

Jurnal Ruaya

by Robin

Submission date: 27-Mar-2023 10:56AM (UTC+0700)

Submission ID: 2047607503

File name: Jurnal_Ruaya.pdf (547.58K)

Word count: 3288

Character count: 19460

1
**PENGARUH INSULIN DAN LARUTAN GULA TERHADAP
FREKUENSI GERAKAN SIRIP DADA, MULUT DAN OPERKULUM
IKAN MAS KOKI *CARRASIUS AURATUS***

**EFFECT OF INSULINE AND SUGAR SOLUTION ON THE MOVEMENT
FREQUENCY OF PECTORAL FIN, MOUTH AND OPERCULUM OF GOLDEN FISH
*CARRASIUS AURATUS***

Wiyoto¹, A.S Mubarak², A. M Tahya², K. Nisaa², N. Farizah², Mulyasari², Robin², I. Khasani²,
M. Yamin², Purnamawati^{3*}, M. Zairin Junior²

¹ *Teknologi Produksi dan Manajemen Perikanan Budidaya, Sekolah Vokasi IPB*

² *Departemen Budidaya Perairan, FPIK Institut Pertanian Bogor*

³ *Jurusan Budidaya Perairan Politeknik Negeri Pontianak*

Email: Pur_polnep@yahoo.com

Abstrak

1
Insulin merupakan hormon peptida yang berperan sangat penting dalam proses metabolisme. Percobaan ini bertujuan untuk mengukur pengaruh pemberian insulin terhadap kondisi, metabolisme dan konsumsi oksigen ikan mas koki melalui penghitungan frekuensi gerakan sirip dada, mulut dan operkulum. Ikan uji yang digunakan adalah ikan mas koki dengan bobot rata-rata $5,26 \pm 0,27$ g dan panjang rata-rata $8,11 \pm 1,45$ cm. Penelitian terdiri dari tiga percobaan yang meliputi (1) pergerakan pada ikan yang diberi insulin dilanjutkan dengan penambahan larutan gula, (2) pergerakan pada ikan yang diberi larutan gula kemudian diinjeksi dengan atau tanpa insulin, (3) pergerakan pada ikan pada suhu rendah diikuti dengan diinjeksi insulin lalu pemberian larutan gula. Pemberian insulin baik yang pada media pemeliharaan maupun melalui injeksi meningkatkan frekuensi gerakan mulut dan operkulum yang mengindikasikan bahwa insulin meningkatkan laju metabolisme dan konsumsi oksigen ikan. Suhu media yang rendah menurunkan semua pergerakan ikan, namun pemberian insulin dapat mengembalikan aktivitas ikan menjadi seperti pada suhu normal. Dari hasil penelitian ini dapat disimpulkan bahwa pemberian insulin dan larutan gula berpengaruh secara nyata pada tingkah laku ikan dan laju metabolisme pada ikan mas koki.

1
Kata kunci: insulin, larutan gula, frekuensi, gerakan sirip dada, mulut, operkulum, *carrasius auratus*

Abstract

Insulin, a peptide hormone, that is important in metabolism processess. The objectives of this experiment was to study the effect of insuline on the condition, metabolism and oxygen consumption of gold fish through the observation of the frequency of pectoral fin, mouth and operculum movements. Gold fish at an average body weight of 5.26 ± 0.27 g and average body lenth of 8.11 ± 1.45 cm. This study consisted of three stages of experiment: (1) fish movement in the medium with insulin followed by sugar solution addition, (2) fish movement in sugar solution followed by injection with or without insulin, (3) fish movement at low temperature followed by insuline injection and sugar solution addition. Adding insuline either in the culture medium or by injection increased the frequency of mouth and operculum movements which may indicate that insuline increase the rate of metabolism and oxygen consumption. Low temperature reduced fish movement, but insuline resulted in normal movement which similar to the fish at normal temperature. It can be concluded that insulin and sugar solution affected fish behavior and metabolisms rate of gold fish.

Keywords: insulin, sugar solution, frequency, pectoral fin movement, mouth, operculum, *carrasius auratus*

1. PENDAHULUAN

Insulin merupakan hormon polipeptida yang diproduksi oleh sel-sel beta di pankreas yang berperan penting dalam pengatur metabolisme sel di berbagai jaringan tubuh (Hoole et al., 2001; Ormazabal et al., 2018). Insulin menyebabkan sel-sel dalam hati, otot dan jaringan lemak menyerap glukosa dari dalam darah serta menghentikan penggunaan lemak sebagai sumber energi dengan menghambat pelepasan glukagon. Pada kondisi yang normal insulin tersedia dalam tubuh pada proporsi yang konstan untuk memfasilitasi penyerapan glukosa dari dalam darah agar konsentrasinya dapat tetap terkontrol dan tidak mencapai level toksik. Ketika kadar glukosa darah menurun hingga di bawah level tertentu, maka tubuh akan mulai menggunakan simpanan glukosa sebagai sumber energi melalui proses glikogenolisis, yang memecah glikogen dalam hati dan otot menjadi glukosa yang kemudian dapat digunakan sebagai sumber energi (Gast et al., 2012; Wilcox, 2005).

Ikan mampu memproduksi hormon insulin untuk mengontrol metabolisme gula dan protein (Hoole et al., 2001). Pengetahuan terkait proses kerja insulin yang dilihat dari parameter gerakan tubuh ikan merupakan hal penting untuk dikaji lebih lanjut. Pengetahuan tersebut dapat digunakan sebagai model dalam melihat pergerakan ikan normal dengan ikan yang sedang mengalami stress pada waktu yang singkat. Selain itu pengamatan langsung terhadap tingkah laku ikan melalui pergerakan organ insang operkulum, mulut dan sirip dapat dijadikan sebagai indikator proses metabolisme maupun kondisi keseimbangan (Crear et al., 2020; Miao et al., 2021) Tujuan dari percobaan ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan

insulin terhadap fisiologi dan tingkah laku ikan berdasarkan peubah respon berupa: pergerakan mulut, operkulum dan sirip dada.

2. BAHAN DAN METODE

Ikan uji

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah ikan mas koki *Carrasius auratus* yang berasal dari Balai Budidaya Ikan Hias Depok. Ikan yang digunakan untuk penelitian dibawa satu hari sebelum pelaksanaan penelitian dan dipelihara di Laboratorium Pengembangbiakan Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Selanjutnya ikan uji diambil dan ditempatkan dalam wadah akuarium yang diberi aerasi sebelum digunakan sebagai ikan uji. Ikan yang digunakan untuk penelitian ini memiliki bobot rata-rata $5,26 \pm 0,27$ g dan panjang rata-rata $8,11 \pm 1,45$ cm.

Perlakuan

Percobaan ini terdiri dari 4 jenis percobaan dengan tiga ulangan untuk semua perlakuan. Perlakuan dalam percobaan meliputi: (a) pengamatan pergerakan bukaan mulut, operkulum dan sirip dada pada kondisi normal sebagai kontrol; (b) pergerakan pada ikan yang diberi insulin dilanjutkan dengan penambahan larutan gula, (c) pergerakan pada ikan yang diberi larutan gula kemudian diinjeksi dengan dan tanpa insulin, (d) pergerakan pada ikan pada suhu rendah diikuti dengan pemberian insulin lalu pemberian larutan gula.

Pola tingkah laku yang diamati pada percobaan ini meliputi:

1. Buka tutup mulut yang merupakan indikator metabolisme (Crear et al., 2020)

2. Pergerakan operkulum, parameter ini merupakan indikator konsumsi oksigen (Ihsan et al., 2021)
3. Pergerakan sirip dada. Parameter ini merupakan indikator keseimbangan dan kebugaran ikan (Castaño and Tan, 2021; Miao et al., 2021)

Ikan normal (Kontrol)

Ikan mas koki dimasukkan ke dalam gelas beaker bervolume 500 mL yang diisi dengan 250 mL air lalu dibiarkan selama 5 menit untuk proses aklimatisasi. Selanjutnya dilakukan pengamatan berturut-turut pergerakan buka tutup mulut, operkulum dan sirip dada selama 2 menit.

Percobaan 1. Ikan diberi insulin diikuti penambahan larutan gula

Ikan koki dimasukkan ke dalam gelas beaker bervolume 500 mL yang diisi dengan 250 mL air lalu dibiarkan selama 5 menit untuk proses aklimasi. Kemudian 1 mL insulin disuntikkan ke sekeliling tubuh ikan dan pergerakan buka tutup mulut, operkulum dan sirip dada diamati selama 2 menit. Selanjutnya dilakukan penambahan larutan gula (150 g/L) sebanyak 100 mL yang diikuti dengan pengamatan pergerakan buka tutup mulut, operkulum dan sirip dada selama 2 menit.

Percobaan 2. Ikan direndam dalam larutan gula kemudian diinjeksi dengan dan tanpa insulin

Ikan koki dimasukkan ke dalam gelas beaker bervolume 500 mL yang diisi dengan 250 mL larutan gula (150 g/L) lalu dibiarkan selama 5 menit untuk proses aklimasi. Selanjutnya pergerakan buka tutup mulut, operkulum dan sirip dada diamati selama 2 menit. Setelah itu 0,05 mL insulin disuntikkan lalu ikan dibiarkan selama 5 menit untuk kemudian dilakukan pengamatan pergerakan kembali.

Pada tahap berikutnya seekor ikan koki baru dimasukkan ke dalam gelas beaker dan diberi perlakuan air gula seperti sebelumnya. Setelah pengamatan pergerakan selama 2 menit, selanjutnya dilakukan *plasebo* dan kembali dilakukan pengamatan pergerakan mulut, sirip dan operkulum selama 2 menit.

Percobaan 3. Ikan yang diberi insulin dan diberi larutan gula pada suhu rendah

Ikan normal pada suhu rendah (15°C)

Ikan mas koki dimasukkan ke dalam gelas beaker bervolume 500 mL yang diisi dengan 250 mL air yang sebelumnya telah diletakkan di atas es selama 10 menit hingga suhunya turun. Ikan lalu dibiarkan selama 5 menit untuk proses aklimasi. Selanjutnya dilakukan pengamatan berturut-turut pergerakan buka tutup mulut, operkulum dan sirip dada selama 2 menit.

Ikan yang diberi insulin dan diberi larutan gula pada suhu rendah

Ikan koki dimasukkan ke dalam gelas beaker bervolume 500 mL yang diisi dengan 250 mL air yang sebelumnya telah diletakkan di atas es selama 10 menit hingga suhunya turun. Ikan lalu dibiarkan selama 5 menit untuk proses aklimasi. Selanjutnya dilakukan pengamatan berturut-turut pergerakan buka tutup mulut, operkulum dan sirip dada selama 2 menit. Setelah itu ikan diberi dengan 1 mL insulin pada media lalu diamati pergerakan mulut, operkulum dan sirip dada selama 2 menit. Selanjutnya 100 mL larutan gula (150 g/L) ditambahkan ke dalam gelas beaker dan pergerakan mulut, operkulum dan sirip dada kembali diamati selama 2 menit

Analisa data

Data-data hasil perhitungan pergerakan mulut, operkulum dan sirip dihitung frekuensi pergerakan organ tersebut setiap menit dengan rumus sebagai berikut:

$$f = \frac{\Sigma \text{pergerakan organ}}{\text{waktu pengamatan}} \quad (1)$$

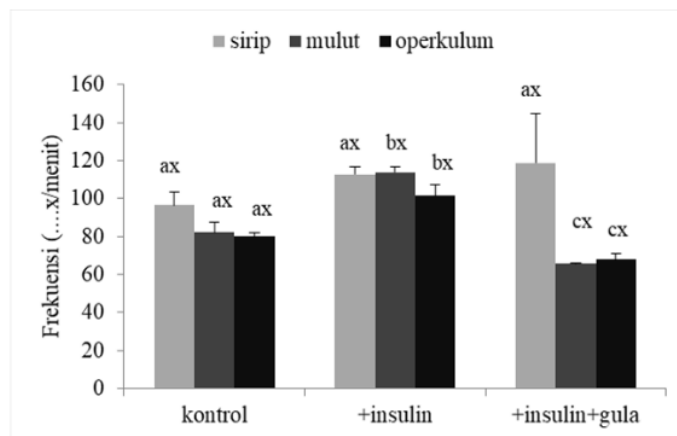
Selanjutnya data tersebut dianalisis dengan menggunakan microsoft office excel 2010 untuk mengetahui perbedaan antara perlakuan.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan 1. Ikan diberi insulin diikuti penambahan larutan gula

Gambar 1 menunjukkan bahwa penambahan insulin meningkatkan gerakan semua organ yang diamati secara signifikan terutama pada

mulut dan operkulum ($P < 0.05$). Namun kondisi yang berbeda terjadi setelah dilakukan penambahan larutan gula. Setelah perlakuan tersebut terlihat bahwa frekuensi gerakan sirip dada sedikit meningkat sebaliknya frekuensi gerakan mulut dan operkulum secara signifikan menurun ($P < 0.05$). Tidak ada perbedaan respons yang signifikan antara organ yang diamati pada masing-masing kelompok perlakuan.



Gambar 1. Frekuensi gerakan sirip dada, mulut dan operkulum ikan koki pada kontrol, setelah pemberian insulin (+insulin) dan setelah penambahan larutan gula setelah penambahan insulin (+insulin+gula).

Pengaruh insulin baik yang diinjeksikan maupun diberikan di media pemeliharaan ikan telah dilaporkan oleh Munford and Greenwald (1974). Pemberian insulin 1,5 IU/mL menyebabkan ikan berenang tidak beraturan dan tidak terkontrol yang kemudian berlanjut pada kondisi koma dalam waktu kurang dari 12 jam, dan pemberian gula akan mengembalikan ikan ke kondisi normal. Leibson and Plisetskaya (1968) melaporkan bahwa

penyuntikan insulin 30 – 80 IU/kg menyebabkan penurunan kandungan gula darah (hypoglycemia), namun durasinya tergantung pada spesies yang diuji. Pada saat terjadi hypoglycemia mencapai puncaknya, kandungan glikogen pada otot jantung, dan otak terlihat menurun.

Pada saat kadar gula darah menurun, tubuh ikan akan melepaskan hormon epinephrine (adrenalin) yang menyebabkan tubuh melepaskan

simpanan gula ke dalam darah. Pada saat gula darah semakin menurun maka tubuh akan mengalami kekurangan glukosa untuk disuplai ke otak sehingga fungsi otak akan terganggu. Sementara Ottolenghi et al. (1982) melaporkan bahwa penyuntikan insulin pada ikan lele dapat menurunkan glukosa darah, penurunan kadar glikogen dalam hati dan jantung. Pada percobaan ini, kondisi koma tidak sampai terjadi karena pengamatan hanya dilakukan selama 2 menit. Namun demikian terlihat bahwa pemberian insulin di sekeliling ikan dapat meningkatkan frekuensi gerakan semua organ yang diamati.

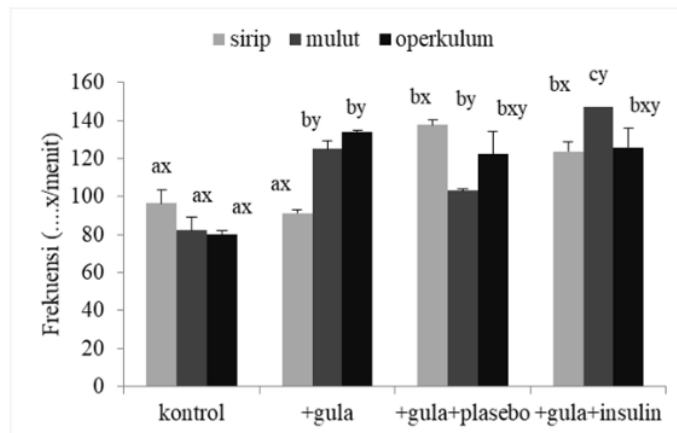
Adanya peningkatan aktivitas gerakan ikan diduga karena kondisi hypoglycemia di dalam darah ikan akibat adanya penyerapan glukosa darah secara berlebihan yang dipicu oleh keberadaan insulin yang berlebihan. Kondisi hypoglycemia kemudian merangsang tubuh untuk melepaskan cadangan glukosa melalui proses glycogenolysis ke dalam darah. Pokalof et al. (2010) juga melaporkan bahwa pemberian insulin melalui infus secara akut menyebabkan kondisi hypoglycemia pada ikan rainbow trout yang selanjutnya menyebabkan terjadinya modifikasi pada proses metabolisme yang berlangsung di hati dan otot. Aktivitas ini diduga akan meningkatkan laju metabolisme dan selanjutnya konsumsi oksigen. Sedangkan frekuensi gerakan sirip yang terlihat agak naik namun tidak signifikan diduga karena kondisi ini belum terlalu mempengaruhi kebugaran ataupun keseimbangan ikan. Polakof et al. (2010) melaporkan bahwa kondisi hypoglycemia yang terjadi akibat pemaparan ikan terhadap insulin dipengaruhi oleh

beberapa faktor diantaranya jenis insulin dan dosis, metode pemaparan (injeksi, infus, perendaman), musim, kondisi nutrisi, dan sejarah nutrisi.

Pemberian larutan gula setelah menyuntikan insulin menunjukkan penurunan frekuensi gerakan mulut dan operkulum yang mengindikasikan bahwa pemberian larutan gula mengembalikan laju metabolisme dan konsumsi oksigen kembali seperti semula dan ikan telah mencapai kondisi homeostasis glukosa darah. Munford and Greenwald (1974) menduga bahwa larutan glukosa akan terdifusi melalui insang sehingga dapat meningkatkan konsentrasi glukosa di plasma darah hingga mencapai tingkat tertentu yang dapat mendukung fungsi neural yang normal.

Percobaan 2. Ikan direndam dalam larutan gula kemudian diinjeksi dengan dan tanpa insulin

Perendaman ikan koki dalam larutan gula sedikit menurunkan frekuensi gerakan sirip namun tidak signifikan ($P>0.05$). Sementara frekuensi gerakan mulut dan operkulum meningkat secara signifikan setelah ikan dimasukkan ke dalam larutan gula ($P<0.05$). Pemberian insulin melalui injeksi maupun tusukan injeksi tanpa insulin setelah perendaman dengan larutan gula tidak memberikan perubahan yang signifikan pada frekuensi gerakan operkulum ikan, namun tetap lebih tinggi daripada kontrol. Adanya penyuntikan insulin pada saat ikan direndam dalam larutan gula meningkatkan gerakan sirip dan mulut ($P<0.05$). *Plasebo* pada ikan koki yang direndam dalam larutan gula terlihat meningkatkan gerakan sirip secara signifikan ($P<0.05$) namun sebaliknya menurunkan frekuensi gerakan mulut namun tidak signifikan ($P>0.05$).



Gambar 2. Frekuensi gerakan sirip dada, mulut dan operkulum ikan koki pada kontrol, perendaman pada larutan gula (+gula), perendaman pada larutan gula yang dilanjutkan tusukan injeksi tanpa insulin (*plasebo*) dan perendaman pada larutan gula diikuti injeksi insulin (+gula+insulin).

Perendaman ikan dalam larutan gula belum terlihat memengaruhi kondisi kebugaran maupun keseimbangan ikan yang direpresentasikan oleh gerakan sirip dada ikan selama masa pengamatan. Sementara peningkatan frekuensi gerakan mulut dan operkulum diduga karena perendaman glukosa memungkinkan adanya glukosa yang tertelan (Munford and Greenwald, 1974) dan terserap masuk ke dalam darah. Adanya peningkatan kadar glukosa dalam darah menyebabkan kondisi hyperglycemia. Palmer and Ryman (1972) melaporkan bahwa pemberian glukosa secara oral menyebabkan peningkatan glukosa darah yang diikuti dengan penurunan kandungan asam amino, asam lemak bebas dan kolesterol dalam darah serta peningkatan cadangan glikogen dalam hati. Sementara Moon (2001) menyatakan bahwa peningkatan glukosa darah akan meningkatkan laju metabolisme yang selanjutnya akan diikuti dengan peningkatan konsumsi oksigen.

Sementara *plasebo* pada ikan yang direndam dalam larutan gula terlihat menaikkan frekuensi gerakan sirip secara signifikan. Sedangkan frekuensi gerakan mulut dan operkulum

terlihat sedikit menurun namun tidak signifikan. Sneddon (2003) melaporkan bahwa ikan terbukti dapat merasakan sakit yang ditunjukkan oleh peningkatan gerakan sirip pektoral. Peningkatan gerakan sirip dada ini diduga merupakan gerakan untuk menenangkan diri atau tingkah laku untuk mendapatkan kenyamanan setelah terpapar pada kondisi yang menyakitkan.

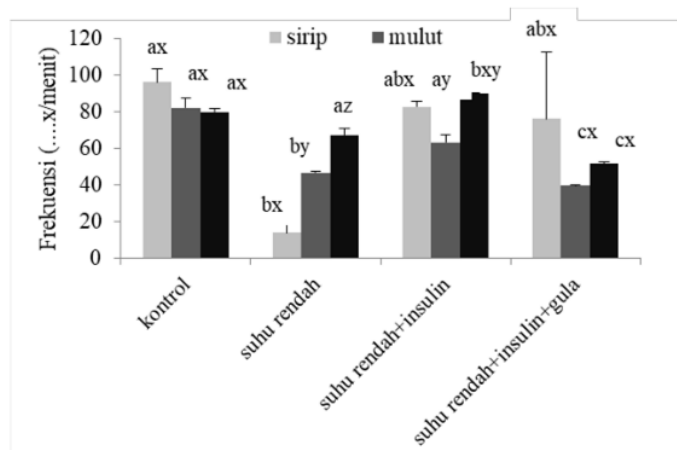
Penyuntikan insulin pada ikan yang direndam dalam larutan gula akan menyebabkan peningkatan penyerapan gula dalam darah oleh hati dan otot sehingga menurunkan kadar gula dalam darah. Proses ini terlihat dapat meningkatkan laju metabolisme seperti yang ditunjukkan oleh peningkatan frekuensi gerakan mulut. Sementara peningkatan frekuensi gerakan sirip dapat mengindikasikan adanya kondisi yang kurang nyaman bagi ikan akibat *plasebo* seperti yang ditunjukkan oleh perlakuan +gula+injeksi.

Percobaan 3. Pemberian insulin dan larutan gula pada ikan pada suhu rendah

Gambar 3 menunjukkan bahwa perendaman ikan pada media bersuhu 15°C menurunkan frekuensi gerakan semua organ yang

diamati secara signifikan ($P < 0.05$) kecuali pada gerakan operkulum yang juga terlihat menurun namun tidak signifikan ($P > 0.05$). Penurunan frekuensi tertinggi terdapat pada gerakan sirip (85%), berturut-turut diikuti dengan gerakan mulut (43%) dan gerakan operkulum (16%). Penambahan insulin pada ikan yang berada dalam media bersuhu rendah terlihat meningkatkan frekuensi gerakan

semua organ yang diamati (sirip dan mulut) bahkan melebihi pada kondisi normal (operkulum). Sedangkan pemberian larutan gula setelah penambahan insulin pada ikan pada media bersuhu rendah kembali menurunkan frekuensi gerakan seluruh organ yang diamati, dengan persentase penurunan tertinggi terjadi pada gerakan operkulum (43%).



Gambar 3. Frekuensi gerakan sirip dada, mulut dan operkulum ikan koki pada kontrol, pada suhu rendah, suhu rendah+insulin dan suhu rendah+insulin+gula.

Penurunan suhu secara langsung akan menurunkan laju metabolisme ikan dan ini terlihat pengaruhnya pada semua organ yang diamati. Beberapa penelitian yang telah dilakukan (Stokes and Fromm, 1964; Person-Le Ruyet et al., 2004; Das et al., 2005; Nerici et al., 2012) melaporkan bahwa temperatur memengaruhi berbagai aktivitas metabolisme termasuk di dalamnya penyerapan dan transport glukosa pada ikan dan selanjutnya pada tingkat konsumsi oksigen. Sedangkan peningkatan frekuensi gerakan semua organ yang diamati setelah penyuntikan dengan insulin dapat dijelaskan dengan fungsi insulin dalam metabolisme glukosa seperti yang terlihat pada percobaan pertama. Kondisi lingkungan yang bersuhu rendah diduga

dapat meredam peningkatan mendadak ini sehingga peningkatan aktivitas terjadi hanya sampai pada mengembalikan kondisi menjadi kondisi normal.

4. SIMPULAN

Pemberian insulin dan larutan gula menjadi triger fisiologi yang diperlihatkan pada tingkah laku ikan dan laju metabolisme pada ikan mas koki.

DAFTAR PUSTAKA

Castaño, M.L., Tan, X., 2021. Rapid Maneuvering Control of Pectoral Fin-Actuated Robotic

- Fish, in: 2021 IEEE/ASME International Conference on Advanced Intelligent Mechatronics (AIM). IEEE, pp. 705–712.
- Crear, D.P., Brill, R.W., Averilla, L.M.L., Meakem, S.C., Weng, K.C., 2020. In the face of climate change and exhaustive exercise: the physiological response of an important recreational fish species. *R. Soc. open Sci.* 7, 200049.
- Das, T., Pal, A.K., Chakraborty, S.K., Manush, S.M., Sahu, N.P., Mukherjee, S.C., 2005. Thermal tolerance, growth and oxygen consumption of *Labeo rohita* fry (Hamilton, 1822) acclimated to four temperatures. *J. Therm. Biol.* 30, 378–383.
- Gast, K.B., Tjeerdema, N., Stijnen, T., Smit, J.W.A., Dekkers, O.M., 2012. Insulin resistance and risk of incident cardiovascular events in adults without diabetes: meta-analysis. *PLoS One* 7, e52036.
- Hoole, D., Bucke, D., Burgess, P., Wellby, I., 2001. Diseases of carp and other cyprinid fishes.
- Ihsan, T., Edwin, T., Zupit, J.R., Ananda, S.F., 2021. The Sublethal Effects of Tannery Wastewater Exposure on Oxygen Consumption Levels and Operculum Movement of Indonesia Mahseer Fish, in: IOP Conference Series: Materials Science and Engineering. IOP Publishing, p. 12036.
- Leibson, L., Plisetskaya, E.M., 1968. Effect of insulin on blood sugar level and glycogen content in organs of some cyclostomes and fish. *Gen. Comp. Endocrinol.* 11, 381–392.
- Miao, F., Peng, L., Wu, J., Shi, T., Gao, Xian, Hu, R., Qi, J., Gao, Xinchu, Mei, J., 2021. Bionic fish design with coordinated propulsion of pectoral and caudal fins, in: *Journal of Physics: Conference Series*. IOP Publishing, p. 22007.
- Moon, T.W., 2001. Glucose intolerance in teleost fish: fact or fiction? *Comp. Biochem. Physiol. Part B Biochem. Mol. Biol.* 129, 243–249.
- Munford, J., Greenwald, L., 1974. The hypoglycemic effects of external insulin on fish and frogs. *J. Exp. Zool.* 190, 341–345.
- Nerici, C., Merino, G., Silva, A., 2012. Effects of two temperatures on the oxygen consumption rates of *Serirolella violacea* (palm fish) juveniles under rearing conditions. *Aquac. Eng.* 48, 40–46.
- Ormazabal, V., Nair, S., Elfeky, O., Aguayo, C., Salomon, C., Zuñiga, F.A., 2018. Association between insulin resistance and the development of cardiovascular disease. *Cardiovasc. Diabetol.* 17, 1–14.
- Ottolenghi, C., Puviani, A.C., Baruffaldi, A., Brighenti, L., 1982. “ In vivo ” effects of insulin on carbohydrate metabolism of catfish (*Ictalurus melas*). *Comp. Biochem. Physiol. A. Comp. Physiol.* 72, 35–41.
- Palmer, T.N., Ryman, B.E., 1972. Studies on oral glucose intolerance in fish. *J. Fish Biol.* 4, 311–319.
- Person-Le Ruyet, J., Mahe, K., Le Bayon, N., Le Delliou, H., 2004. Effects of temperature on growth and metabolism in a Mediterranean population of European sea bass, *Dicentrarchus labrax*. *Aquaculture* 237, 269–280.
- Polakof, S., Skiba-Cassy, S., Choubert, G., Panserat, S., 2010. Insulin-induced hypoglycaemia is co-ordinately regulated by liver and muscle during acute and chronic insulin stimulation in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *J. Exp. Biol.* 213, 1443–1452.
- Sneddon, L.U., 2003. The evidence for pain in fish: the use of morphine as an analgesic. *Appl.*

Anim. Behav. Sci. 83, 153–162.

Stokes, R.M., Fromm, P.O., 1964. Glucose absorption and metabolism by the gut of rainbow trout. *Comp. Biochem. Physiol.* 13, 53–69.

Wilcox, G., 2005. Insulin and insulin resistance. *Clin. Biochem. Rev.* 26, 19.

Jurnal Ruaya

ORIGINALITY REPORT

18%

SIMILARITY INDEX

18%

INTERNET SOURCES

4%

PUBLICATIONS

3%

STUDENT PAPERS

PRIMARY SOURCES

1	garuda.kemdikbud.go.id Internet Source	13%
2	Submitted to Universitas Jenderal Soedirman Student Paper	3%
3	blogzsalam.blogspot.com Internet Source	2%

Exclude quotes On

Exclude matches < 2%

Exclude bibliography On

