

Tersedia online di: <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jra>

KINERJA PERTUMBUHAN DAN RESPONS FISILOGIS BENIH IKAN TAMBRA, *Tor tambroides* PADA SUHU PEMELIHARAAN BERBEDA

Muhammad Haritza Laitte¹⁾, Teuku Fadlon Haser^{2) #}, Jaya³⁾, Muh. Saleh Nurdin⁴⁾, Fauziah Azmi⁵⁾,
Deni Radona⁶⁾, Tri Heru Prihadi⁷⁾, Andi Masriah⁸⁾, dan Darsiani⁹⁾

¹⁾ Fakultas Perikanan, Universitas Cokroaminoto Makassar
Jl. Perintis Kemerdekaan No. 7, Tamalanrea, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245

²⁾ Fakultas Pertanian, Universitas Samudra, Langsa Aceh

³⁾ Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako, Palu

⁴⁾ Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluh Perikanan, Bogor

⁵⁾ Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Sulawesi Barat, Majene

(Naskah diterima: 13 Desember 2021; Revisi final: 17 Januari 2022; Disetujui publikasi: 19 Januari 2022)

ABSTRAK

Variasi suhu air memengaruhi pertumbuhan dan fisiologi organisme ektotermal secara langsung, termasuk ikan. Studi ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh suhu air pemeliharaan terhadap performa pertumbuhan dan respons fisiologis benih *Tor tambroides*. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri atas empat perlakuan suhu berbeda (24°C, 26°C, 28°C, dan 30°C) dan tiga ulangan. Benih *Tor tambroides* (panjang total $4,18 \pm 0,32$ cm; bobot tubuh $0,66 \pm 0,03$ g) sebanyak 15 ekor dipelihara per akuarium (dimensi 40 cm x 40 cm x 40 cm; volume air 40 L) dilengkapi dengan sistem aerasi dilengkapi dengan heater. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan suhu air pemeliharaan berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kinerja pertumbuhan (pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik, sintasan) dan respons fisiologi (kadar hemoglobin) benih *Tor tambroides*. Perlakuan dengan suhu 28°C pada benih *Tor tambroides* menghasilkan bobot tubuh mutlak ($1,01 \pm 0,30$ g) dan laju pertumbuhan spesifik bobot tertinggi ($3,18 \pm 0,14\%$ hari⁻¹), sintasan ($99,37 \pm 1,25\%$), dan rasio konversi pakan (FCR) terendah ($0,94 \pm 0,04$). Kadar hemoglobin dan hematokrit tertinggi pada suhu pemeliharaan 30°C. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa suhu air pada 28°C merupakan suhu efisien untuk pemeliharaan benih *Tor tambroides*.

KATA KUNCI: fisiologi; pertumbuhan; suhu; *Tor tambroides*

ABSTRACT: *Growth performance and physiological responses of Tor tambroides fingerlings subjected to different rearing temperatures. By: Muhammad Haritza Laitte, Teuku Fadlon Haser, Jaya, Muh. Saleh Nurdin, Fauziah Azmi, Deni Radona, Tri Heru Prihadi, Andi Masriah, and Darsiani*

Water temperature directly affects the growth and physiology of ectothermic organisms, including fish. Hence, the experiment was conducted to study the effect of temperature variation on growth performance and physiological response of *Tor tambroides* juveniles. This study used a completely randomized design (CRD) with four temperature treatments (24°C, 26°C, 28°C, and 30°C) arranged in triplicates. There were 15 *Tor tambroides* juveniles (total length 4.18 ± 0.32 cm; body weight 0.66 ± 0.03 g) reared in each aquarium (dimensions 40 cm x 40 cm x 40 cm; water volume 40 L) equipped with an aeration system and a heater. The results showed that different rearing water temperatures had a significant effect ($P < 0.05$) on the growth performance (absolute growth, specific growth rate, and survival rate) and the physiological response (hemoglobin value) of the *Tor tambroides* fingerlings. *Tor tambroides* fingerlings reared with temperature setting at 28°C showed the highest absolute body weight (1.01 ± 0.30 g) and highest specific growth rate of weight ($3.18 \pm 0.14\%$ day⁻¹), survival rate ($99.37 \pm 1.25\%$), and the lowest FCR (0.94 ± 0.04). The highest hemoglobin and hematocrit levels of the juveniles were found at 30°C. The study showed that the water temperature at 28°C was effective for rearing *Tor tambroides* fingerlings.

KEYWORDS: growth; temperature; *Tor tambroides*; physiology

Korespondensi: Fakultas Perikanan, Universitas Cokroaminoto Makassar. Jl. Perintis Kemerdekaan No. 7, Tamalanrea, Kec. Tamalanrea, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90245, Indonesia
E-mail: teukufadlon@unsam.ac.id

PENDAHULUAN

Ikan tambra, *Tor tambroides* termasuk ikan air tawar yang berasal dari hasil tangkapan alam dan merupakan komoditas lokal yang memiliki potensi tinggi untuk industri perikanan budidaya karena permintaan pasar yang tinggi sehingga perlu diupayakan budidaya melalui proses domestikasi (Nugroho *et al.*, 2012; Muchlisin, 2013; Zuraidah *et al.*, 2018). Ikan ini termasuk dalam subfamili Cyprininae, famili Cyprinidae, dan ordo Cypriniformes yang penyebarannya di perairan Indonesia seperti Jawa, Sumatera, dan Kalimantan (Haryono & Subagja, 2008; Desrita *et al.*, 2019; Yustiati *et al.*, 2019).

Tor tambroides merupakan salah satu dari genus *Tor* belum bisa dibudidayakan secara masif dan intensif karena permasalahan terkait lambatnya pertumbuhan benih. Berdasarkan penelitian Radona *et al.* (2015) bahwa pertumbuhan panjang dan bobot tubuh pada ikan *Tor soro* dan *Tor dourenensis* hanya berkisar antara 1% hingga 4%/hari dengan kisaran suhu yang cukup rendah (23°C-26,5°C). Pertumbuhan yang lambat disebabkan oleh faktor lingkungan salah satunya adalah suhu.

Ikan diklasifikasikan sebagai hewan poikilotermal yaitu hewan yang menyesuaikan suhu tubuh dengan lingkungannya. Dengan kata lain, suhu lingkungan memengaruhi suhu tubuh mereka. Suhu menentukan laju metabolisme ikan dan memengaruhi proses fisiologis (Kern *et al.*, 2015; Kovacevic *et al.*, 2019; Volkoff & Rønnestad, 2020). Organisme ini menunjukkan plastisitas fisiologis yang tinggi, artinya dapat beradaptasi dengan kondisi suhu yang baru dan bertahan terhadap fluktuasi suhu (Seebacher *et al.*, 2015).

Sebagian besar spesies ikan memiliki kisaran suhu ideal di mana mereka dapat tumbuh secara optimal. Pada lingkungan yang lebih hangat, ikan memiliki tingkat pertumbuhan yang lebih tinggi dan periode pertumbuhan yang lebih lama, tetapi cenderung memiliki rentang hidup yang lebih pendek daripada di air yang suhunya lebih dingin. Suhu air yang tinggi dapat meningkatkan laju metabolisme, yang berdampak pada kebutuhan terhadap makanan semakin meningkat pula (Haesemeyer, 2020). Meskipun ikan pada umumnya dapat hidup pada rentang suhu yang luas, namun mereka memiliki kisaran suhu optimal untuk berbagai aktivitas dan suhu yang cukup rendah atau tinggi dapat menyebabkan kematian pada ikan (Volkoff & Rønnestad, 2020).

Mengingat potensi pengembangan *Tor tambroides* maka dilakukan penelitian yang mengarah pada usaha pemanfaatan yang berkelanjutan melalui kegiatan budidaya. Salah satu faktor yang memengaruhi adalah

faktor lingkungan termasuk suhu. Penelitian bertujuan mengevaluasi kinerja pertumbuhan dan respons fisiologi benih *Tor tambroides* terhadap suhu air pemeliharaan yang berbeda. Respons metabolisme benih *Tor tambroides* terhadap perbedaan suhu dapat memberikan kita pemahaman tentang mekanisme termo-fisiologis yang memungkinkan mereka bertahan hidup di area kisaran suhu yang luas. Hal ini nantinya menjadi langkah awal yang mengarah pada pemanfaatan ikan *Tor tambroides* dan beberapa genus *Tor* di wilayah lain selain habitat aslinya yang mungkin memiliki variasi suhu yang lebih tinggi.

BAHAN DAN METODE

Desain Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Perikanan, Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan, Universitas Cokroaminoto Makassar. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL), terdiri atas empat perlakuan suhu berbeda (24°C, 26°C, 28°C, dan 30°C) dan masing-masing perlakuan sebanyak tiga ulangan. Benih *Tor tambroides* (bobot tubuh $0,66 \pm 0,03$ g; panjang $4,18 \pm 0,32$ cm) diaklimatisasi pada kondisi penelitian selama tujuh hari.

Wadah yang digunakan dalam penelitian adalah akuarium berukuran 40 cm x 40 cm x 40 cm sebanyak 12 unit. Akuarium dicuci hingga bersih kemudian dilakukan pengeringan, setiap akuarium diisi dengan air tawar sebanyak 40 L dan dilengkapi dengan peralatan aerasi. Setelah aklimatisasi, benih ikan ditebar secara acak di akuarium sebanyak 15 ekor per akuarium kemudian diberi empat perlakuan suhu yang berbeda. Untuk mencapai suhu yang telah ditentukan pada setiap perlakuan, akuarium dilengkapi dengan alat pemanas listrik (*heater*) dan suhu diatur secara bertahap sesuai perlakuan masing-masing.

Benih *Tor tambroides* diberikan pakan (kadar protein 35%) dengan dosis 3%/BB/hari dengan frekuensi pemberian pakan dua kali sehari pada pukul 08.00 dan pukul 16.00 selama 30 hari pemeliharaan. Pada akhir setiap minggu percobaan, ikan dikumpulkan dari setiap perlakuan dan ditimbang untuk mencatat bobot dan panjang tubuhnya. Setelah itu, ikan tersebut dikembalikan ke dalam akuariumnya masing-masing. Setiap pagi sebelum pemberian pakan, akuarium disifon untuk menghilangkan sisa pakan dan dilakukan penambahan air pada wadah pemeliharaan.

Parameter Pengujian

Parameter yang diuji adalah parameter pertumbuhan, fisiologis, dan kualitas air. Parameter penelitian meliputi: kinerja pertumbuhan (panjang dan bobot), laju pertumbuhan spesifik (SGR), sintasan, dan

rasio konversi pakan (FCR). Respons fisiologis mencakup kadar hemoglobin dan hematokrit. Parameter kualitas air yang diamati adalah DO (oksigen terlarut), pH, dan nitrit. Pengukuran parameter pertumbuhan dilakukan seminggu sekali, dan parameter fisiologis yang diukur adalah kadar hemoglobin dan hematokrit dilakukan pada awal dan akhir penelitian. Selain itu, data kualitas air dilakukan pengukuran seminggu sekali.

Kadar hemoglobin menggunakan metode Sahli (Wedemeyer & Yasutake, 1977 dalam Zissalwa et al., 2020), dilakukan dengan pengambilan sampel darah menggunakan pipet sahli sampai skala 0,02 mL; kemudian darah dipindahkan ke dalam tabung Hb-meter yang telah diisi dengan larutan HCl 0,1 N sampai skala 10 kemudian ditambahkan akuades dan diaduk sampai warnanya sama dengan warna standar. Kadar hemoglobin dinyatakan dalam gram per desiliter (g.dL⁻¹).

Kadar hematokrit diukur dengan mengambil sampel darah kemudian dimasukkan dalam tabung kapiler hematokrit sampai kira-kira 4/5 bagian tabung, bagian ujung kapiler ditutup dengan *crystoseal*, kemudian disentrifugasi (*microhematocrit sentrifuge*) selama lima menit dengan kecepatan 11.000-12.000 rpm dengan posisi tabung yang bervolume sama berhadapan agar putaran sentrifugasi seimbang. Setelah itu, diukur persentase dari nilai hematokrit. Kemudian nilai hematokrit yang diperoleh dibaca pada *microhematocrit reader*. Hematokrit merupakan perbandingan antara padatan sel darah merah (eritrosit) di dalam darah yang dinyatakan dalam persen sebagai persentase (%) volume sel darah (Zissalwa et al., 2020). Evaluasi bobot dan panjang rata-rata pada setiap wadah menggunakan formula:

$$L = L_t - L_o$$

di mana: L = Pertambahan panjang
L_t = Panjang akhir
L_o = Panjang awal

$$W = W_t - W_o$$

di mana: W : Pertambahan panjang
W_t : Panjang akhir
W_o : Panjang awal

Laju pertumbuhan spesifik (panjang, bobot), sintasan, dan rasio konversi pakan masing-masing dievaluasi menggunakan formula:

$$SGR = \frac{(\ln W_t - \ln W_o)}{t} \times 100$$

di mana: SGR = Laju Pertumbuhan Spesifik (%/hari)
W_t = Bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan hewan uji (gram)
W_o = Bobot rata-rata ikan pada awal pemeliharaan hewan uji (gram)
t = Lama pemeliharaan (hari)

$$SR = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

di mana: SR = Tingkat kelangsungan hidup hewan uji (%)
N_o = Jumlah hewan uji pada waktu awal pemeliharaan (ekor)
N_t = Jumlah hewan uji pada waktu akhir pemeliharaan (ekor)

$$FCR = \frac{F}{[(W_t + D) - W_o]}$$

di mana: FCR = Rasio Konversi Pakan
F = Jumlah pakan yang diberikan selama penelitian (gram)
W_t = Bobot akhir ikan rata-rata
W_o = Bobot awal ikan rata-rata
D = Jumlah bobot ikan yang mati selama penelitian

Analisis Data

Data yang diperoleh dalam penelitian ini dianalisis menggunakan Microsoft Excel dan SPSS dengan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan tingkat kepercayaan 95%. Analisis ini digunakan untuk menentukan apakah perlakuan suhu berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, sintasan, kadar hemoglobin, dan hematokrit benih *Tor tambroides*. Apabila perlakuan berpengaruh nyata dilanjutkan uji lanjut *W-Tuckey* untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Data kualitas air ditampilkan dalam bentuk tabel dan dianalisis secara deskriptif.

HASIL DAN BAHASAN

Aspek Pertumbuhan

Parameter pertumbuhan ikan yang dianalisis pada penelitian ini disajikan pada Tabel 1. Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan perbedaan suhu air pemeliharaan memberikan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap panjang tubuh mutlak dan laju pertumbuhan spesifik panjang. Panjang tubuh mutlak tertinggi (2,42 ± 0,46 cm) dan laju pertumbuhan spesifik panjang tertinggi (1,66 ± 0,38% hari⁻¹) diamati pada perlakuan suhu 24°C, tapi tidak berbeda nyata secara signifikan (P>0,05) dibandingkan dengan perlakuan suhu 28°C dan berbeda nyata secara signifikan (P<0,05) dengan perlakuan suhu 26°C dan 30°C.

Tabel 1. Kinerja pertumbuhan benih *Tor tambroides* yang dipelihara pada suhu yang berbeda
 Table 1. Growth performance of *Tor tambroides* juveniles reared at different temperatures

Parameter pertumbuhan Growth parameter	Suhu Temperatures (°C)			
	24	26	28	30
Panjang tubuh awal Initial body length (cm)	3.8 ± 0.44	4.40 ± 0.10	4.29 ± 0.17	4.23 ± 0.12
Bobot tubuh awal Initial body weight (g)	0.65 ± 0.03	0.69 ± 0.02	0.64 ± 0.02	0.65 ± 0.04
Panjang tubuh akhir Final body length (cm)	6.22 ± 0.04	6.21 ± 0.05	6.19 ± 0.02	4.88 ± 0.06
Bobot tubuh akhir Final body weight (g)	1.59 ± 0.00	1.58 ± 0.01	1.65 ± 0.02	0.86 ± 0.03
Panjang tubuh mutlak Absolute growth in length (cm)	2.42 ± 0.46 ^c	1.80 ± 0.12 ^b	1.90 ± 0.18 ^{bc}	0.65 ± 0.14 ^a
Bobot tubuh mutlak Absolute growth in weight (g)	0.93 ± 0.03 ^b	0.89 ± 0.02 ^b	1.01 ± 0.30 ^b	0.21 ± 0.06 ^a
Laju pertumbuhan spesifik panjang (% hari ⁻¹) Specific growth rate in length (% day ⁻¹)	1.66 ± 0.38 ^c	1.13 ± 0.11 ^b	1.23 ± 0.14 ^{bc}	0.48 ± 0.11 ^a
Laju pertumbuhan spesifik bobot (% hari ⁻¹) Specific growth rate in weight (% day ⁻¹)	2.96 ± 0.15 ^{bc}	2.78 ± 0.11 ^b	3.18 ± 0.14 ^c	0.95 ± 0.30 ^a
Sintasan Survival rate (%)	74.37 ± 5.54 ^a	95.00 ± 5.40 ^b	99.37 ± 1.25 ^b	100 ± 0 ^b
Rasio konversi pakan Food conversion ratio	2.27 ± 0.11 ^b	1.41 ± 0.75 ^{ab}	0.94 ± 0.04 ^a	2.32 ± 0.72 ^b

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan (P<0,05)
 Notes: Different superscripts in the same row indicated significant differences between the treatments (P<0.05)

Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan perlakuan perbedaan suhu air pemeliharaan memberikan pengaruh yang nyata terhadap bobot tubuh mutlak dan laju pertumbuhan spesifik bobot benih *Tor tambroides* (P<0,05) (Tabel 1). Pertumbuhan bobot tubuh mutlak benih *Tor tambroides* pada suhu 28°C (1,01 ± 0,30 g) secara signifikan (P<0,05) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan suhu 30°C namun, tidak berbeda nyata dibandingkan perlakuan suhu 24°C dan 26°C. Hal yang serupa terjadi pada parameter laju pertumbuhan spesifik bobot yang menunjukkan nilai perlakuan suhu 28°C (1,23 ± 0,14% hari⁻¹) secara signifikan lebih tinggi dibandingkan perlakuan suhu 30°C dan 26°C, namun tidak berbeda nyata dengan perlakuan suhu 24°C.

Penelitian ini juga menunjukkan bahwa sintasan benih *Tor tambroides* cukup tinggi. Benih yang dipelihara pada suhu 30°C menunjukkan sintasan tertinggi (100%), dan sintasan terendah diamati pada 24°C (74,37 ± 5,54%). Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap sintasan (P<0,05). Nilai rasio konversi pakan tertinggi (2,32) ditunjukkan pada perlakuan suhu pemeliharaan 30°C,

dan rasio konversi pakan terendah diamati pada perlakuan suhu pemeliharaan 28°C. Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasio konversi pakan (P<0,05).

Organisme akuatik bersifat poikilotermal yang dipengaruhi oleh suhu lingkungannya. Sebagian besar ikan memiliki kisaran suhu ideal untuk pertumbuhan yang optimal. Suhu air pemeliharaan yang ideal dapat berpengaruh terhadap nafsu makan dan memacu aktivitas enzim pencernaan dapat bekerja lebih efisien sehingga pertumbuhan ikan menjadi optimal (Subagja *et al.*, 2018; Lestari & Dewantoro, 2018). Fase larva merupakan fase hidup pada ikan yang sangat dipengaruhi perubahan kondisi lingkungan terutama aspek suhu, dengan perubahan 1°C menyebabkan perubahan reaksi dan proses metabolisme dalam tubuh ikan sebesar 10% (Pratama *et al.*, 2018). Suhu yang cukup rendah dapat menyebabkan laju metabolisme menjadi sangat lambat dan menyebabkan nafsu makan ikan menjadi berkurang sehingga pertumbuhan ikan menjadi terhambat (Ridwantara *et al.*, 2019).

Berdasarkan penelitian ini perlakuan dengan suhu pemeliharaan berbeda memberikan pengaruh terhadap bobot mutlak, SGR bobot, sintasan, dan rasio konversi pakan pada suhu pemeliharaan 28°C yang menunjukkan suhu pemeliharaan yang lebih optimal pada benih ikan *Tor tambroides* dibandingkan suhu pemeliharaan 24°C, 26°C, dan 30°C. Hal ini mengindikasikan bahwa baik suhu pemeliharaan yang rendah maupun yang tinggi berdampak pada kinerja pertumbuhan benih ikan *Tor tambroides*. Hubungan antara suhu pemeliharaan dan kinerja pertumbuhan pada ikan juga diilustrasikan pada penelitian yang dilakukan oleh Das *et al.* (2018) yang menjelaskan bahwa tingkat pertumbuhan benih ikan *Tor tambroides* yang tertinggi pada suhu antara 28°C dan 30°C pada kondisi laboratorium. Hal ini dijelaskan lebih lanjut pada beberapa penelitian lainnya bahwa pertumbuhan ikan akan meningkat jika suhu meningkat (Da Costa *et al.*, 2016; De *et al.*, 2016; Armando *et al.*, 2018; Islam *et al.*, 2019).

Penjelasan untuk ini bisa jadi bahwa suhu media pemeliharaan yang optimum mendorong peningkatan metabolisme, kinerja enzim yang terlibat dalam proses pencernaan ikan, kemampuan/keinginan ikan untuk memperoleh makanan, penyerapan nutrisi dalam saluran pencernaan (Volkoff & Rønnestad, 2020; Haesemeyer, 2020). Namun, pertumbuhan benih ikan terendah pada suhu tinggi (30°C) yang menghasilkan panjang tubuh mutlak ($0,65 \pm 0,14$ cm) dan bobot tubuh mutlak ($0,21 \pm 0,06$ g) terendah, dan laju pertumbuhan spesifik panjang ($0,48 \pm 0,11\%$ hari⁻¹), serta laju pertumbuhan spesifik bobot ($0,95 \pm 0,30\%$ hari⁻¹) terendah, walaupun sintasan yang dihasilkan tinggi. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu pemeliharaan 30°C menyebabkan pertumbuhan benih *Tor tambroides* kurang optimal baik dari bobot maupun panjang. Hasil penelitian Ahmad *et al.* (2014) menunjukkan bahwa tingkat konsumsi pakan pada ikan lele (*Clarias batracus*) akan menurun jika melebihi suhu optimal. Suhu pemeliharaan tinggi menyebabkan ikan patin Thailand (*Pangasianodon hypophthalmus*) menjadi stres di bawah kondisi hipoksia (oksigen terlarut rendah) sehingga dapat menghambat pertumbuhan dengan penurunan konsumsi pakan (Islam *et al.*, 2019).

Suhu pemeliharaan benih pada suhu rendah (24°C) juga menunjukkan bahwa ikan juga mengalami kondisi stres. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa ikan mungkin mengalami kurang nafsu makan pada suhu pemeliharaan ini sehingga mengakibatkan pertumbuhan kurang optimal. Ahmad *et al.* (2014) menjelaskan bahwa tingkat konsumsi makanan secara bertahap turun seiring dengan penurunan suhu pemeliharaan dari 25°C menjadi 10°C. Sintasan benih ikan *Tor tambroides* dalam penelitian ini juga menurun

pada suhu rendah (24°C). Hasil ini sesuai dengan penelitian lain yang menjelaskan bahwa ikan patin (*Pangasionodon hypophthalmus*) dengan bobot 0,9 mg sampai dengan 1,0 g yang dipelihara pada suhu pemeliharaan di bawah 26°C menunjukkan sintasan yang rendah (Baras *et al.*, 2011). Berdasarkan hasil penelitian ini menunjukkan bahwa sintasan benih ikan *Tor tambroides* tinggi lebih dari 90% pada kisaran suhu 26°C-30°C, sementara tingkat sintasan terendah sebesar 74,37% diamati pada suhu 24°C. Perlakuan suhu pemeliharaan dengan kisaran 24°C sampai 30°C masih bisa ditoleransi oleh benih ikan *Tor tambroides*. Ikan tambra, *Tor tambroides* dapat beradaptasi terhadap perubahan suhu dengan baik, tetapi penurunan maupun kenaikan suhu pada derajat tertentu yang dapat menyebabkan kematian pada ikan.

Rasio konversi pakan (FCR) merupakan salah satu indikator tentang gambaran tingkat efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan. Hasil penelitian ini menunjukkan suhu pemeliharaan memberikan pengaruh yang nyata terhadap rasio konversi pakan ($P < 0,05$). Rasio konversi pakan terendah diamati pada perlakuan suhu pemeliharaan 28°C. Hal ini menunjukkan bahwa benih ikan tambra, *Tor tambroides* memanfaatkan pakan dengan sangat baik untuk pertumbuhan (Ogunji & Awoke, 2017). Benih ikan pada suhu pemeliharaan 30°C menunjukkan nilai rasio konversi pakan tinggi, hal ini mengindikasikan bahwa benih ikan mengalami penurunan nafsu makan yang mungkin disebabkan stres dalam kondisi hipoksia. Lefevre *et al.* (2014) menjelaskan bahwa kondisi hipoksia dapat menghambat pertumbuhan dengan terjadi pengurangan nafsu makan, FCR meningkat, dan keseimbangan energi menjadi terganggu. Pertumbuhan ikan pada suhu pemeliharaan pada suhu pemeliharaan tinggi (30°C) dan suhu rendah (24°C) menjadi kurang optimal terkait nilai FCR yang lebih tinggi mengindikasikan bahwa ikan membutuhkan lebih banyak makanan untuk mendapatkan satu unit bobot tubuh mereka dibandingkan dengan ikan yang diberi perlakuan 28°C.

Hasil pada penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan benih ikan lebih optimal ditunjukkan pada suhu pemeliharaan 28°C dan dianggap sebagai suhu optimal untuk pemeliharaan ikan tambra, *Tor tambroides*, di mana ikan menunjukkan kinerja pertumbuhan bobot yang tinggi dan sintasan yang tinggi. Pertumbuhan ikan meningkat pada kisaran 26°C-28°C, dan menurun jika suhu melebihi atau di bawah kisaran tersebut. Oleh karena itu, dapat diasumsikan bahwa ikan dapat bertahan hidup dalam kisaran suhu yang cukup luas.

Tabel 2. Parameter darah benih *Tor tambroides* yang dipelihara pada suhu yang berbeda
 Table 2. Blood parameters of *Tor tambroides* juveniles reared at different temperatures

Parameter Parameters	Suhu Temperatures (°C)				Kisaran normal Normal range	Referensi References
	24	26	28	30		
Hemoglobin (g.dL ⁻¹)	4.80 ± 0.66 ^{ab}	4.50 ± 0.26 ^b	5.73 ± 0.56 ^{bc}	6.86 ± 0.21 ^c	4.16-5.70 5.4-5.6 9.1-9.8	Fekri <i>et al.</i> (2018) Arthanari & Dhanapalan (2016) Harianto <i>et al.</i> (2014)
Haematokrit (%)	24.15 ± 2.06 ^a	20.59 ± 2.40 ^a	20.50 ± 0.55 ^a	24.36 ± 2.01 ^a	11.50-19.30 28-40	Fekri <i>et al.</i> (2018) Riantono <i>et al.</i> (2016)

Keterangan: Huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya perbedaan signifikan antar perlakuan (P<0,05)
 Notes: Different superscripts in the same row indicated significant differences between the treatments (P<0.05)

Aspek Fisiologi

Parameter karakteristik darah yang dievaluasi menunjukkan bahwa suhu air pemeliharaan berbeda dapat memberikan pengaruh nyata (P<0,05) terhadap kadar hemoglobin pada benih *Tor tambroides* dan tidak memberikan pengaruh yang nyata (P>0,05) terhadap kadar hematokrit yang disajikan dalam Tabel 2.

Hasil analisis ragam menunjukkan perlakuan perbedaan suhu air pemeliharaan memberikan pengaruh yang nyata (P<0,05) terhadap kadar hemoglobin darah. Kadar hemoglobin benih *Tor tambroides* pada suhu 30°C (6,86 ± 0,21 g.dL⁻¹) secara signifikan (P<0,05) lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya kecuali suhu 28°C. Tidak ada pengaruh signifikan (P>0,05) perbedaan suhu air pemeliharaan terhadap kadar hematokrit.

Kadar hemoglobin (Hb) pada benih ikan *Tor tambroides* selama pemeliharaan menunjukkan kisaran 4,50-6,87 g.dL⁻¹. Hasil ini menunjukkan bahwa nilai hemoglobin setelah pemeliharaan masih dalam batas toleransi (Tabel 2). Kadar hemoglobin tertinggi (6,86 ± 0,21 g.dL⁻¹) ditunjukkan pada suhu 30°C yang mengindikasikan bahwa suhu yang tinggi menyebabkan benih ikan mengalami kondisi stres terkait dengan suhu pemeliharaan yang tinggi. Menurut Radoslav *et al.* (2013), bahwa kadar hemoglobin yang tinggi menunjukkan kondisi ikan mengalami stres. Suhu dapat menyebabkan stres karena kadar oksigen

terlarut dalam air menjadi menurun dengan adanya suhu yang tinggi (Cech & Brauner, 2011). Secara fisiologis, hemoglobin merupakan protein kunci yang berperan dalam transportasi oksigen dalam darah (Rummer & Brauner, 2015).

Hematokrit atau massa sel darah merah merupakan perbandingan jumlah sel darah merah dalam 100 mL⁻¹ darah atau persentase sel darah merah dalam plasma. Kadar hematokrit pada penelitian ini berkisar antara 10,59%-20,50% dan masih dalam kisaran normal (Tabel 2). Walaupun perlakuan suhu air pemeliharaan berbeda tidak memberikan pengaruh nyata (P>0,05) terhadap kadar hematokrit, namun rata-rata perlakuan terhadap kadar hematokrit tinggi pada perlakuan suhu 30°C. Peningkatan kadar hematokrit berhubungan dengan peningkatan suhu (Bozorgnia *et al.*, 2011). Kadar hemoglobin dan hematokrit yang tinggi menunjukkan transportasi oksigen yang tidak efisien dalam darah ikan dan memiliki tingkat metabolisme yang tinggi (Oedjoe *et al.*, 2012).

Kualitas Air

Nilai rata-rata parameter kualitas air pada media pemeliharaan benih *Tor tambroides* dengan perlakuan suhu air pemeliharaan yang berbeda selama periode pengamatan disajikan pada Tabel 3.

Secara umum parameter kualitas air menunjukkan masih dalam batas toleransi untuk benih *Tor tambroides*.

Tabel 3. Parameter kualitas air selama masa pemeliharaan
 Table 3. Variation of water quality parameters during the rearing period

Parameter kualitas air Water quality parameters	Kisaran Range
Oksigen terlarut (<i>Dissolved oxygen</i>) (mg.L ⁻¹)	6.78-7.71
pH	6.8-7.5
Nitrit (<i>Nitrite</i>) (mg.L ⁻¹)	0.121-0.156

Berdasarkan penelitian ini, kadar DO (oksigen terlarut) selama pemeliharaan *Tor tambroides* berkisar antara 6,78-7,71. Oksigen terlarut ideal untuk meningkatkan produktivitas dalam pemeliharaan ikan adalah 5-7 mg.L⁻¹ (Bhatnagar & Devi, 2013). Peningkatan suhu air akan memengaruhi fisiologi ikan, hal ini menyebabkan penurunan oksigen terlarut, laju konsumsi oksigen yang tinggi dan amonia akan meningkat (Claesson *et al.*, 2016; Kale, 2016). Nilai pH berkisar antara 6,8-7,5. Menurut Giri (2020), kisaran pH optimal untuk kehidupan dan produktivitas ikan adalah 7,0-8,5; ikan dapat mati pada kisaran pH di bawah empat atau lebih besar dari 11 (Ekubo & Abowei, 2011). Konsentrasi nitrit selama penelitian berkisar antara 0,121-0,156 mg.L⁻¹ masih dalam batas yang mendukung kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan *Tor tambroides*.

Berdasarkan hasil analisis dari berbagai parameter pengamatan seperti kinerja pertumbuhan (pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, sintasan, dan FCR) dan respons fisiologi (kadar hemoglobin dan hematokrit) terlihat bahwa parameter suhu air pemeliharaan memengaruhi pertumbuhan, kelangsungan hidup, dan kehidupan ikan *Tor tambroides*, walaupun beberapa faktor lain seperti pakan juga penting. Respons terhadap perbedaan suhu dapat memberikan pemahaman tentang mekanisme termofisiologis yang memungkinkan ikan bisa bertahan hidup di area kisaran suhu yang luas. Hasil ini juga nantinya dapat berkontribusi terhadap pemanfaatan ikan genus *Tor* di wilayah lain yang mungkin memiliki variasi suhu yang lebih tinggi.

KESIMPULAN

Perlakuan suhu pemeliharaan berbeda memberikan pengaruh yang nyata ($P < 0,05$) terhadap kinerja pertumbuhan (pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan spesifik, sintasan, dan FCR) dan respons fisiologi (kadar hemoglobin) benih *Tor tambroides*. Perlakuan dengan suhu 28°C pada benih *Tor tambroides* merupakan perlakuan terbaik karena mampu menghasilkan bobot tubuh mutlak ($1,01 \pm 0,30$ g), laju pertumbuhan spesifik bobot tertinggi ($3,18 \pm 0,14\%$ hari⁻¹), sintasan ($99,37 \pm 1,25\%$), dan FCR ($0,94 \pm 0,04$) terendah. Kadar hemoglobin dan hematokrit tertinggi ditemukan pada 30°C. Hasil penelitian mengindikasikan bahwa suhu air pemeliharaan berperan penting terhadap pertumbuhan dan fisiologis darah benih *Tor tambroides*, dan pada suhu pemeliharaan 28°C efektif untuk pemeliharaan benih ikan *Tor tambroides*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Deputy Bidang Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset dan Teknologi, Badan Riset dan Inovasi Nasional Tahun 2021 berdasarkan SK KPA Direktorat Sumber Daya Nomor 1868/E4/AK.04/2021 tanggal 7 Juni 2021, dan Nomor 070/SP2H/LT/DRPM/2021 sebagai kontrak induk (DRPM dan LLDIK TI9), serta kontrak Nomor 6572/LL9/KU.03.00/2021 yang telah mendanai penelitian ini pada skema Penelitian Dosen Pemula (PDP) Tahun 2021, terima kasih juga kepada semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu per satu atas kerja sama dan bantuannya.

DAFTAR ACUAN

- Ahmad, T., Singh, S.P., Khangembam, B.K., Sharma, J.G., & Chakrabarti, R. (2014). Food consumption and digestive enzyme activity of *Clarias batrachus* exposed to various temperatures. *Aquaculture Nutrition*, 20(3), 265-272.
- Armando, E., Widodo, M.S., & Fadholi, M.R. (2018). The effect of different temperature toward the survival rate and spesific growth rate and spesific growth rate of silver arwana (*Osteoglossum bicirrhosum*). *Journal of Aquaculture Development and Environment (JADE)*, 1(1), 31-34.
- Arthanari, M. & Dhanapalan, S. (2016). Assessment of the haematological and serum biochemical parameters of three commercially important freshwater fishes in River Cauvery Velur, Namakkal District, Tamil Nadu, India. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 4(1), 155-159.
- Baras, E., Raynaud, T., Slembrouck, J., Caruso, D., Cochet, C., & Legendre, M. (2011). Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). *Aquaculture Research*, 42(2), 260-276.
- Bhatnagar, A. & Devi, P. (2013). Water quality guidelines for the management of pond fish culture. *International Journal of Environmental Sciences*, 3(6), 1980-2009. DOI: 10.6088/ijes.2013030600019.
- Bozorgnia, A., Hosseinifard, M., & Alimohammadi, R. (2011). Acute effects of different temperature in the blood parameters of common carp. In 2011 2nd International Conference on Environmental Science and Technology IPCBEE (Vol. 6).

- Cech, J.J. & Brauner, C.J. (2011). Techniques in whole animal respiratory physiology. *Encyclopedia of fish physiology: From genome to environment*. Ingleterra: Academic Press, p. 846-863.
- Claësson, D., Wang, T., & Malte, H. (2016). Maximal oxygen consumption increases with temperature in the European eel (*Anguilla anguilla*) through increased heart rate and arteriovenous extraction. *Conservation physiology*, 4(1), cow027. DOI: 10.1093/conphys/cow027.
- Da Costa, D.P., Leme, F.O.P., Takata, R., Costa, D.C., e Silva, W.S., Melillo Filho, R., & Luz, R.K. (2016). Effects of temperature on growth, survival and physiological parameters in juveniles of *Lophosilurus alexandri*, a carnivorous neotropical catfish. *Aquaculture Research*, 6(47), 1706-1715. DOI: 10.1111/are.12594.
- Das, S.K., Noor, N.M., Kai, K.S., Juan, Q.Z., Iskandar, N.S.M., & De, M. (2018). Effects of temperature on the growth, gastric emptying time, and oxygen consumption rate of mahseer (*Tor tambroides*) under laboratory conditions. *Aquaculture Reports*, 12, 20-24. DOI: 10.1016/j.aqrep.2018.08.004.
- De, M., Ghaffar, M.A., Bakar, Y., & Das, S.K. (2016). Effect of temperature and diet on growth and gastric emptying time of the hybrid, *Epinephelus fuscoguttatus* @ & × *E. lanceolatus* B&. *Aquaculture Reports*, 4, 118-124. DOI: 10.1016/j.aqrep.2016.08.002.
- Desrita, D., Tamba, I.S., Muhtadi, A., Ariyanti, J., & Leidonald, R. (2019). Diversity and habitat condition of Tor Fish (*Tor* spp.) in the upstream of Wampu Waters, North Sumatra, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 260(1), 012102. DOI:10.1088/1755-1315/260/1/012102.
- Ekubo, A.A. & Abowei, J.F.N. (2011) Review of some water quality management principles inculture fisheries. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 3, 1342-1357.
- Fekri, L., Affandi, R., Rahardjo, M.F., Budiardi, T., Simanjuntak, C.P.H., Fauzan, T., & Indrayani, I. (2018). The effect of temperature on the physiological condition and growth performance of freshwater eel elver *Anguilla bicolor bicolor* McClelland, 1844. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 17(2), 181-190. DOI: 10.19027/jai.17.2.181-190.
- Giri, A. (2020). Water monitoring and quality analysis for the management of Narmada Mahseer (*Tor tor*) culture. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 8(3), 379-383.
- Haesemeyer, M. (2020). Thermoregulation in fish. *Molecular and Cellular Endocrinology*, 518, 110986. DOI: 10.1016/j.mce.2020.110986.
- Harianto, E., Budiardi, T., & Sudrajat, A.O. (2014). Growth performance of 7-g *Anguilla bicolor bicolor* at different density. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(2), 120-131. DOI: 10.19027/jai.13.120-131.
- Haryono, H. & Subagja, J. (2008). Populasi dan habitat ikan tambra, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) di perairan kawasan Pegunungan Muller Kalimantan Tengah. *Biodiversitas*, 9(4), 306-309. DOI: 10.13057/biodiv/d090414.
- Islam, M.A., Uddin, M.H., Uddin, M.J., & Shahjahan, M. (2019). Temperature changes influenced the growth performance and physiological functions of Thai pangas *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture Reports*, 13, 100179.
- Kale, V.S. (2016). Consequence of temperature, pH, turbidity and dissolved oxygen water quality parameters. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, 3(8), 186-190.
- Kern, P., Cramp, R.L., & Franklin, C.E. (2015). Physiological responses of ectotherms to daily temperature variation. *Journal of Experimental Biology*, 218(19), 3068-3076. DOI: 10.1242/jeb.123166.
- Kovacevic, A., Latombe, G., & Chown, S.L. (2019). Rate dynamics of ectotherm responses to thermal stress. *Proceedings of The Royal Society B*, 286, 20190174. DOI: 10.1098/rspb.2019.0174.
- Lestari, T.P. & Dewantoro, E. (2018). Pengaruh suhu media pemeliharaan terhadap laju pemangsaan dan pertumbuhan larva ikan lele dumbo (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ruaya*, 6(1), 14-22.
- Lefevre, S., Wang, T., Jensen, A., Cong, N.V., Huong, D.T.T., Phuong, N.T., & Bayley, M. (2014). Air breathing fishes in aquaculture. What can we learn from physiology?. *Journal of Fish Biology*, 84(3), 705-731.
- Muchlisin, Z.A. (2013). Potency of freshwater fishes in Aceh waters as a basis for aquaculture development program. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1), 91-96. DOI: 10.32491/jii.v13i1.115.
- Nugroho, E., Sukadi, M.F., & Huwoyon, G.H. (2012). Beberapa jenis ikan lokal yang potensial untuk budidaya: Domestikasi, teknologi pembenihan, dan pengelolaan kesehatan lingkungan budidaya. *Media Akuakultur*, 7(1), 52-57. DOI: 10.15578/ma.7.1.2012.52-57.
- Oedjoe, M.D.R., Suprayitno, E., & Aulanni'am, H.E. (2012). Effect of flow water velocity on hematol-

- ogy component in improving quality of tiger grouper juvenile *Epinephelus fuscoguttatus*. *Journal of Coastal Development*, 15, 260-269.
- Ogunji, J.O. & Awoke, J. (2017). Effect of environmental regulated water temperature variations on survival, growth performance and haematology of African catfish, *Clarias gariepinus*. *Our Nature*, 15(1-2), 26-33.
- Pratama, B.A., Susilowati, T., & Yuniarti, T. (2018). Pengaruh perbedaan suhu terhadap lama penetasan telur, daya tetas telur, kelulushidupan dan pertumbuhan benih ikan gurami (*Osphronemus goramy*) strain bastar. *Sains Akuakultur Tropis: Indonesian Journal of Tropical Aquaculture*, 2(1), 59-65. DOI: 10.14710/sat.v2i1.2478.
- Radona, D., Subagja, J., & Arifin, O.Z. (2015). Performa reproduksi induk dan pertumbuhan benih ikan Tor hasil persilangan (*Tor soro* dan *Tor douronensis*) secara resiprok. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10(3), 335-343. DOI: 10.15578/jra.10.3.2015.335-343.
- Radoslav, D., Aleksandar, I., Rajko, G., Goran, T., Danijela, A., & Svjetlana, L. (2013). Effect of thermal stress of short duration on the red blood cell parameters of *Barbus balcanicus* Kotlik, Tsigenopoulos, Rab, Berrebi, 2002. *African Journal of Biotechnology*, 12(18), 2484-2491. DOI: 10.5897/AJB12.1800.
- Riantono, F., Kismiyati, K., & Sulmartiwi, L. (2016). Perubahan hematologi ikan mas komet (*Carassius auratus auratus*) akibat infestasi *Argulus japonicus* jantan dan *Argulus japonicus* betina. *Journal of Aquaculture and Fish Health*, 5(2), 70-77.
- Ridwantara, D., Buwono, I.D., Suryana, A.A.H., Lili, W., & Suryadi, I.B.B. (2019). Uji kelangsungan hidup dan pertumbuhan benih ikan mas mantap (*Cyprinus carpio*) pada rentang suhu yang berbeda. *Jurnal Perikanan Kelautan*, 10(1), 46-54.
- Rummer, J.L. & Brauner, C.J. (2015). Root effect haemoglobins in fish may greatly enhance general oxygen delivery relative to other vertebrates. *PLoS One*, 10(10), e0139477. DOI: 10.1371/journal.pone.0139477.
- Seebacher, F., White, C.R., & Franklin, C.E. (2015). Physiological plasticity increases resilience of ectothermic animals to climate change. *Nature Climate Change*, 5, 61-66. DOI: 10.1038/nclimate2457.
- Subagja, J., Prakoso, V.A., Arifin, O.Z., Suparyanto, Y., & Suhud, E.H. (2018). Pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*) hasil domestikasi pada lokasi dengan ketinggian berbeda. *Media Akuakultur*, 13(2), 59-65.
- Volkoff, H. & Rønnestad, I. (2020). Effects of temperature on feeding and digestive processes in fish. *Temperature*, 7(4), 307-320. DOI: 10.1080/23328940.2020.1765950.
- Yustiati, A., Astuti, C.M., Suryandari, A., Iskandar, & Herawati, T. (2019) Fish food habits in upstream of Cimanuk, Garut District, West Java. *Global Scientific Journal*, 7(2), 384-393.
- Zuraidah, S., Budiman, B., & Safutra, E. (2018). Domestikasi induk ikan kerling (*Tor tambroides*) di Kecamatan Pante Ceureumen Kabupaten Aceh Barat. *Jurnal Akuakultura*, 2(1), 20-25. DOI: 10.35308/ja.v2i1.772.
- Zissalwa, F., Syawal, H., & Lukistyowati, I. (2020). Erythrocyte profile of *Pangasius hypophthalmus* feed with *Rhizophora apiculata* leaf extract and maintained in net cages. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(1), 70-78.