan pembelanjaan energi untuk digunakan dalam pertumbuhan secara maksimal. Pada kondisi oksigen terlarut rendah, ikan cenderung bergerak lebih aktif untuk mendapatkan oksigen secara



maksimal, sehingga berpengaruh pada tingkat konsumsi oksigen. Menurut Luo *et al.*, (2013) bahwa peningkatan konsumsi oksigen pada ikan terjadi apabila adanya aktivitas bergerak yang lebih aktif sehingga proses respirasi ikan semakin tinggi.

Kepadatan ikan yang tinggi merupakan faktor kritis karena memiliki potensi sebagai sumber stres, salah satu indikator untuk melihat respons stres adalah nilai kadar glukosa darah yang disajikan pada tabel 1. Nilai rata-rata kadar glukosa darah berkisar antara 49,33-53 mg/dL, untuk perlakuan A, B dan C masing-masing 53 mg/dL, 52,67 mg/dL dan 49,33 mg/dL yang cenderung tidak berbeda nyata. (Luo *et al.*, 2013) menyebutkan bahwa keberadaan glukosa darah ditentukan oleh stres. Hiperglisemia merupakan indikator terjadinya stres awal, karena tingkat glukosa darah sangat sensitif terhadap hormon stres. Pengukuran glukosa darah dilakukan pada saat saluran pencernaan kosong (puasa 48 jam) sehingga tidak ada lagi pasok glukosa dari pakan. Kepadatan ikan akan mempengaruhi fisiologi dan perilaku ikan, mempengaruhi pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan (Luo *et al.*, 2013).

Stres adalah kondisi saat terganggunya keseimbangan dinamis dari organisme (homeostasi) sebagai akibat dari faktor lingkungan. Respons terhadap stres dianggap sebagai mekanisme adaptif ikan untuk mempertahankan homeostasi (Andrade *et al.*, 2015). Respons fisiologis ikan dalam menghadapi stres dibagi atas respons primer, sekunder dan tersier (Andrade *et al.*, 2015). Respons primer dicirikan dengan meningkatnya hormon katekolamin dan kortikosteroid, respons sekunder menyebabkan perubahan metabolisme yaitu peningkatan kadar glukosa, laktat, penurunan glikogen, gangguan osmoregulasi, serta perubahan fungsi imunitas sedangkan respons tersier yaitu terjadinya perubahan performa hewan secara keseluruhan seperti pertumbuhan, respons imun, ketahanan terhadap penyakit dan perubahan tingkah laku (Nasichah *et al.*, 2016).

Tabel 1. Glukosa darah ikan batak (*Tor soro*) jam ke-72 pasca stres padat tebar

Parameter/Perlakuan	A1	A2	A3	B1	B2	B3	C1	C2	C3
Total bobot (g) ikan	3,74	4,2	2,65	9,17	5,86	3,61	14,16	12,66	4,63
Bobot (g) ikan untuk uji glukosa darah	2,95	2,75	1,93	2,49	1,56	1,24	3,7	2,15	1,99
Glukosa darah (mg/dL)	57	52	49	38	73	54	36	40	72

Indikator yang umum digunakan untuk melihat respons stres adalah kadar kortisol dan glukosa darah, pada keadaan stres akut, konsentrasi kortisol dapat meningkat 10–100 kalinya (Luo *et al.*, 2013). Ikan memiliki rentang yang luas terhadap respons stress yaitu bergantung pada spesies ikan, jumlah ikan dalam spesies yang sama, populasi, ikan liar, faktor genetik, tingkah laku (Nasichah *et al.*, 2016). Respons stres dapat dilihat dari peningkatan kadar kortisol dan

glukosa darah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa glukosa darah memiliki nilai yang cenderung rendah pada pengamatan jam ke-72. Hal ini memperlihatkan bahwa ikan batak mampu beradaptasi terhadap potensi sumber stres berupa padat tebar. Glukosa sangat penting untuk memenuhi kebutuhan energi yang tinggi akibat stres, karena stres akan mengalihkan energi dari proses metabolisme normal menjadi energi yang digunakan untuk mengaktifkan sistem fisiologi menghadapi stres (Andrade *et al.*, 2015).

Menurutnya kadar glukosa darah mengindikasikan bahwa ikan memanfaatkan energi dari glukosa untuk merespons dan beradaptasi terhadap stres. Kemampuan ikan beradaptasi terhadap lingkungan, lamanya dan besarnya respons stres bergantung pada jenis spesies, intensitas dan durasi respons (Nasichah *et al.*, 2016). Pada ikan, khususnya spesies karnivora, umumnya justru terjadi fenomena kadar glukosa darah tinggi (hiperglisemia) jangka panjang teramati bahkan setelah ikan mengkonsumsi pakan kaya karbohidrat (Luo *et al.*, 2013). Hal ini mencerminkan efek lebih kuat (dominan) dari asam-asam amino dibanding glukosa sebagai stimulator sekresi insulin (Andrade *et al.*, 2015). Menurut Scabra dan Budiardi (2019), kebutuhan energi untuk memperbaiki homeostasi selama stres dipenuhi oleh proses glikogenolisis dan glukoneogenesis yang menghasilkan glukosa.

Kadar glukosa darah dipertahankan homeostasinya oleh organ hati melalui metabolisme glukosa (Leung dan Woo, 2012). Beberapa mekanisme yang berperan dalam mempertahankan homeostasi glukosa darah adalah glikolisis, glukoneogenesis, glikogenesis dan glikogenolisis (Leung dan Woo, 2012). Homeostasi glukosa dalam darah dipertahankan oleh beberapa hormon. Insulin merupakan salah satu hormon yang berperan menurunkan kadar glukosa dalam darah. Terjadinya katabolisme protein untuk membentuk glukosa juga menghasilkan asam amino, sehingga asam amino dalam darah mengalami peningkatan. Meningkatnya asam amino dalam darah akan mengaktifkan insulin kembali sehingga mampu melakukan transpor glukosa, sehingga glukosa dalam darah akan menurun kembali (Andrade *et al.*, 2015).

#### **IV. Kesimpulan**

Respons stres sekunder berupa kadar glukosa darah ikan batak (*Tor soro*) pada perlakuan padat tebar 2 ekor/0,02 m<sup>2</sup>, 3 ekor/0,02 m<sup>2</sup>, 4 ekor/0,02 m<sup>2</sup> dan 5 ekor/0,02 m<sup>2</sup> cenderung rendah, oleh karena itu dapat direkomendasikan intensifikasi budidaya ikan batak dengan padat tebar berkisar antara 100-250 ekor/m<sup>2</sup> pada ukuran ikan batak 2,21-3,12 grm/ ekor.



### Daftar Pustaka

- Andrade T, Afonso A, Peres-Jimenez A, Oliva- Teles A, de Las Heras V, Mancera JM, Serradeiro R, Costas B. 2015. Evaluation of different stocking densities in a Senegalese sole (*Solea senegalensis*) farm: Implications for growth, humoral immune parameters and oxidative status. *Aquaculture* 438: 6-11.
- Faturrohman K. 2017. Penentuan kadar oksigen terlarut optimum untuk pertumbuhan benih kepiting bakau *Scylla serrata* dalam sistem resirkulasi. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Firman, S W., Nirmala, K., Supriyono, E., Rochman, N T. 2019. Evaluasi Kinerja Pembangkit Gelembung Mikro Terhadap Respon Fisiologi Ikan Nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) Dengan Kepadatan Berbeda Pada Sistem Resirkulasi. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*. 19(3): 425-436
- Gustiano R, Kontara EK, Wahyuningsih H, Subagja J, Asih S, Saputra A. 2013. *Domestication of mahseer (Tor soro) in Indonesia. fish and shellfish larviculture symposium*. 2013 Mar 3-7; Oostende, Belgium. Ostende (BL): European Aquaculture Society, Special Publication No. XX.
- Leung LY, Woo NYS. 2012. Influence of dietary carbohydrate level on endocrine status and hepatic carbohydrate metabolism in the marine fish *Sparus sarba*. *Fish Physiol Biochem* 38:543-554.
- Luo G, Liu G, Tan H. 2013. Effect of stocking density and food deprivation-related stress on the physiology and growth in adult *Scortum barcoo* (McCulloch & Waite). *Aquaculture Research* 44 (6): 885-894.
- Maniagasi R., S. S. Tumembow, Y. Mundeng. 2013. Analisis Kualitas Fisika Kimia Air di Areal Budidaya Ikan Danau Tondano Provinsi Sulawesi Utara. *Budidaya Perairan.*, 1(2):29-37.
- Nasichah, Zahrotun, P. Widjanarko, A. Kurniawan, D. Arfiati. 2016. Analisis Kadar Glukosa Darah Ikan Tawes (*Barbonymus gonionotus*) dari Bendung Rolak Songo Hilir Sungai Brantas. Universitas Brawijaya. Malang. Hal 333 hlm.
- Radona D, Subagja J, Arifin O Z. 2015 Performa reproduksi induk dan pertumbuhan benih ikan tor hasil persilangan (*Tor soro* dan *Tor douronensis*) secara resiprokal *Jurnal Riset Akuakultur* 10 335-43.
- Scabra, A.R, Budiardi, T. 2019. Respon Ikan Sidat *Anguilla bicolor* Terhadap Media Dengan Salinitas Berbeda. *Jurnal Perikanan*, 9(2), 180–187.
- T.F. Haser, E. Supriyono, K. Nirmala, Widanarni, T.H. Prihadi, T. Budiardi, F. Azmi, M.S. Nurdin. 2022. Effects of Different Stocking Densities on Growth Performance of *Tor soro* Fingerlings Under Recirculation Aquaculture System. *IOP Conf. Ser.: Earth Environ. Sci.* 1033 012008.