

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 22 Nomor 1 Februari 2022



Diterbitkan oleh:

Masyarakat Iktiologi Indonesia

(The Indonesian Ichthyological Society)



Jurnal Iktiologi Indonesia

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

Terakreditasi berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi No. 10/E/KPT/2019 tentang Peringkat
Akreditasi Jurnal Ilmiah Periode II Tahun 2019 tertanggal 4 April 2019

Peringkat 2, berlaku lima tahun mulai dari Volume 19, Nomor 1, tahun 2019

Volume 22 Nomor 1 Februari 2022

Dewan Penyunting

Ketua : M. Fadjar Rahardjo

Anggota : Agus Nuryanto, Achmad Zahid, Angela Mariana Lusiastuti, Charles P.H. Simanjuntak, Djumanto, Emmanuel Manangkalangi, Endi S. Kartamihardja, Haryono, Kadarusman, Latifa Fekri, Lenny S. Syafei, Lies Emmawati Hadie, Nyoman Dati Pertami, Sharifuddin bin Andy Omar, Teguh Peristiwady, Tuti Sumiati, Veryl Hasan

Alamat Dewan Penyunting:

Gd. Widyasatwaloka, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI

Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911

Laman: jurnal-iktiologi.org

Laman: www.iktiologi-indonesia.org

Surel: jurnal.iktiologi@gmail.com

Jurnal Iktiologi Indonesia (JII) adalah jurnal ilmiah yang diterbitkan oleh Masyarakat Iktiologi Indonesia (MII) tiga kali setahun pada bulan Februari, Juni, dan Oktober. JII menyajikan artikel lengkap hasil penelitian yang berkenaan dengan segala aspek kehidupan ikan (Pisces) di perairan tawar, payau, dan laut. Aspek yang dicakup antara lain biologi, fisiologi, taksonomi dan sistematika, genetika, dan ekologi, serta terapannya dalam bidang penangkapan, akuakultur, pengelolaan perikanan, dan konservasi.



Rasbora maninjau Lumbantobing, 2014

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Edisi pembuka tahun 2022 ini memuat enam artikel yang dapat dikelompokkan dalam dua kelompok, yaitu budidaya dan ekobiologi. Yang terkait budidaya adalah artikel konversi pakan dan sintasan benih ikan nila yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan melalui perendaman dan pakan yang ditulis oleh Lukman *et al.* Yang kedua, kinerja pertumbuhan, struktur dan fungsi usus benih ikan patin yang diberi pakan dengan glutamin diteliti oleh Dewi *et al.* Yang ketiga, artikel Haq *et al.* tentang kualitas warna ikan guppy. Yang terakhir

Aslamyah *et al.* yang melaporkan tentang pengaruh kombinasi mikroorganisme sebagai probiotik dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan, laju pengosongan lambung, dan kadar glukosa darah ikan bandeng. Dua artikel tentang ekobiologi mencakup biologi reproduksi ikan betok yang diteliti oleh Hasnidar *et al.* dan hubungan antara hasil tangkap dengan suhu permukaan laut dan klorofil yang dilaporkan oleh Putri *et al.*

Selamat membaca.

Penyunting

Konversi pakan dan sintasan benih ikan nila, *Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758 yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan melalui perendaman dan pakan

[Feed conversion and seed survival of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* Linnaeus, 1758) feed by *recombinant growth hormone* through immersion and feed]

Nurul Azzahra Lukman¹, Andi Aliah Hidayani^{2✉}, Asmi Citra Malina², Alimuddin³, Muhammad Fuadi⁴

¹ Mahasiswa Program Studi BDP, FIKP Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis kemerdekaan km 10, Kampus Tamalanrea, Makassar 90254
nurulazzahrah6@gmail.com

² Program Studi BDP, FIKP Universitas Hasanuddin
Jl. Perintis kemerdekaan km 10, Kampus Tamalanrea, Makassar 90254
aliah@fikip.unhas.ac.id
citra@unhas.ac.id

³ Departemen Budi Daya Perairan, FPIK IPB
Kampus IPB Dramaga, Jln. Agatis, 16680
alimuddin@apps.ipb.ac.id

⁴ Aquaculture Technology & Development PT. Suri Tani Pemuka Banyuwangi Jl. Gatot Subroto 100, ulusan, Klatak, Lingkungan Tj. Klatak, Kec. Banyuwangi, Kabupaten Banyuwangi, Jawa Timur 68421, Indonesia.
muhammad.fuadi@japfa.com

Diterima: 3 September 2021; Disetujui: 20 Desember 2021

Abstrak

Recombinant Growth Hormone (rGH) merupakan salah satu metode alternatif untuk mengatasi masalah pertumbuhan dan tingginya kebutuhan pakan dalam budidaya ikan nila. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan, nisbah konversi pakan dan sintasan benih ikan nila (*O. niloticus*) yang diberikan rGH melalui metode kombinasi perendaman dan pakan buatan. Ikan uji yang digunakan yaitu benih ikan nila ukuran 2-3 cm sebanyak 480 ekor dengan lama pemeliharaan 40 hari. Ikan dipelihara pada wadah plastik bening dengan volume 10 L yang diisi air sebanyak 8 L dengan padat tebar 40 ekor setiap wadahnya. Ikan diberi pakan buatan dengan dosis 5% dari bobot tubuh. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas 4 perlakuan dengan masing-masing 3 ulangan, yaitu A (kontrol), B (perendaman), C (pakan), dan D (kombinasi perendaman + pakan). Aplikasi rGH ke pakan buatan komersil dengan dosis 30 mL rGH dalam satu kg pakan, sementara untuk perendaman dengan dosis 100 mL larutan rGH untuk 120 ekor ikan dalam 10 L air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan perendaman + pakan rGH memberikan hasil yang terbaik, yaitu pertumbuhan spesifik sebesar 5,29 %/hari, nisbah konversi pakan sebesar $(0,77 \pm 0,02)$ dan sintasan 92,50%. Pemberian rGH dengan kombinasi perendaman dan oral berpotensi dalam meningkatkan produktivitas dan efisiensi biaya dalam budidaya ikan nila.

Kata penting: Ikan nila, *recombinant growth hormone* (rGH), pertumbuhan spesifik, efisiensi pakan, sintasan

Abstract

Recombinant Growth Hormone (rGH) is an alternative method to overcome growth problems and high feed requirements in tilapia aquaculture. The study aims to evaluate the growth, feed conversion ratio, and survival of tilapia (*O. niloticus*) fry given rGH through a combination of immersion and artificial feed methods. The test fish used were tilapia seeds measuring 2-3 cm as many as 480 individuals with 40 days of maintenance. Fish were kept in clear plastic containers with a volume of 10 L filled with 8 L of water with a stocking density of 40 fish per container. Fish were given artificial feed at a dose of 5% of body

weight. This study used a completely randomized design consisting of four treatments with three replications each, namely A (control), B (immersion), C (feed), and D (combination of immersion + feed). Application of rGH to commercially made feed with a dose of 30 mL of rGH in one kg of feed, while immersion with a dose of 100 mL of rGH solution for 120 fish in 10 L of water. The results showed that the immersion treatment + rGH feed gave the best results: specific growth of $5.29\% \text{ day}^{-1}$, feed conversion ratio of (0.77 ± 0.02) and survival rate of 92.50%. Provision of rGH with a combination of immersion and oral can increase productivity and cost-efficiency in tilapia aquaculture.

Keywords: Nile tilapia, *Recombinant growth hormone* (rGH), specific growth, feed efficiency, survival rate.

Pendahuluan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu ikan air tawar yang banyak diminati masyarakat, karena kandungan gizi dan protein masing-masing 17,7% dan 1,3% berturut-turut (Putri *et al.* 2012). Indonesia merupakan negara produsen kedua dalam budidaya ikan nila setelah Cina dengan hasil 1,22 juta ton pada tahun 2018 sekaligus menyumbangkan 20,3% dari total ikan nila di dunia (Miao & Wang 2020). Hal ini menyebabkan ikan nila menjadi salah satu komoditas dan target utama dalam pembangunan perikanan budidaya serta diharapkan dapat mempercepat program industrialisasi perikanan (Hadie *et al.* 2018) dengan target produksi tahun 2021 sebanyak 1.790.000 ton berdasarkan Keputusan Dirjen Perikanan Budidaya No. 272/KEP-DJPB/2020 tanggal 30 Juli 2020 (Jayadi *et al.* 2021). Salah satu permasalahan dalam budidaya ikan nila yaitu kebutuhan pakan yang sangat tinggi. Pakan yang diberikan hanya 25% yang dikonversi sebagai hasil produksi dan yang lainnya terbuang sebagai limbah (Suryaningrum 2012). Hal ini sangat memengaruhi biaya dalam usaha budidaya. Karena itu pemanfaatan pakan secara maksimal dan penyerapan pakan yang baik sangat memengaruhi

pertumbuhan dan sintasan ikan. Selain itu jumlah pakan akan dimanfaatkan secara efisien. Salah satu alternatif untuk mengatasi masalah ini adalah penggunaan *recombinant growth hormone* (rGH) (Ihsanudin *et al.* 2014).

Pakan ditambahkan rGH merupakan inovasi teknologi di bidang perikanan yang memiliki potensi sebagai pakan suplemen yang diharapkan dapat meningkatkan laju pertumbuhan pada ikan budidaya (Atmojo *et al.* 2017). Keuntungan penggunaan pakan rGH yaitu dapat menekan biaya produksi, jumlah pakan yang digunakan akan dimanfaatkan secara efisien (Apriliana *et al.* 2017) dan salah satu alternatif untuk meningkatkan pertumbuhan secara signifikan (Lesmana 2010). Pemanfaatan rGH terbukti dapat mempercepat pertumbuhan ikan telah dilakukan oleh beberapa peneliti (Alimuddin *et al.* 2014). Hal ini disebabkan peran hormon pertumbuhan (GH) yang diproduksi oleh kelenjar pituitari tersebut digantikan oleh rGH yang diproduksi menggunakan bakteri *Escherichia coli* (Laksana *et al.* 2013). Selain itu rGH juga dapat merangsang pembentukan dan pembelahan sel pada berbagai sel dan jaringan (Alimuddin *et al.* 2014). Hormon rGH telah dihasilkan dari 4 jenis ikan yaitu

ikan gurami (*Osphronemus goramy*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan mas (*Cyprinus carpio*), dan ikan kerapu kertang (*Epinephelus lanceolatus*); namun tingkat bioaktivitasnya berbeda-beda (Hayuningtyas & Kusriani 2016). Namun dari keempat jenis hormon rGH ini yang menghasilkan produksi tertinggi pada bakteri *E. coli* adalah rGH ikan kerapu kertang (rEIGH) (Alimuddin *et al.* 2010). Selain itu bioaktivitas rGH ikan kerapu kertang jauh lebih baik dan memiliki sifat yang universal, artinya tidak hanya bekerja pada satu spesies saja tetapi dapat bekerja pada spesies yang lain (Ihsanuddin *et al.* 2014). Penggunaan protein rGH pada ikan merupakan prosedur yang aman untuk meningkatkan produktivitas atau pertumbuhan pada organisme yang diberi, rGH aman untuk dikonsumsi karena tidak termasuk dalam *genetically modified organism (GMO)* (Acosta *et al.* 2007), dan tidak diwariskan pada keturunan selanjutnya (Habibi *et al.* 2003). Pertumbuhan ikan budidaya yang cepat akan memengaruhi waktu pemeliharaan dan jumlah kebutuhan pakannya (Permana *et al.* 2015). Selain itu jika pakan dapat dimanfaatkan secara maksimal dan penyerapan pakan yang baik juga dapat meningkatkan sintasan karena rGH dapat meningkatkan daya tahan tubuh terhadap penyakit (Zulfikar *et al.* 2018).

Penggunaan rGH dapat dilakukan melalui beberapa metode salah satunya melalui oral. Pengaruh rGH terhadap konversi pakan telah diteliti oleh beberapa peneliti seperti pada ikan nila larasati menggunakan metode

oral (*boosting oral*) dengan pemberian pakan selama interval 3 hari menghasilkan konversi pakan $0,68 \pm 0,01$ (Ihsanuddin *et al.* 2014), pada ikan kerapu cantang (*Epinephelus fuscoguttatus-lanceolatus*) melalui metode oral menghasilkan konversi pakan dengan nilai $1,27 \pm 0,16$ (Hendriansyah *et al.* 2018) dan pada ikan wader bintik-dua (*Barbodes binotatus*) melalui metode oral dengan dosis 2 mg kg^{-1} pakan juga menghasilkan nilai konversi pakan terendah yaitu $1,32 \pm 0,13$ pakan (Sutarjo *et al.* 2020). Aplikasi hormon rekombinan pertumbuhan melalui pakan dapat menghabiskan hormon pertumbuhan lebih banyak dibandingkan dengan metode perendaman, akan tetapi pemberian rGH melalui pakan komersial dapat dilakukan semenjak stadia larva sampai ikan dewasa, sementara perendaman hanya dapat digunakan pada stadia larva (Hayuningtyas & Kusriani 2016).

Pengembangan budidaya ikan nila, masih perlu dioptimalkan dalam efisiensi pakan dan pengaruhnya terhadap sintasan agar produksinya semakin meningkat. Salah satu metode yang dapat dilakukan dalam pemanfaatan efisiensi pakan dan dapat meningkatkan sintasan adalah melakukan kombinasi metode perendaman dan pakan. Pemberian rGH dengan mengkombinasikan metode perendaman dan pakan (*boosting oral*) masih jarang dilakukan seperti yang dilakukan oleh Alimuddin *et al.* (2014) pada ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) dan ikan cupang alam (*Betta imbellis*) (Hayuningtyas & Kusriani 2016). Menurut Moriyama & Hiroshi (1990), aplikasi hormon rekombinan pertum-

buhan melalui pemberian pakan dan perendaman merupakan metode yang paling aplikatif dalam skala besar. Hingga saat ini belum ada penelitian terkait kombinasi metode pemberian perendaman dan pakan dengan menggunakan rGH pada benih ikan nila untuk meningkatkan pemanfaatan efisiensi pakan dan meningkatkan sintasan. Karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pertumbuhan spesifik, nisbah konversi pakan dan sintasan benih ikan nila (*O. niloticus*) yang diberikan rGH melalui metode kombinasi perendaman dan pakan rGH (*boosting oral*).

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April-Mei 2021 di Hatchery Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Pakan uji dan rGH

Pakan yang digunakan adalah pakan buatan komersial dengan kandungan protein 39%, lemak 5%, serat 6%, abu 12%, dan kadar air 10%, sedangkan rGH yang digunakan berbentuk bubuk yang dikembangkan oleh Alimuddin *et al.* (2010). Dosis rGH yang digunakan sebanyak 1 g/kg pakan. Tahapan persiapan rGH sebelum diaplikasikan adalah pertama dilarutkan ke larutan NaCl 0,95% sebanyak 1 L dan diaduk merata hingga larut. Selanjutnya, hasil larutan pengenceran rGH atau *stock solution* dapat disimpan di refrigerator hingga digunakan.

Metode aplikasi rGH ke pakan buatan komersial diawali dengan memperkecil diameter partikel pakan sesuai dengan bukaan mulut ikan uji. Selanjutnya, setiap satu kg pakan diberikan larutan rGH sebanyak 30 mL, kemudian ditambahkan akuades sebanyak 70 mL, dan putih telur 2g kg⁻¹.

Perendaman dan rGH

Metode aplikasi rGH ke wadah perendaman adalah menggunakan dosis perendaman 10 mgL⁻¹, dalam 10 L air perendaman mengandung 100 mg rGH atau 100 mL larutan rGH. Ikan nila sebanyak 120 ekor dimasukkan dalam wadah berisi air 10 L lalu ditambahkan larutan rGH sebanyak 100 mL. Selanjutnya perendaman dilakukan selama 30 menit dan diberi aerasi selama perendaman.

Prosedur penelitian

Ikan uji yang digunakan adalah benih nila dengan padat tebar 40 ekor/8 L yang diperoleh dari Balai Benih Ikan Air Tawar Bontomanai Kabupaten Gowa, Sulawesi Selatan.

Sebelum penebaran ikan uji dilakukan beberapa persiapan. Pertama, semua peralatan yang digunakan terlebih dahulu didesinfeksi dengan kaporit dan dinetralkan dengan natrium tiosulfat. Wadah yang disterilisasi masing-masing diisi dengan air tawar. Selama aklimatisasi, ikan uji diberi pakan buatan komersial tanpa rGH. Wadah penelitian yang digunakan dalam pemeliharaan adalah toples yang memiliki volume 10 L sebanyak 12 buah. Pemasangan aerasi

yang sudah dilengkapi dengan selang dan batu aerasi dipasang pada setiap ember perlakuan.

Sebelum ikan uji diberi perlakuan, terlebih dahulu ditampung dan diaklimatisasi di bak fiber selama 5 hari. Selama aklimatisasi ikan uji diberi pakan komersial dengan frekuensi 3 kali sehari pagi, siang, dan sore hari. Selanjutnya, bobot awal ikan uji ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik berketelitian 0,1 g. Pemeliharaan dilakukan selama 40 hari dan diberi pakan 3 kali sehari untuk semua perlakuan. Sampling dilakukan secara acak pada tiap perlakuan, setiap 10 hari untuk mengetahui bobot tubuh guna pemberian pakan. Dosis pakan yang diberikan saat pemeliharaan yaitu 5 % dari bobot tubuh.

Selama pemeliharaan, kualitas media budidaya dijaga dalam kisaran yang layak untuk pertumbuhan dan sintasan ikan uji. Untuk tetap menjaga kualitas air dilakukan dengan menyipon setiap hari pada pagi hari serta melakukan pergantian air sebanyak 10-20% setiap 1 hari sekali. Pengukuran kualitas air seperti pengukuran suhu menggunakan termometer, pH sekali seminggu menggunakan pH meter, pengukuran oksigen terlarut menggunakan DO meter serta amonia menggunakan tes kit yang masing-masing dilakukan 3 kali selama pemeliharaan yaitu pada awal, pertengahan dan akhir penelitian.

Rancangan percobaan dan perlakuan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan 4 perlakuan

dengan masing-masing 3 ulangan. Perlakuan tersebut adalah :

A = kontrol

B = aplikasi rGH metode perendaman rGH

C = aplikasi rGH metode pakan rGH (*boosting oral*)

D = aplikasi rGH metode perendaman dan pakan rGH (*boosting oral*)

Parameter penelitian

Laju pertumbuhan spesifik (*specific growth rate*) dihitung dengan menggunakan rumus Alimuddin *et al.* (2014) dan Atmojo *et al.* (2017) yaitu :

$$LPS = \frac{\ln W_t - \ln W_o}{T} \times 100\%$$

Keterangan :

LPS : Laju Pertumbuhan Spesifik (% per hari)

W_t : bobot ikan pada akhir penelitian (g)

W_o : bobot ikan pada awal penelitian (g)

T : waktu pemeliharaan (hari)

Efisiensi pemanfaatan pakan dihitung dengan menggunakan rumus Tacon (1987) yaitu:

$$EPP = \frac{W_t - W_o}{F} \times 100\%$$

Keterangan :

EPP : Efisiensi Pemanfaatan Pakan (%)

W_t : bobot rata-rata ikan pada akhir penelitian (g)

W_o : bobot rata-rata ikan pada awal penelitian (g)

F : jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Perhitungan nisbah konversi pakan (*food conversion ratio*) dilakukan dengan membandingkan awal bobot badan ikan dengan bobot

badan ikan setelah diberi rGH (*recombinant Growth Hormone*). Perhitungan nisbah konversi pakan adalah :

$$NKP = \frac{F}{(Wt-D)-Wo}$$

Keterangan :

NKP : Nisbah Konversi Pakan

F : jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Wt : biomassa pada akhir penelitian (g)

Wo : biomassa pada awal penelitian (g)

D : biomassa yang mati selama penelitian (g)

Nilai sintasan dihitung dengan menggunakan rumus Effendie (1997), sebagai berikut:

$$SR = \frac{Nt}{No} \times 100\%$$

Keterangan :

SR : *Survival Rate*/Sintasan (%)

Nt : jumlah ikan pada akhir penelitian (ekor)

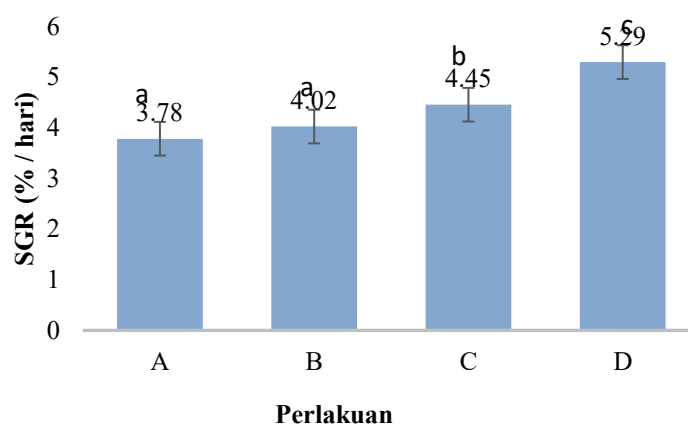
No : jumlah ikan pada awal penelitian (ekor)

Analisis data

Data hasil penelitian diolah menggunakan analisis ragam atau *Analisis of variants* (ANOVA). Hasil anova signifikan sehingga dilanjutkan ke uji W-Tuckey. Sebagai alat bantu untuk pelaksanaan uji statistik, digunakan paket perangkat lunak komputer program SPSS versi 22,0.

Hasil

Rata-rata laju pertumbuhan spesifik (LPS) pada ikan nila dengan aplikasi rGH (*recombinant Growth Hormone*) yang dipelihara selama 40 hari dapat dilihat pada Gambar 1. Hasil analisis ragam (ANOVA) menunjukkan aplikasi rGH berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap laju pertumbuhan spesifik (SGR) pada ikan nila. Nilai SGR tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi perendaman dan oral (D).



Gambar 1 Rata-rata laju pertumbuhan spesifik pada ikan nila selama 40 hari aplikasi rGH. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan dengan taraf 5% ($p < 0,05$). A: tanpa rGH (Kontrol); B: pemberian rGH melalui perendaman; C: pemberian rGH melalui pakan; D : pemberian rGH metode kombinasi perendaman dan pakan.

Tabel 1 Rata-rata efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) pakan ikan nila (*O. niloticus*) yang dipelihara selama 40 hari pada aplikasi rGH

Perlakuan	EPP
(A)	$5,75 \pm 0,65^a$
(B)	$5,72 \pm 0,06^a$
(C)	$5,65 \pm 0,12^a$
(D)	$6,83 \pm 0,39^b$

Keterangan : Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$). A: tanpa rGH (Kontrol); B: pemberian rGH melalui perendaman; C: pemberian rGH melalui pakan; D: pemberian rGH metode kombinasi perendaman dan pakan.

Tabel 2 Rata-rata nisbah konversi pakan (NKP) pakan ikan nila (*O. niloticus*) yang dipelihara selama 40 hari pada aplikasi rGH.

Perlakuan	NKP
A	$0,90 \pm 0,06^a$
B	$0,80 \pm 0,06^{ab}$
C	$0,78 \pm 0,03^{ab}$
D	$0,77 \pm 0,02^b$

Keterangan: Huruf yang berbeda menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan pada taraf 5% ($p < 0,05$). A: tanpa rGH (kontrol); B: pemberian rGH melalui perendaman; C: pemberian rGH melalui pakan; D: pemberian rGH metode kombinasi perendaman dan pakan.

Efisiensi pemanfaatan pakan

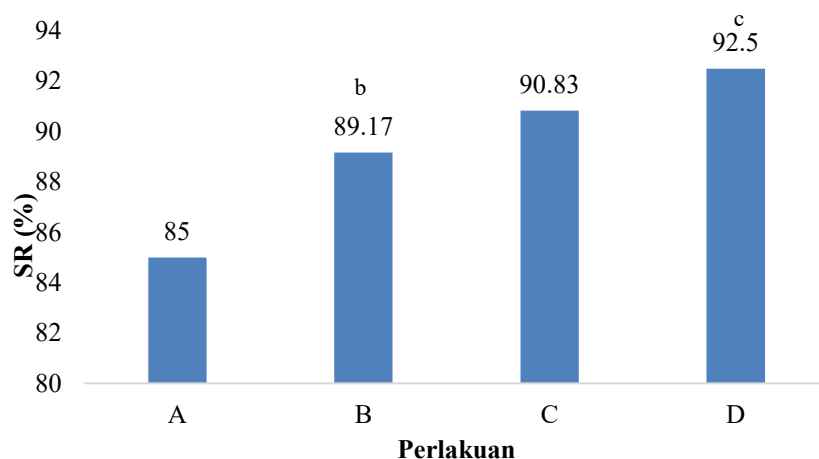
Rata-rata efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan nila pada aplikasi rGH yang dipelihara selama 40 hari dapat dilihat pada Tabel 1.

Hasil rata-rata efisiensi pemanfaatan pakan (EPP) ikan nila yang diperoleh antara $0,65 \pm 0,12$ hingga $6,83 \pm 0,39$. Berdasarkan analisis ragam atau ANOVA menunjukkan nilai efisiensi pemanfaatan pakan pada aplikasi rGH melalui pakan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pemanfaatan pakan.

Rata-rata nisbah konversi pakan (NKP) ikan nila pada aplikasi rGH yang dipelihara selama 40 hari dapat dilihat pada Tabel 2. Hasil rata-rata NKP ikan nila yang diperoleh

antara $0,77 \pm 0,02$ hingga $0,90 \pm 0,06$. Hasil analisis ragam atau ANOVA menunjukkan bahwa nilai NKP pada aplikasi rGH melalui pakan berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pemanfaatan pakan. Nilai NKP terbaik diperoleh pada perlakuan kombinasi perendaman dan oral (D).

Rata-rata sintasan pada ikan nila pada aplikasi rGH yang dipelihara selama 40 hari dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil rata-rata sintasan pada ikan nila yang diperoleh antara 85% hingga 92,50 %. Analisis ragam atau ANOVA menunjukkan nilai sintasan pada aplikasi rGH berpengaruh nyata ($p < 0,05$). Sintasan tertinggi diperoleh pada perlakuan kombinasi perendaman dan oral (D).



Gambar 2 Rata-rata sintasan pada ikan nila selama 40 hari aplikasi rGH. Huruf yang berbeda di atas bar menunjukkan perbedaan yang nyata antara perlakuan dengan taraf 5% ($p < 0,05$). A: tanpa rGH (Kontrol); B: pemberian rGH melalui perendaman; C: pemberian rGH melalui pakan; D: pemberian rGH metode kombinasi perendaman dan pakan

Tabel 3. Kisaran kualitas air wadah pemeliharaan pada ikan nila (*O. niloticus*) yang diberi rGH selama 40 hari pemeliharaan.

Parameter	Nilai kisaran
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	27–28
pH	7–7,3
Oksigen terlarut (ppm)	3–5,5
Amonia (ppm)	0–0,1

Selama penelitian berlangsung dilakukan pengukuran beberapa parameter fisik kimia-wi lingkungan pemeliharaan ikan nila sebagai data penunjang yang meliputi suhu, pH, oksigen terlarut (OT), dan amonia. Hasil pengukuran kualitas air yang diamati selama 40 hari pemeliharaan dapat dilihat pada Tabel 3.

Pembahasan

Hasil penelitian yang dilakukan selama 40 hari menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik ikan nila tertinggi setelah

diberikan rGH melalui metode kombinasi perendaman dan oral (Gambar 1) jika dibandingkan dengan ikan yang diberikan pakan rGH hanya melalui oral atau perendaman serta kontrol dan menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi akan mempercepat rangsangan pertumbuhan. Adanya penambahan rGH pada pakan dapat meningkatkan glikogen hati ikan dan sangat terkait dengan tingginya cadangan glukosa dalam hati dan otot sebagai cadangan energi yang akan memengaruhi nilai indeks hepatosomatik (IHS) (Muhammad *et al.* 2014). Pada ikan

yang diberi pakan rGH melalui metode perendaman, rGH ini akan masuk secara osmoregulasi, yaitu berdifusi melalui insang, dan disebarkan lewat pembuluh darah, kemudian dialirkan oleh peredaran darah, dan diserap oleh organ target, seperti hati, ginjal, dan organ lainnya (Perwito *et al.* 2015). GH ini selanjutnya akan kendalikan oleh *Growth Hormone Binding Proteins* (GHBP) yang akan masuk ke organ target melalui peredaran darah sehingga terjadi mekanisme secara tidak langsung dengan bantuan dari hormon pertumbuhan (GH) / *insulin-like growth factor-I* (IGF-1) untuk berbagi aksi fisiologis yang memengaruhi laju pertumbuhan (Hayuningtyas & Kusri 2016, Fissabela *et al.* 2016, Apriliana *et al.* 2017). Menurut Alimuddin *et al.* (2014), ikan yang diberikan rGH melalui metode kombinasi akan memengaruhi nilai IHS. Nilai IHS dapat menjadi indikator pertumbuhan somatik pada vertebrata yang dikontrol melalui GH/IGF-1. Nilai IHS yang tinggi menunjukkan meningkatnya jumlah sel hepatosit dalam hati dan menginduksi laju sintesis mRNA serta sintesis protein sehingga pertumbuhan ikan lebih cepat (Muhammad *et al.* 2014).

Pemberian rGH juga dapat meningkatkan retensi protein karena protein hanya sedikit yang dirombak untuk energi sehingga terjadi biokonversi karbohidrat dan pada akhirnya akan berpengaruh terhadap efisiensi pemanfaatan pakan (Muhammad *et al.* 2014). Menurut Pratama *et al.* (2021), efisiensi pemanfaatan pakan merupakan banyaknya pakan yang dikonsumsi dalam sistem pencernaan

ikan untuk proses metabolisme dalam tubuh dan dimanfaatkan pada pertumbuhan.

Berdasarkan hasil penelitian ini, rata-rata nilai efisiensi pemanfaatan pakan dengan metode kombinasi pemberian rGH menunjukkan pengaruh yang nyata dibandingkan dengan metode lain pada ikan nila. Hasil yang berbeda ini juga menunjukkan bahwa rGH memengaruhi tingkat efisiensi makan larva ikan nila. Semakin tinggi efisiensi makan kemungkinan menyebabkan pakan tercerna dengan baik dalam tubuh dan mengakibatkan metabolisme ikan meningkat sehingga pertumbuhan lebih cepat (Setyawan *et al.* 2014). Efisiensi pemanfaatan pakan meningkat setelah pemberian rGH kemungkinan karena adanya rangsangan hormon ghrelin yang meningkat akibat stimulasi hormon pertumbuhan. Hormon ghrelin inilah yang akan memengaruhi nafsu makan ikan (Pratama *et al.* 2021).

Nafsu makan ikan meningkat setelah pemberian rGH juga karena adanya peningkatan kerja enzim aminoacyl tRNA synthetase pada hati yang akan mempengaruhi perubahan aktivitas makan sebagai adaptasi metabolisme (Apriliana *et al.* 2017). Hormon rGH ini mengatur proses metabolisme melalui aktivitas lipolitik dan anabolisme protein pada vertebrata (Setyawan *et al.* 2014). Menurut Fissabella *et al.* (2016), nilai efisiensi pemanfaatan pakan yang tinggi pada pakan yang diberikan rGH menunjukkan bahwa pakan yang dikonsumsi memiliki kualitas yang baik, sehingga dapat dimanfaatkan secara efisien.

Kualitas suatu pakan tidak hanya dilihat dari nilai efisiensi pakan, tetapi juga dapat ditunjukkan dari nilai konversi pakan (Mustofa *et al.* 2018). Konversi pakan merupakan perbandingan antara jumlah pakan yang diberikan dengan jumlah bobot ikan yang dihasilkan. Semakin kecil nilai konversi pakan berarti tingkat efisiensi pemanfaatan pakan lebih baik, sebaliknya apabila konversi pakan besar, maka tingkat efisiensi pemanfaatan pakan kurang baik. Dengan demikian konversi pakan menggambarkan tingkat efisiensi pemanfaatan pakan yang dicapai (Iskandar & Elrifadah 2015). Nilai konversi pakan menunjukkan seberapa besar pakan yang dikonsumsi menjadi biomassa tubuh ikan. Semakin rendah nilai nisbah pakan, maka kualitas pakan yang diberikan semakin baik, hal tersebut diperkuat dengan pernyataan, nilai Nisbah Konversi Pakan (NKP) cukup baik, berkisar 0,8-1,6 (Ihsanudin *et al.* 2014).

Hasil penelitian rata-rata nilai nisbah konversi pakan pada setiap perlakuan selama pemeliharaan ditunjukkan pada Tabel. 3 Berdasarkan tabel tersebut tampak nilai nisbah konversi pakan tertinggi yaitu pada perlakuan kontrol sebesar 0,90 sedangkan nilai nisbah konversi pakan terendah (nilai nisbah konversi pakan terbaik) yaitu pada perlakuan perendaman dan pemberian pakan rGH sebesar 0,77. Hasil serupa juga diperoleh Alimuddin *et al.* (2014) dengan menggunakan metode yang sama pada ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). Mereka mendapatkan nilai NKP terendah yaitu 4,75 dan

yang NKP tertinggi pada kontrol dengan nilai 7,37. Nilai NKP hasil penelitian dengan diberikan rGH dalam pakan lebih baik dibandingkan dengan NKP yang tidak diberikan hormon pertumbuhan. Hasil NKP pada Tabel 2 memperlihatkan nilai terendah dengan menggunakan metode kombinasi dan pakan (*boosting oral*) dibandingkan dengan kontrol, menunjukkan bahwa perlakuan kombinasi perendaman dan pakan (perlakuan D) memiliki nilai NKP yang paling bagus dikarenakan pemanfaatan pakan untuk pertumbuhan sangat efisien. Hal ini disebabkan rGH yang masuk ke tubuh ikan dengan kedua metode tersebut akan merangsang hipotalamus meningkatkan kerja GH-RH, selanjutnya akan dikirim ke kelenjar pituitari untuk menghasilkan hormon pertumbuhan yang akan dialirkan ke organ hati, ginjal, otot, tulang serta organ lain sehingga ikan akan tumbuh lebih cepat (Hayuningtyas & Kusri 2016). Selain GH-RH, rGH juga merangsang somatostatin (hormon penghambat hormon pertumbuhan) tetap bekerja sehingga ikan tetap tumbuh dengan normal (Perwito *et al.* 2015).

Penelitian ini menunjukkan bahwa perlakuan yang menggunakan rGH mampu menurunkan nisbah konversi pakan. Sesuai dengan hasil penelitian Hardiantho *et al.* (2011) bahwa rGH mampu menurunkan nisbah konversi pakan pada ikan nila sebesar 0,18 atau sekitar 70% lebih rendah dibandingkan dengan kontrol, Handoyo *et al.* (2012), pada ikan sidat sebesar 2,19 atau lebih besar 26,5% dibandingkan dengan kontrol,

Ihsanudin *et al.* (2014), pada ikan nila larasati 0,68 lebih rendah dari kontrol 1,08 dan Triwinarso *et al.* (2014) pada ikan lele sangkuriang 0,45 lebih rendah dari kontrol 0,75. Hal ini diduga bahwa penggunaan rGH dapat memperbaiki NKP pada ikan dan dapat meningkatkan konsumsi pakan ikan nila dengan metode kombinasi perendaman dan pakan rGH. Prinsip perbedaan penggunaan GH melalui perendaman yaitu rGH masuk ke tubuh ikan secara osmoregulasi yaitu melalui insang, selanjutnya masuk ke pembuluh darah. Hormon ini kemudian dialirkan oleh peredaran darah, dan diserap oleh organ target, seperti hati, ginjal, dan organ lainnya (Setyawan *et al.* 2014). Penggunaan GH melalui pemberian pakan akan dicerna oleh sistem pencernaan dengan bantuan enzim yang mampu melakukan proses katabolisme lebih cepat sehingga ikan dapat memanfaatkan pakan lebih optimal (Ihsanuddin *et al.* 2014). Menurut Alimuddin *et al.* (2014) pemberian pakan rGH secara oral juga akan mengaktifkan hormon ghrelin yang akan mempengaruhi nafsu makan pada ikan, sementara melalui perendaman rGH akan mempengaruhi lipolisis, glukoneogenesis, sintesis protein dan omset lipid sehingga ikan mampu untuk mencerna makanan, menyerap nutrisi, dan mengkonversi lebih besar porsi makanan untuk membentuk komposisi tubuh ikan.

Tingkat sintasan benih ikan nila tertinggi terdapat pada perlakuan perendaman dan pemberian pakan rGH sebesar 92,50% sedangkan tingkat sintasan yang terendah

pada perlakuan kontrol sebesar 85%. Sintasan benih ikan nila selama pemeliharaan tidak jauh berbeda antar perlakuan. Berdasarkan BSN (2009), nilai ini tergolong cukup tinggi karena masih di atas 80% yang menunjukkan teknik pemeliharaan sudah sesuai dengan prosedur mulai dari pemberian pakan, penyiponan, pergantian air, suplai oksigen. Adanya perbedaan sintasan larva antara larva yang diberikan penambahan rGH dengan yang kontrol menunjukkan bahwa rGH ini berperan dalam meningkatkan sintasan dan daya tahan tubuh terhadap stress dan infeksi penyakit (Ihsanuddin *et al.* 2014; Apriliana *et al.* 2017). Peranan GH terhadap daya tahan tubuh yaitu secara langsung mampu meningkatkan sel-sel yang berkompeten dalam sistem kekebalan tubuh/imunitas seperti limfosit, natural killer cell (NK cell), dan makrofag (Permana *et al.* 2015). Selain itu juga menurunkan kadar hormone kortisol yang merupakan salah satu indikator stress pada ikan (Alimuddin *et al.* 2014). Selain itu, kualitas air media pemeliharaan ikan yang sesuai dengan kondisi dan padat tebar yang dibutuhkan ikan untuk tumbuh optimal (Sawitri *et al.* 2018). Pemeliharaan ikan nila dilakukan secara intensif sehingga kualitas air dikontrol agar tidak mempengaruhi pertumbuhan.

Kualitas air yang diukur sebagai penunjang kehidupan organisme pada penelitian ini yaitu suhu, pH, amoniak dan OT. Air merupakan media hidup ikan yang dipelihara harus memenuhi pesyaratan baik kualitas maupun kuantitas. Pemantauan kualitas air

pada penelitian ini setiap tujuh hari selama penelitian.

Suhu air merupakan parameter yang penting dalam pemeliharaan ikan. Nilai suhu air yang diperoleh selama penelitian berkisar antara 27–28°C. Pada dasarnya suhu yang dapat mematikan bagi biota bukan suhu yang ekstrim tetapi perubahan suhu secara mendadak dari suhu alami yang menyebabkan kematian. Seperti dikemukakan Sutiana *et al.* (2017), pengaruh peningkatan suhu perairan yang sangat drastis dapat menurunkan pada ketersediaan oksigen terlarut. Kisaran oksigen terlarut (OT) dalam penelitian ini yaitu 3-5,5 ppm yang berada pada nilai yang tergolong tinggi untuk pertumbuhan optimal ikan. Kisaran tersebut sudah memenuhi kebutuhan oksigen untuk pemeliharaan ikan nila. Boyd (1990), menyatakan bahwa pertumbuhan optimal ikan nila membutuhkan perairan dengan kandungan oksigen $\geq 3 \text{ mgL}^{-1}$.

Kisaran pH yang diperoleh dari pemeliharaan ikan nila ini yaitu berkisar antara 7-7,3. Nilai pH air tersebut masih cocok untuk digunakan dalam pemeliharaan ikan nila yang tidak mengalami perubahan signifikan dan ikan dapat beradaptasi dengan baik. pH yang cocok untuk pemeliharaan ikan nila adalah 7,5-8,5 namun pH 5-6 masih dapat ditoleransi oleh ikan (Augusta 2012).

Nilai amonia selama masa pemeliharaan berkisar 0-0,1 mgL^{-1} . Kadar amoniak yang cenderung mengalami kenaikan pada akhir penelitian karena terdapatnya feses ikan. Namun kisaran nilai amonia selama peme-

liharaan ikan nila masih dapat ditoleransi oleh ikan. Kandungan amonia di perairan tidak boleh lebih dari 1 ppm (Sawitri *et al.* 2018).

Simpulan

Aplikasi hormone rGH melalui kombinasi perendaman benih dan pemberian pakan dapat meningkatkan laju pertumbuhan spesifik hingga 5,29, efisiensi pakan (EPP 6,83 dan NKP 0,77) dan sintasan benih mencapai 92,5%.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Japfa Foundation Scholarship yang telah memberikan beasiswa pada penelitian ini, PT. Suri Tani Pemuka yang telah menyediakan hormone rGH tersebut, juga kepada Hatchery Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan Universitas Hasanuddin, yang telah memfasilitasi penelitian ini, juga kepada Besse Dalauleng, A. Muh. Fajrin R. F., dan A. Suci Islamaeni yang telah membantu selama kegiatan penelitian ini berlangsung.

Daftar Pustaka

- Acosta J, Morales R, Alonso M, Estrada MP. 2009. *Pichia pastoris* expressing recombinant tilapia growth hormone accerelates the growth of tilapia. *Biotechnology Letters*, 29: 1671-1676. doi: 10.1007/s10529-007-9502-7
- Alimuiddin, Lesmana I, Sudrajat AO, Carman O, Faizal I. 2010. Production and bioactivity potential of three recombinant growth hormones of farmed fish. *Indonesian Aquaculture Journal*, 5: 11-16. DOI:

- <http://dx.doi.org/10.15578/iaj.5.1.2010.11-17>.
- Alimuddin, Boyun H, Nur BP. 2014. Efektivitas pemberian hormon pertumbuhan rekombinan ikan kerapu kertang melalui perendaman dan oral terhadap pertumbuhan elver ikan sidat (*Anguilla bicolor*). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(3): 179-189. <https://doi.org/10.32491/jii.v14i3.79>.
- Apriliana R, Fajar B, Ristiawan A. 2017. Pengaruh pemberian recombinant Growth Hormone (rGH) dengan dosis berbeda pada pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulusan hidup benih ikan tawes (*Puntius sp.*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 2(1): 49-58. DOI: <https://doi.org/10.14710/sat.v2i1.2561>.
- Atmojo A, Basuki F, Nugroho RA. 2017. Pengaruh pemberian rekombinan hormon pertumbuhan (rGH) melalui metode perendaman dengan lama waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva bawal air tawar (*Colossoma macropomum* Cuv) fry. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3): 1-9. <http://ejournal.sl.undip.ac.id/index.php/jamt>.
- Augusta TS. 2012. Aklimatisasi benih ikan nila (*Oreochromis spp.*) dengan pencampuran air gambut. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 1(2): 78-82.
- Boyd CE. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*, Brimingham Publishing Co. Alabama. 482 p.
- BSN (Badan Standar Nasional). 2009. Produksi ikan nila (*Oreochromis niloticus* Bleeker). Kelas benih sebar. BSN (Badan Standar Nasional). SNI 7550:2009. Jakarta. 16 hal.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 h.
- Fissabela F, Suminto, Nugroho RA. 2016. Pengaruh pemberian recombinant Growth Hormone (rGH) dengan dosis berbeda pada pakan komersial terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan patin (*P. pangasius*). *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*, 1(1): 1-9. doi: <https://doi.org/10.14710/sat.v1i1.2449>
- Habibi HR, Ewing R, Bajwa, Walker RL. 2003. Gastric uptake of recombinant growth hormone in rainbow trout. *Fish Physiology and Biochemistry*, 28: 463-467. <https://doi.org/10.1023/B:FISH.0000030630.81442.bc>
- Hadie LE, Kusnendar E, Priono B, Dewi RRSPS, Hadie W. 2018. Strategi dan kebijakan produksi pada budidaya ikan nila berdaya saing. *Jurnal Kebijakan Perikanan Indonesia*. 10(2): 75-85. <http://ejournal-balitbang.kkp.go.id/index.php/jkpi>.
- Handoyo B, Alimuddin, Utomo NBP. 2012. Pertumbuhan, konversi dan retensi pakan, dan proksimat tubuh benih ikan sidat yang diberi hormon pertumbuhan ikan kerapu kertang melalui perendaman. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(2): 132-140.
- Hardiantho D, Alimudin, Prasetyo AE, Yanti DH, Sumantadinata K. 2011. Aplikasi recombinan growth hormone ikan mas pada ikan nila melalui pakan buatan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 1: 17-22.
- Hayuningtyas EP & Kusrini E. 2016. Performa pertumbuhan ikan cupang alam (*Betta imbellis*) yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan melalui perendaman dan pakan alami. *Media Akuakultur*, 11(2): 87-95. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/ma.11.2.2016.87-95>.
- Hendriansyah A, Putra WKA, Miranti S. 2018. Nisbah konversi pakan benih ikan kerapu cantang (*Epinephelus fuscoguttatus* x *Epinephelus lanceolatus*) dengan pemberian dosis recombinant growth hormone (rGH) yang berbeda. *Intek Akuakultur*, 2(2): 1-12. doi: <https://doi.org/10.31629/intek.v2i2.525>.
- Ihsanudin I, Sri R, Tristiana Y. 2014. Pengaruh pemberian rekombinan

- hormon pertumbuhan (rGH) melalui metode oral dengan interval waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2): 94-102. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/5163>.
- Iskandar R & Elrifadah. 2015. Pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) yang diberi pakan buatan berbasis kiambang. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 40(1): 18-24. doi: <http://dx.doi.org/10.31602/zmip.v40i1.93>.
- Jayadi, Asni A, Ilmiah, Rosada I. 2021. Pengembangan usaha kampus melalui inovasi teknologi budidaya ikan nila dengan sistem modular pada kolam terpal di Kabupaten Pangkajene Kepulauan. *To Maega, Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(2): 196-207. doi:10.35914/tomaega.v4i2.753.
- Lesmana I. 2010. Produksi dan bioaktivitas protein rekombinan hormon pertumbuhan dari tiga jenis ikan budidaya. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor. <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/57531>.
- Laksana DP, Subaidah S, Junior MZ, Alimuddin. 2013. Pertumbuhan pasca-larva udang vaname yang diberi larutan hormon pertumbuhan rekombinan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 12(2): 95-100. <https://jurnal.ipb.ac.id/index.php/jai/article/view/9359>.
- Miao W & Wang W. 2020. Trends of aquaculture production and trade: Carp, tilapia, and shrimp. *Asian Fisheries Science*, 33: 1-10. 10.33997/j.afs.2020.33.S1.001.
- Moriyama S & Kawauchi H. 1990. Growth stimulation of juvenile salmonids by immersion in recombinant salmon growth hormone. *Nipp Suis Gakk*, 56(1): 31-34. <https://doi.org/10.2331/suisan.56.31>.
- Muhammad, Alimuddin, Zairin MJ, Carman O. 2014. Respons pertumbuhan dan efisiensi pakan pada ikan nila ukuran berbeda yang diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan. *Jurnal Riset Akuakultur*, 9(3): 407-415. doi: <http://dx.doi.org/10.15578/jra.9.3.2014.407-415>.
- Mustofa A, Hastuti S, Rachmawati D. 2018. Pengaruh periode pemuasaan terhadap efisiensi pemanfaatan pakan, pertumbuhan dan kelulushidupan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 7(1): 18-27. doi: <http://dx.doi.org/10.31941/penaakuatika.v17i2.705>.
- Pratama AE, Lumbessy SY, Azhar F. 2021. Pengaruh pemberian pakan komersial dengan campuran rekombinan Growth Hormone (rGH) pada budidaya ikan kakap putih (*Lates calcarifer*). *Jurnal Kelautan: Indonesian Journal of Marine Science and Technology*, 14(2): 164-174. doi: .
- Permana A, Priyadi A, Ginanjar R, Hadie W, Alimudin. 2015. Pemberian rekombinan hormon pertumbuhan ikan kerapu kertang rEIGH secara oral melalui pakan alami pada benih ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker, 1852). In: Sugama K, Kristanto AH, Radiarta IN, Lusiastuti AM, Kusdiarti, Priono B, Insan I, Dewi RRSPS, Gardenia L (Editor). 2015. *Prosiding Forum Inovasi Akuakultur*. Bogor 8-9 Juni 2015. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budidaya. Jakarta. pp 303-309.
- Perwito B, Hastuti S & Yuniarti T. 2015. Pengaruh lama waktu perendaman recombinant Growth Hormone (rGH) terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan larva nila salin (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(4): 117-126.

- <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/10070>
- Putri FS, Hasan Z, Haetami K. 2012. Pengaruh pemberian bakteri probiotik pada pelet yang mengandung kaliandra (*Calliandracalothyrsus*) terhadap pertumbuhan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(4): 283-291. <http://journal.unpad.ac.id/jpk/article/view/2572/2328>.
- Sawitri M, Tang UM, Syawal H. 2018. Penggunaan hormon pertumbuhan rekombinan terhadap pertumbuhan ikan selais (*Ompok hypophthalmus*). *Berkala Perikanan Terubuk*, 46(2): 34-41. doi: <http://dx.doi.org/10.31258/terubuk.46.2.34-41>.
- Setyawan PKF, Rejeki S, Nugroho RA. 2014. Pengaruh pemberian recombinant Growth Hormone (rGH) melalui metode perendaman dengan dosis yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan larva ikan nila larasati (*Oreochromis niloticus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(2): 69-76. <https://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/5061>.
- Sutarjo GA, Refki M, Zubaidah A, Handajani A, Andriawan S. 2020. Recombinant growth hormone supplemented on feed to the growth performance of *Barbodes* *binotatus*. *AACL Bioflux*, 13(3): 1682-1688.
- Suryaningrum FM. 2012. Aplikasi teknologi bioflock pada pemeliharaan benih ikan nila (*Oreochromis niloticus*). Tesis. Program Pascasarjana. Universitas Terbuka.
- Sutiana, Erlangga, Zulfikar. 2017. Pengaruh dosis hormon rGH dan tiroksin dalam pakan terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan koi (*Cyprinus carpio* L.). *Aquatic Science Journal*, 4(2): 76-82. doi: .
- Tacon AG. 1987. The nutrition and feeding of farmed fish and shrimp-A training manual. FAO of the United Nations. Brazil. pp. 106-109.
- Triwinarso WH, Basuki F & Yuniarti T. 2014. Pengaruh pemberian rekombinan hormon pertumbuhan (rGH) melalui metode perendaman dengan lama waktu yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan lele varietas sangkuriang. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 3(4), 265-272. [index.php/jamt/article/view/7342](http://ejournal3.undip.ac.id/index.php/jamt/article/view/7342).
- Zulfikar, Irawan H, Putra WKA. 2018. Tingkat efisiensi pakan dan pertumbuhan benih ikan bawal bintang dengan pemberian dosis recombinant Growth Hormone (rGH) yang berbeda. *Intek Akuakultur*, 2(2): 58-69.

Biologi reproduksi ikan betok *Anabas testudineus* (Bloch 1792) di Danau Tempe Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan

[Reproductive biology climbing perch *Anabas testudineus* (Bloch 1792) at Danau Tempe
Kabupaten Wajo South Sulawesi]

Hasnidar¹, Andi Tamsil¹, Ernaningsih², Hasrun², Andi Muhammad Akram³

¹ Jurusan Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

² Jurusan Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan

³ Jurusan Sipil, Fakultas Teknik

Universitas Muslim Indonesia

Jl. Urip Sumoharjo Km. 05, Makassar 90231.

hasnidar.yasin@umi.ac.id, andi.tamsil@umi.ac.id, ernaningsih.aras@umi.ac.id, hasrun.hasrun@umi.ac.id,
andi.akram@umi.ac.id

Diterima: 25 Juli 2021; Disetujui: 15 Januari 2022

Abstrak

Tekanan eksploitasi yang tinggi dan kondisi lingkungan Danau Tempe yang semakin menurun akibat pencemaran, sedimentasi, pertumbuhan gulma air, dan hadirnya ikan asing invasif, yaitu ikan sapu-sapu, diduga telah memberikan pengaruh buruk terhadap salah satu ikan asli yaitu ikan betok (*Anabas testudineus*). Penelitian bertujuan untuk menganalisis kondisi biologi reproduksi ikan betok. Ikan sampel ditangkap menggunakan jaring insang dari Januari-April 2021. Panjang total ikan diukur dengan jangka sorong (cm) dan bobot ditimbang (g) dengan timbangan analitik. Gonad ikan diawetkan dalam larutan formalin 4%. Fekunditas ikan dihitung berdasarkan metode gravimetrik. Sebaran ukuran panjang ikan jantan dan betina masing-masing 7,5 - 15,5 dan 7,5 - 17,5 cm. Panjang maksimum ikan betok yang tertangkap yaitu 17,5 cm lebih kecil dari panjang maksimum yang pernah tertangkap yaitu 35,0 cm, dan panjang rata-rata yaitu 9,56 cm lebih kecil dari panjang rata-rata ikan betok yaitu 12,5 cm. Nisbah ikan jantan dan betina secara keseluruhan sebesar 1,1 : 0,9 atau 53% : 47%; sedangkan nisbah kelamin jantan dan betina dalam pemijahan yaitu 38% : 62%. Ikan betok bersifat poligami yakni ikan jantan memiliki beberapa pasangan dalam satu musim pemijahan. Musim pemijahan berlangsung sepanjang bulan penelitian dengan puncak musim pemijahan pada Februari dengan pola pemijah serentak. Fekunditas berkisar antara 253- 10.237 telur dengan nilai rata-rata 2.571 telur. Hubungan panjang dan bobot dengan fekunditas sangat kuat. Pola pertumbuhan ikan jantan dan betina adalah allometrik negatif.

Kata penting: Danau Tempe, ikan betok, pemijahan, pemijah serentak

Abstract

The high exploitation pressure and decreasing environmental conditions of Lake Tempe due to pollution, sedimentation, growth of aquatic weeds, and the presence of invasive alien fish, namely suckermouth catfish, are thought to have harmed one of the native fish, namely climbing perch (*Anabas testudineus*). The research aims to analyze the reproductive biology of climbing perch. Fish were caught using gill nets from January to April 2021. The total length of the fish was measured using a caliper (cm), and the weight (g) was measured using an analytical balance. Fish gonads were preserved in a 4% formalin solution. Fish fecundity was calculated based on the gravimetric method. The length distribution of male and female fish was 7.5 - 15.5 and 7.5 - 17.5 cm, respectively. The maximum climbing perch caught was 17.5 cm smaller than the maximum length ever caught, which was 35.0 cm, and the average size was 9.56 cm smaller than the average length of climbing perch, which was 12.5 cm. The ratio of male and female fish as a whole was 1.1: 0.9 or 53%: 47%, while the sex ratio of males and females in spawning was 38%: 62%. Climbing perch is polygamous, i.e., male fish have several partners in one spawning season. The spawning season lasted throughout the research period, with the spawning season's peak in February with a total spawner pattern. Fecundity ranged from 253-10,237 eggs with an average value of 2,571 eggs, and the relationship between length and weight with fecundity was very strong. The growth pattern of male and female fish was negative allometric.

Keywords: Climbing perch, Lake Tempe, spawning, total spawner

Pendahuluan

Ikan betok *Anabas testudineus* (Bloch 1792) adalah ikan asli di Danau Tempe selain belut (*Monopterus albus*), blosoh/bungo (*Glossogobius aureus*), dan gabus (*Channa striata*) (Dina *et al.* 2019). Selain ikan asli, terdapat ikan introduksi di Danau Tempe. Saat ini, produksi ikan di Danau Tempe didominasi oleh ikan-ikan introduksi, sementara produksi ikan-ikan asli terus menurun. Berdasarkan laporan Nasution (2015), ikan yang dominan ditemukan yaitu sepat siam (*Trichopodus pectoralis*) dan ikan nilam (*Osteochilus vittatus*); selanjutnya berdasarkan data Dinas Kelautan dan Perikanan (2016), ikan sepat siam (*T. pectoralis*), nila (*Oreochromis niloticus*), dan tawes (*Barbonymus gonionotus*); Dina *et al.* (2020) melaporkan ikan paling dominan yang ditemukan baik pada wilayah danau yang tergenang permanen maupun tidak tergenang permanen yaitu ikan tawes.

Dominannya ikan-ikan introduksi menjadi masalah terhadap menurunnya keanekaragaman ikan asli. Menurut Wargasasmita (2005), di Indonesia tercatat 87 spesies ikan yang terancam punah, 57 spesies diantaranya adalah ikan air tawar. Kepunahan tersebut disebabkan oleh berbagai faktor antara lain: eksploitasi ikan yang berlebih, introduksi spesies baru, pencemaran, habitat yang hilang dan berubah, serta perubahan iklim global (Syafei 2017). Faktor-faktor tersebut juga terjadi di Danau Tempe, bahkan diperberat

dengan terjadinya sedimentasi yang tinggi, penggunaan alat tangkap yang tidak ramah lingkungan (Nasution 2015), eutrikifikasi (Samuel *et al.* 2012), pertumbuhan gulma air (eceng gondok) yang semakin padat, dan permasalahan lain yang cukup serius seperti hadirnya spesies asing invasif (SAI) yaitu ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) (Hasnidar *et al.* 2021). Tingginya populasi ikan sapu-sapu menyebabkan hasil tangkapan nelayan terhadap ikan target semakin menurun sebaliknya tangkapan ikan non target/buangan (ikan sapu-sapu) lebih besar (Hasrianti *et al.* 2020). Kehadiran ikan asing invasif akan berdampak pada ekosistem perairan melalui persaingan makanan, habitat, dan bahkan dapat menjadi predator terhadap ikan asli dan endemik, serta sebagai agen berbagai penyakit. Hal tersebut seringkali mengubah komposisi spesies dan struktur komunitas ikan, mendominasi dan menyingkirkan ikan asli dan ikan endemik (Syafei & Sudinno 2018).

Permasalahan lingkungan di Danau Tempe diduga telah memberikan pengaruh buruk terhadap salah satu populasi ikan asli yaitu ikan betok. Berdasarkan hasil wawancara nelayan setempat, produksi ikan betok semakin menurun dan ukuran ikan yang tertangkap semakin kecil. Gejala tersebut termasuk ciri sumberdaya yang mengalami tekanan eksploitasi berlebih. Menurut Israel & Banzon (1997), eksploitasi berlebih terjadi karena ikan yang tertangkap belum mempunyai

kesempatan untuk tumbuh; proses reproduksi terganggu akibat penangkapan ikan dewasa yang tinggi; ikan tidak dapat tumbuh optimal karena kerusakan lingkungan. Faktor lingkungan merupakan faktor eksternal yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan reproduksi ikan. Kondisi lingkungan yang kurang baik akan menyebabkan energi banyak digunakan untuk adaptasi lingkungan sehingga energi untuk tumbuh dan bereproduksi menurun. Berdasarkan kepada permasalahan lingkungan Danau Tempe tersebut, maka sangat penting melakukan analisis biologi reproduksi ikan betok, hasilnya dapat menjadi rujukan untuk pengelolaan ikan betok yang akan datang.

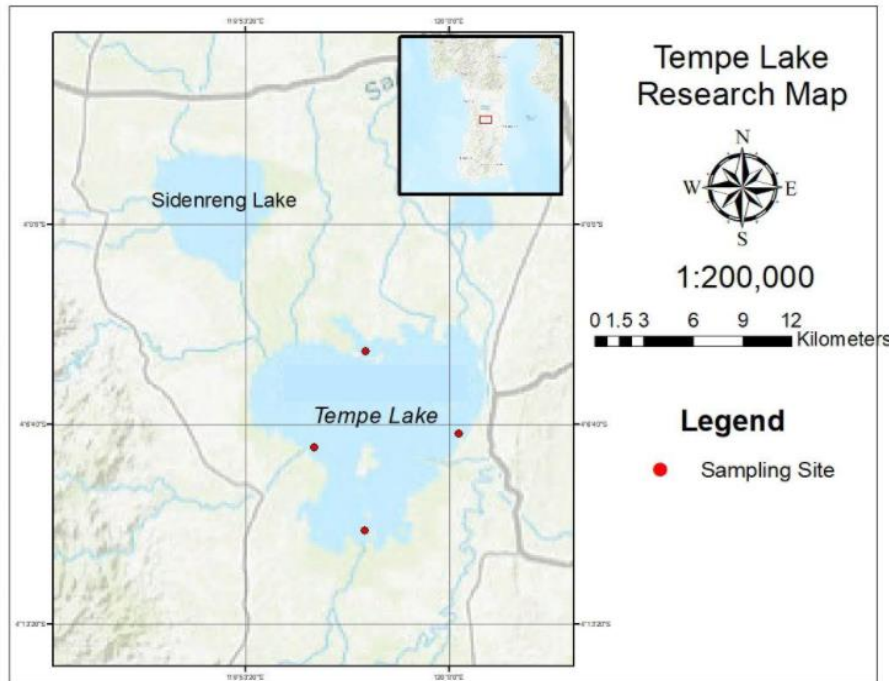
Kajian biologi reproduksi ikan betok dari berbagai habitat seperti di perairan Bangladesh (Hasan *et al.* 2007), menemukan fekunditas ikan betok berkisar antara 113,285-1025,423/kg (rata-rata $553,708 \pm 41,041$ /kg). Di Rawa Banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur Ernawati *et al.* (2009) mendapatkan fekunditas berkisar antara 964-30.208 butir (rata-rata 7.496 ± 5176 butir) dan matang gonad sebelum waktunya (pada ukuran yang lebih kecil). Marimuthu *et al.* (2009) menemukan fekunditas berkisar antara 3.120-84.690 butir (rata-rata 36.804 ± 2.289) untuk ikan dengan panjang total 12,4–19,2 cm (rata-rata $16,13 \pm 0,25$); dan bobot 33,22-137,19 g (rata-rata $1181,85 \pm 356,12$ g) di perairan Kedah Malaysia. Di rawa banjiran Kecamatan Gandus Palembang Helmizuryani (2013) mendapatkan fekun-

ditas berkisar antara 168-958 butir, tipe pemijahan total (memijahkan telurnya secara keseluruhan) dan musim pemijahannya diduga pada awal musim penghujan. Di Paparan banjir Lubuk Lampam Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan Prianto *et al.* (2014), menemukan kisaran panjang ikan betina antara 2,7-22,4 cm, jantan antara 4,8-24,3 cm, fekunditas berkisar antara 224–182.736 butir dengan tipe pemijahan parsial. Di Waduk Sempor, Kebumen Jawa Tengah (Turyati *et al.* 2017) mendapatkan fekunditas ikan betok berkisar antara 336 - 21.616 butir. Di Vietnam (Uddin *et al.* 2017), fekunditas ikan betok selama bulan April adalah 16.833 ± 673 butir dan selama Juli adalah 46.186 ± 2.219 butir.

Kajian tentang biologi reproduksi ikan betok dari Danau Tempe belum dilakukan, oleh karena itu tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis kondisi biologi reproduksi ikan betok meliputi sebaran frekuensi panjang, nisbah kelamin, hubungan panjang dan bobot, Tingkat Kematangan Gonad (TKG), dan fekunditasnya.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan di Danau Tempe yang terletak di Kabupaten Wajo, Sulawesi Selatan (Gambar 1). Pengambilan sampel dilakukan setiap minggu selama empat bulan, dimulai bulan Januari–April 2021, menggunakan jaring insang berukuran panjang 20 m, tinggi 1 m dengan ukuran mata jaring) 5,5 cm. Sampel ikan yang tertangkap terlebih



Gambar 1 Danau Tempe Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan, sebagai lokasi pengambilan sampel ikan betok.

dahulu dibersihkan, ditiriskan kemudian dimasukkan ke dalam kotak plastik (*cool box*) dan diberi es batu. Pengamatan sampel dilakukan di Laboratorium Rekayasa Biota dan Lingkungan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Muslim Indonesia (UMI), Makassar.

Ikan sampel diukur panjang total (cm) dan ditimbang bobotnya (g), masing-masing menggunakan papan ukur ikan berketelitian 0,1 cm, dan timbangan analitik berketelitian 0,01 gram. Sebaran ukuran ikan betok dibuat dalam bentuk interval kelas panjang 1 cm. Penentuan nisbah jantan dan betina dilakukan dengan menghitung jumlah ikan jantan dan ikan betina yang tertangkap dengan menggunakan rumus menurut Effendie (1979), yaitu:

$$N = \frac{A}{B} \times 100$$

Keterangan:

N = nisbah kelamin (jantan atau betina) (%)

A = jumlah jenis ikan tertentu (jantan atau betina)

B = jumlah total individu ikan yang ada.

Untuk selanjutnya, keseragaman nisbah kelamin diuji dengan menggunakan uji Chi-square (Steel & Torrie 1993):

$$\chi^2 = \frac{\sum (oi - ei)^2}{ei}$$

Keterangan:

χ^2 = Nilai bagi peubah acak yang sebaran penarikan contohnya mendekati sebaran Chi-square

oi = Frekuensi ikan jantan dan betina yang teramati

ei = Frekuensi harapan dari ikan jantan dan betina.

Hubungan panjang bobot dianalisis dengan menggunakan rumus Effendie (1997) yaitu:

$$W=aL^b$$

Keterangan:

W= bobot tubuh ikan (g);

L= panjang total ikan (cm);

a & b = konstanta.

Untuk mendapatkan persamaan tersebut nilai W dan L ditransformasi ke dalam logaritma (basis 10) sebagai berikut:

$$\log W = \log a + b \log L$$

Keterangan:

W : bobot tubuh ikan (g);

L : panjang total ikan (cm);

a : suatu koefisien determinasi;

b : suatu eksponen yang menunjukkan isometrik atau allometrik.

Nilai b yang diperoleh digunakan untuk menduga kedua parameter (panjang dan bobot) yang dianalisis, dengan hipotesis: 1) Jika nilai $b = 3$ menunjukkan pola pertumbuhan isometrik 2) Jika nilai $b \neq 3$ menunjukkan pola pertumbuhan allometrik a) Jika $b > 3$: penambahan bobot lebih cepat (allometrik positif) b) Jika $b < 3$: penambahan panjang lebih cepat (allometrik negatif)

Penentuan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan jantan dan betina dilakukan secara morfologi, yaitu mengamati bentuk, warna, ukuran, posisi gonad di dalam rongga perut menurut modifikasi Cassie *in* Effendie (1979).

Selanjutnya untuk menghitung fekunditas dilakukan dengan cara ikan betina dibedah, seluruh gonad diangkat dan ditimbang

(Bg), selanjutnya menimbang sub bagian gonad (Bs) yang diambil dari bagian anterior, tengah, dan posterior gonad. Sub bagian gonad disimpan dalam cairan Gilson (Bagenal & Tesch 1978), selanjutnya dihitung jumlah telur yang terdapat pada sub bagian gonad (Fs) tersebut. Fekunditas total dihitung menggunakan metode gravimetrik (Lagler 1978).

$$F = \left(\frac{Bg}{Bs} \right) \times Fs$$

Keterangan:

F = fekunditas total (butir);

Fs = jumlah telur pada sub bagian gonad (butir);

Bg = bobot seluruh gonad (g);

Bs = bobot sub bagian gonad (g).

Hubungan antara fekunditas dengan panjang dan bobot ikan menggunakan rumus Effendie (1997) sebagai berikut:

$$F = aL^b \text{ dan } F = aW^b$$

Keterangan:

F = fekunditas,

L = panjang ikan (cm),

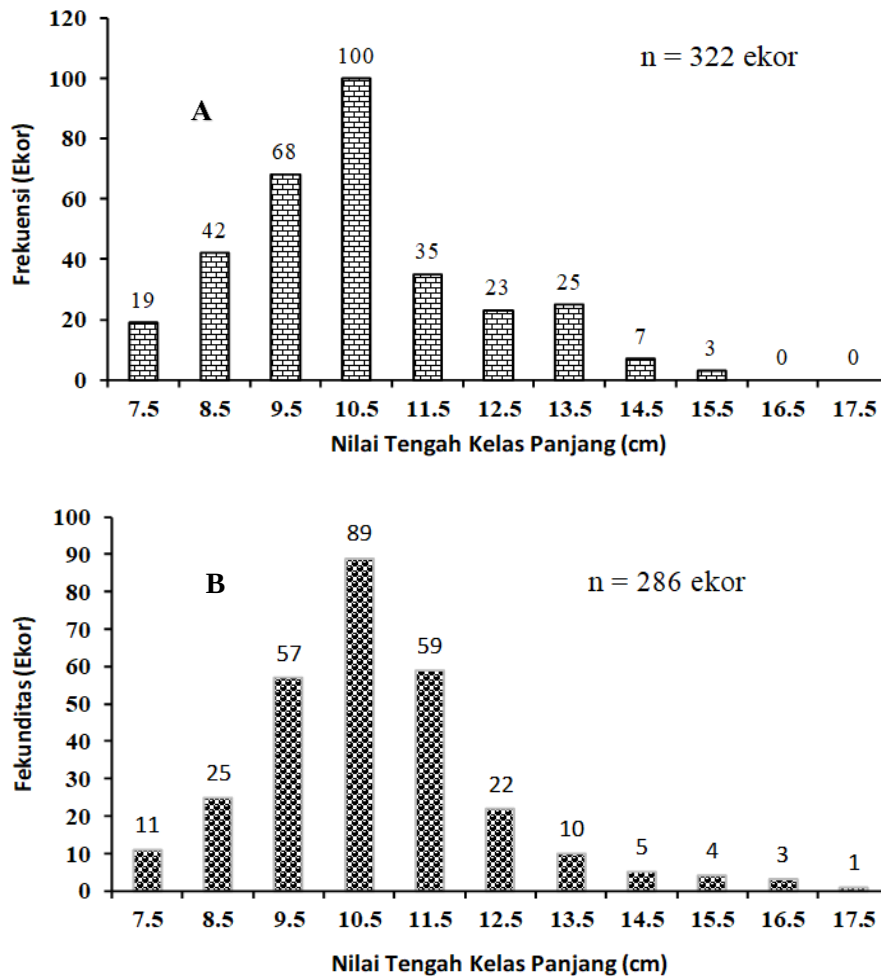
W = bobot ikan (g),

a dan b = konstanta

Hasil

Sebaran frekuensi panjang

Jumlah ikan betok yang teramati sebanyak 608 ekor. Ikan betok jantan yang tertangkap sebanyak 322 ekor, berdasarkan sebaran frekuensi panjang menunjukkan bahwa ukuran panjang ikan yang tertangkap berkisar antara 7,5-15,5 cm. Proporsi terbesar didapatkan pada ukuran panjang 10,5 cm sebanyak 100 ekor atau 31,05% dan proporsi terkecil pada ukuran 15,5 cm sebanyak 3 ekor



Gambar 2 Penyebaran frekuensi panjang ikan betok jantan (A) dan betina (B)

atau 0,93% (Gambar 2 A). Ikan betok betina yang tertangkap sebanyak 286 ekor, dan sebaran frekuensi panjangnya berkisar antara 7,5–17,5 cm. Proporsi terbesar didapatkan pada ukuran 10,5 cm sebanyak 89 ekor atau 31,11% dan proporsi terkecil pada ukuran 16,5 sebanyak 3 ekor atau 1,05% (Gambar 2B).

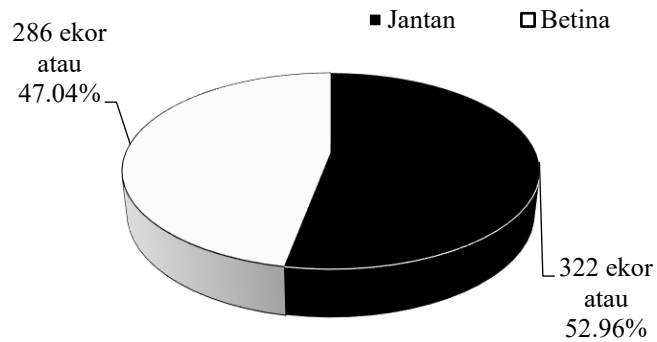
Nisbah kelamin jantan dan betina

Analisis uji Chi-square menghasilkan nisbah kelamin ikan betok jantan dan betina pada penelitian ini sebesar 1,1:0,9 atau

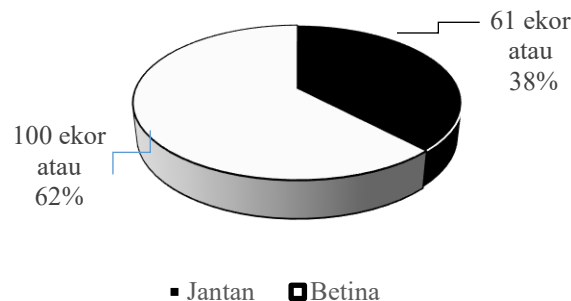
53%:47% (Gambar 3). Hasil perhitungan nisbah kelamin antara ikan jantan dan betina dari ikan yang dalam keadaan matang gonad (TKG IV) adalah 1:1,6 atau 38% : 62% (Gambar 4).

Hubungan panjang bobot

Hasil analisis hubungan panjang-bobot ikan betok jantan diperoleh model hubungan: $W = 0,11 L^{2,15}$, betina diperoleh model hubungan $W = 0,03 L^{2,74}$ (Gambar 5). Hasil uji t diperoleh nilai b ikan betok jantan dan betina berbeda dengan 3 ($b \neq 3$) sehingga dapat di-



Gambar 3 Persentase antara ikan betok jantan dan betina



Gambar 4 Persentase antara ikan betok jantan dan betina pada TKG IV

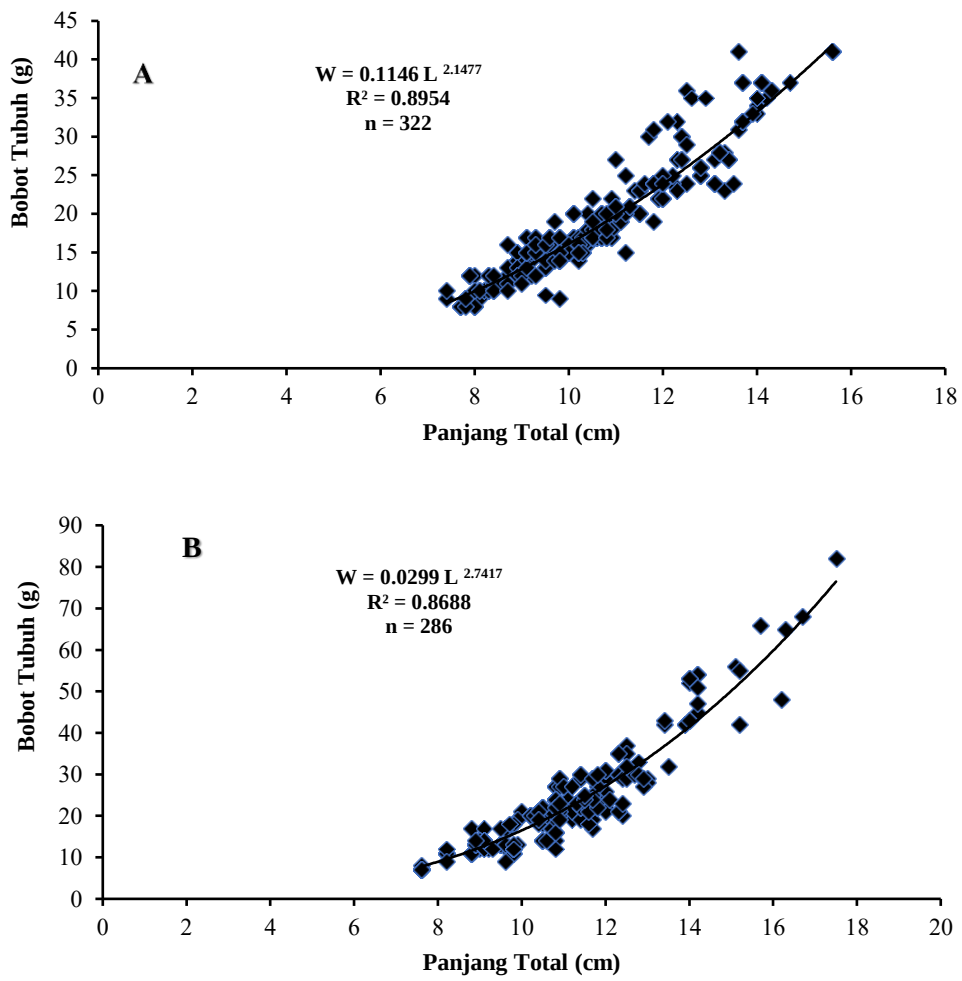
simpulkan bahwa pola pertumbuhan ikan betok jantan dan betina adalah allometrik. Karena nilai $b < 3$ maka disebut allometrik negatif.

Tingkat Kematangan Gonad

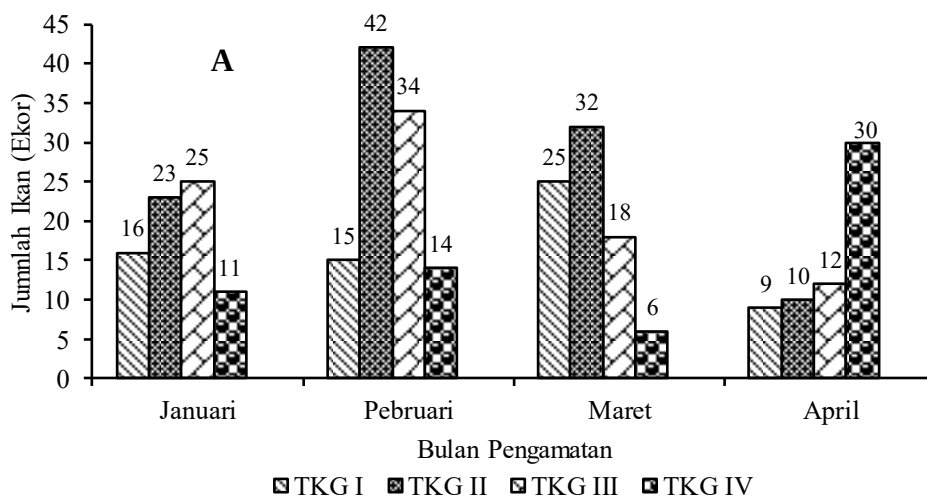
Hasil pengamatan TKG ikan betok tersaji pada Tabel 1, penentuan kriteria TKG tersebut berdasarkan pada morfologi, bentuk, warna dan posisi gonad di dalam rongga perut.

Perkembangan gonad (ovari dan testis) ikan betok secara morfologi diklasifikasikan kedalam lima tingkatan, sesuai dengan petunjuk Effendie (1979) dan Tamsil & Hasnidar (2019). Jumlah ikan betok jantan

dan betina hubungannya dengan TKG menunjukkan bahwa ikan betok jantan ditemukan pada tingkatan TKG I-IV (Gambar 6). Kondisi gonad ikan betok jantan antara TKG I & V sulit dibedakan, namun ciri gonad TKG I lebih tipis dan warna lebih bening dibanding TKG V, pada penelitian ini tidak ditemukan TKG V jantan. Pada ikan betok betina ditemukan pada tingkatan TKG yaitu I-V (Gambar 7). Ikan betok jantan dan betina matang gonad (TKG IV) ditemukan pada setiap bulan pengamatan yaitu dari bulan januari-April.



Gambar 5 Hubungan panjang bobot ikan betok jantan (A) dan betina (B)

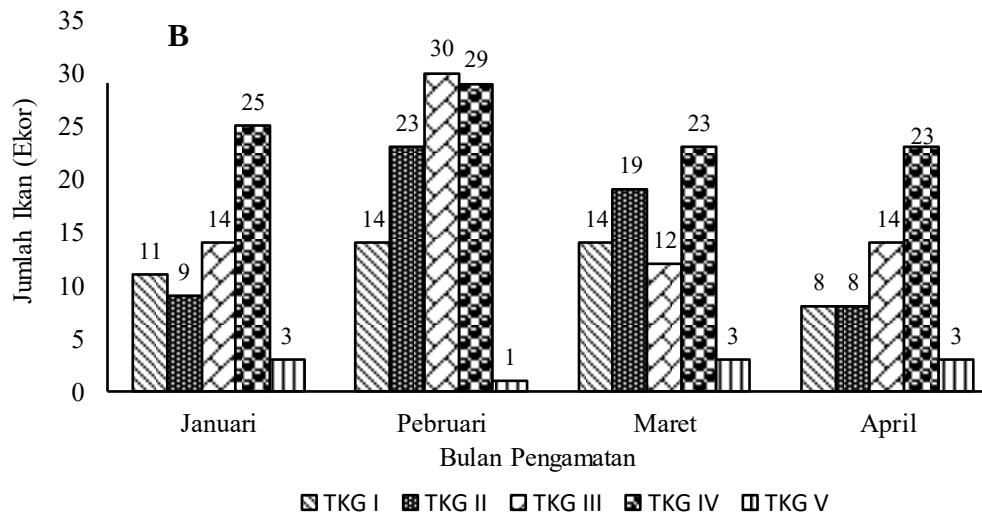


Gambar 6 Jumlah ikan betok jantan berdasarkan TKG & waktu pengamatan

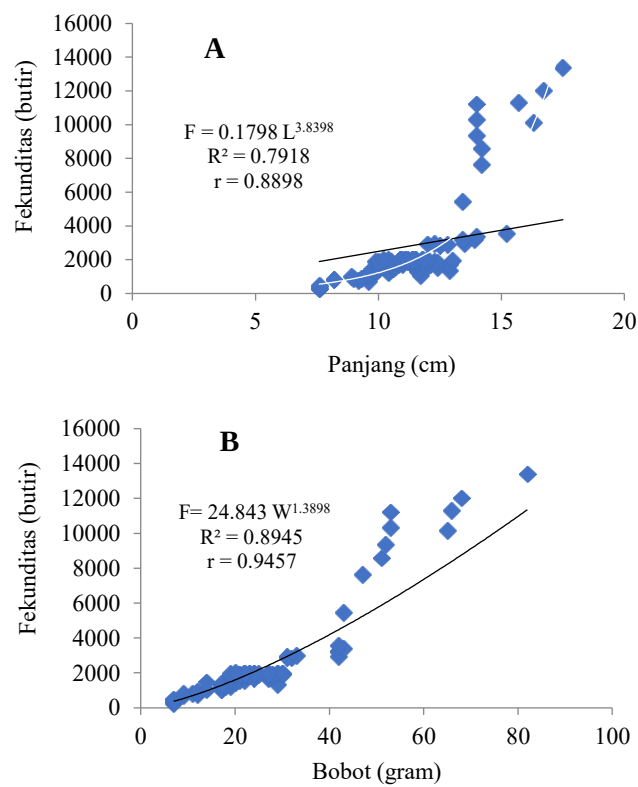
Tabel 1 Tingkat Kematangan Gonad (TKG) ikan betok betina dan jantan

TKG	Ovari	Testes
I (belum berkembang)	Ovari berukuran kecil, bentuknya memanjang, berwarna putih bening, berisi cairan berwarna putih bening dan kental, butiran telur belum terlihat, diperkirakan mengisi <15% rongga perut.	Testes memanjang tipis, berwarna putih bening
II (Perkembangan awal)	Ovari semakin besar lebih besar dari ovarium TKG I, berwarna kuning pucat, butiran telur sudah nampak terlihat, diperkirakan mengisi ruang 20-30% rongga perut.	Testes membesar, lebih besar dari testes TKG I; berwarna putih.
III (Perkembangan akhir)	Ovari sudah mulai membesar, berwarna kuning, butiran telur sudah terlihat dengan jelas namun butiran telur masih susah dipisahkan. Diperkirakan mengisi hampir 30%-50% rongga perut.	Testes semakin besar lebih besar dari TKG II, permukaan testes tampak mulai bergerigi. Warna putih
IV (Matang, siap dipijahkan)	Ovari semakin besar, warna kuning mendekati orange, butiran telur terlihat jelas. Diperkirakan mengisi 50-70% rongga perut.	Testes semakin besar lebih besar dari TKG III dan sudah terlihat jelas, permukaan testes berlekuk-lekuk. Berwarna putih susu.
V (sudah mijah)	Ovari berkerut, dinding ovarium tebal, warna kuning berisi telur-telur sisa yang tidak dipijahkan.	Testes berkerut, kelihatan seperti TKG I

..



Gambar 7 Jumlah ikan betok betina berdasarkan TKG & waktu pengamatan



Gambar 8 Hubungan antara fekunditas dengan panjang (A) dan bobot (B) ikan betok

..

Fekunditas

Jumlah ikan betina yang matang gonad (TKG IV) sebanyak 100 ekor dengan kisaram panjang yaitu 7,5–17,5 cm dan bobot 7–82 g. Fekunditas ikan betok yang diperoleh dari hasil penelitian ini berkisar antara 253–13.398 butir dengan nilai rata-rata 2.571 butir. Hasil analisis hubungan antara panjang dan bobot dengan fekunditas ikan betok menunjukkan korelasi yang kuat (Gambar 8).

Pembahasan

Sebaran ukuran panjang ikan betok jantan yang tertangkap yaitu 7,5–15,5 cm dan betina yaitu 7,5–17,5 cm; proporsi terbesar yang tertangkap pada ikan jantan dan betina sama yaitu ukuran 10,5 cm. Sebaran ukuran ikan betok tersebut berbeda dengan ikan betok dari rawa banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur sebaran ukuran jantan maupun betina sama yaitu 7,1–19,5 cm (Ernawati *et al.* 2009); di Paparan Banjiran Lubuk Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan yaitu jantan 4,8–24,3 cm dan betina 2,7–22,4 cm (Prianto *et al.* 2014); ikan betok dari Danau Kuttanad Kerala, India sebaran ukuran panjang 7,7–18,4 cm (rata-rata 12,73 cm) (Kumary & Raj 2016); ikan betok dari perairan Kabupaten Sigi, Sulawesi Tengah sebaran ukuran panjang jantan dan betina sama yaitu 4,0–16,3 cm; ukuran panjang rata-rata betina 11,6 cm dan jantan 9,6 cm (Ndobe *et al.* 2019); ikan betok dari Sungai Batang Martapura Kalimantan selatan yaitu 8,0–8,9 cm (Ahmadi 2019). Panjang maksimum ikan betok yang

tertangkap di Danau Tempe yaitu 17,5 cm lebih kecil daripada panjang maksimum yang pernah tertangkap yaitu 35,0 cm (Kuncoro 2009) dan panjang ikan yang dominan tertangkap yaitu 10,5 cm lebih kecil dari panjang ikan betok tertangkap yaitu 12,5 cm (Davidson 1975). Perbedaan ini diduga disebabkan oleh perbedaan lokasi penangkapan dan kondisi lingkungan. Pertumbuhan ikan betok yang kecil diduga karena ikan ini kurang mampu bersaing untuk mendapatkan makanan dan ruang gerak untuk tumbuh dan berkembang secara optimal. Menurut Ernawati *et al.* (2009), sebaran ukuran ikan dapat berbeda selain karena faktor genetis juga karena kondisi lingkungan yang berbeda. Selanjutnya Agustinus & Minggawati (2019) menyatakan bahwa pertumbuhan panjang dan bobot ikan betok dipengaruhi oleh ketersediaan pakan, kondisi lingkungan dan ikan bebas dari serangan hama dan penyakit. Kondisi lingkungan yang menurun akibat pencemaran (Bahri 2016), pengkayaan bahan organik (Samuel *et al.* 2012; Aisyah & Nomosatryo 2016; Bahri 2016); pendangkalan dan pesatnya pertumbuhan gulma air (Nugraha *et al.* 2019) serta hadirnya ikan sapu-sapu (Hasnidar *et al.* 2021) menyebabkan sebahagian besar energi ikan digunakan untuk penyesuaian diri terhadap lingkungan daripada ke pertumbuhan.

Jumlah ikan betok yang teramati sebanyak 608 ekor, terdiri dari ikan jantan sebanyak 322 ekor dan betina sebanyak 286 ekor. Hasil analisis uji Chi-square menghasilkan nisbah kelamin ikan jantan dan betina

pada penelitian ini sebesar 1,1 : 0,9 atau 53% : 47% (Gambar 4). Nisbah kelamin ikan betok yang tertangkap di Danau Tempe tidak seimbang yaitu ikan jantan lebih banyak dibanding dengan ikan betina (Gambar 4). Hasil yang sama ikan betok dari Rawa Banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur Kalimantan Timur (Ernawati *et al.* 2009). Namun berbeda dengan nisbah kelamin ikan betok di Paparan Banjiran Lubuk Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir dimana nisbah ikan jantan dan ikan betina yaitu 0,57 : 1 (Prianto *et al.* 2014); di Waduk Sempor Kebumen yaitu 1 : 1,17 (Turyati *et al.* 2017). Menurut Jakob (2005), di alam perbandingan antara jantan dan betina biasanya 1:1. Berdasarkan nisbah kelamin ikan betok hasil penelitian ini dimana ikan betina lebih sedikit dibandingkan dengan jantan. Ikan betina merupakan penentu utama keberlanjutan populasi karena ikan betinalah sebagai penghasil telur yang akan menghasilkan individu baru. Kondisi perairan Danau Tempe yang mengalami pencemaran terutama dari limbah pertanian menyebabkan pesatnya pertumbuhan gulma air (eceng gondok dan kangkung) sehingga ruang gerak ikan semakin terbatas dan hadirnya ikan sapu-sapu diduga menjadi penyebab ikan-ikan asli mengalami tekanan sehingga berpengaruh terhadap jumlah populasi ikan betok yang semakin menurun (Nasution 2015; Dina *et al.* 2019; Hasnidar *et al.* 2021).

Nisbah kelamin antara jantan dan betina berdasarkan jumlah ikan yang matang gonad TKG IV menunjukkan jumlah betina matang

lebih banyak daripada jantan yaitu 38:62%, jadi pasangan pemijahan ikan betok adalah satu jantan dan dua betina. Hal yang sama dilaporkan oleh Zworykin (2012) bahwa pasangan dalam pemijahan ikan betok adalah poligami artinya ikan jantan memiliki beberapa pasangan dalam satu musim pemijahan. Namun berbeda dengan ikan betok dari Rawa banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur dimana nisbah kelamin jantan dan betina 1:1 mengindikasikan bahwa ikan betok memiliki pasangan perkawinan satu jantan dan satu betina (Ernawati *et al.* 2009). Herjayanto *et al.* (2016) mengemukakan bahwa tiap spesies ikan memiliki nisbah kelamin jantan : betina optimal yang berbeda untuk pemijahan. Ikan sapu-sapu dari Danau Tempe memiliki pasangan pemijahan satu jantan dan dua betina (Hasnidar *et al.* 2021).

Hubungan panjang bobot ikan betok baik jantan maupun betina memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif, yaitu pertumbuhan panjang lebih dominan daripada penambahan bobot (Gambar 6). Hubungan antara panjang dan bobot ikan betok pada perairan yang berbeda disajikan pada Tabel 2.

Perbedaan pola pertumbuhan tersebut diduga karena perbedaan kondisi perairan masing-masing ikan. Menurut Froese (2006), di daerah tropik faktor penting yang berpengaruh terhadap pertumbuhan adalah ketersediaan makanan, oleh karena itu spesies ikan yang sama pada lokasi yang berbeda akan memiliki pola pertumbuhan yang berbeda karena faktor tersebut. Selain makanan, faktor lainnya adalah kondisi biologis

Tabel 2 Hubungan panjang dan bobot ikan betok pada beberapa perairan yang berbeda

Nama perairan	Pola pertumbuhan ikan	Pustaka
Danau Tempe, Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan	Allometrik negatif	Hasil penelitian ini
Rawa Desa Tetatak Bulu, Kabupaten Kampar Riau	Allometrik positif	Pulungan & Amin 1990
Danau Melintang Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur	Jantan (isometrik), betina (allometrik positif)	Mustakim 2008
Rawa banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur	Allometrik negatif	Ernawati <i>et al.</i> 2009
Danau Kuttanad Kerala, India	Allometrik negatif	Kumary & Raj 2016
Paparan Banjiran Lubuk Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan	Allometrik negatif	Prianto <i>et al.</i> 2014; Nurdawati <i>et al.</i> 2019
Sungai Batang, Kabupaten Martapura, Kalimantan Selatan	Allometrik negatif	Ahmadi 2019
Perairan Kabupaten Sigi Propinsi Sulawesi Tengah	Jantan (allometrik negatif), betina (isometrik)	Ndobe <i>et al.</i> 2019

ikan seperti perkembangan gonad (Froese 2006); kondisi fisiologis dan kondisi lingkungan seperti suhu, pH, salinitas, letak geografis, dan teknik sampling (Jenning *et al.* 2001).

Berdasarkan analisis morfologi ovarium pada TKG V (setelah mijah), jumlah telur sisa yang tidak dipijahkan sangat sedikit, sehingga diduga ikan betok memijahkan telur-telurnya sekaligus. Hal yang sama dikemukakan oleh Jacob (2005); Ernawati *et al.* 2009; Helmizuryani (2013). Namun berbeda dengan hasil yang ditemukan oleh Prianto *et al.* (2014) dan Uddin *et al.* (2017) bahwa ikan betok adalah pemijah parsial. Perbedaan hasil tersebut diduga karena faktor lingkungan terutama ketersediaan makanan. Pada proses reproduksi sebahagian besar energi hasil

metabolisme tertuju kepada perkembangan gonad. Apabila energi tidak cukup maka diduga akan mempengaruhi sintesis dan pelepasan hormon gonadotropin sehingga proses reproduksi menjadi terhambat dan bahkan ikan dapat menunda proses reproduksinya. Selain itu, walaupun terjadi proses reproduksi yang diawali dengan pematangan gonad, tetapi hanya sebahagian telur-telur dalam gonad yang matang sisanya diserap kembali. Menurut Sinjal *et al.* (2014), kekurangan pakan dapat menyebabkan kelenjar adenohipofisis menghasilkan hormon gonadotropin rendah sehingga respon ovarium kurang atau mungkin gagal menghasilkan estrogen sehingga tidak terjadi proses perkembangan telur (vitelogenesis).

Tabel 3 Fekunditas ikan betok pada beberapa perairan di Indonesia

Nama Perairan	Panjang (mm)	Bobot (g)	Kisaran fekunditas (butir)	Rata-rata fekunditas (butir)
Danau Tempe	75-175	7-82	253-13.398	2.571
¹ Sungai Petani, Kedah, Malaysia	120 -190	33 -137	3.120-84.690	36.804
² Rawa banjiran DAS Mahakam	91 -183	13 - 81	964–30.208	7.496
³ Danau Taliwang, Sumbawa Barat	86-175	11,22-93,80	1.128-13.218	
⁴ Paparan Banjiran Lubuk Lampam, Kabupaten Ogan Komerling Ilir	133-190	-	224-182.736	11.862
⁵ Waduk Sempor Kebumen, Jawa Tengah	89 - 90	12,26 - 13,58	336 - 21.616	4.250

¹Marimuthu *et al.* 2009; ²Ernawati *et al.* 2009; ³Mawardi 2012; ⁴Prianto *et al.* 2014; ⁵Turyati *et al.* 2017.

Jumlah ikan betok jantan dan betina pada masing-masing TKG ditemukan bervariasi, ikan jantan ditemukan terbanyak yaitu pada TKG II sedangkan betina TKG IV. Berdasarkan variasi TKG tersebut maka diduga musim pemijahan ikan betok relatif panjang dan aktifitas pemijahan tertinggi yaitu pada bulan Februari (Gambar 7). Ikan betok dari perairan Bangladesh puncak pemijahan yaitu pada bulan April (Hasan *et al.* 2007); ikan betok dari rawa banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur puncak pemijahannya pada bulan Desember saat curah hujan tertinggi (Ernawati *et al.* 2009).

Ikan betok dengan kisaran panjang 7,5–17,5 cm dan bobot tubuh 7 - 82 gram, menghasilkan fekunditas dengan kisaran 253–10.237 butir dan nilai rata-rata = 2.571 butir. Fekunditas menggambarkan besarnya anggota baru yang akan hadir (rekrutmen) dalam stok populasi, meskipun tidak semua telur yang dikeluarkan akan menetas dan menjadi ikan dewasa. Fekunditas yang lebih besar akan memberi peluang rekrutmen yang lebih banyak (Ernawati *et al.* 2009). Ikan mempunyai strategi pemijahan untuk tetap melangsungkan keberlanjutan populasinya. Fekunditas yang besar yang dihasilkan oleh

ikan betok meskipun dengan ukuran panjang dan bobot yang kecil diduga merupakan salah satu strategi untuk mempertahankan eksistensinya. Selain itu, ikan betok adalah jenis ikan yang tidak membuat sarang saat memijah, membiarkan telur-telurnya mengapung bebas di permukaan air (telurnya mengandung butiran minyak yang besar sehingga bobotnya menjadi ringan) tanpa adanya penjagaan induk (Britz & Cambray 2001).

Ikan pada spesies yang sama tetapi hidup pada habitat yang berbeda dapat berbeda pula fekunditasnya. Data fekunditas ikan betok pada beberapa perairan yang berbeda disajikan pada Tabel 3.

Perbedaan fekunditas yang dihasilkan oleh ikan betok tersebut diduga berkaitan dengan ukuran panjang dan bobot ikan. Ukuran panjang dan bobot ikan betok di Danau Tempe cenderung lebih kecil sehingga jumlah telur yang dihasilkan lebih sedikit. Hal tersebut terlihat pada hasil analisis hubungan antara fekunditas dengan panjang dan bobot diperoleh nilai korelasi masing-masing adalah 0,89 dan 0,95. Nilai tersebut menunjukkan bahwa korelasi fekunditas dengan panjang dan bobot adalah kuat. Semakin berat dan panjang ikan maka ada kecenderungan fekunditas ikan meningkat, dan sebaliknya semakin kecil ukuran panjang dan bobot maka fekunditasnya juga semakin sedikit. Korelasi antara fekunditas dengan bobot lebih kuat dari pada dengan panjang ikan (Gambar 8). Hal yang sama ditemukan pada ikan betok dari perairan Thailand yaitu korelasi antara bobot dengan fekunditas

diperoleh nilai 0,67 (Hasan *et al.* 2007); perairan di Vietnam korelasi antara bobot dan fekunditas 0,9265 (Uddin *et al.* 2017); namun ikan betok dari perairan Malaysia memiliki hubungan fekunditas dengan panjang dan bobot kurang kuat yaitu 0,52 dan 0,47 (Marimuthu *et al.* 2009).

Simpulan

Ikan betok di Danau Tempe memiliki ukuran panjang dan bobot yang kecil, ukuran tersebut berpengaruh kepada fekunditas ikan. Hubungan antara fekunditas dengan panjang dan bobot sangat kuat, sehingga semakin kecil ukurannya maka semakin kecil pula fekunditas yang dihasilkan. Pola pertumbuhan ikan betok baik jantan maupun betina adalah allometrik negatif artinya pertumbuhan panjang lebih cepat daripada pertumbuhan beratnya (kurus). Nisbah kelamin jantan dan betina tidak seimbang (jantan lebih banyak), jantan memiliki pasangan pemijahan lebih dari satu betina, musim pemijahannya panjang.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Universitas Muslim Indonesia melalui Lembaga Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya (LP2S) yang telah mendanai terlaksananya kegiatan penelitian ini.

Daftar pustaka

Ahmadi 2019. Morphometric characteristic and growth patterns of climbing perch (*Anabas testudineus*) from Sungai

- Batang River, Indonesia. *International Journal of Hydrology*, 3(4): 270-277.
- Agustinus F & Minggawati I. 2019. Pertumbuhan ikan betok (*Anabas testudineus*) yang dipelihara menggunakan hapa di kolam tanah. *Jurnal Ilmu Hewani Tropika*, 8(2): 89-92.
- Aisyah S, & Nomosatryo S. 2016. Distribusi spasial dan temporal nutrien di Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 1(2): 31-45
- Bagenal TB, Tesch FW. 1978. Age and growth. In: Bagenal T. (ed.). *Methods for assessment of fish production in freshwater*. 3rd ed. Handbook No. 3, Blackwell Science Publications, Oxford, pp.101-136.
- Bahri S. 2016. Identifikasi sumber pencemar nitrogen (N) dan fosfor (P) pada pertumbuhan melimpah tumbuhan air di Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Jurnal Sumber Daya Air*, 12(2): 159-174.
- Britz R, & Cambray JA. 2001. Structure of egg surfaces and attachment organs in anabantoids. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 12(3):267-288.
- Davidson A. 1975. *Fish and Fish Dishes of Laos*. Imprimerie Nationale Vientiane.
- Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Wajo. 2016. Laporan tahunan Kelautan dan Perikanan Kabupaten Wajo. Kabupaten Wajo.
- Dina R, Wahyudewantoro G, & Lukman. 2019. Status jenis iktio fauna Danau Tempe, Sulawesi Selatan. In Setyawan, A.D., Sugiyarto, A. Pitoyo, A. Widiastuti, G. Windarsih, dan Supatmi (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 5(2): 251-255.
- Dina R, Harsono E, Wahyudewantoro G, Lukman L, Kurniawan R, Waluyo A, Soedarso J, & Widoretno M. 2020. Distribusi ikan pada wilayah genangan berbeda di Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 5(3): 183-197.
- Effendie MI. 1979. *Metode Biologi Perikanan*. Penerbit Yayasan Dewi Sri. Bogor. 110 p.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Yogyakarta. 163 p.
- Ernawati Y, Kamal MM, Pellokila NAY. 2009. Biologi reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch, 1792) di Rawa Banjiran Sungai Mahakam, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(2): 113-127.
- Froese R. 2006. Cube law, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*, 22: 241-253.
- Hasan M, Khanl MMR, & Rahman MA. 2007. Some biological aspects of Thai koi *Anabas testudineus* (Bloch). *Bangladesh Agricultural University*, 5(2): 385-392.
- Hasrianti, Surianti, Razak MR. 2020. Pengaruh ledakan populasi ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys* spp) terhadap produksi hasil tangkapan jaring insang di Perairan Danau Sidenreng. *Albacore*, 4(1): 13-19.
- Hasnidar, Tamsil A, Akram AM, Hidayat T. 2021. Analisis kimia ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis* Castelnau 1855) dari Danau Tempe. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 24(1):78-88.
- Helmizuryani. 2013. Analisis biologi reproduksi Ikan Betok (*Anabas Testudineus*) dari Perairan Alami. *Fiseries*, 2(1):35-39.
- Herjayanto M, Carman O, Soelistyowati DT. 2016. Tingkah laku memijah , potensi reproduksi ikan betina, dan optimasi teknik pemijahan ikan pelangi *Iriatherina werneri* Meinken 1975. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2):171-183.

- Israel DC, & Banzon CP. 1997. Overfishing in the Philippine commercial marine fisheries sector. Philippine Institute for Development Studies. Philippine. 25 p. <https://dirp3.pids.gov.ph/ris/dps/pidsdps9701.pdf> (diakses 5 Januari 2022).
- Jacob PK. 2005. Studies on some aspects of reproduction of female *Anabas testudineus* (Bloch). Thesis. Department of Marine Biology, Microbiology and Biochemistry Cochin University of Science and Technology Cochin, India, 261 p.
- Jennings S, Kaiser MJ, Reynolds JD. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Blackwell Science, Oxford.
- Kumary KSA, & Raj S. 2016. Length-weight relationship and condition of Climbing perch *Anabas testudineus* Bloch population in Kuttanad, Kerala. *International Journal of Advanced Research in Biological Sciences*, 3(9): 21-26.
- Kuncoro M. 2009, *Metode Riset untuk Bisnis dan Ekonomi*. Edisi 3, Erlangga, Jakarta.
- Lagler K. 1978. Capture, sampling and examination of fishes. In: Begenal T (Ed.) *Methods for Assessing Fish Production in Fresh Waters*, Blackwell, Oxford. pp. 7-47.
- Marimuthu K, Arumugam J, Jegathambigai R. 2009. Studies on the fecundity of native fish climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch) in Malaysia. *American-Eurasian Journal of Sustainable Agriculture*, 3(3): 266-274.
- Mawardi R. 2012. Pertumbuhan dan aspek reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus*) dan mujair (*Oreochromis mossambicus*) di Danau Taliwang, Sumbawa Barat. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 99 hlm.
- Mustakim M. 2008. Kajian kebiasaan makanan dan kaitannya dengan aspek reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch) pada habitat yang berbeda di lingkungan Danau Melintang Kutai Kartanegara, Kalimantan Timur. Tesis. Sekolah Pascasarjana IPB.
- Nasution SH. 2015. Biodiversitas dan distribusi ikan di Danau Tempe. In Rahardjo MF et al. (Editor). *Prosiding Seminar Nasional Ikan ke 8, jilid 1*. Masyarakat Iktiologi Indonesia, pp. 381-392.
- Ndobe S, Rusaini, Masyahoro A, Serdiati N, Madinawati and Moore AM. 2019. Meristic characters and length-weight relation of climbing perch (*Anabas testudineus*) from wetlands in Sigi District, Central Sulawesi, Indonesia. IOP Conference Series: Earth Environmental Science. 370 012001. IOP Publishing, pp:1-8.
- Nurdawati S, Fahmi Z, Supriyadi F. 2019. Parameter populasi ikan betok (*Anabas testudineus* (Bloch, 1792) di Ekosistem perairan banjir Sungai Musi, Lubuk Lampam. *Berita Biologi*, 18(1):25-35.
- Nugraha MFI, Julzarika A, Radjamuddin A, Reflinur, Yunita R, Enggarini W, Novit H. 2019. Studi tanaman air dan ekologi-fisika Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Torani: Journal Fisheries Marine Science*, 2(2): 105-115.
- Pulungan CP, & Amin B. 1990. Hubungan panjang berat ikan betok (*Anabas testudineus*) dari perairan rawa-rawa sekitar Desa Teratak Buluh, Kabupaten Kampar Riau. *Terubuk*, 16: 32-40.
- Prianto E, Kamal MM, Muchsin I, & Kartamihardja ES. 2014. Biologi reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus*) di Paparan Banjiran Lubuk Lampam, Kabupaten Ogan Komering Ilir. *Bawal*, (3): 137-146.
- Samuel, Makmur S, Masak PRP. 2012. Status trofik dan estimasi potensi produksi ikan di perairan Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Bawal*, 4(2):121-129.
- Sinjal HF, Ibo, & Pangkey H. 2014. Evaluasi kombinasi pakan dan estradiol 17b terhadap pematangan gonad dan kualitas telur ikan lele dumbo (*Clarias*

- gariepinus*). *Jurnal LPPM Bidang Sains dan Teknologi*, 1(1): 24–32.
- Steel RGD & Torrie JH. 1993. *Prinsip dan Prosedur Statistika* (diterjemahkan dari: Principles and Procedures of Statistic, penerjemah: B. Sumantri). PT Gramedia. Jakarta. 748 hlm.
- Syafei LS. 2017. Keanekaragaman hayati dan konservasi ikan air tawar. *Jurnal Penyuluhan Kelautan dan Perikanan Indonesia*, 11 (1):48-62.
- Syafei LS, & Sudinno D. 2018. Ikan asing invasif, tantangan keberlanjutan biodiversitas perairan. *Jurnal Penyuluhan Perikanan dan Kelautan*, 12(3): 145-161.
- Tamsil A, & Hasnidar. 2019. Aspek biologi reproduksi ikan molly, *Poecilia latipinna* (Lesueur 1821) di tambak Bosowa Kabupaten Maros. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(3): 375-390.
- Turyati, Sulistyo I, Setijanto, & Rukayah S. 2017. Aspek biologi reproduksi ikan betok (*Anabas testudineus* Bloch, 1792) di Waduk Sempor, Kebumen. In Sularso et al. (Ed) *Prosiding Seminar Nasional. "Pengembangan Sumber Daya Perdesaan dan Kearifan Lokal Berkelanjutan VII*. 102-116.
- Uddin S, Hasan MH, Iqbal MM, Hossain MA. 2017. Study on the reproductive biology of Vietnamese climbing perch (*Anabas testudineus*, Bloch). *Journal Zoology*, 32(1): 001-007.
- Wargasasmita S. 2005. Ancaman invasi ikan asing terhadap keanekaragaman ikan asli. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 5(1):5-10.
- Zworykin DD. 2012. Reproduction and spawning behavior of the Climbing Perch *Anabas testudineus* (Perciformes, Anabantidae) in an Aquarium. *Journal of Ichthyology*, 52(6): 379–388.

Evaluasi penambahan glutamin pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan, struktur dan fungsi usus benih ikan patin *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878)

[The evaluation of glutamine supplementation into the diet on the growth performance, intestinal structure and function of striped catfish *Pangasius hypophthalmus* (Sauvage, 1878) fry]

Uttari Dewi[✉], Dedi Jusadi, Mia Setiawati, Sri Nuryati

Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680
uttaridewi0404@gmail.com, dedidj@apps.ipb.ac.id, miasetia@apps.ipb.ac.id, sri.nuryati@gmail.com

Diterima: 28 November 2021; Disetujui: 14 Februari 2022

Abstrak

Percobaan dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan glutamin pada pakan terhadap struktur dan fungsi usus, serta kinerja pertumbuhan ikan patin *Pangasius hypophthalmus*. Ikan uji yang digunakan sebanyak 40 ekor dengan bobot awal $0,82 \pm 0,01$ g dipelihara dalam akuarium berukuran $60 \times 50 \times 40$ cm dan volume air 70 L. Ikan diberi pakan uji dengan penambahan glutamin 0, 1, 2, dan 3%. Ikan diberi pakan uji secara *at satiation* selama 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan yang diberi pakan dengan penambahan glutamin 1% dan 2% secara signifikan menghasilkan kinerja pertumbuhan tertinggi, termasuk laju pertumbuhan spesifik, retensi protein, dan efisiensi pakan. Di sisi lain, pakan yang ditambah dengan glutamin 3% tidak signifikan memengaruhi kinerja pertumbuhan ikan. Ikan uji pada perlakuan glutamin 1% dan 2% menghasilkan struktur dan fungsi usus yang lebih baik dibanding perlakuan lainnya, yakni rasio panjang usus dengan panjang tubuh, luas permukaan vili dan aktivitas enzim protease. Disimpulkan bahwa penambahan glutamin 1% dan 2% pada pakan meningkatkan struktur dan fungsi usus serta kinerja pertumbuhan benih ikan patin.

Kata penting: glutamin, *Pangasius hypophthalmus*, pertumbuhan, usus

Abstract

A triplicate experiment was conducted to evaluate the effect of glutamine supplementation in the diet on the structure and function of intestine and the growth performance of striped catfish *Pangasius hypophthalmus*. Forty fishes with an initial body weight of 0.82 ± 0.01 g were distributed into a rectangular aquarium with a size of $60 \times 50 \times 40$ cm and a water volume of 70 L. Fish were fed on the diet supplemented with glutamine of either 0, 1, 2, or 3%, respectively. Fish were fed on the diet at satiation for 60 days. Results showed that fish fed on the diet supplemented with 1, and 2% of glutamine significantly had the highest growth performance, including specific growth rate, protein retention, and feed efficiency. On the other hand, feeding on a diet supplemented with 3% of glutamine did not significantly affect the growth performance of fish. Fish in 1% and 2% glutamine treatments had better structure and function of intestine than two other groups of fish, namely the ratio of intestine length with body length, villus surface area, and protease enzyme activity. Thus, supplementation of 1% and 2% glutamine in the diet improves the structure and function of intestine and the growth performance of striped catfish.

Keywords: glutamine, growth performance, intestines, *Pangasius hypophthalmus*.

Pendahuluan

Ikan patin merupakan salah satu komoditas perikanan budidaya di Indonesia. Budi-

daya ikan patin hingga ukuran konsumsi (500–600 g) membutuhkan waktu sekitar 5–6 bulan dengan harga maksimum yang pernah

diperoleh Rp17 000 kg⁻¹ (SNI 2002). Harga ikan yang relatif murah dan waktu budidaya yang lama menyebabkan budidaya ikan patin banyak dilakukan dengan pemberian pakan mandiri yang dianggap lebih ekonomis. Pakan mandiri merupakan pakan yang diformulasikan sendiri oleh pembudidaya dan umumnya hanya menggunakan bahan baku lokal seperti dedak padi dan ikan rucah, sehingga menyebabkan kualitas nutrisi pakan rendah dan membuat waktu budidaya akan semakin lebih lama lagi (Ediwarman *et al.* 2021). Upaya yang dapat dilakukan untuk mempercepat waktu budidaya pada fase pembesaran yakni dengan percepatan pertumbuhan ikan dan peningkatan efisiensi pemanfaatan pakan, sehingga waktu budidaya lebih singkat dan nilai efisiensi pakan meningkat.

Peningkatan kinerja pertumbuhan ikan patin pada pembesaran dapat dilakukan dengan penyediaan benih/dederan yang unggul antara lain cepat tumbuh dan efisien dalam pemanfaatan pakan. Benih tersebut dapat dicirikan dengan memiliki struktur dan fungsi usus dengan kapasitas pencernaan dan penyerapan nutrisi yang lebih tinggi (Yan & Qiu-Zhou 2006). Untuk itu, penyediaan benih ikan dengan karakter tersebut dapat dihasilkan melalui pemberian pakan yang ditambahkan dengan glutamin selama periode pendederan. Sesuai dengan penelitian Yan & Qiu-Zhou (2006), Cheng *et al.* (2011), Hong *et al.* (2014), dan Rifa'i (2017) bahwa penambahan glutamin dalam pakan dapat meningkatkan

struktur dan fungsi usus, bobot tubuh serta efisiensi pakan pada ikan.

Glutamin merupakan asam amino non-esensial yang berperan dalam meningkatkan fungsi serta struktur saluran pencernaan (Al-verdy *et al.* 1992; Curi *et al.* 2005). Beberapa penelitian penambahan glutamin pada pakan dapat meningkatkan struktur dan fungsi saluran pencernaan yang dapat menginisiasi pertumbuhan usus dan panjang vili ikan *jian carp* (*Cyprinus carpio*) (Yan dan Qiu-Zhou (2006), *Acipenser schrenckii* (Wang *et al.* 2011), ikan *red drum* (*Sciaenops ocellatus*) (Cheng *et al.* 2011), dan benih ikan nila merah (*Oreochromis niloticus*) (Rifa'i 2017) sehingga kinerja usus dalam proses pencernaan dan penyerapan nutrisi meningkat, akibatnya efisiensi pakan dan pertumbuhan juga meningkat. Selain itu penelitian Jusadi *et al.* (2015) menyatakan bahwa glutamin mampu menyediakan sumber energi yang lebih cepat diserap oleh tubuh dan terabsorpsi pada saluran pencernaan larva kerapu (*Cromileptes altivelis*), sehingga lebih cepat ditransfer ke dalam jaringan tubuh. Perkembangan struktur dan fungsi usus yang lebih baik dapat meningkatkan kinerja usus dalam penyerapan nutrisi sehingga meningkatkan efisiensi pakan dan pertumbuhan (Wang *et al.* 2011; Cheng *et al.* 2012)

Kebutuhan glutamin pada setiap ikan berbeda-beda. Dalam penelitian Yan & Qiu-Zhou (2006) penambahan glutamin 1,2–2% pada pakan *jian carp* dan *mirror carp* (*Cyprinus carpio* L.) meningkatkan struktur dan fungsi saluran pencernaan, sehingga

pakan dapat dimanfaatkan lebih efisien serta pertumbuhan ikan meningkat (Yan & Qiu-Zhou 2006). Penambahan glutamin 2% pada pakan ikan *red drum* (*Sciaenops ocellatus*) telah terbukti meningkatkan jumlah lipatan usus dan tinggi vili, kinerja pertumbuhan dan efisiensi pakan (Cheng *et al.* 2011). Lipatan usus yang lebih tinggi dianggap sebagai kemampuan penyerapan ikan yang lebih baik terhadap nutrisi (Farhangi *et al.* 2001). Selain itu pemberian glutamin pada pakan pascalarva *Cynoglossus semilaevis* menghasilkan pertumbuhan bobot harian lebih tinggi dibandingkan tanpa glutamin (Liu *et al.* 2015). Hal serupa ditemukan pada benih ikan nila *Oreochromis niloticus*, yakni penambahan glutamin 3% pada pakan efektif dalam meningkatkan nisbah panjang usus dengan panjang tubuh, dan kinerja pertumbuhan (Rifa'i 2017). Pemberian pakan mengandung glutamin juga sangat efektif untuk mempercepat pertumbuhan larva ikan kerapu (Jusadi *et al.* 2015).

Berdasarkan hasil-hasil penelitian yang telah dilakukan pada berbagai spesies ikan, penambahan glutamin pada pakan benih ikan patin dengan dosis yang tepat diharapkan dapat memperbaiki struktur dan fungsi saluran pencernaan, sehingga ikan tumbuh lebih cepat serta efisien dalam memanfaatkan pakan. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan glutamin pada pakan terhadap struktur dan fungsi usus, serta kinerja pertumbuhan benih ikan patin.

Bahan dan metode

Rancangan penelitian

Rancangan percobaan pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Data dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% dan dilanjutkan dengan uji Duncan menggunakan program SPSS ver 23.0. Percobaan ini terdiri atas satu perlakuan (faktor) glutamin dengan empat taraf persentase glutamin yakni 0%, 1%, 2%, dan 3%.

Pakan uji

Pakan uji yang digunakan adalah pakan buatan dengan penambahan glutamin empat dosis yang berbeda yakni 0% (kontrol), 1%, 2% dan 3%. Pakan uji dibuat secara iso-protein dan iso-energi energi dengan kadar protein $39,83 \pm 0,50\%$ dan energi total $4191,53 \pm 33,91$ Kkal kg^{-1} pakan. Bahan baku pakan uji yang akan digunakan terlebih dahulu dianalisis proksimat, kemudian ditimbang sesuai dengan formulasi yang telah ditentukan, kemudian dicetak menggunakan mesin pelet dan dioven pada suhu 40 °C. Pakan uji yang digunakan terlebih dahulu dianalisis proksimat dengan tujuan untuk memastikan kandungan formulasi pakan yang telah dibuat sesuai dengan rancangan formulasi pakan uji. Rancangan formulasi pakan uji dan analisis kandungan proksimat pakan uji disajikan pada Tabel 1.

Pemeliharaan ikan uji

Ikan uji yang digunakan adalah benih ikan patin hasil budidaya dengan ukuran 4,54

Tabel 1 Formulasi pakan uji (g/100 g) dan analisis proksimat pakan uji (%)

Bahan (g/100g)	Penambahan glutamin pada pakan			
	0%	1%	2%	3%
Tepung ikan	20,00	20,00	20,00	20,00
Tepung tulang dan daging	5,00	3,90	2,90	1,90
Tepung kedelai	20,00	20,00	20,00	20,00
Tepung hasil ikutan unggas	5,00	5,00	5,00	5,00
Tepung <i>pollard</i>	23,06	23,06	22,60	22,00
Tepung terigu	23,35	23,25	23,51	23,96
Minyak kelapa sawit mentah	1,60	1,80	2,00	2,15
Binder	0,30	0,30	0,30	0,30
Lisin	0,50	0,50	0,50	0,50
Metionin	0,40	0,40	0,40	0,40
Premix	0,79	0,79	0,79	0,79
L-Glutamin	0,00	1,00	2,00	3,00
Total	100,00	100,00	100,00	100,00
Kandungan proksimat (% bobot kering)				
Protein (%)	39,23	39,63	40,17	40,29
Lemak (%)	6,50	6,75	6,50	6,50
Abu (%)	6,50	6,75	6,50	6,50
Serat kasar (%)	5,15	6,35	5,00	5,76
GE (Kka/kg)	4216,60	4191,61	4214,34	4143,57
C/P rasio	10,75	10,58	10,49	10,28

Keterangan : BETN: Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen, GE: *Gross Energy*, 1 g protein = 5,6 kkal, 1 g lemak = 9,4 kkal, 1 g karbohidrat/BETN= 4,1 kkal (Watanabe 1998), C/P: perbandingan rasio energi pakan dengan kadar protein pakan.

± 0,39 cm dan bobot rata-rata ikan awal 0,82 ± 0,01 g. Ikan uji diperoleh dari pembudidaya di daerah Cibeureum, Bogor. Ikan uji ditebar pada akuarium dengan kepadatan 40 ekor per akuarium. Akuarium yang digunakan sebanyak 12 unit dengan ukuran 60×50×40 cm³.

Ikan dipelihara pada akuarium yang dilengkapi dengan sistem resirkulasi. Pemeliharaan ikan dan pemberian pakan uji dila-

kukan selama 60 hari. Sebelum memulai percobaan, ikan terlebih dahulu diaklimatisasi selama 14 hari dengan pakan buatan tanpa penambahan glutamin. Setelah itu, ikan diberi pakan uji dengan frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali sehari, yakni pada pukul 08.00, 13.00 dan 18.00 WIB menggunakan metode *at satiation*, menghentikan pemberian pakan saat ikan tidak merespon

pakan yang diberikan (sampai ikan kenyang). Jumlah konsumsi pakan dihitung dengan menimbang jumlah pakan yang diberikan dikurangi jumlah pakan yang tidak dimakan, kemudian dicatat.

Pemantauan kualitas air dilakukan dengan mengukur suhu, konsentrasi oksigen terlarut, dan pH air. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari selama pemeliharaan, sedangkan pengukuran oksigen terlarut dan pH dilakukan pada awal dan tengah pemeliharaan. Suhu pemeliharaan berada pada kisaran 30,9–31,2 °C, oksigen terlarut 5,1–5,8 mg L⁻¹ dan pH 6–7.

Pengambilan dan preparasi sampel

Awal pemeliharaan, ikan uji ditimbang untuk pengukuran biomassa tubuh awal sebanyak 40 ekor ikan. Kemudian 10 ekor ikan diambil dan disimpan dalam *freezer* -20°C untuk analisis proksimat tubuh awal.

Akhir pemeliharaan, ikan dipuasakan selama 24 jam lalu dianestesi dengan menggunakan obat bius *Ocean Free Special Arowana Stabilizer* sebanyak 0,6 ppm (Pratiwi *et al.* 2016) dan dilakukan sampling bobot, selanjutnya sebanyak 10 ekor ikan per akuarium diambil dan disimpan dalam *freezer* untuk analisis proksimat tubuh akhir. Setelah itu sebanyak 5 ekor ikan dibedah untuk pengukuran panjang usus, kemudian sebanyak 3 sampel usus tersebut dimasukkan ke dalam larutan *bouin* untuk pembuatan preparat histologi. Pembuatan preparat histologi terdiri atas 6 tahapan yakni dehidrasi,

impregnasi, pencetakan (*embedding*), pemotongan (*sectioning*), pelekatan pada gelas objek dan tahap terakhir pewarnaan (*staining*). Preparat histologi digunakan untuk pengukuran diameter usus, tinggi vili dan luas permukaan vili. Preparat dapat diamati dengan menggunakan mikroskop (Iji *et al.* 2001)

Sebanyak 5 ekor ikan dari masing-masing akuarium diambil untuk analisis glutamin. Sampel ikan tersebut dibedah dan diambil hatinya kemudian dimasukkan ke dalam *freezer* pada suhu -20 °C. Sampel hati tersebut dianalisis konsentrasi glutaminnya menggunakan *Glutamine Determination Kit Abcam*, kemudian diukur pada panjang gelombang 450 nm menggunakan *Elisa Reader* (Pohlenz *et al.* 2012).

Sampel yang digunakan untuk analisis aktivitas enzim protease sebanyak 10 ekor ikan dari masing-masing akuarium. Sampel ikan dibedah dan diambil ususnya, lalu dibersihkan di atas lempengan es -40 °C. Berat sampel usus yang digunakan berkisar antara 1,5–2,5 g. Sampel usus terlebih dahulu dihomogenisasi dalam larutan 50 mM Tris-HCl buffer (pH 7,5). Hasil homogenisasi tersebut disentrifuge dengan kecepatan 12 000 rpm selama 15 menit pada suhu -4 °C. Supernatan yang diperoleh disimpan dalam *freezer* pada suhu -20 °C dan selanjutnya dapat digunakan dalam pengukuran aktivitas enzim protease.

Parameter penelitian

Analisis proksimat dilakukan untuk mengetahui kadar protein, lemak, serat kasar, kadar air, abu, Bahan Ekstrak Tanpa Nitrogen (BETN) pada pakan uji, tubuh ikan awal dan akhir penelitian. Kandungan kadar protein ditentukan dengan metode Kjeldahl, lemak dengan metode ekstraksi dengan alat Soxhlet, kadar abu dengan metode Gravimetric melalui pemanasan sampel dalam tanur pada suhu 400-600°C, kadar serat kasar dengan metode Vansus dan kadar air dengan metode Gravimetric melalui pemanasan dalam oven pada suhu 105-110°C. Metode analisis proksimat mengikuti prosedur sesuai dengan AOAC (1999).

Nilai retensi protein dihitung menggunakan rumus Watanabe (1988) sebagai berikut.

$$RP = \frac{F - I}{P} \times 100$$

Keterangan :

RP : retensi protein

F : Jumlah protein tubuh ikan akhir penelitian

I : Jumlah protein tubuh ikan awal penelitian

P : Jumlah protein pakan yang dikonsumsi

Konsentrasi glutamin di hati dianalisis diakhir penelitian. Konsentrasi glutamin di hati pada tiap perlakuan ditentukan secara *Elisa Reader* dengan menggunakan *Glutamine Determination Kit Abcam*.

Pengukuran laju pertumbuhan spesifik ikan uji dihitung menggunakan persamaan Huisman (1987):

$$LPS = \left[t \sqrt{\frac{W_t}{W_o}} - 1 \right] \times 100$$

Keterangan:

LPS : Laju pertumbuhan harian (% hari⁻¹)

Wt : Rata-rata bobot individu akhir pemeliharaan (g)

Wo : Rata-rata bobot individu awal pemeliharaan (g)

T : Lama waktu pemeliharaan (hari)

Pengukuran jumlah konsumsi pakan ditentukan dengan menimbang jumlah pakan yang diberikan dikurangi jumlah pakan yang tidak dimakan. Jumlah keseluruhan pakan yang dikonsumsi pada setiap unit percobaan selama 60 hari dicatat sebagai data jumlah konsumsi pakan.

Efisiensi pakan (EP) dapat dihitung berdasarkan rumus Watanabe (1988) sebagai berikut.

$$EP = \frac{\text{Pertambahan bobot (g)}}{\text{Jumlah konsumsi pakan (g)}} \times 100$$

Tingkat sintasan dihitung berdasarkan formulasi perhitungan sebagai berikut :

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

Keterangan :

TS : Tingkat sintasan (%)

Nt : Jumlah ikan akhir (ekor)

No : Jumlah ikan awal (ekor)

Pengamatan histologi usus (Gambar 1) meliputi nisbah panjang usus, tinggi vili, diameter usus, lebar apikal vili, lebar basal vili dan luas permukaan vili yang dihitung berdasarkan hasil dari pengamatan preparat histologi. Pengamatan ini dilakukan di akhir penelitian. Panjang usus relatif dihitung berdasarkan rumus Nasir (2002) sebagai berikut.

$$NPU = \frac{Lu}{Lt}$$

Keterangan :

NPU : nisbah panjang usus ikan

Lu : panjang usus ikan pada akhir pemeliharaan (cm)

Lt : panjang total ikan pada akhir pemeliharaan (cm)

Pengukuran luas permukaan vili dihitung menggunakan metode Iji *et al.* (2001) dengan rumus sebagai berikut.

$$LV = \frac{c+b}{2} \times a$$

Keterangan :

LV: luas permukaan vili

a : tinggi vili

b : lebar apikal vili

c : lebar basal vili

Parameter fungsi usus dilakukan dengan pengujian aktivitas enzim protease pada saluran pencernaan. Pengujian ini dilakukan diakhir penelitian. Analisis aktivitas enzim protease menggunakan metode Walter (1984). Aktivitas enzim protease dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$UA = \frac{ABsp - ABbl}{ABst - ABbl} \times FP \times \frac{1}{T}$$

Keterangan :

UA : Jumlah enzim yang dapat menghasilkan 1 μ mol tirosin permenit (IU mL⁻¹).

Absp: Absorbansi sampel

Abbl: Absorbansi blanko

Abst : Absorbansi standar

FP : Faktor koreksi

T : Waktu inkubasi

Untuk mengetahui aktivitas enzim protease spesifik dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan konsentrasi protein sampel (usus) dengan menggunakan metode Bradford (1976). Selanjutnya aktivitas spesifik dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

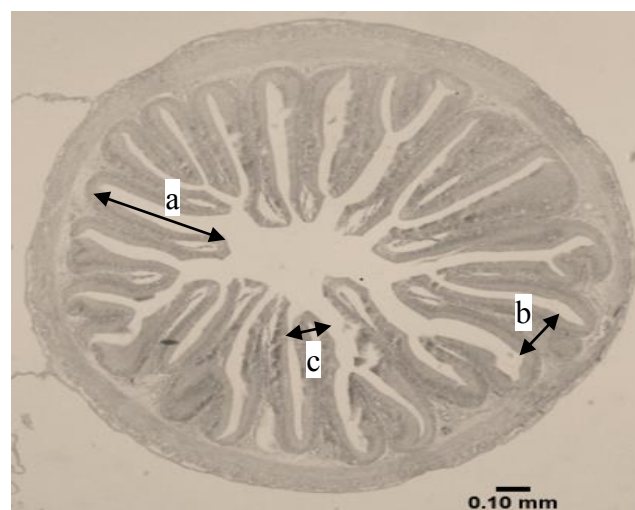
$$AS = \frac{UA}{KPT}$$

Keterangan :

AS : aktivitas spesifik (IU mg⁻¹ protein)

UA : jumlah enzim yang dapat menghasilkan 1 μ mol tirosin permenit (IU mL⁻¹).

KPT : konsentrasi protein terlarut (mg mL⁻¹)



Gambar 1 Histologi usus

Analisis data

Data biomassa akhir, bobot tubuh akhir, laju pertumbuhan spesifik, jumlah konsumsi pakan, efisiensi pakan, retensi protein, tingkat kelangsungan hidup, rasio panjang usus, luas permukaan vili, tinggi vili dan aktivitas enzim protease dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95 % dan dilanjutkan dengan uji Duncan. Data konsentrasi glutamin pada hati dianalisis secara deskriptif dengan grafik. Analisis data dilakukan menggunakan program SPSS ver 23.0.

Hasil

Tabel 2 menunjukkan jumlah konsumsi pakan yang tidak berbeda nyata antar perlakuan, namun tetap mampu meningkatkan biomassa tubuh akhir dan laju pertumbuhan spesifik hingga pemberian glutamin pada

dosis 2%, sedangkan penambahan glutamin pada dosis 3% menghasilkan efek yang sama dengan kontrol. Hal ini diikuti dengan nilai retensi protein, yakni perlakuan penambahan glutamin 1% dan 2% yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol dan glutamin 3%. Dengan demikian peningkatan nilai retensi protein berbanding lurus dengan meningkatnya pertumbuhan.

Penambahan glutamin pada dosis 1% dan 2% juga menunjukkan efisiensi pakan yang lebih tinggi dibanding perlakuan kontrol, sedangkan penambahan glutamin pada kadar 3 % menghasilkan efek yang sama dengan kontrol. Dengan demikian perlakuan penambahan glutamin 1% dan 2% dianggap lebih baik dibandingkan dengan perlakuan lainnya karena pemanfaatan nutrisi dalam pakan lebih efisien.

Tabel 2 Kinerja pertumbuhan benih ikan patin yang diberi pakan dengan penambahan glutamin dosis berbeda selama 60 hari

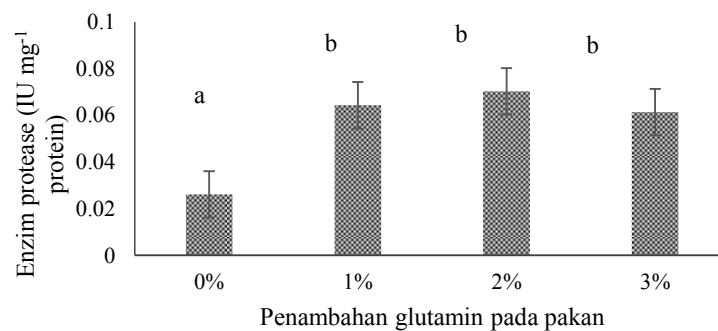
Parameter (satuan)	Penambahan glutamin pada pakan			
	0%	1%	2%	3%
Bo (g)	33,2 ± 0,7 ^a	32,7 ± 0,6 ^a	32,9 ± 0,6 ^a	32,6 ± 0,1 ^a
Bt (g)	768,5 ± 122,3 ^a	931,6 ± 54,8 ^b	943,3 ± 85 ^b	649,7 ± 111,9 ^a
Wo (g)	0,8 ± 0,02	0,8 ± 0,01	0,8 ± 0,02	0,8 ± 0,002
Wt (g)	21,2 ± 4,2 ^{ab}	24,5 ± 0,8 ^b	24,4 ± 1,55 ^b	17,2 ± 3,02 ^a
JKP (g)	931 ± 152,3 ^a	958,6 ± 9,6 ^a	981,8 ± 56 ^a	773,4 ± 97,8 ^a
RP (%)	37,1 ± 0,9 ^a	44,9 ± 3,6 ^b	47,4 ± 5,0 ^b	37,6 ± 3,1 ^a
EP (%)	83,1 ± 2,6 ^a	96,2 ± 3,6 ^b	95,6 ± 3,6 ^b	83,1 ± 4,6 ^a
TKH (%)	91,7 ± 8,8 ^a	95 ± 4,3 ^a	96,7 ± 3,8 ^a	95 ± 6,6 ^a

Keterangan: Huruf tika atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan rata-rata dan nilai setelah $\pm$ merupakan simpangan baku. Biomassa tubuh awal (Bo), biomassa tubuh akhir (Bt), bobot tubuh awal (Wo), bobot tubuh akhir (Wt), laju pertumbuhan spesifik (LPS), jumlah konsumsi pakan (JKP), retensi protein (RP), efisiensi pakan (EP) dan tingkat sintasan (TS) benih ikan patin.

Tabel 3 Struktur usus benih ikan patin yang diberi pakan dengan penambahan glutamin dosis berbeda

Parameter (satuan)	Penambahan glutamin pada pakan			
	0%	1%	2%	3%
PU/PT	1,4 ± 0,1 ^a	1,6 ± 0,4 ^{bc}	1,7 ± 0,03 ^c	1,5 ± 0,1 ^b
LAV (μm)	110,6 ± 3,25 ^a	103,1 ± 10,7 ^a	117,5 ± 11,5 ^a	110 ± 8,9 ^a
LBV (μm)	152,4 ± 21,2 ^a	166,1 ± 9,8 ^a	183,5 ± 14,3 ^a	158,1 ± 11,5 ^a
TV (μm)	410,8 ± 18,6 ^a	441,4 ± 29,04 ^{ab}	480,3 ± 38,5 ^{bc}	514,5 ± 23,1 ^c
DU (mm)	1,5 ± 0,1 ^a	1,5 ± 0,1 ^a	1,6 ± 0,04 ^a	1,6 ± 0,2 ^a
LPV (mm ²)	54,1 ± 6,1 ^a	59,5 ± 6,5 ^{ab}	72,04 ± 4,6 ^c	69,1 ± 7,2 ^b

Keterangan: Huruf tika atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Nilai yang tertera merupakan rata-rata dan nilai setelah $\pm$ merupakan simpangan baku. Rasio panjang usus dengan panjang tubuh (PU/PT), lebar apikal vili (LAV), lebar basal vili (LBV), tinggi vili (TV), diameter usus (DU) dan luas permukaan vili (LPV).

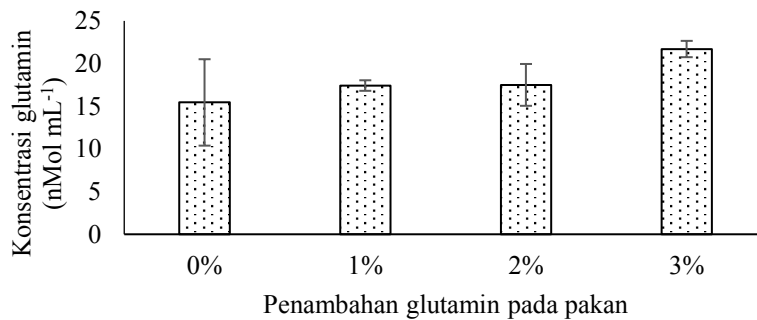
**Gambar 2** Aktivitas enzim protease pada usus benih ikan patin yang diberi pakan dengan penambahan glutamin dengan dosis berbeda. Huruf yang berbeda pada gambar menunjukkan hasil yang berbeda nyata ($P < 0,05$).

Penambahan glutamin pada pakan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rasio panjang usus dengan panjang tubuh, tinggi vili dan luas permukaan vili, sedangkan untuk lebar apikal vili, lebar basal vili dan diameter usus menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata antar perlakuan (Tabel 3).

Pakan yang ditambahkan glutamin hingga dosis 2% menyebabkan meningkatnya nilai rasio panjang usus dengan panjang tubuh benih ikan patin, namun pakan dengan

penambahan glutamin 3% nilai rasio panjang usus dengan panjang tubuh menurun dibanding perlakuan 2%. Hal yang sama juga terjadi pada perlakuan 1%. Nilai luas permukaan vili masing-masing perlakuan menunjukkan pola yang sama dengan rasio panjang usus dengan panjang tubuh yakni maksimal pada perlakuan glutamin 2%.

Penambahan glutamin pada pakan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap aktivitas enzim protease di usus ikan patin



Gambar 3 Konsentrasi glutamin pada hati benih ikan patin yang diberi pakan dengan penambahan glutamin dengan dosis yang berbeda.

(Gambar 2). Penambahan glutamin pada dosis 1% hingga 3% menyebabkan peningkatan aktivitas enzim protease dibandingkan dengan kontrol.

Penambahan glutamin pada pakan mampu meningkatkan konsentrasi glutamin di hati benih ikan patin (Gambar 3). Dengan demikian, kadar glutamin di hati dapat berpengaruh terhadap banyaknya asupan glutamin melalui pakan.

Pembahasan

Glutamin merupakan salah satu asam amino non-esensial yang terdapat pada plasma darah dan otot (Newsholme *et al.* 2003, Bartell & Batal 2007). Penambahan glutamin dapat meningkatkan konsentrasi glutamin pada hati benih ikan patin (Gambar 3). Glutamin yang ditambahkan pada pakan memacu meningkatnya perubahan struktur usus benih ikan patin. Pada penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan glutamin hingga dosis 2% menghasilkan rasio panjang usus dengan panjang tubuh yang lebih tinggi dibanding perlakuan lainnya. Peningkatan

rasio panjang usus dengan panjang tubuh diiringi dengan peningkatan luas permukaan vili benih ikan patin (Tabel 4). Hal ini diduga glutamin yang terserap dalam tubuh mencukupi sehingga digunakan sebagai sumber energi untuk proliferasi sel-sel enterosit (Jiang *et al.* 2009; Wu *et al.* 2011), dan dapat memacu peningkatan luas permukaan vili (Frankel *et al.* 1993), panjang vili dan jumlah lipatan vili pada proksimal dan pertengahan usus (Cheng *et al.* 2011). Vili merupakan salah satu struktur yang terdapat pada lapisan mukosa usus yang berfungsi memperluas area penyerapan zat nutrisi sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan (Sari *et al.* 2016). Efek glutamin pada perbaikan struktur usus juga terjadi pada ikan *red drum*, *jian carp*, *mirror carp*, *Acipenser schrenckii*, dan bahkan ayam, tikus dan babi (Cheng *et al.* 2011; Yan dan Qiu-Zhou 2006; Hong *et al.* 2014; Wang *et al.* 2011; Qiyu *et al.* 2011; Tannuri *et al.* 2000; Bartell & Batal 2007, Cabrera *et al.* 2013).

Peran glutamin dalam meningkatkan morfometri vili juga dapat memengaruhi

fungsi usus khususnya dalam mencerna protein. Fungsi usus dalam mencerna protein menjadi lebih sederhana melibatkan aktifitas enzim protease. Aktivitas enzim protease meningkat seiring peningkatan permukaan vili, sehingga menyebabkan aktivitas pencernaan dan penyerapan nutrisi semakin meningkat. Sesuai dengan pernyataan Ronnestad *et al.* (2007) bahwa aktivitas enzim protease dipengaruhi oleh jenis asupan pakan, komposisi nutrisi dan peningkatan perkembangan alat pencernaan suatu organisme. Hal ini dibuktikan dengan peningkatan aktivitas enzim protease (Gambar 2). Pakan yang ditambahkan glutamin dapat meningkatkan aktivitas enzim protease pada saluran pencernaan benih ikan patin tertinggi sebesar 169,23% dibandingkan dengan kontrol. Hal yang sama terjadi pada penelitian Yan dan Qiu-Zhou (2006) bahwa ikan jian carp dengan pemberian pakan yang ditambahkan glutamin mampu meningkatkan aktivitas enzim protease di saluran pencernaan sebesar 27,85%. Begitu juga dengan Hong *et al.* (2014) yang menggunakan ikan *mirror carp* diberikan pakan dengan penambahan glutamin mampu meningkatkan sebesar 8% aktivitas enzim protease dibandingkan kontrol.

Usus merupakan tempat utama proses pencernaan dan penyerapan nutrisi. Peningkatan rasio panjang usus berkorelasi positif dengan peningkatan luas permukaan vili dan aktivitas enzim protease sehingga dapat diduga bahwa benih ikan patin memiliki usus dengan kapasitas penyerapan nutrisi lebih

banyak. Hal ini sesuai dengan pernyataan Qiyu *et al.* (2011) bahwa peningkatan tinggi vili, jumlah lipatan usus dan aktivitas enzim protease menyebabkan penyerapan dan pemanfaatan nutrisi yang lebih baik, karena luas area permukaan penyerapan nutrisi yang lebih banyak sehingga dapat meningkatkan nutrisi yang diserap untuk dimetabolisme. Peningkatan jumlah nutrisi yang diserap (hingga perlakuan penambahan glutamin 2%) mengakibatkan terjadinya peningkatan protein yang diretensi hingga 10,25% dibandingkan dengan kontrol dan perlakuan penambahan glutamin 3%, sehingga ikan tumbuh lebih cepat dengan efisiensi pakan yang tinggi. Nilai optimal glutamin pada pakan berbeda-beda untuk setiap jenis ikan; pada ikan red drum nilai optimal glutamin pada kadar 2% (Cheng *et al.* 2011), *jian carp* 1,2 % (Yan dan Qiu-Zhou 2006), ikan *mirror carp*. 2% (Hong *et al.* 2014) dan ikan *Cynoglossus semilaevis* pada kadar 0,5% (Liu *et al.* 2015).

Pemberian pakan yang ditambah glutamin 3% menyebabkan luas permukaan vili dan rasio panjang usus dengan panjang tubuh yang lebih rendah dari perlakuan glutamin 2%. Rendahnya kinerja usus pada perlakuan glutamin 3% ini berdampak pada penurunan retensi protein, sehingga pertumbuhan dan efisiensi pakan lebih rendah dari perlakuan glutamin 2%. Pemberian pakan yang ditambah glutamin 3% sudah melebihi kebutuhan ikan patin, sehingga glutamin yang berlebih berpeluang dimetabolisme menjadi glutamat dan amonia (Garlick 2001). Peningkatan

jumlah glutamat sejalan dengan peningkatan jumlah amonia dalam tubuh, sehingga amonia yang tinggi akan bersifat toksik dengan terjadinya penurunan aktivitas siklus krebs dan kinerja neurotransmitter (Kaneko *et al.* 1997). Penurunan aktivitas metabolisme oleh siklus krebs dan perubahan glutamin ke glutamat yang terhambat ke dalam interneural membutuhkan banyak energi, sehingga energi untuk pertumbuhan tidak terpenuhi yang berakibat pertumbuhan menjadi lambat (Irwanto *et al.* 2017). Kelebihan glutamin juga dapat mengurangi katabolisme asam amino lain sehingga peluang asam amino lainnya dalam ketersediaan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan lebih sedikit (Pohlenz *et al.* 2012).

Penurunan pertumbuhan akibat konsumsi glutamin berlebih, juga ditemukan pada *Cynoglossus semilaevis* (Liu *et al.* 2015) dan ikan *Sparus aurata* (Coutinho *et al.* 2016), walaupun dengan kadar glutamin yang berbeda. Pada kasus ikan *Cynoglossus semilaevis* dan ikan *Sparus aurata* (Liu *et al.* 2015, Coutinho *et al.* 2016), kadar glutamin 1 % dan 2 % pada masing-masing pakan sudah berlebih.

Simpulan

Penambahan glutamin 1% dan 2% pada pakan efektif meningkatkan struktur dan fungsi usus serta kinerja pertumbuhan benih ikan patin.

Daftar pustaka

- Alverdy JA, Aloys E, Weiss-Carrington P, Burke DA. 1992. The effect of glutamine-enriched TPN on gut immune cellularity. *Journal of Surgical*. 52: 34–38.
- AOAC. 1999. *Official Methods of Analysis of AOAC International 16th ed.* AOAC International. USA.
- Bartell SM, Batal AB. 2007. The effect of supplemental glutamine on growth performance, development of the gastrointestinal tract, and humoral immune response of broilers. *Poultry Science*, 86: 1940-1947.
- Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. *Analytical Biochemistry*. 72 :248-254.
- Cabrera RA, Usry JL, Arrellano C, Nogueira ET, Kutschenko M, Moeser AJ, Odle J. 2013. Effects of creep feeding and supplemental glutamine or glutamine plus glutamate (Aminogut) on pre- and post-weaning growth performance and intestinal health of piglets. *Journal of Animal Science and Biotechnology*, 4: 29.
- Cheng ZY, Buentello A, Gatlin DM. 2011. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, immune responses and intestinal structure of red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 319: 247–252.
- Cheng Z, Gatlin DM, Buentello A. 2012. Dietary supplementation of arginine and/or glutamine influences growth performance, immune responses and intestinal morphology of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). *Aquaculture*. 362–363: 39–43.
- Coutinho F, Castro C, Rufino-Palomares E, Ordóñez-Grande B, Gallardo MA, Oliva-Teles A, Peres H. 2016. Dietary glutamine supplementation effects on

- amino acid metabolism, intestinal nutrient absorption capacity and antioxidant response of gilthead sea bream (*Sparus aurata*) juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 191: 9–17.
- Curi R, Lagranha CJ, Doi SQ, Sellitti DF, Procopio J, Pithon-Curi TC, Corless M, Newsholme P. 2005. Molecular mechanisms of glutamine action. *Journal of Cellular Physiology*. 204: 392-401.
- Ediwarman, Syahrizal, Novita P. 2021. Penggunaan metionin dan lisin pakan mandiri berbasis bahan baku lokal terhadap pertumbuhan dan efisiensi pakan pada pembesaran ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 16(1): 9-18.
- Farhangi M, Carter CG, Hardy RW. 2001. Growth, physiological and immunological responses of rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (*Lupinus angustifolius*). *Aquaculture Research*, 32: 329-340.
- Frankel WL, Zhang W, Afonso J, Klurfeld DM, Don SH, Laitin E, Deaton D, Furth EE, Pietra GG, Naji A, Rombeau JL. 1993. Enhancement of structure and function in transplanted small intestine in the rat. *Journal of Parental and Enteral Nutrition*, 17(1): 47-55.
- Garlick PJ. 2001. Assessment of the safety of glutamine and other amino acids. *The Journal of Nutrition*, 131: 2556–2561.
- Hong X, Zhu Q, Wang C, Zhao Z, Lio Ling, Wang L, Li J. 2014. Effect of dietary alanyl glutamine supplementation on growth performance, development of intestinal tract, antioxidant status and plasma non-specific immunity of young Mirror Carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of Northeast Agricultural University*, 21(4): 37-46.
- Huisman EA. 1987. *The Principles of Fish Culture Production*. Wageningen Agriculture University: The Netherlands.
- Iji PA, Saki A, Tivey DR. 2001. Body and intestinal growth of broiler chicks on commercial starter diet. 1. intestinal weight and mucosal development. *British Poultry Science*, 42:505-513
- Irwanto FH, Yuliansyah R, Koto CK. 2017. Strategi proteksi selebral untuk operasi rekonstruksi arkus aorta. *Jurnal Anestesiologi Indonesia*, 9(2): 102-122.
- Jiang J, Zheng T, Zhou XQ, Liu Y, Feng L, 2009. Influence of glutamine and vitamin E on growth and antioxidant capacity of fish enterocytes. *Aquaculture Nutrition*, 15: 409–414.
- Jusadi D, Aprilia T, Suprayudi MA, Yaniharto D. 2015. Pengkayaan rotifer dengan asam amino bebas untuk larva kerapu bebek (*Cromileptes altivelis*). *Ilmu Kelautan*, 20(4): 207-214.
- Kaneko JJ, Harvey JW, Bruss ML. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic Animals*. Academic Press. USA.
- Liu J, Mai K, Xu W, Zhang Y, Zhou H, Ai Q. 2015. Effects of dietary glutamine on survival, growth performance, activities of digestive enzyme, antioxidant status and hypoxia stress resistance of half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis* Gunther) post larvae. *Aquaculture*, 446: 48-56.
- Nasir M. 2002. Pengaruh kadar selulosa yang berbeda dalam pakan terhadap panjang usus dan aktivitas enzim pencernaan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.). Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Newsholme P, Procopio J, Lima MMR, Curi PTC, Curi R. 2003. Glutamine and glutamate: their central role in cell metabolism and function. *Cell Biochemistry and function*, 21: 1-9.
- Pohlenz C, Buentello A, Criscitiello MF, Mwangi W, Smith R, Gatlin DM. 2012. Free dietary glutamine improves intestinal morphology and increases enterocyte migration rates, but has limited effects on plasma amino acid profile and growth performance of

- channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 370-371: 32-39.
- Pratiwi N, Jusadi D, Nuryati S. 2016. Pemanfaatan minyak cengkeh *Syzigium aromaticum* untuk meningkatkan efisiensi pakan pada ikan patin *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1876). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3): 233-244.
- Qiyu X, Qing Z, Hong X, Chang'an W, Dajiang S. 2011. Dietary glutamine supplementation improves growth performance and intestinal digestion/absorption ability in young hybrid sturgeon (*Acipenser schrenckii* female $\times$ *Huso dauricus* male). *Journal of Applied Ichthyology*, 27: 721-726.
- Rifa'i M. 2017. Efektivitas penambahan glutamin pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan benih ikan nila merah *Oreochromis niloticus*. Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Rønnestad I, Kamisaka Y, Conceicao LEC, Morais S, Tonheim SK. 2007. Digestive physiology of marine fish larvae: Hormonal control and processing capacity for proteins, peptides and amino acids. *Aquaculture*, 268: 82-97.
- Sari MN, Wahyuni S, Hamny, Jalaluddin M, Sugito, Masyitha D. 2016. Efek penambahan ampas kedelai yang difermentasi dengan *Aspergillus niger* dalam ransum terhadap histomorfometri vili usus halus ayam kampung (*Gallus domesticus*). *Jurnal Medika Veterinaria*, 10(2): 115-119.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2002. Ikan patin siam *Pangasius hypophthalmus*. SNI.01-6483.5-2002.
- Tannuri U, Carrazza FR, Iriya K. 2000. Effects of glutamine supplemented diet on the intestinal mucosa of the malnourished growing rat. *Revista Hospital Clinicas Faculdade Medicina Sao Paulo*, 55: 87-92.
- Walter. 1984. Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer. *Methods of Enzymatic Analysis*. Weinheim.
- Wang CA, Xu QY, Xu H, Zhu Q, Yang JL, Sun DJ. 2011. Dietary L-alanyl-L-glutamine supplementation improves growth performance and physiological function of hybrid sturgeon *Acipenser schrenckii* ♀ $\times$ *A. baerii* ♂. *Applied Ichthyology*, 27: 727-732.
- Watanabe T. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture*. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA
- Wu G, Bazer FW, Johnson GA, Knabe DA, Burghardt RC, Spencer TE, Li XL, Wang JJ. 2011. Triennial growth symposium: important roles for L-glutamine in swine nutrition and production. *Journal of Animal Science*, 89: 2017-2030.
- Yan L, Qiu-Zhou X. 2006. Dietary glutamine supplementation improve structure and function of intestine of juvenile jian carp *Cyprinus carpio*. *Aquaculture*, 256: 389-394.

Kualitas warna, respons tingkah laku, dan kadar glukosa darah ikan guppy, *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) dengan penambahan daun ketapang (*Terminalia catappa*) pada media pemeliharaan

[Color quality, behavioral response, and blood glucose levels of guppies *Poecilia reticulata* (Peters, 1859) with the addition of Indian almond leaves (*Terminalia catappa*) in fish containers]

Izhar Amirul Haq^{1*}, Kukuh Nirmala², Yuni Puji Hastuti², Eddy Supriyono²

¹Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana IPB

²Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB

Jalan Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

izharamirul@apps.ipb.ac.id, kukuhni25@gmail.com, yunipujihastuti2014@gmail.com,

eddyupriyonoipb@gmail.com

Diterima: 14 Oktober 2021; Disetujui: 24 Februari 2022

Abstrak

Ikan guppy termasuk ikan hias yang memiliki nilai ekonomis dan dapat dibudidayakan. Salah satu masalah dalam budidaya ikan guppy yaitu kualitas warna tubuhnya yang tidak bagus. Upaya yang dapat dilakukan yaitu memperbaiki lingkungan budidaya ikan guppy. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kualitas warna, respons tingkah laku, dan kadar glukosa ikan guppy menggunakan rendaman air daun ketapang pada media pemeliharaan. Evaluasi ini dilakukan dengan menggunakan rancangan acak lengkap yang terdiri atas lima perlakuan. Media pemeliharaan diisi air dengan total volume 10 L dari setiap perlakuan dengan konsentrasi yang berbeda yaitu, perlakuan Kontrol (100% air tawar), A (75% air tawar + 25% air daun ketapang), B (50% air tawar + 50% air daun ketapang), C (25% air tawar + 75% air daun ketapang) dan D (100% air daun ketapang). Setiap perlakuan diamati beberapa parameter uji seperti persentase kualitas warna, tingkat sintasan, jumlah sel kromatofora, tingkah laku, kadar glukosa, dan parameter fisik kimiawi perairan. Respons tingkah laku ikan guppy secara umum mengalami perubahan yang meningkat dalam setiap perlakuan selama tujuh hari. Persentase kualitas warna tertinggi pada perlakuan D yaitu sebesar $73,93 \pm 2,29\%$ dan nilai kadar glukosa tertinggi pada perlakuan Kontrol yaitu $24,11 \pm 0,41$ mg dL⁻¹. Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa rendaman air daun ketapang berbeda nyata terhadap kualitas warna, respons tingkah laku dan kadar glukosa darah melalui uji Duncan ($p < 0,05$).

Kata penting: Daun ketapang, glukosa darah, ikan guppy, kualitas warna, respons tingkah laku

Abstract

Guppies are ornamental fish that have economic value and can be cultivated. One of the problems in guppies cultivation is the poor quality of body color. The solution to this problem is to improve the environmental quality in guppy aquaculture. This study evaluates changes in color quality, behavioral response, and blood glucose levels of guppies using water immersion of Indian almond leaves on rearing media. Study was carried out using a completely randomized design consisting of five treatments. The rearing media was filled water with a total volume of 10 L from each treatment with different concentrations, namely, Control treatment (100% freshwater), A (75% freshwater + 25% Indian almond leaf water), B (50% freshwater + 50% Indian almond leaf), C (25% freshwater + 75% Indian almond leaf) and D (100% Indian almond leaf). Each treatment observed several test parameters such as color quality percentage, survival rate, chromatophores cells number, behavior, glucose levels, and the water physical-chemical parameters. Guppies' behavioral responses, in general, experienced an increasing change in each treatment for seven days. The highest color quality percentage by treatment D was $73.93 \pm 2.29\%$, and the highest glucose level was by the control treatment, which was 24.11 ± 0.41 mg dL⁻¹. The results of variance analysis showed that the water immersion of Indian almond leaves was significantly different on color quality, behavioral response, and blood glucose levels through Duncan's test ($p < 0.05$).

Keyword: Behavioral response, blood glucose, color quality, guppy fish, Indian almond leaves

Pendahuluan

Ikan guppy, *Poecilia reticulata* merupakan salah satu ikan hias air tawar yang banyak diminati karena memiliki warna yang bervariasi seperti warna merah, biru, kuning maupun warna lainnya. Ikan guppy memiliki jenis warna dan ekor yang beragam. Ciri ikan guppy albino red yaitu berwarna merah yang menyeluruh pada tubuhnya dan memiliki ekor yang seperti kipas sehingga menjadi daya tarik tersendiri untuk dipelihara. Bentuk ekornya beragam, misalnya mirip kipas, membulat, ataupun melebar. Pada ikan jantan, sirip ekor tampil sangat indah karena cenderung lebar dan berwarna kontras dengan corak yang beragam (Nurlina & Zulfikar 2016). Permintaan pasar yang tinggi mendorong pembudidaya ikan guppy harus mampu memproduksi ikan guppy dengan kualitas yang baik agar produksinya dapat bersaing di pasar internasional. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya (2021) menyebutkan bahwa jumlah produksi ikan hias di Indonesia pada triwulan 1 tahun 2021 mencapai 74,36% atau setara dengan 0,29 miliar ekor dari target 0,39 miliar ekor. Peningkatan produksi ikan hias di Indonesia pada triwulan 1 tahun 2020 sampai triwulan 1 tahun 2021 sebesar 3,2% atau setara dengan 0,06 miliar (60 juta) ekor.

Warna pada ikan hias menjadi salah satu parameter utama yang menjadi faktor penentu nilai jual ikan. Ikan yang dipelihara pada kondisi terang akan memberikan reaksi warna berbeda dengan ikan yang dipelihara di

tempat gelap karena adanya perbedaan reaksi melanosom yang mengandung pigmen melanofor terhadap rangsangan cahaya yang ada (Said *et al.* 2005). Kondisi cahaya terang memberikan penampilan warna yang lebih baik dari pada cahaya gelap karena pada kondisi cahaya terang melanofor menjadi terkonsentrasi di sekitar nukleus, sel nampak berkerut dan membuat kulit ikan tampak lebih cemerlang (Storebaken & No 1992). Kualitas warna ikan disebabkan adanya sel warna pada kulit yang disebut sel kromatofora (Ahlihan *et al.* 2008). Faktor yang memengaruhi pigmentasi karotenoid meliputi kandungan pigmen dalam pakan, status kesehatan dan stimulasi lingkungan. Pigmen pada ikan mengandung berbagai jenis karotenoid yang berbeda-beda dominasinya pada setiap spesies. Karotenoid yang umum dimiliki ikan adalah beta karoten yaitu warna oranye dan astaksantin yaitu warna merah (Gupta *et al.* 2007). Mekanisme pengaturan warna tubuh ikan terdiri atas mekanisme morfologis dan fisiologis. Mekanisme perubahan warna secara morfologis dengan adanya peningkatan jumlah sel kromatofora yang sifatnya permanen sedangkan mekanisme perubahan warna secara fisiologis bersifat sementara yang disebabkan adanya perubahan suhu, pH, cahaya, dan kondisi stres (Costa 2009). Sel pigmen pada ikan terdiri atas kromatofora dan iridofora (Sukarman & Hirnawati 2014). Terjadinya perubahan warna disebabkan adanya perubahan ukuran sel pigmen dan jumlah sel pigmen atau sel kromatofora yang

berada pada lapisan dermis kulit atau bagian dalam atau luar sisik ikan (Lesmana & Sugito 1997). Sel kromatofora diklasifikasikan menjadi lima kategori yaitu xanthofora (kuning), eritrofora (oranye dan merah), iridofora (memantulkan refleksi cahaya), melanofora (hitam), dan leukofora (putih) (Rahardjo *et al.* 2011).

Daun ketapang (*Terminalia catappa*) mengandung senyawa seperti tanin, flavonoid, alkaloid, triterpenoid atau steroid, dan saponin. Berdasarkan kandungan fitokimianya, daun dan kulit batang ketapang digunakan dalam pengobatan herbal dengan berbagai kegunaan (Hnawia *et al.* 2011). Menurut Ladyescha *et al.* (2015) daun ketapang dapat mencerahkan warna dan tidak mudah terserang jamur pada tubuh ikan cupang. Di Thailand, penggunaan ekstrak daun ketapang sangat populer dikalangan peternak cupang karena juga membantu mereka dalam menciptakan warna-warna cerah pada ikan cupang (Dianala 2019). Chansue & Assawawongkasem (2011) menyebutkan bahwa tiga spesies ikan hias yang populer dengan penggunaan ekstrak air dari daun ketapang kering yaitu ikan guppy (*Poecilia reticulata*), ikan mas mewah (*Cyprinus carpio*), dan ikan aduan Siam (*Betta splendens*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa ekstrak daun ketapang berpotensi untuk digunakan sebagai antibakteri alternatif budidaya ikan hias. Menurut Chansue & Assawawongkasem (2011), ekstrak air daun ketapang kering cepat meningkatkan regenerasi sirip ekor ikan gurami. Kadarini *et al.* (2010) men-

jelaskan bahwa daun ketapang telah dikenal sebagai salah satu bahan alami yang dapat menurunkan pH dan mengubah warna air menjadi kecokelatan.

Permasalahan dalam budidaya ikan guppy salah satunya adalah kualitas warnanya yang tidak bagus. Upaya untuk mengatasi masalah budidaya ikan guppy yaitu dengan memperbaiki lingkungan hidupnya. Penambahan daun ketapang pada media pemeliharaan diharapkan dapat meningkatkan kualitas warna, respons tingkah laku dan kadar glukosa darah ikan guppy. Studi ini bertujuan untuk mengevaluasi perubahan kualitas warna, respons tingkah laku, dan kadar glukosa ikan guppy menggunakan rendaman air daun ketapang pada media pemeliharaan. Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi masyarakat dalam penerapan teknologi rekayasa lingkungan budidaya, khususnya menggunakan air rendaman daun ketapang untuk meningkatkan kualitas warna ikan guppy menjadi lebih baik.

Bahan dan Metode

Waktu dan tempat

Penelitian dilaksanakan pada bulan Maret hingga April 2021 di Laboratorium Lingkungan 3, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Pengukuran kualitas air dilakukan di Laboratorium Lingkungan 1. Analisis kadar glukosa darah dilakukan di Laboratorium Sistem dan Teknologi Akuakultur dan analisis jumlah sel kromatofora dilakukan di Laboratorium Kesehatan Ikan,

Tabel 1 Konsentrasi rendaman air tawar dan air daun ketapang.

Perlakuan	Konsentrasi
Kontrol	100% air tawar
A	75% air tawar + 25% air daun ketapang
B	50% air tawar + 50% air daun ketapang
C	25% air tawar + 75% air daun ketapang
D	100% air daun ketapang

Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan, dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Prosedur penelitian

Ikan guppy yang diuji merupakan ikan guppy hasil budidaya petani di Kabupaten Bogor. Ikan uji yang digunakan berjenis kelamin jantan yang berukuran 2,5 cm. Ikan guppy dipelihara pada akuarium percobaan selama 28 hari. Pakan yang diberikan yaitu pakan komersial yang terbuat dari tepung ikan dengan kandungan protein 60 % dan diberikan secara *at satiation*. Pakan diberikan dengan frekuensi dua kali sehari yaitu pada pukul 08.00–09.00 WIB dan 16.00–17.00 WIB. Wadah yang digunakan untuk pemeliharaan yaitu akuarium yang berdimensi 25×25×25 cm³. Akuarium disediakan sebanyak 15 buah. Akuarium dibersihkan terlebih dahulu dan dikeringkan kemudian diletakkan pada rak akuarium.

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) yang terdiri atas lima perlakuan dengan tiga ulangan. Daun ketapang yang digunakan yaitu daun ketapang yang sudah rontok dan telah

dikeringkan. Air daun ketapang dijadikan stok air induk sebagai rendaman dengan 50 g 75 L⁻¹ air. Akuarium pemeliharaan diisi air dengan total volume 10 L dari setiap perlakuan dengan konsentrasi berbeda yang disajikan pada Tabel 1. Ikan dipuasakan satu hari sebelum ditebar ke akuarium penelitian. Ikan ditebar pada masing-masing perlakuan dengan padat tebar 10 ekor per akuarium.

Persentase kualitas warna ikan guppy

Keragaan warna visual diamati pada awal dan akhir penelitian dengan menggunakan kamera DSLR (*Digital Single-Lens Reflex*) 16 *Mega Pixel* (MP). Pengambilan gambar dilakukan sebaik mungkin agar hasilnya sama dengan keadaan aslinya. Setiap perlakuan menggunakan tiga buah foto sampel individu yang sama dengan tiga ulangan. Selanjutnya hasil foto ikan dianalisis menggunakan perangkat lunak Adobe Photoshop seperti yang dilakukan oleh Aras *et al.* (2015). Pengamatan dilakukan pada bagian tubuh dan ekor ikan guppy. Gambar terbaik akan di sajikan dan dilakukan penilaian persentase kualitas warna ikan guppy dari setiap perlakuan.

Tabel 2 Tingkah laku ikan guppy yang diamati

Respons tingkah laku yang diamati	Deskripsi respons
Respons berenang ikan	Ikan berenang aktif di akuarium
Respons ikan bergerombol	Ikan berenang secara bergerombol
Respons ikan mengenali pakan	Ikan bergerak menuju pakan yang diberikan
Respons reflek ikan	Ikan bergerak menjauhi sumber tepukan ketika akuarium ditepuk-tepuk

Persentase penilaian kualitas warna ikan guppy ditentukan berdasarkan penilaian panelis. Dipilih 90 orang panelis dengan ciri-ciri yaitu sehat secara jasmani dan rohani serta tidak buta warna untuk melakukan penilaian. Penilaian kualitas warna ikan guppy dilakukan menggunakan metode kuesioner yang dimuat di dalam google formulir. Panelis melakukan penilaian dengan melihat gambar hasil foto pada setiap perlakuan dengan menentukan pilihan sangat suka, suka, cukup, tidak suka dan sangat tidak suka. Hasil penilaian dari panelis kemudian disajikan dalam bentuk gambar diagram.

Tingkat sintasan ikan guppy

Tingkat sintasan merupakan perbandingan antara jumlah ikan yang hidup pada akhir penelitian dan awal penelitian. Rumus perhitungan tingkat sintasan ikan sebagai berikut (Goddard 1996):

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

Keterangan:

TS : tingkat sintasan (%)

Nt : jumlah ikan pada akhir pemeliharaan

No. : jumlah ikan pada awal pemeliharaan

Jumlah sel kromatofora ikan guppy

Jumlah sel kromatofora dihitung pada awal perlakuan dan akhir perlakuan. Jumlah ikan yang dijadikan sampel sebanyak 15 ekor. Bagian yang diambil sebagai sampel yaitu kulit bagian epidermis dengan cara membedah tubuh ikan. Ikan uji yang digunakan yaitu tiga ekor setiap perlakuan dengan tiga ulangan. Metode yang digunakan yaitu teknik histologi dengan pewarnaan eosin dan hematoxilin. Sampel ikan dipotong dengan ketebalan 0,6 µm. Preparat histologi diamati dengan menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali dan sel kromatofora dihitung setelah pengamatan. Setiap satu lapangan pandang diamati empat titik daerah yang dihitung sel kromatoforanya yaitu 1 mm² (Novita *et al.* 2019).

Tingkah laku ikan guppy

Pengamatan respons tingkah laku ikan guppy terhadap paparan air rendaman daun ketapang meliputi cara mengenali pakan dan tingkah laku berenang. Respons tingkah laku

Tabel 3. Parameter, metode, dan alat pengukuran kualitas air

Parameter	Metode	Alat
Suhu	<i>Insitu</i>	Termometer
pH	<i>Insitu</i>	pH meter
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	<i>Insitu</i>	DO meter
Total amonia nitrogen (mg L ⁻¹)	Spektrofotometri	Spektrofotometer
Nitrit (mg L ⁻¹)	<i>Sulfanilamide</i>	Spektrofotometer

dan deskripsi respons ikan guppy dikemukakan pada Tabel 2.

Respons tingkah laku ikan guppy (Tabel 2), diberi skor dengan tanda sebagai berikut (Aras *et al.* 2015):

- (-) : tidak ada respons (< 20% dari jumlah ikan uji)
- (*) : respons rendah (20-50% dari jumlah ikan uji)
- (**) : respons sedang (>50-70% dari jumlah ikan uji)
- (***) : respons tinggi (> 70% dari jumlah ikan uji)

Kadar glukosa ikan guppy

Kadar glukosa darah pada ikan uji diukur menggunakan glukometer. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan pada awal dan akhir penelitian (Novita *et al.* 2019). Ikan uji yang digunakan untuk setiap perlakuan yaitu dua ekor dengan tiga ulangan. Pengambilan darah sampel dari ikan uji dilakukan dengan memotong tubuh bagian pangkal ekor. Selanjutnya ditetaskan pada strip glucotest sampai pangkal garis penuh. Selanjutnya glucotest strip dimasukkan kedalam glukometer. Bagian ujung glucotest strip sensitif dan mudah eror

sehingga perlu tingkat ketelitian yang tinggi. Kemudian didiamkan sejenak hingga hasil pengukuran glukosa darah terbaca. Jumlah glucotest strip yang digunakan sebanyak 30 buah dan setiap satu buah glucotest strip hanya dapat digunakan untuk satu sampel.

Kualitas fisik-kimiawi air

Pengukuran kualitas air yang diukur meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut diukur setiap hari. Total amonia nitrogen dan nitrit diukur setiap minggu. Pengambilan sampel air menggunakan botol sampel dengan volume botol 100 ml. Pengambilan sampel dilakukan pada pagi hari dengan tujuan air dapat diamati langsung di Laboratorium Lingkungan (Tabel 3).

Analisis data

Data kualitas warna, tingkat kelangsungan hidup, jumlah kromatofora, dan kadar glukosa pada ikan guppy yang diperoleh diolah dengan bantuan Microsoft Excel 2010. Analisis data kinerja pertumbuhan dan respon imun dilakukan dengan analisis varian (ANOVA) menggunakan SPSS versi 22.0, jika ditemukan berbeda nyata kemudian

dilakukan uji lanjut dengan menggunakan Uji Duncan.

Hasil

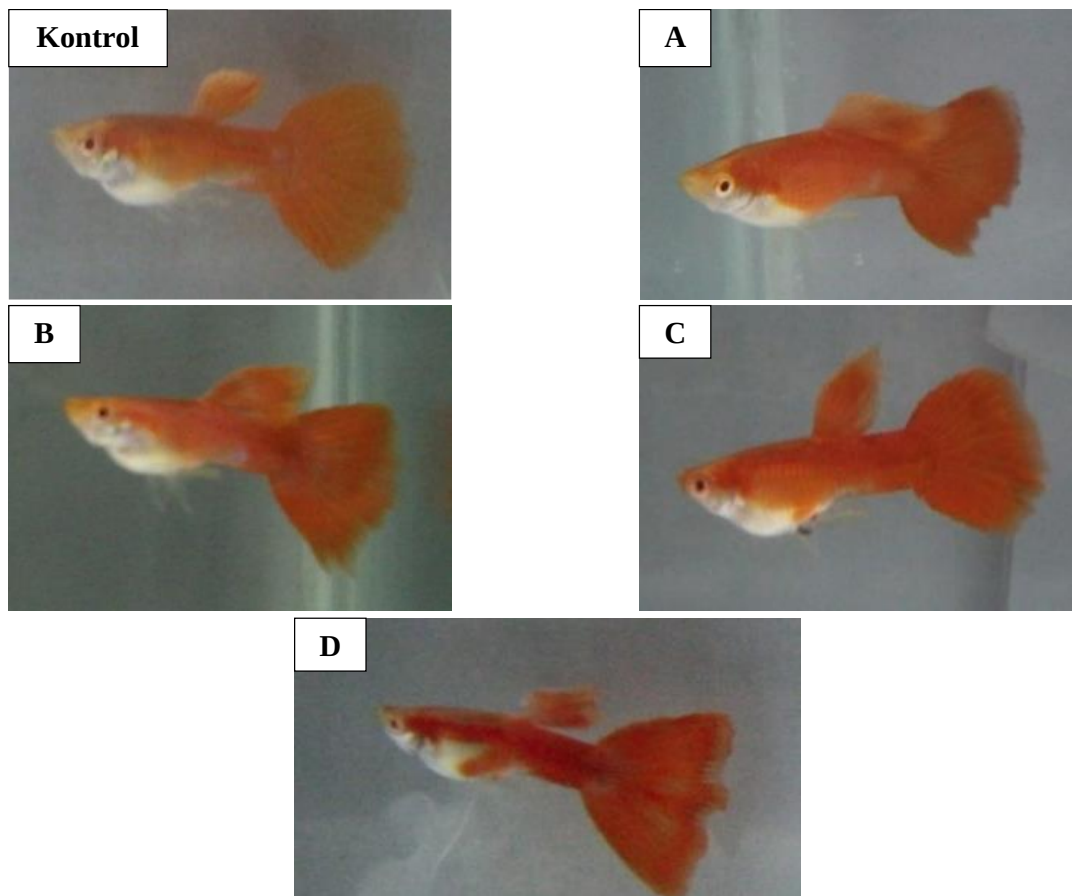
Kualitas warna ikan guppy

Persentase kualitas warna ikan guppy yang dipelihara pada perlakuan rendaman air

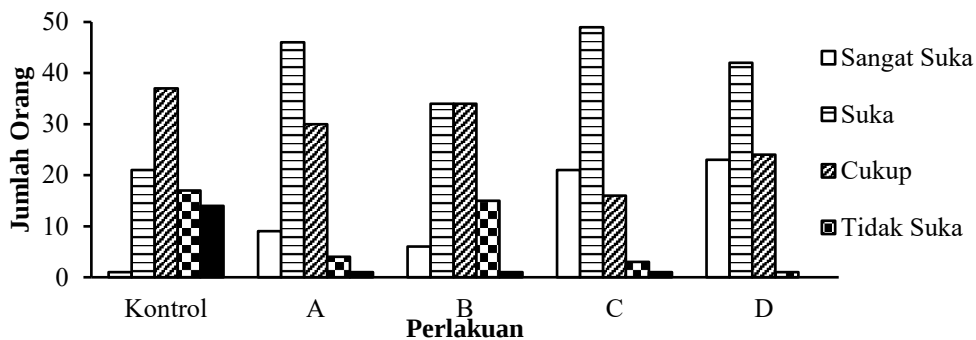
Tabel 4. Persentase kualitas warna ikan guppy.

Perlakuan	Kualitas warna ikan guppy (%)
	Warna merah
Kontrol	55,23 $\pm$ 1,88 ^a
A	61,79 $\pm$ 0,35 ^a
B	63,50 $\pm$ 0,94 ^b
C	70,01 $\pm$ 0,55 ^b
D	73,93 $\pm$ 2,29 ^c

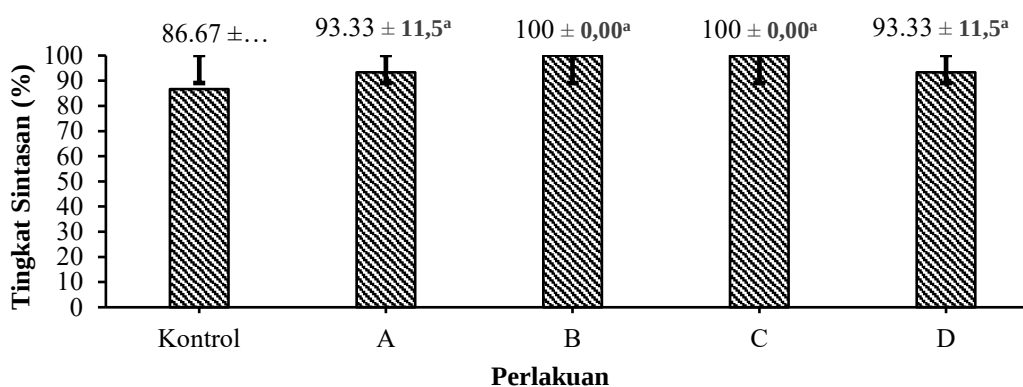
Keterangan: Semakin tinggi persentase rendaman air daun ketapang maka warna ikan semakin kontras dan semakin rendah persentase maka warna semakin pudar



Gambar 1. Penampilan warna ikan guppy dengan perlakuan air rendaman daun ketapang yang berbeda dari hasil kamera DSLR 24 MP.



Gambar 2. Persentase penilaian kualitas warna ikan guppy oleh panelis pada perlakuan pemeliharaan dengan air rendaman daun ketapang.

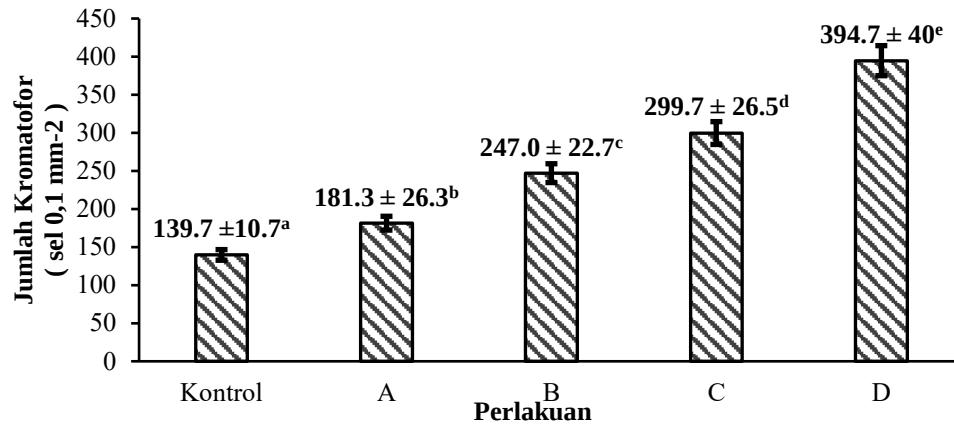


Gambar 3. Tingkat sintasan ikan guppy pada setiap perlakuan

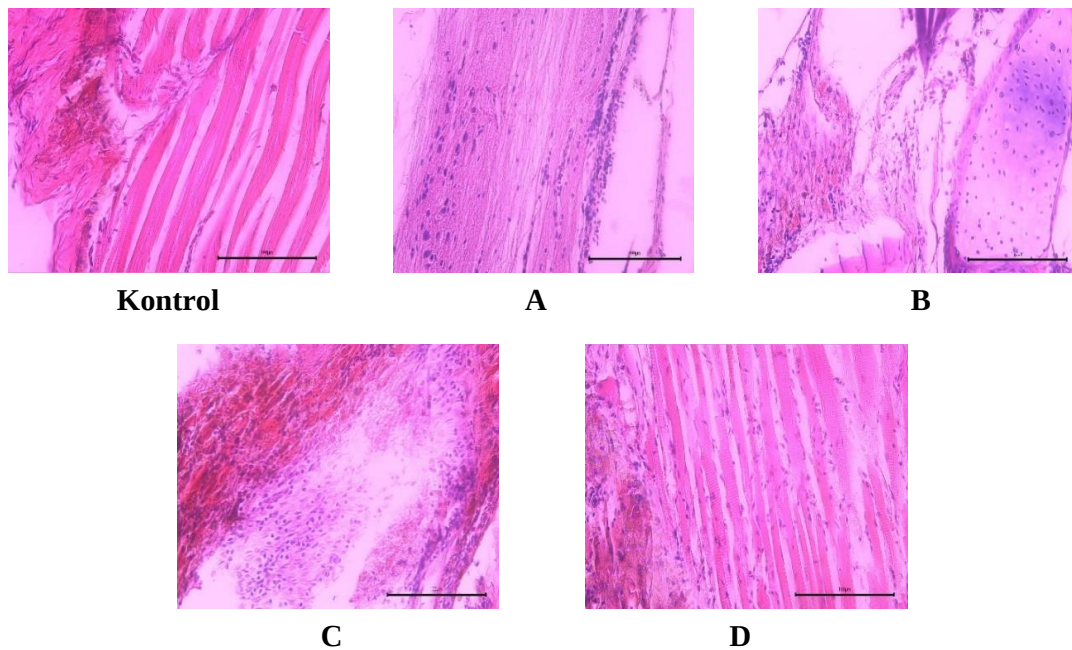
daun ketapang yang berbeda dapat dilihat pada Tabel 4. Berdasarkan hasil analisis menggunakan perangkat lunak Photoshop CS5 kualitas warna terbaik dihasilkan oleh 100% rendaman air daun ketapang. Rendaman air daun ketapang menghasilkan persentase warna merah pada tubuh ikan guppy sebesar $73,93 \pm 2,29\%$. Perbedaan kualitas warna pada ikan guppy menunjukkan hasil berbeda nyata berdasarkan hasil analisis sidik ragam. Gambar visual ikan guppy pada setiap perlakuan yang diambil menggunakan kamera DSLR 24 Mega Pixel (MP) di sajikan pada Gambar 1.

Persentase penilaian kualitas warna yang dilakukan oleh panelis disajikan pada Gam-

bar 2. Persentase penilaian oleh panelis menunjukkan nilai sangat tidak suka (STS) tertinggi yaitu pada ikan kontrol (K) yaitu sebesar 15,6 % (14 orang panelis). Hasil uji menggunakan metode hedonik penilaian panelis menunjukkan nilai tidak suka tertinggi yaitu pada perlakuan kualitas warna kontrol (K) dengan persentase sebesar 18,9% (17 orang panelis). Penilaian panelis menunjukkan persentase cukup paling tinggi yaitu pada perlakuan ikan kontrol (K) sebesar 41,1% (37 orang panelis). Persentase tertinggi suka berdasarkan pilihan panelis yaitu perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (75%) sebesar 54,4% (49 orang panelis). Perlakuan penambahan rendaman daun



Gambar 4. Jumlah sel kromatofora ikan guppy pada setiap perlakuan.



Gambar 5. Sel kromatofora ikan guppy pada setiap perlakuan yang berbeda diamati menggunakan mikroskop pada perbesaran 40x10.

ketapang (100%) mendapatkan penilaian sangat suka paling tinggi dari panelis sebesar 25,6% (23 orang panelis).

Tingkat sintasan ikan guppy

Tingkat sintasan merupakan perbandingan dari jumlah ikan pada akhir pemeliharaan dengan ikan pada awal pemeliharaan. Tingkat sintasan ikan guppy pada penelitian ini

berkisar dari 86,67±5,7%–100,00±0,00% (Gambar 3). Tingkat sintasan ikan guppy pada semua perlakuan tidak berbeda nyata berdasarkan hasil analisis sidik ragam ($P < 0,05$).

Sel kromatofora ikan guppy

Jumlah sel kromatofora ikan guppy yang dipelihara selama 28 hari dengan penambah-

an rendaman daun ketapang yang berbeda, memiliki jumlah sel kromatofora yang berbeda (Gambar 4). Jumlah sel kromatofora

ketapang yang berbeda di sajikan pada Gambar 5. Pengamatan histologi sel kromatofora dilakukan pada awal dan akhir pemeliharaan.

Tabel 5 Respons tingkah laku ikan guppy

Hari Ke-	Perlakuan	Respons tingkah laku ikan			
		Berenang	Bergerombol	Mengenali pakan	Refleks ikan
1-7	Kontrol	***	**	***	***
	A	**	**	***	**
	B	**	**	***	**
	C	**	**	***	**
	D	**	**	***	**
8-14	Kontrol	**	**	***	***
	A	**	**	***	**
	B	**	**	***	**
	C	**	**	***	**
	D	**	**	***	**
15-21	Kontrol	**	**	**	**
	A	**	**	***	**
	B	**	**	***	**
	C	**	**	***	**
	D	**	**	***	**
21-28	Kontrol	*	*	**	*
	A	**	**	***	**
	B	**	**	***	**
	C	**	**	***	**
	D	**	**	***	**

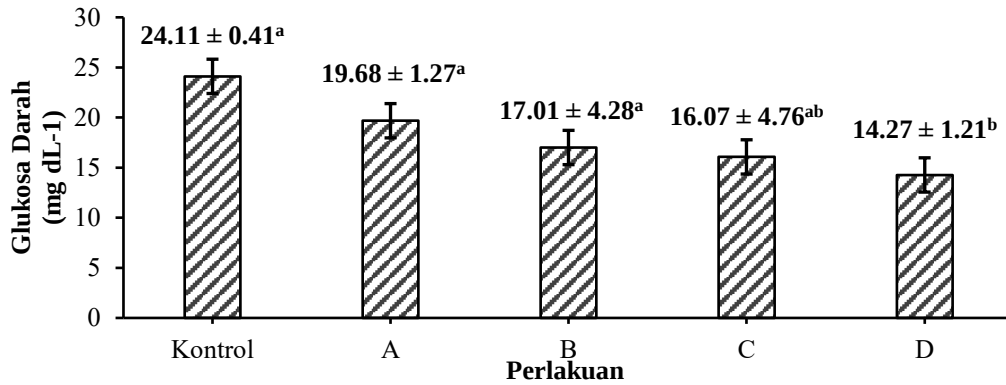
tertinggi yaitu pada perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (100%) yaitu sebesar $394,7 \pm 40$ sel $0,1 \text{ mm}^{-2}$. Berdasarkan hasil analisis sidik ragam perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (100%) menunjukkan hasil yang berbeda nyata antarperlakuan.

Hasil preparat histologi sel kromatofora ikan guppy pada perlakuan rendaman daun

Pengamatan histologis kromatofora menggunakan mikroskop dengan perbesaran 400 kali.

Respons tingkah laku ikan guppy

Respons tingkah laku ikan guppy secara umum mengalami perubahan yang meningkat setiap tujuh hari. Respons mengenali pakan



Gambar 6 Kadar glukosa darah ikan guppy pada setiap perlakuan.

Tabel 6 Parameter fisika kimia air media pemeliharaan.

Parameter	Perlakuan				
	Kontrol	A	B	C	D
Suhu (°C)	26,3-29,3	26,3-29,3	26,3-29,3	26,6-29,3	26,3-29
pH	7,7-7,5	7,3-7,5	7,1-7,4	6,9-7,2	6,6-7,2
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	6,1-6,0	5,9-6,6	6,0-6,7	6,1-6,5	5,9-6,4
Total amonia nitrogen (mg L ⁻¹)	0,079-0,031	0,091-0,026	0,090-0,115	0,094-0,142	0,096-0,164
Nitrit (mg L ⁻¹)	0,126-0,049	0,146-0,041	0,144-0,185	0,151-0,227	0,154-0,263

pada perlakuan penambahan rendaman daun ketapang dan kontrol pada hari 1-7 tinggi (***) (Tabel 5). Respons berenang pada perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (25%), perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (50%), perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (75%) dan perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (100%) (**) dibandingkan perlakuan kontrol (K) yang mengalami respons tinggi (***). Respons refleksi ikan tinggi yaitu pada perlakuan kontrol dibandingkan perlakuan lain (Tabel 5).

Kadar glukosa darah ikan guppy

Nilai kadar glukosa tertinggi berdasarkan hasil pengukuran yaitu $24,11 \pm 0,41$ mg dL⁻¹ pada perlakuan kontrol (K) disajikan pada Gambar 6. Kadar glukosa pada perlakuan penambahan rendaman daun ketapang (100%) berbeda nyata berdasarkan analisis sidik ragam (ANOVA) dengan ikan perlakuan kontrol (Kontrol) (Gambar 6).

Kualitas fisik kimiawi air

Parameter kualitas fisik kimiawi pada media pemeliharaan ikan guppy selama 28 hari disajikan pada Tabel 6. pH air dari setiap perlakuan umumnya netral yaitu ± 7 . Suhu berkisar 26,3-29,3 °C, Oksigen terlarut berkisar 5,9-6,7 mg L⁻¹, kadar nitrit 0,041-0,263 mg L⁻¹, dan kadar Total Amonia Nitrogen berkisar 0,026-0,164 mg L⁻¹.

Pembahasan

Hasil dari rendaman air daun ketapang menyebabkan warna air berubah menjadi merah kecokelatan. Kondisi lingkungan tersebut sesuai dengan penelitian yang menggunakan spektrum cahaya merah untuk meningkatkan kualitas warna ikan botia (Aras *et al.* 2016). Warna air yang dihasilkan dari rendaman air daun ketapang bersifat sementara, jika kondisi lingkungan tidak sesuai maka dapat memudar kembali seperti pada penelitian paparan spektrum cahaya (Novita *et al.* 2019). Berdasarkan analisis sidik ragam, perlakuan rendaman air daun ketapang berbeda nyata dengan perlakuan lain melalui Uji Duncan ($p < 0,05$).

Tingkat sintasan ikan guppy pada perlakuan yang berbeda selama 28 hari berkisar antara 86,67 $\pm$ 5,7% - 100,00 $\pm$ 0,00. Persentase tingkat sintasan ikan guppy tidak berbeda nyata antarperlakuan berdasarkan hasil analisis sidik ragam dengan uji lanjut menggunakan Uji Duncan ($p < 0,05$). Perbedaan perlakuan rendaman air daun ketapang selama penelitian tidak terlalu berpengaruh terhadap persentase tingkat sintasan ikan

guppy. Hal tersebut menunjukkan bahwa kadar rendaman air daun ketapang masih dapat ditoleransi oleh ikan guppy. Penelitian serupa oleh Mumpuni (2017) pada ikan nila diperoleh bahwa perlakuan pemberian daun ketapang tidak berpengaruh nyata pada tingkat sintasan masing-masing perlakuan. Hal tersebut menunjukkan bahwa besarnya persentase tingkat sintasan pada masing-masing perlakuan hampir sama.

Sel kromatofora dapat digunakan untuk mengidentifikasi kualitas warna ikan guppy. Sel kromatofora disebut juga sel pigmen yang terletak di bagian dermis atau bagian bawah dermis. Bagian dermis atas disebut stratum spongiosum dan dermis bawah disebut stratum compactum. Stratum spongiosum terdiri atas kolagen dan serat retikula yang berisi sel kromatofora (sel pigmen). Stratum compactum terdiri atas jaringan kolagen yang dapat mengubah struktur dermis menjadi gelap atau terang. Perubahan kualitas warna ikan sangat mudah dipengaruhi oleh kondisi lingkungan, penyakit yang menyerang ikan, serta aktivitas seksual sebagai modulasi untuk mengontrol daya absorpsi dan refleksi dari sel kromatofora (Robert & Ellis 2012). Perlakuan rendaman air daun ketapang yang diduga dapat memengaruhi kualitas warna ikan guppy dilihat dari sel kromatofornya, serta daun ketapang juga dapat meningkatkan ketebalan lapisan karatin pada ikan guppy (Chansue & Assawawongkasem 2011).

Jumlah sel kromatofora pada ikan guppy diamati pada awal dan akhir pemeliharaan. Jumlah sel kromatofora berkisar dari

139,7±10,7-394,7±40 sel 0,1 mm⁻² (Gambar 4). Berdasarkan analisis sidik ragam, perbedaan kadar rendaman air daun ketapang menunjukkan hasil berbeda nyata terhadap jumlah sel kromatofora dan dilanjutkan dengan Uji Duncan ($p < 0,05$). Respon peningkatan jumlah sel kromatofora terbaik yaitu pada perlakuan 100% rendaman daun ketapang. Penelitian penggunaan spektrum cahaya yang berwarna merah serupa dengan perendaman air daun ketapang yang mengubah kondisi air menjadi merah, spektrum cahaya merah memberikan hasil terbaik (Wijianto *et al.* 2019).

Hasil pengamatan histologi sel kromatofora (Gambar 5) menunjukkan bahwa pada perlakuan rendaman air daun ketapang 100%, titik-titik ungu kehitaman yang diduga sel kromatofora lebih rapat dan jumlahnya lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Kondisi lingkungan pemeliharaan yang terlalu terang dapat menyebabkan sel kromatofora menjadi terlihat seperti memudar, hal tersebut disebabkan sel kromatofora yang dibentuk dari karotenoid berupa astaxanthin mengalami hidrolisis dari free astaxanthin berubah menjadi turunan dengan satu asam lemak yang membentuk mono ester (Tume *et al.* 2009).

Stres merupakan respons fisiologis ikan ketika menerima sumber stres yang salah satunya disebabkan dari faktor lingkungan (Utomo *et al.* 2017). Pada penelitian ini respons stres diukur melalui kadar glukosa darah ikan. Stres memengaruhi respons fisiologis berupa sekresi kortisol yang memenga-

ruhi katabolisme, mobilisasi energi, dan fungsi fisiologi lainnya (Hastuti *et al.* 2004). Menurut Masjudi *et al.* (2016), indikator utama penyebab stres adalah kadar kortisol dalam plasma, sedangkan indikator kedua adalah peningkatan kadar glukosa. Jika kadar kortisol naik, maka kerja insulin di dalam darah akan berkurang. Berkurangnya insulin akan membuat kadar glukosa darah terus meningkat pada saat ikan stres. Jadi kadar glukosa darah ke dalam sel akan semakin lambat jika keterbatasan insulin. Hasil penelitian (Gambar 6) menunjukkan ikan guppy yang dipelihara pada rendaman air daun ketapang 100% memiliki nilai kadar glukosa darah terendah dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Nilai kadar glukosa darah pada perlakuan rendaman air daun ketapang (100%) dan kontrol (Kontrol) berbeda nyata dengan perlakuannya berdasarkan analisis sidik ragam ANOVA (Tabel 12) dan diuji lanjut menggunakan Uji Duncan ($p < 0,05$) (Tabel 13). Kadar glukosa yang rendah mengindikasikan respons stres yang sedikit. Penelitian pada ikan badut *Amphiprion percula* menggunakan spektrum cahaya merah memiliki kadar glukosa terendah (Novita *et al.* 2019).

Kualitas air masih dalam kondisi yang cukup baik untuk pemeliharaan ikan guppy (Tabel 6). Hal tersebut dapat dilihat dari persentase tingkat sintasan ikan guppy. Tingkat sintasan yang berkisar antara 86,67–100% mengindikasikan bahwa kualitas air selama pemeliharaan ikan guppy dalam kisaran yang dapat ditoleransi. Suhu optimal

pemeliharaan ikan guppy antara 26,3-29,3°C. Oksigen terlarut selama pemeliharaan ikan guppy masih dalam kisaran yang dapat ditolerir. Oksigen terlarut yang optimal yaitu berkisar antara 5,9-6,7 (mg L⁻¹). Pemeliharaan ikan guppy masih dalam kondisi pH optimal yaitu berkisar antara 6–8 (Boyd 1982).

Kebutuhan intensitas cahaya setiap ikan berbeda. Hasil pengamatan pada Tabel 5 ketika media pemeliharaan ikan diberi rangsangan cahaya dengan metode pemberian kadar daun ketapang yang berbeda, tingkah laku ikan sangat bervariasi. Ikan dapat berenang agresif apabila cahaya yang diberikan terlalu terang (Santos *et al.* 2019). Ikan pada perlakuan kontrol serta rendaman air daun ketapang (25%) dan rendaman (50%) menunjukkan hasil pengukuran kadar glukosa tertinggi. Stresor berupa keadaan cahaya yang mengenai ikan dapat memengaruhi sel, individu, hingga populasi (Iwama *et al.* 2005). Respon dari adanya stresor yang dapat dilihat secara langsung yaitu respon tingkah laku. Ikan guppy yang dapat mempertahankan respon fisiologisnya terhadap stres maka akan tetap hidup. Ikan yang tidak dapat mempertahankan respon fisiologisnya akan menurunkan persentase tingkah laku ikan (Aras *et al.* 2016). Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan menggunakan rendaman air daun ketapang (100%) dan rendaman (75%) menunjukkan respon yang cukup baik. Hal tersebut dapat membuat keadaan tubuh ikan menjadi lebih stabil (Iwama *et al.* 2005).

Simpulan

Penggunaan air rendaman daun ketapang sebagai media pemeliharaan dapat meningkatkan kualitas warna pada ikan guppy serta dapat memengaruhi penyebaran jumlah sel kromatofora yang berdampak pada kualitas warna ikan guppy. Semakin tinggi komposisi air rendaman daun ketapang, menghasilkan kualitas warna yang lebih kontras serta dapat memengaruhi respons tingkah laku dan kadar glukosa darah ikan guppy. Rendaman air daun ketapang dengan komposisi yang tinggi akan membuat respons dan kadar glukosa darah ikan semakin menurun. Rendaman air daun ketapang dengan konsentrasi 100% dapat mengurangi dampak stres pada ikan guppy.

Daftar pustaka

- Ahlihan B, Jegan K, Felix N, Ravaneswaran K. 2008. Influence of botanical additives on the growth and colouration of adult goldfish, *Carassius auratus* (Linnaeus). *Journal of Veterinary and Animal Sciences*. 4(4): 129-134.
- Aras AK, Nirmala K, Soelistyowati DT, Sudarto. 2015. Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(1):45-55. DOI: 10.32491/jii.v16i1.48
- Boyd CE. 1982. *Water Quality Management for Pond Fish Culture*. Elsevier Scientific Publishing Company, Amsterdam. 318 p.
- Chansue N, Assawawongkasem N. 2011. The in vitro antibacterial activity and ornamental fish toxicity of the water extract of Indian almond leaves (*Terminalia catappa* Linn). *KKU*

- Veterinary Journal*, 18(1): 36-45.
<http://vet.kku.ac.th/journal/>
- Costa DJF. 2009. Karotenoid, pigmen pencerah warna ikan karang. *Triton*, 5(1): 53-62.
- Dianala RDB. 2019. Utilization of the tropical almond tree leaves in aquaculture. *Fish for the People*, 17(3): 41-43.
<http://hdl.handle.net/20.500.12066/5794>
- Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2021. Laporan kinerja 2021. Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta, 86 p.
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall, New York. 194 p.
- Gupta SK, Jha AK, Pal AK, Venkateshwarlu G. 2007. Use of natural carotenoid for pigmentation in fish. *Natural Product Radiance*, 6(1): 46-49.
- Hastuti S, Mokoginta I, Dana D, Sutardi T. 2004. Resistensi terhadap stres dan respons imunitas ikan gurami (*Osporonemus gourmay, Lac*) yang diberi pakan mengandung kromium-ragi. *Jurnal Ilmu Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 11(1): 15-21.
- Hnawia E, Hassani L, Deharo E, Maurel S, Waikedre J, Cabalion P, Bourdy G, Valentin A, Jullian V, Fogliani B. 2011. Antiplasmodial activity of New Caledonia and Vanuatu traditional medicines. *Pharmaceutical Biology*, 49(4): 369-376. DOI: 10.3109/13880209.2010.517541
- Iwama GK, Afonso LOB, Vijayan MM. 2005. Stress in fish. In: Evans DH, Claiborne JB (editors). *The Physiology of Fishes*, 3rd ed. CRC Press. Boca Raton, pp. 319- 342.
- Kadarini T, Subandiyah S, Rohmy S, Kusriani E. 2010. Adaptasi dan pemeliharaan ikan hias gurame coklat (*Sphaerychthys ophronomides*) dengan penambahan daun ketapang. *Prosiding Forum Inovasi Teknologi Akuakultur*, pp. 809-815.
- Ladyescha D, Rudy AN, Dharma B. 2015. Uji efektivitas ekstrak cair daun ketapang (*Terminalia catappa linn.*) sebagai antibakteri terhadap ikan cupang (*Betta sp.*) yang diinfeksi bakteri salmonella enterica serovar typhi. *Prosiding Seminar Sains dan Teknologi FMIPA Unmul Samarinda*. ISBN: 978-602-72658-1-3.
- Lesmana DS, Sugito S. 1997. Astaxantin sebagai suplemen pakan untuk peningkatan warna ikan hias. *Warta Penelitian Perikanan Indonesia*, 3(1): 6-8.
- Masjudi H, Usman M. Tang, Henny Syawal . 2016. Kajian tingkat stres ikan tapah (*Wallago leeri*) yang dipelihara dengan pemberian pakan dan suhu yang berbeda. *Berkala Perikanan Terubuk*, 44(3): 69-83. DOI: 10.31258/terubuk.44.3.69%20-%2083.
- Mumpuni Y. 2017. Pengaruh pemberian daun ketapang (*Terminalia catappa*) terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan nila. *Jurnal Pertanian*, 7(2), 44–50. DOI: 10.30997/jp.v7i2.24
- Novita RD, Nirmala K, Supriyono E, Ardi I. 2019. Efektivitas paparan spektrum cahaya lampu Light Emitting Diode (LED) terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut, *Amphiprion percula* (Lacepede, 1802). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 127-141. DOI: 10.32491/jii.v19i1.410
- Nurlina, Zulfikar. 2016. Immersion time effect of guppy brood fish (*Poecilia reticulata*) in honey of onto male sex ratio (sex reversal) guppy fish. *Acta Aquatica*, 3(2): 75-80. DOI: 10.29103/aa.v3i2.327.
- Rahardjo MF, Sjafai DS, Affandi R, Sulistiono. 2011. *Iktiologi*. CV. Lubuk Agung. Bandung. 396 p.
- Roberts RJ, Ellis AE. 2012. The anatomy and physiology of teleostei. In: Roberts RJ (editor). *Fish Pathology* 4th ed.

- Blackwell Publishing, Oxford. pp. 17-20.
- Said DS, Supyawati WD, Noortiningsih. 2005. Pengaruh jenis pakan dan kondisi cahaya terhadap penampilan warna ikan pelangi merah *Glossolepis incises* jantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 5(2): 61-67. DOI: 10.32491/jii.v5i2.239
- Santos TG, Schorer M, Santos JCE, Pelli A, Pedreira MM. 2019. The light intensity in growth, behavior and skin pigmentation of juvenile catfish *Lophiosilurus alexandri* (Steindachner). *Latin American Journal of Aquatic Research*. 47(3): 416-422.
- Storebaken T, Hong KN. 1992. Pigmentation of rainbow trout. *Aquaculture*. 100: 209-229.
- Sukarman, Hirnawati R. 2014. Alternatif karotenoid sintesis (Astaxantin) untuk meningkatkan kualitas warna ikan koi (*Carassius auratus*). *Widyariset*, 13(3): 337-342.
- Tume RK, Sikes AL, Tabbert S, Smith DM. 2009. Effect of background colour on the distribution of astaxanthin in black Sumatra prawn (*Panaeus monodon*): Effective method for improvement of cooked colour. *Aquaculture*, 269(1-2): 129-135. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2009.08.006
- Utomo BS, Yustiati A, Riyantini I, Iskandar. 2017. Pengaruh perbedaan warna cahaya lampu terhadap pertumbuhan ikan nilam (*Osteochilus hasselti*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(2): 76-82.
- Wijianto, Nirmala K, Hastuti YP, Supriyono E. 2019. Kualitas warna ikan Sumatra *Puntigrus tetrazona* (Bleeker, 1855) pada paparan spektrum cahaya yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(3): 281-295. DOI: 10.32491/jii.v20i3.534

Hubungan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut dan klorofil di perairan Selat Makassar

[The relationship between small pelagic fish catches with sea surface temperature and chlorophyll in Makassar Strait waters]

Rini Sahni Putri¹, Surianti¹, Hasrianti¹, Damis¹, Muhammad Bibin¹,
Andi Rani Sahni Putri², Muh Kasim³, Suhartono Nurdin⁴

¹Prodi Ilmu Perikanan, Fakultas Sains dan Teknologi
Universitas Muhammadiyah Sidenreng Rappang, Jalan Angkatan 45 No.1A, Rappang 91651

²Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin
Jalan Perintis Kemerdekaan KM. 10, Makassar 90245

³Program Studi Teknik Penangkapan Ikan, Politeknik Kelautan dan Perikanan Sorong
Jalan Kapitan Pattimura, Tanjung Kasuari, Kota Sorong, Papua Barat 98411

⁴Dinas Kelautan dan Perikanan, Provinsi Sulawesi Selatan
Jalan Baji Minasa No. 12, Tamarunang, Kota Makassar, Sulawesi Selatan 90126
Surel: rinisahniputri@gmail.com, surianti23@gmail.com, anthiafnan@outlook.com,
damis.junardi@gmail.com, muhammad.bibin01@gmail.com, arani.sahni@gmail.com,
muh.kasim@polikpsorong.ac.id, ajitono2000@gmail.com

Diterima: 11 November 2021; Disetujui: 24 Februari 2022

Abstrak

Selat Makassar merupakan kawasan perairan yang memiliki potensi sumberdaya perairan yang cukup besar dan relatif subur. Kawasan Selat Makassar merepresentasikan zona pertemuan antara populasi ikan Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Kesuburan perairannya menjadikan daerah ini sebagai salah satu zona berkembang biak bagi sebagian besar biota perairan. Penelitian ini bertujuan untuk memetakan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan kondisi perairan di Selat Makassar. Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data tangkapan ikan dari Perairan Selat Makassar pada bulan Juni-September 2021. Data kondisi lingkungan perairan berupa Suhu Permukaan Laut dan konsentrasi klorofil-*a* perairan pada periode penelitian diperoleh dari satelit AQUA dengan sensor MODIS, kemudian dikombinasikan dengan Sistem Informasi Geografis. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kisaran suhu permukaan laut di Perairan Selat Makassar antara 26,7°C–31,3°C dan konsentrasi klorofil-*a* antara 0,7 mg/m³ - 1,30 mg/m³. Titik tangkapan tertinggi terdapat pada dua titik dengan hasil tangkapan pukat cincin yang sama yaitu 4000 kg pada 118°51'BT dan 5°10'59"LS serta pada titik 118°52'59"BT dan 5°3'LS, sedangkan tangkapan terendah sebanyak 5 kg pada titik 118°19'BT dan 4°57'LS. Disimpulkan bahwa keberadaan ikan kemungkinan dipengaruhi oleh kondisi perairan yang disukai ikan target tangkapan di Selat Makassar.

Kata penting: data satelit, klorofil, pelagis kecil, suhu.

Abstract

Makassar Strait is a waters area with a large and relatively fertile water resource potential. The Makassar Strait area represents the confluence zone between the Pacific Ocean and Indian Ocean fish populations. The fertility of the waters makes this area one of the breeding zones for most aquatic biota. This study aims to map the catch of small pelagic fishes with water conditions in the Makassar Strait. The data used in this study was fish catches data from Makassar Strait waters from June to September 2021. Data on environmental conditions in the form of Sea Surface Temperature and chlorophyll-*a* concentration in the waters during the study period were obtained from the AQUA satellite with MODIS sensors, then combined with the Geographic Information System (GIS). The results of this study indicate that the sea surface temperature range in Makassar Strait waters was between 26.7°C–31.3°C and the concentration of chlorophyll-*a* was between 0.7 mg/m³ - 1.30 mg/m³. The highest catch points were at two points with the same catch of the purse seine, namely 4,000 kg at 118°51'E and 5°10'59"S and at 118°52'59"E and 5°3'S,

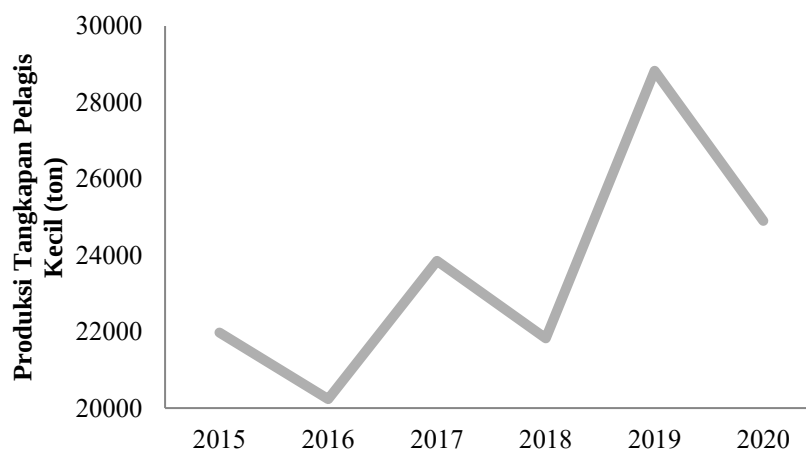
while the lowest catch was 5 kg at 118°19'E and 4°57'S. It can be concluded that the presence of fish may be influenced by the water's conditions favored by the target fish in the Makassar Strait.

Keywords: chlorophyll, satellite data, small pelagic, temperature.

Pendahuluan

Selat Makassar merupakan kawasan perairan yang memiliki potensi sumberdaya perairan yang cukup besar dan relatif subur (Gordon 2005). Kawasan Selat Makassar merepresentasikan zona pertemuan antara populasi Samudera Pasifik dan Samudera Hindia. Kesuburan perairannya menjadikan daerah ini sebagai salah satu zona berkembang biak bagi sebagian besar biota di Indonesia. Hal ini menyebabkan perairan Selat Makassar memiliki potensi sumberdaya perikanan yang cukup tinggi, termasuk sumberdaya ikan pelagis kecil. Namun jika tidak diperhatikan dengan baik, penurunan sumberdaya ikan di perairan dapat saja terjadi jika laju pemanfaatan tidak sejalan dengan laju pertumbuhannya.

Ikan pelagis kecil merupakan ikan yang menghabiskan sebagian besar hidupnya berada pada lapisan permukaan hingga kolom perairan, seperti lemuru (*Sardinella lemuru*), tembang (*Sardinella fimbriata*), teri (*Stolephorus* sp.), kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*), kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*), dan lain-lain. Produksi ikan pelagis kecil di Provinsi Sulawesi Selatan pada tahun 2015-2020 ditampilkan dalam Gambar 1 untuk memberikan gambaran fluktuasi perikanan tangkap beberapa tahun terakhir. Pada gambar tersebut terlihat pola produksi perikanan pelagis kecil yang sangat fluktuatif dari tahun 2015-2020. Selama periode ini produksi perikanan tangkap pelagis kecil yang paling tinggi yaitu pada tahun 2019 sebesar 28.827,7 ton, sedangkan



Gambar 1 Produksi perikanan tangkap di Sulawesi Selatan tahun 2015-2020 (DKP SulSel 2021)

produksi yang paling sedikit pada tahun 2016 sebesar 20.234,6 ton.

Kekhawatiran mengenai kelestarian sumberdaya perikanan di lautan mulai menyebar sejak tahun 1990-an (Pauly *et al.* 2003) ketika banyak peneliti dan media massa mulai mempublikasikan dampak penurunan sumberdaya perairan. Sumberdaya perikanan merupakan komponen penting bagi ketahanan pangan dan memberikan peluang dalam peningkatan perekonomian (Zeller *et al.* 2006, Bell *et al.* 2009). Keberadaan ikan di suatu perairan sangat dipengaruhi oleh kondisi oseanografi kawasan tersebut. Keterseediaan gerombolan ikan dipengaruhi oleh keadaan lingkungan perairan (Nataniel *et al.* 2021). Kurota *et al.* 2020 mengemukakan pentingnya kondisi lingkungan yang merupakan faktor pendorong pertumbuhan dan perkembangan ikan pelagis

Kajian tentang sumberdaya ikan dan kaitannya dengan kondisi lingkungan menggunakan metode penginderaan jauh seperti Oktari *et al.* (2019) yang melakukan pemetaan pola pergerakan penangkapan ikan dengan menggunakan data oseanografi dari satelit dan menemukan bahwa pola pergerakan ikan dipengaruhi secara signifikan oleh parameter oseanografi yaitu konsentrasi klorofil-*a*. Selain itu, kajian Putri *et al.* (2020) juga menggunakan metode penginderaan jauh untuk memperoleh data oseanografi untuk memberikan gambaran hubungan parameter oseanografi terhadap hasil tangkapan ikan pelagis kecil di Selat Makassar. Kajian ini menunjukkan bahwa suhu permukaan laut

dan klorofil-*a* memiliki rentang tertentu yang mempengaruhi kelimpahan ikan. Kajian ikan pelagis kecil di Selat Makassar telah banyak dilakukan seperti Nurdin *et al.* 2017 menunjukkan sebaran ikan kembung lele (*Rastrelliger kanagurta*) di Perairan Spermonde, Selat Makassar dan menunjukkan hubungan positif ikan pelagis kecil tersebut dengan suhu permukaan laut dan klorofil-*a*. Selain itu, kajian analisis upaya penangkapan ikan pelagis kecil juga sudah dilakukan di perairan Selat Makassar dan menunjukkan bahwa pukat cincin, bagan perahu, dan payang merupakan alat tangkap yang dominan, baik produksi maupun upaya penangkapan ikan pelagis kecil (Nelwan *et al.* 2017). Penelitian mengenai sebaran spasial ikan pelagis kecil penting dilakukan secara berkesinambungan untuk memberikan gambaran sebaran ikan pelagis kecil di Selat Makassar baik secara spasial maupun temporal.

Pengelolaan sumberdaya laut yang berkelanjutan memerlukan informasi persebaran ikan secara spasial dan berkesinambungan. Data satelit dikombinasikan dengan Sistem Informasi Geografis (SIG) untuk memetakan lokasi penangkapan ikan secara spasial dan temporal (Hidayat *et al.* 2020), kemudian dihubungkan dengan kondisi lingkungan selama periode penelitian. Beberapa kajian zona potensial ikan hubungannya dengan kondisi oseanografi telah dilakukan seperti pendeteksian daerah potensial penangkapan ikan pelagis kecil yaitu kembung perempuan dengan menggunakan data penginderaan jauh (Nurdin *et al.* 2017). Selain itu, Chen *et al.*

(2005) melakukan kajian tentang persebaran ikan dan hubungannya dengan faktor lingkungan. Zainuddin *et al.* 2004 juga melakukan penelitian mengenai daerah penangkapan ikan yang potensial menggunakan data satelit dari *oceancolor*.

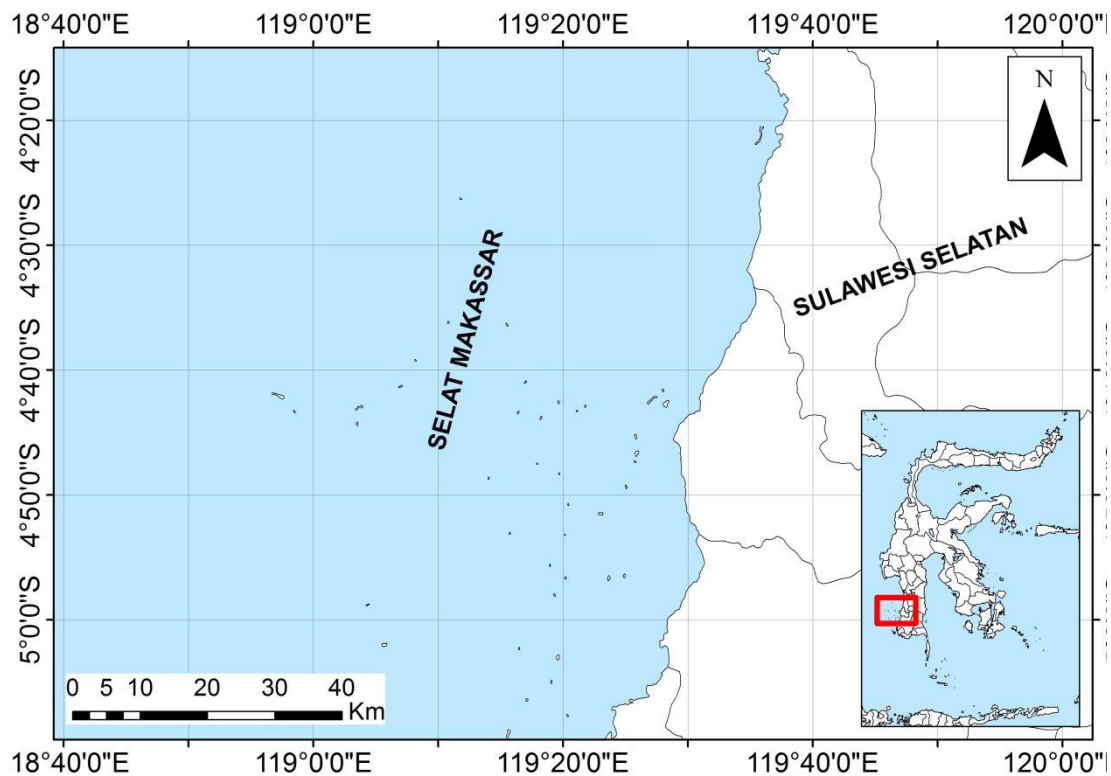
Pemanfaatan SIG dan penginderaan jauh menjadi salah satu alternatif dalam penggunaan data lingkungan karena dapat tersedia secara berkesinambungan. Citra satelit yang memiliki sensor untuk merekam keadaan permukaan laut dapat digunakan untuk memperoleh informasi prediksi zona potensial ikan dengan mempelajari sebaran kondisi oseanografi perairan. Faktor oseanografi menjadi faktor penentu keberadaan ikan, karena setiap jenis ikan umumnya memiliki kondisi oseanografi ideal bagi pertumbuhan dan perkembangannya. Sehingga, faktor tersebut sangat bermanfaat untuk pemanfaatan dan pengelolaan sumberdaya ikan, terutama dalam usaha penangkapan.

Gambaran spasial kondisi lingkungan merupakan informasi penting dalam kajian zona potensial penangkapan ikan. Hal ini menjadi kajian awal yang sangat erat kaitannya dengan keberadaan ikan, karena kondisi lingkungan sangat mempengaruhi bahkan menentukan keberadaan ikan di suatu perairan. Pengetahuan tentang keberadaan ikan akan sangat mempengaruhi efektif dan efisiennya kegiatan penangkapan serta mengoptimalkan hasil tangkapan. Informasi tersebut juga nantinya akan sangat dibutuhkan dalam penentuan langkah pengelolaan sumberdaya perairan yang berkelanjutan.

Kondisi oseanografi sangat memengaruhi pola migrasi ikan (Zainuddin *et al.* 2013) dan pertumbuhan ikan (Kasmi *et al.* 2017). Kaitannya dengan upaya optimalisasi pemanfaatan dan keberlanjutan sumberdaya ikan pelagis kecil, informasi mengenai kondisi oseanografi sangat penting untuk diketahui (Zorica *et al.* 2013). Pemanfaatan teknologi satelit menjadi salah satu metode yang baik dalam kajian sumberdaya ikan hubungannya dengan kondisi oseanografi. Metode ini dipilih karena dapat memberikan informasi kondisi oseanografi secara spasial dan temporal. Pemanfaatan teknologi satelit untuk memperoleh data oseanografi dapat membantu dalam memberikan saran lokasi penangkapan ikan dengan memperkirakan kelimpahan ikan dari data oseanografi yang sesuai dengan ikan target. Kajian ini bertujuan untuk memetakan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan kondisi perairan di Selat Makassar. Ikan pelagis kecil yang menjadi target kajian ini yaitu ikan tembang (*Sardinella fimbriata*), kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) dan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*).

Bahan dan metode

Data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan data tangkapan ikan yang diperoleh dengan mengikuti secara langsung kegiatan penangkapan ikan pada alat tangkap bagan perahu di Perairan Selat Makassar pada bulan Juni-September 2021. Lokasi penelitian Selat Makassar dapat dilihat pada Gambar 2. Hasil tangkapan yang menjadi



Gambar 2 Lokasi penelitian

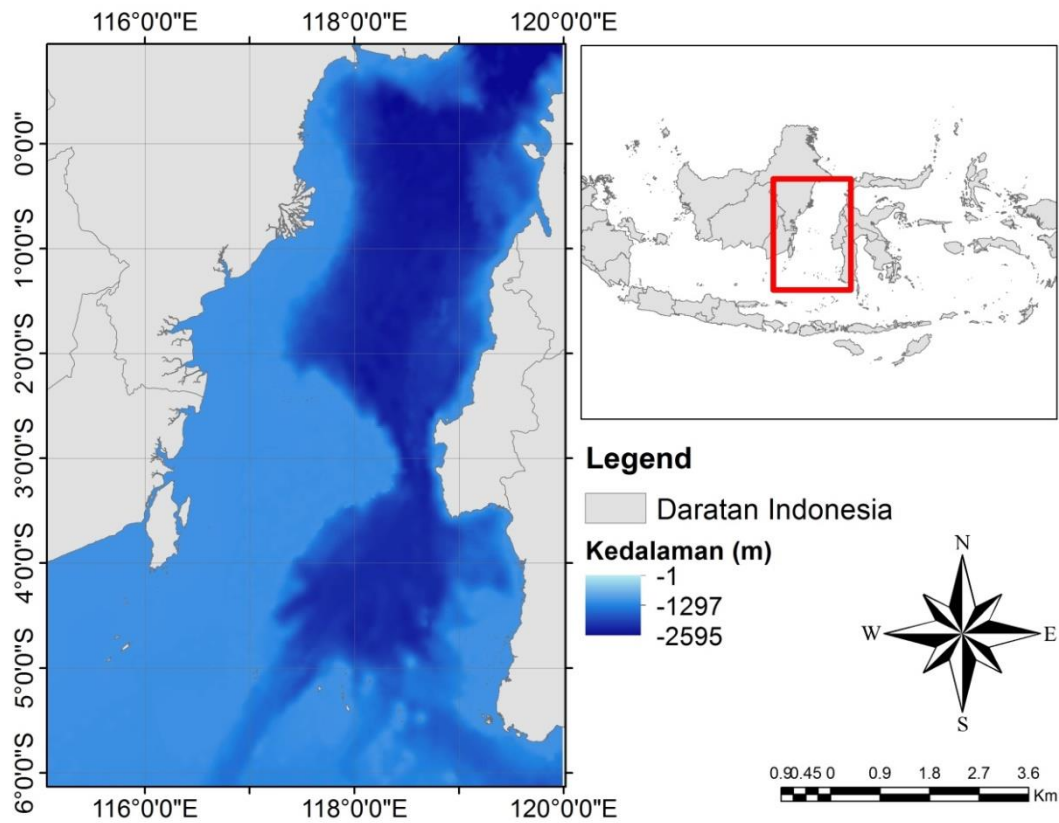
target dalam penelitian ini yaitu ikan pelagis kecil berupa ikan tembang (*Sardinella* sp.) , kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) dan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*) yang merupakan beberapa jenis ikan target utama dalam upaya penangkapan ikan karena memiliki nilai ekonomis yang cukup tinggi. Ikan pelagis kecil menjadi salah satu target utama dalam kegiatan penangkapan ikan di Perairan Selat Makassar.

Data kondisi lingkungan perairan berupa Suhu Permukaan Laut (SPL) dan konsentrasi klorofil-*a* perairan pada periode penelitian diperoleh dari satelit AQUA dengan sensor MODIS (*Moderate-Resolution Imaging Spectroradiometer*) dengan resolusi spasial 4 km dan resolusi temporal bulanan

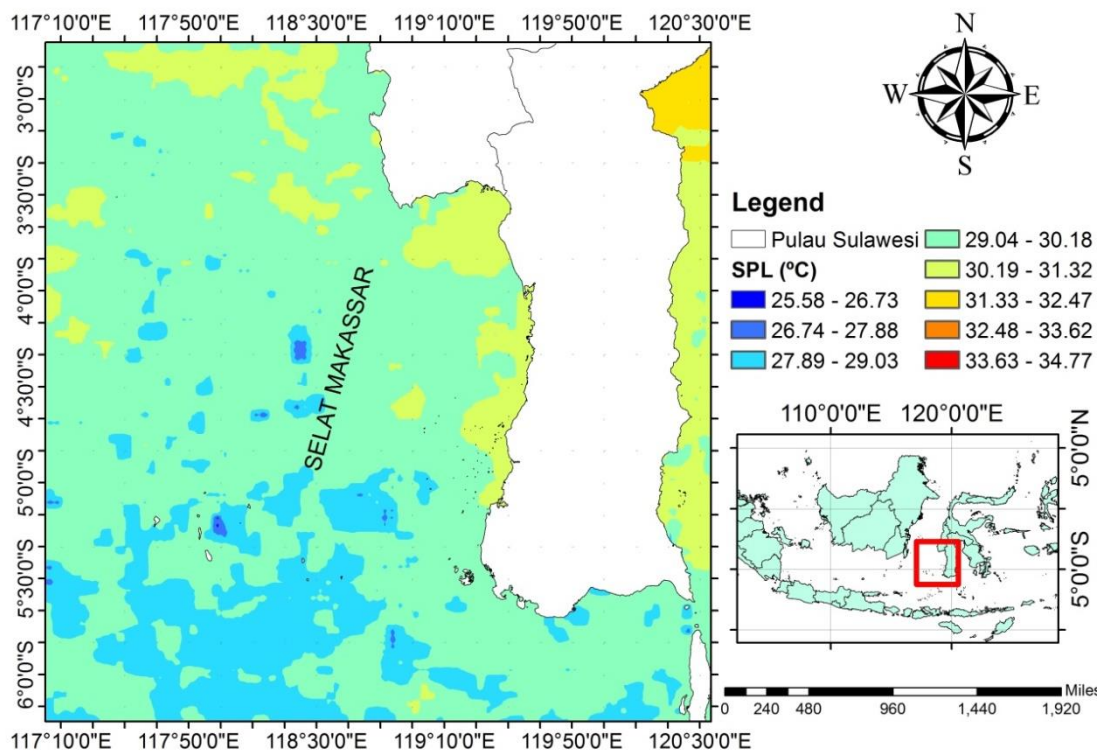
(*monthly*), kemudian dirata-ratakan untuk memperoleh gambaran spasial kondisi lingkungan di perairan tersebut. Gambaran spasial divisualisasikan dengan peta spasial kondisi lingkungan menggunakan perangkat lunak arcGIS 10.8.

Hasil

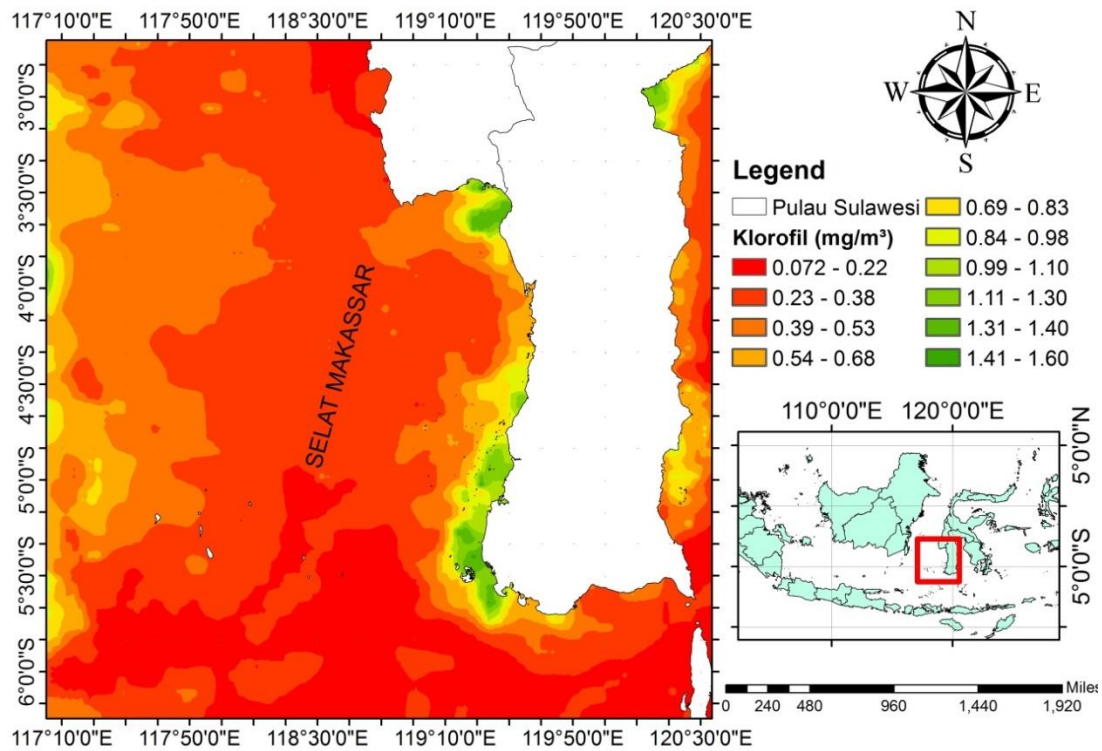
Perairan Selat Makassar termasuk salah satu perairan yang cukup dalam di Indonesia. Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa kisaran kedalaman Perairan Selat Makassar mencapai 2.595 m. Tidak jauh dari daratan Pulau Sulawesi terlihat perairan yang relatif dalam ditunjukkan dengan warna biru yang lebih tua membentang dari utara hingga ke selatan perairan tersebut.



Gambar 3 Kedalaman perairan Selat Makassar (sumber: ETOPO)



Gambar 4. Suhu Permukaan Laut (SPL) perairan Selat Makassar.

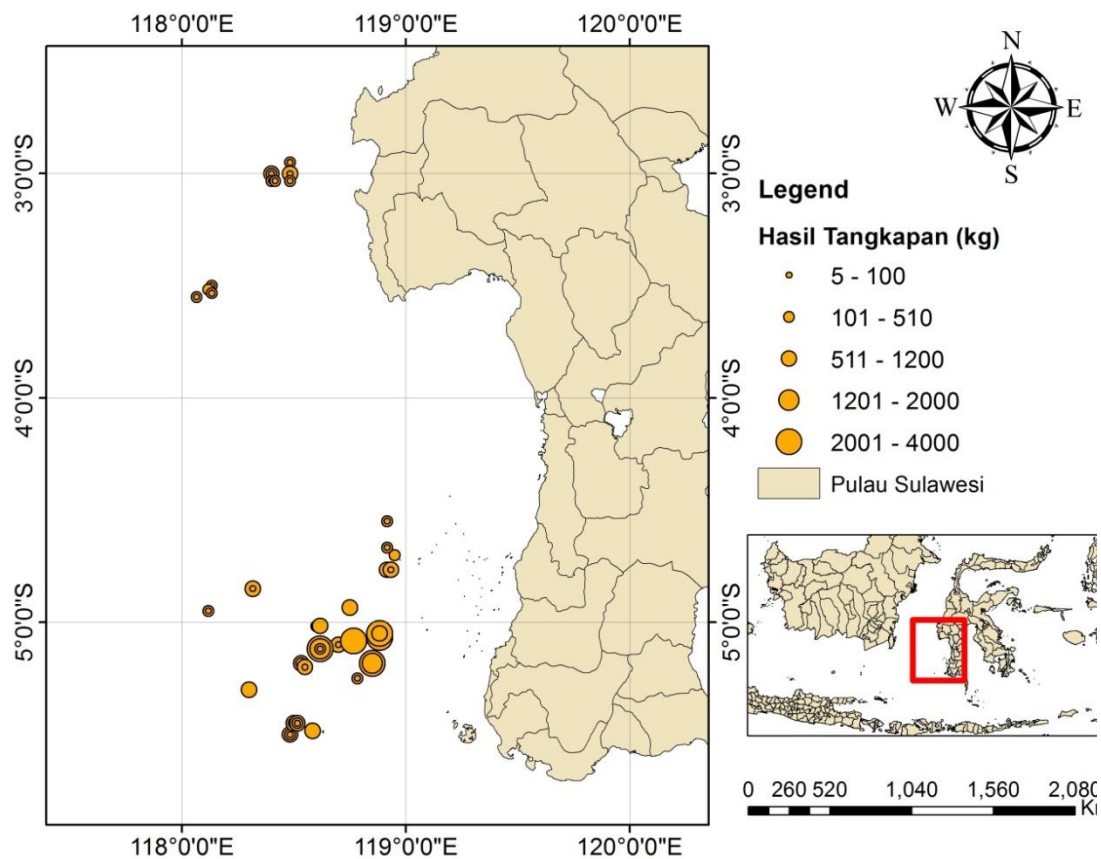


Gambar 5. Konsentrasi klorofil-*a* perairan Selat Makassar.

Kondisi lingkungan sangat memengaruhi keberadaan dan sebaran ikan. Suhu permukaan laut Selat Makassar terlihat bervariasi secara spasial (Gambar 4). Kisaran suhu permukaan laut di Perairan Selat Makassar antara 26,7°C–31,3°C. Parameter oseanografi yang juga penting dalam mempelajari sebaran ikan, terutama ikan pelagis kecil yaitu konsentrasi klorofil-*a* pada kawasan perairan tersebut. Gambar 5 menunjukkan sebaran spasial konsentrasi klorofil-*a* pada periode penelitian. Peta sebaran tersebut menunjukkan rentang konsentrasi klorofil-*a* berkisar antara 0,7 mg/m³ - 1,30 mg/m³ dan terlihat relatif lebih tinggi di dekat daratan.

Titik penangkapan ikan pelagis kecil pada penelitian ini sebanyak 264 titik

penangkapan yang kemudian dipetakan untuk melihat sebaran spasial keberadaan ikan pada periode penelitian. Pada Gambar 6 dapat dilihat titik tangkapan tersebar dari utara hingga ke selatan Perairan Selat Makassar dengan tangkapan berkisar antara 5 kg–4000 kg ikan pelagis kecil berupa ikan tembang (*Sardinella* sp.), kembung perempuan (*Rastrelliger brachysoma*) dan kembung lelaki (*Rastrelliger kanagurta*). Lokasi tangkapan tertinggi terdapat dua titik dengan hasil tangkapan yang sama yaitu 4000 kg pada 118°51'BT dan 5°10'59"LS serta pada titik 118°52'59"BT dan 5°3'LS. Tangkapan terendah sebanyak 5 kg pada titik 118°19'BT dan 4°57'LS, bergeser ke arah tengah perairan Selat Makassar.



Gambar 6 Titik tangkapan ikan pelagis kecil di Selat Makassar.

Pembahasan

Kajian Worm *et al.* 2009 menunjukkan bahwa dari hasil perhitungan *Maximum Sustainable Yield* (MSY) ditemukan sekitar 2/3 atau 63% dari populasi biomassa ikan telah menurun dibawah target pengelolaan. Menurunnya produksi perikanan di beberapa wilayah disebabkan beberapa faktor, seperti eksploitasi secara berlebihan, pertumbuhan populasi manusia dan perubahan iklim (Cinner *et al.* 2012; Houk *et al.* 2012; Bell *et al.* 2013). Dalam upaya manajemen perikanan berkelanjutan, pengetahuan tentang populasi biomassa ikan perlu diketahui. Hal tersebut menjadi salah satu pendorong

pentingnya kajian keberadaan ikan di suatu perairan dan hubungannya dengan kondisi lingkungan. Setiap perairan memiliki karakteristik lingkungan berbeda, sehingga perlu dilakukan kajian secara berkesinambungan di setiap kawasan perairan.

Suhu pada permukaan laut dipengaruhi oleh kondisi meteorologis seperti intensitas cahaya matahari, curah hujan, kecepatan angin, dan lain-lain. Suhu permukaan laut merupakan salah satu parameter oseanografi yang memiliki peranan penting dalam memprediksi sebaran ikan. Tingginya sebaran klorofil-*a* di perairan pantai dan pesisir umumnya disebabkan adanya suplai nutrisi

melalui perairan sungai yang berasal dari daratan (Nybakken 1992). Selain itu, tinggi rendahnya kandungan klorofil-*a* di suatu perairan juga disebabkan oleh suhu, salinitas, pH dan faktor-faktor lainnya (Sihombing *et al.* 2013).

Parameter oseanografi merupakan faktor penting dalam mempelajari sebaran spasial ikan dan merupakan faktor yang paling sering dikaitkan dengan spesies pelagis yaitu SPL (Suhu Permukaan Laut), CHL (Klorofil-*a*), dan kedalaman (Song *et al.* 2009; Fraile *et al.* 2010; Lan *et al.* 2017). Karakteristik oseanografi seperti suhu permukaan laut dan klorofil-*a* cenderung menjadi pendorong penting bagi kelimpahan ikan (Yuniarta *et al.* 2017). Parameter oseanografi merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap variabilitas hasil tangkapan ikan, karena hal tersebut berhubungan dengan proses metabolisme ikan secara biologis. Metabolisme tersebut memengaruhi pertumbuhan ikan di perairan yang harus dipenuhi untuk mempertahankan hidupnya (Yatsu 2011, Takahashi *et al.*, 2009).

Hasil penelitian ini menunjukkan kisaran suhu permukaan laut di Perairan Selat Makassar antara 26,7°C–31,3°C dan konsentrasi klorofil-*a* antara 0,7 mg/m³ - 1,30 mg/m³. Rentang suhu permukaan laut dan klorofil-*a* ditemukan berpengaruh positif terhadap keberadaan ikan pelagis kecil yaitu ikan tembang, kembung perempuan, dan kembung lelaki, terutama pada bagian selatan perairan Selat Makassar. Sejalan dengan penelitian Putri *et al.* 2021 yang menunjukkan bahwa

suhu permukaan laut 29,5,7°C–30,5°C dan klorofil-*a* 0,5 mg/m³–0,8 mg/m³ memiliki pengaruh terhadap hasil tangkapan ikan pelagis kecil. Selain itu, menurut Rasyid *et al.* 2014 kondisi suhu permukaan laut di perairan Makassar berkisar antara 26°C–31°C dan konsentrasi klorofil-*a* 0,1 mg/m³–1,0 mg/m³, dengan prediksi penangkapan mencapai 121–180 kg ikan pelagis kecil. Hal ini menunjukkan bahwa fluktuasi parameter oseanografi baik secara spasial maupun temporal memberikan pengaruh pada keberadaan ikan di suatu perairan.

Simpulan

Rentang suhu permukaan laut antara 26,7°C–31,3°C dan klorofil-*a* antara 0,7 mg/m³–1,30 mg/m³ ditemukan berpengaruh positif terhadap keberadaan ikan pelagis kecil, terutama pada bagian selatan perairan Selat Makassar.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kemdikbudristek atas bantuan pendanaan penelitian melalui hibah Penelitian Dosen Pemula (PDP), kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan serta nelayan yang terlibat dalam penelitian ini, serta penulis mengucapkan terima kasih kepada mitra bestari atas saran dan koreksinya sehingga artikel ini menjadi lebih berkualitas.

Daftar pustaka

- Bell JD, Ganachaud A, Gehrke PC, Griffiths SP, Hobbay AJ, Hoegh-Guldberg O, Johnson JE, Borgne RL, Lehodey P, Lough JM, Matear RJ, Pickering TD, Pratchett MS, Gupta AS, Senina I, & Waycott M. 2013. Mixed responses of tropical pasific fisheries and aquaculture to climate change. *Nature Climate Change*, 3(6): 591-599.
- Bell JD, Kronen M, Vunisea A, Nash W, Keeble G, Demmke A, Pontifex S, & Andrefouet S. 2009. Planning the use of fish for food security in the Pasific. *Marine Policy* 33(1): 64-76.
- Chen IC, Lee PF, & Tzeng WN. 2005. Distribution of albacore (*Thunnus alalunga*) in the Indian Ocean and its relation to environmental factors. *Fisheries Oceanography*, 14(1): 71-80.
- Cinner JE, McClanahan TR, Graham NAI, Daw TM, Maina J, Stead SM, Wamukota A, Brown K, & Bodin O. 2012. Vulnerability of coastal communities to key impacts of climate change on coral reef fisheries. *Global Environmental Change*, 22(1): 12-20.
- DKP (Dinas Kelautan dan Perikanan) Provinsi Sulawesi Selatan. 2021. *Data Statistik Perikanan Provinsi Sulawesi Selatan*. Makassar, Sulawesi Selatan.
- ETOPO. 2021. Dimuat dalam <https://www.ngdc.noaa.gov/mgg/global/>.
- Fraile I, Murua H, Goni N, & Caballero A. 2010. Effect of environmental factors catch rates of FAD-associated yellowfin (*Thunnus albacares*) and skipjack (*Katsuwonus pelamis*) tunas in the Western Indian Ocean. *Indian Ocean Tuna Commission Proceedings*, 22. IOTC-2010-WPTT-46.
- Gordon A. 2005. The oceanography of the Indonesian Seas and their throughflow. *Oceanography*, 18(4): 14-27.
- Hidayat R, Zainuddin M, Mallawa A, Mustapha MA, Safruddin, & Putri ARS. 2020. Estimating potential fishing zones for skipjack tuna (*Katsuwonus pelamis*) abundance in southern Makassar Strait. *IOP Conference Series : Earth and Environmental Science*. 564(1): 012082.
- Houk P, Rhodes K, Lindfield S, Fread V, & Mcilwain JL. 2012. Commercial coral-reef fisheries across Micronesia: a need for improving management. *Coral Reefs*, 31(1): 13-26
- Kasmi M, Hadi S & Kantun W. 2017. Biologi reproduksi ikan kembung lelaki, *Rastrelliger kanagurta* (Cuvier, 1816) di perairan pesisir Takalar, Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(3): 259-271.
- Kurota H, Cody SS, & Momoko I. 2020. Drivers of rescrutment dynamic in Japanese major fisheries resources: Effect of environmental conditions and spawner abundance. *Fisheries Research*, 221(1): 105353.
- Lan KW, Shimada T, Lee MA, Su NJ, & Chang Y. 2017. Using remote-sensing environmental and fishery data to map potential yellowfin tuna habitats in the tropical Pasific Ocean. *Remote Sensing*, 9(5): 1-14.
- Nataniel A, Jon L, & Maria S. 2021. Modelling seasonal environmental preferences of tropical tuna purse seine fisheries in the Mozambique Channel. *Fisheries Research*, 243(6): 106073.
- Nelwan A, Sondita F, Monintja DR, & D Simbolon. 2017. Analisis upaya penangkapan ikan pelagis kecil di Selat Makassar, Perairan Pantai Barat Sulawesi Selatan. *Jurnal Teknologi Perikanan dan Kelautan*, 10(1): 1-14.
- Nurdin S, Mustapha MA, Lihan T & Zainuddin M. 2017. Applicability of remote sensing oceanographic data in the detection of potential fishing grounds of *Rastrelliger kanagurta* in the archipelagic waters of Spermonde, Indonesia. *Fisheries Research*, 196: 1-12.

- Nybakken JW. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Diterjemahkan oleh M. Eidman, H. PT.Gramedia. Jakarta. 459 p.
- Oktari AR, Ridwan M, Zainuddin M & Musbir. 2019. Pemetaan pola pergerakan penangkapan ikan cakalang (*Katsuwonus pelamis*) dengan menggunakan data satelit dan purse seine di Selat Makassar selama Juli-Oktober 2018. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 6(12) : 175-185.
- Pauly D, Zeller D, Centre F, 2003. *Rationale for improving FAO's database*, Page 1 PART I: FISHERIES TRENDS The Global Fisheries Crisis as a Rationale for Improving the FAO's Database of Fisheries Statistics 1.
- Putri RS, Bibin M, Putri ARS & Asrifan A. 2020. GAM in modeling the distribution of small pelagic fish in the Makassar Strait. *Veterinary Practitioner*, 2(2): 310-314.
- Putri RS, Surainti, Hasrianti, Bibin M, Damis & Muhammad F. 2021. Distribusi pelagis kecil di Selat Makassar kaitannya dengan parameter oseanografi. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 8(2): 48-57.
- Rasyid AJ, Nurjannah N, A Iqbal B, & M Hatta. 2014. Karakter oseanografi perairan Makassar terkait zona potensial penangkapan ikan pelagis kecil pada musim timur. *Jurnal IPTEKS Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan*, 1(1): 69-80.
- Sihombing RF, Aryawati R & Hartoni. 2013. Kandungan klorofil-*a* fitoplankton di sekitar perairan Desa Sunsang Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*, 5(1): 34-39.
- Song L, Zhou Y, Nishida T, Jiang W, & Wang J. 2009. Environmental preferences of bigeye tuna, *Thunnus obesus*, in the Indian Ocean: an application to a longline fishery. *Environmental Biology of Fishes*, 85(2): 153-171.
- Takahashi M, Watanabe Y, Yatsu A, & Nishida H. 2009. Contrasting responses in larva and juvenile growth to a climate-ocean regime shift between anchovy and sardine. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 66(6): 972-982.
- Worm B, Hilborn R, Baum JK, Branch TA, Collie JS, Costello C, Fogarty MJ, Fulton EA, Hutchings JA, Jennings S, Jensen OP, Lotze HK, Mace PM, McClanahan TR, Minto C, Palumbi SR, Parma AM, Ricard D, Rosenberg AA, Watson R, & Zeller D, 2009. Rebuilding global fisheries. *Science*, 325(5940): 578-585.
- Yatsu A. 2011. Recent stock status of migratory commercial species around Japan: possibility of a new alternation of dominant species. *Aquabiology*, 192(33): 3-6.
- Yuniarta S, Van Zwieten PAM, Groeneveld RA, Wisudo SH, & van Ierland EC. 2017. Uncertainty in catch and effort data of small and medium scale tuna fisheries in Indonesia: Sources, operational causes and magnitude. *Fisheries Research*, 193: 173-183.
- Zainuddin M, Nelwan A, Farhum SA, Najamuddin H, Kurnia MAI, & Sudirman. 2013. Characterizing potential fishing zone of skipjack tuna during the southeast monsoon in the Bone Bay-Flores Sea using remotely sensed oceanographic data. *International Journal of Geosciences*, 4(1): 259-266.
- Zainuddin M, Saitoh K, & Saitoh S. 2004. Detection of potential fishing ground for albacore tuna using synoptic measurements of ocean color and thermal remotesensing in the northwestern North Pacific. *Geophysical Research Letters*, 31(20): 1-4.
- Zeller D, Booth S, Pauly D, & Zeller D. 2006. Fisheries contributions to the gross domestic product: underestimating small-scale fisheries in the Pasific.

- Marine Resource Economics*, 21(4): 355-374.
- Zorica B, Vilibic I, Kec VI, & Epic J. 2013. Environmental conditions conducive to anchovy (*Engraulis encrasicolus*) spawning in the Adriatic Sea. *Fisheries Oceanography*, 22(1): 32–40.

Pengaruh kombinasi mikroorganisme sebagai probiotik dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan, laju pengosongan lambung, dan kadar glukosa darah ikan bandeng, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)

[The effect of microorganisms combination as probiotics in feed for growth performance, gastric evacuation rates, and blood glucose levels of milkfish, *Chanos chanos* (Forsskal, 1775)]

Siti Aslamyiah*, Zainuddin¹ & Badraeni¹

¹ Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Jalan Perintis Kemerdekaan Km X, Tamalanrea, Makassar 90245 Telp./Faks. 0411-586025
siti.aslamyiah1@gmail.com / siti.aslamyiah@unhas.ac.id

Diterima: 19 November 2021; Disetujui: 25 Februari 2022

Abstrak

Pemanfaatan kombinasi mikroorganisme sebagai aditif pakan dapat saling bersinergi menghasilkan enzim untuk membantu proses pencernaan pakan. Penelitian ini bertujuan menentukan kombinasi mikroorganisme terbaik sebagai probiotik dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan, laju pengosongan lambung, dan kadar glukosa darah ikan bandeng. Ikan bandeng dengan bobot awal $9,21 \pm 0,14$ g dipelihara dengan kepadatan 20 ekor pada akuarium berukuran $50 \times 40 \times 35$ cm³ yang berisi 48 L air bersalinitas 20 ppt dan dilengkapi sistem resirkulasi. Penelitian didesain dalam rancangan acak lengkap dengan lima perlakuan, yaitu: kontrol (pakan tanpa mikroorganisme), *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp., *Rhizophus* sp. dan *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp. dan *Trichoderma* sp., serta kombinasi mikroorganisme *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizophus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp. Selama 50 hari pemeliharaan, ikan diberi pakan percobaan 3 kali sehari yakni pukul 07.00, 12.00, dan 15.00 sebanyak 5% dari bobot badan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, efisiensi pakan, dan indeks hepatosomatik. Namun, tidak berpengaruh terhadap sintasan, kadar glikogen hati dan otot ikan bandeng. Pertumbuhan mutlak ($30,79 \pm 0,87$ g), laju pertumbuhan relatif ($333,91 \pm 5,83\%$), pertumbuhan biomassa ($615,76 \pm 17,48\%$), efisiensi pakan ($57,26 \pm 0,39\%$), dan indeks hepatosomatik ($0,99 \pm 0,01$) terbaik diperoleh pada perlakuan kombinasi mikroorganisme dan terendah pada kontrol. Kisaran sintasan yang dihasilkan 93,33-100%, glikogen hati 6,60-6,89 mg/g, dan otot 5,45-5,72 mg/g. Laju pengosongan lambung, serta mencapai puncak dan penurunan puncak kadar glukosa darah tercepat pada perlakuan kombinasi mikroorganisme pada jam ke 5 dan jam ke 3-4 *post prandial*. Untuk mendukung intensifikasi budidaya ikan bandeng, kombinasi mikroorganisme dapat ditambahkan dalam pakan dengan dosis 10 mL/kg pakan.

Kata penting: mikroorganisme, probiotik, pakan, pertumbuhan, ikan bandeng

Abstract

The use of combinations of microorganisms as feed additives can synergize to produce enzymes to help the digestive process of feed. This study aims to determine the best combination of microorganisms as probiotics in feeding on growth performance, gastric evacuation, and blood glucose levels of milkfish. Milkfish with an initial weight of 9.21 ± 0.14 g, reared at a density of 20 fish in an aquarium measuring $50 \times 40 \times 35$ cm³ containing 48 L of water with 20 ppt salinity and equipped with a recirculation system. The research design was Completely Randomized Design with five treatments, namely: control (feed without microorganisms), *Bacillus* sp. and *Lactobacillus* sp., *Rhizophus* sp. and *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp. and *Trichoderma* sp., and Mixed microorganisms, *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizophus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., and *Trichoderma* sp. During 50 days of rearing, the fish were given experimental feed three times a day at 07.00, 12.00, and 15.00 at 5% body weight. The results showed that the treatment significantly affected growth, feed efficiency, and hepatosomatic index. However, it did not affect milkfish's survival and liver and muscle glycogen levels. Absolute growth (30.79 ± 0.87 g), relative growth rate ($333.91 \pm 5.83\%$), biomass growth ($615.76 \pm 17.48\%$), feed efficiency ($57.26 \pm 0.39\%$), and the

best hepatosomatic index (0.99 ± 0.01) were obtained in the mixed microorganism treatment, and mg/g, and muscle 5.45-5.72 mg/g. The gastric evacuation rate and the fastest peak and peak decrease in blood glucose levels were obtained in the mixed microorganisms treatment at 5 and 3-4 hours postprandial. The diverse microorganisms can be added to the feed at a dose of 10 mL/kg to support the intensification of milkfish culture.

Keywords: Microorganisms, probiotics, feed, growth, milkfish

Pendahuluan

Salah satu komoditas perikanan yang memiliki nilai ekonomis penting sebagai ikan konsumsi adalah ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal). Hal ini didukung oleh rasa daging yang enak dan nilai gizi yang tinggi sehingga memiliki tingkat konsumsi yang tinggi. Selain sebagai ikan konsumsi ikan bandeng juga dipakai sebagai umpan hidup pada usaha penangkapan ikan tuna (Syamsuddin 2010). Sebagai komoditas unggulan di sektor perikanan, diperlukan usaha pembudidayaan ikan bandeng secara intensif. Usaha intensifikasi ikan bandeng, menuntut ketersediaan pakan baik secara kuantitas maupun kualitas, karena merupakan salah satu faktor penting dalam kegiatan budidaya sebagai penentu pertumbuhan kultivan. Namun demikian, penyediaan pakan merupakan biaya terbesar dalam usaha budidaya yang dapat mencapai 60-70% dari total biaya produksi. Upaya yang dapat dilakukan untuk meningkatkan kualitas dan menekan proporsi biaya pakan pada usaha budidaya dengan pemberian aditif pakan. Encarnação (2016) mengemukakan berbagai aditif pakan, seperti acidifier, enzim eksogen, probiotik, prebiotik, fitogenik, dan stimulan imun dapat ditambahkan dalam pakan fungsional, sehingga dapat meningkatkan efisiensi pakan, per-

tumbuhan, produktivitas, kesehatan ikan, serta aman bagi kesehatan manusia yang dikonsumsi.

Sebagai salah satu aditif pakan yang sering diaplikasikan dalam sistem akuakultur, probiotik berperan penting menentukan tingkat keberhasilan budidaya. Hal ini karena probiotik dalam pakan akan berpengaruh terhadap pencernaan sehingga membantu proses penyerapan makanan. Menurut Wang *et al.* (2008) probiotik dapat menghasilkan enzim yang mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana. Dalam meningkatkan nutrisi pakan, probiotik dapat menghasilkan enzim untuk pencernaan pakan seperti amilase, protease, lipase dan selulase. Menurut Sakamole *et al.* (2014), probiotik dapat berperan untuk menekan mikroorganisme patogen usus dan memperbaiki efisiensi pakan dengan melepas enzim-enzim yang membantu proses pencernaan pakan. Menurut Shitandi *et al.* (2007) dan Dommels *et al.* (2009), probiotik memanfaatkan mikroorganisme hidup dengan memberikan keuntungan bagi hewan inang yang mengkonsumsinya, dengan cara memperbaiki keseimbangan mikroflora intestinal pada saat masuk ke dalam saluran pencernaan. Cruz *et al.* (2012) mengatakan mikroorganisme bersaing dalam saluran pencernaan mencegah patogen

mengambil nutrisi yang diperlukan ikan. Probiotik yang umum digunakan adalah dari golongan bakteri, fungi, dan ragi.

Pemanfaatan probiotik sebagai aditif pakan pada budidaya ikan telah dilaporkan oleh Aslamyiah (2006) bahwa kandidat probiotik *Carnobacterium* sp. dapat meningkatkan efisiensi pakan ikan bandeng sekitar 20%. Aslamyiah *et al.* (2011) menggunakan probiotik *Bacillus* sp. dan *Carnobacterium* sp. dengan dosis 10^8 CFU/100 g pakan terbaik meningkat laju metabolisme ikan gurame. Ramadhana *et al.* (2012) melaporkan pakan yang mengandung 7% *Lactobacillus* sp. menunjukkan nilai pencernaan pakan tertinggi sebesar 68,09%, diikuti 5% sebesar 64,99%, dan 3% sebesar 63,26%. Keadaan ini disebabkan probiotik tersebut dapat meningkatkan jumlah bakteri dalam mukosa usus ikan nila. Aslamyiah *et al.* (2015) menggunakan probiotik *Lactobacillus* sp. dengan dosis 10^{10} CFU/100 g pakan terbaik meningkat laju metabolisme ikan bandeng.

Probiotik dengan jenis mikroorganisme lebih banyak diharapkan saling bersinergi untuk menghasilkan enzim-enzim khusus pada masing-masing mikroorganisme. Enzim-enzim tersebut bersama dengan enzim pencernaan endogen akan melakukan proses pencernaan untuk mengkatalisis molekul-molekul kompleks dari pakan, seperti karbohidrat, protein, dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana dan siap diserap ke dalam sel tubuh. Chilmawati *et al.* (2018) melaporkan pakan yang dicampur probiotik dengan komposisi jamur, yaitu *Saccharo-*

myces cerevisiae, *Aspergillus oryzae*, dan bakteri, yaitu *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, *Rhodopseudomonas*, *Actinomyces*, dan *Nitrobacter* memberikan pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan bandeng yang lebih tinggi dibandingkan kontrol.

Percobaan probiotik sebagai aditif pakan dengan campuran mikroorganisme dari golongan bakteri, yaitu *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp., fungi, yaitu *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp., serta ragi, yaitu *Saccharomyces* sp. belum ditemukan. Berdasarkan hal tersebut dilakukan penelitian dengan menentukan kombinasi mikroorganisme terbaik sebagai probiotik dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan, laju pengosongan lambung, dan kadar glukosa darah ikan bandeng.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei sampai dengan Juli 2021 di Laboratorium Teknologi Pembenihan dan beberapa kegiatan tambahan dilakukan di Laboratorium Nutrisi dan Teknologi Pakan, serta Laboratorium Produktivitas dan Kualitas Air, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin.

Penelitian didesain dengan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 perlakuan dan setiap perlakuan masing-masing mempunyai 3 ulangan. Dengan demikian penelitian ini terdiri atas 15 satuan percobaan. Perlakuan yang diujikan, yaitu berbagai kombinasi mikroorganisme sebagai probiotik dalam pakan ikan bandeng, yaitu A. Kontrol

Tabel 1 Komposisi (% berat kering) bahan baku dan hasil analisis proksimat pakan

Bahan Baku	Komposisi (%)
Tepung ikan	26
Tepung kedelai	22
Tepung bungkil kelapa	16
Tepung jagung	18
Tepung pollard	10
Lemak ^{*)}	4
Vitamin mineral mix ^{**)}	4
Total	100
Protein	26,43
Lemak	8,37
Abu	24,22
Serat kasar	7,45
BETN	33,53
DE (kkal/kg) ^{***)}	2627,52
C/P (DE/g Protein)	9,94

Keterangan :

^{*)} Minyak ikan dan minyak jagung = 2:1

^{**)} Komposisi vitamin & mineral mix. Setiap 10 kg mengandung Vitamin A 12.000.000 IU, Vitamin D 2.000.000 IU, Vitamin E 8.000 IU, Vitamin K 2.000 mg, Vitamin B₁ 2.000 mg, Vitamin B₂ 5.000, Vitamin B₆ 500 mg, Vitamin B₁₂ 12.000 µg, Asam askorbat 25.000 mg, Calcium-D-Phantothenate 6.000 mg, Niacin 40.000 mg, Cholin Chloride 10.000 mg, Methionine 30.000 mg, Lisin 30.000 mg, Manganese 120.000 mg, Iron 20.000 mg, Iodine 200 mg, Zinc 100.000 mg, Cobalt 200.000 mg, Copper 4.000 mg, Santoquin (antioksidan) 10.000 mg, Zinc bacitracin 21.000 mg.

^{***)} Hasil perhitungan berdasarkan persamaan energi (NRC 1988): 1 g karbohidrat = 2,5 kkal DE, 1 g protein = 3,5 kkal DE, 1 g lemak = 8,1 kkal DE

(pakan tanpa mikroorganisme) *B. Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp., *C. Rhizophus* sp. dan *Aspergillus* sp., *D. Saccharomyces* sp. dan *Trichoderma* sp., dan E. Campuran *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizophus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp.

Pakan yang digunakan adalah pakan buatan berbentuk pellet dengan komposisi bahan baku pakan dan hasil analisis proksi-

mat pakan disajikan pada Tabel 1. Pakan ditambahkan mikroorganisme sesuai dengan perlakuan. Mikroorganisme yang digunakan diperoleh dari koleksi Laboratorium Bioteknologi Penelitian, Pusat Kegiatan Penelitian (PKP), Universitas Hasanuddin. *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp. diisolasi dari saluran pencernaan ikan bandeng, *Rhizophus* sp. dan *Aspergillus* sp. starter awal diambil dari ragi pembuatan tempe, *Saccharomyces* sp. diam-

bil dari ragi roti, sedangkan *Trichoderma* sp. diisolasi dari tanah yang diambil di areal sawah (Aslamyiah 2006, Aslamyiah *et al.* 2015, Aslamyiah *et al.* 2017, Aslamyiah *et al.* 2018). Starter mikroorganisme sebelum digunakan disegarkan mengikuti metode Afrizal & Purwanto (2011) dengan beberapa modifikasi. Penyegaran dimulai dengan menyiapkan larutan substrat yang merupakan campuran 2 L air kelapa tua dan 500 g gula pasir. Selanjutnya diinokulasi dengan 2 mL starter mikroorganisme dan diinkubasi selama 24 jam pada suhu ruang.

Pencampuran mikroorganisme pada pakan mengacu pada metode Aslamyiah (2006). Kultur mikroorganisme diambil sebanyak 10 mL untuk 1 kg pakan dimasukkan dalam *sprayer*. Kemudian diencerkan dengan cairan fisiologis dan minyak ikan dengan perbandingan 1:3:1 dan dihomogenkan. Campuran tersebut disemprotkan pada pakan secara merata dan siap diberikan pada ikan.

Ikan bandeng ukuran yuwana dengan bobot rata-rata $9,00 \pm 0,20$ g diperoleh dari tambak penggondongan di Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. Ikan dipelihara dalam akuarium kaca dengan ukuran panjang, lebar, dan tinggi masing-masing 50 x 40 x 35 cm³ berjumlah 15 buah, yang didesain dengan sistem resirkulasi. Wadah-wadah tersebut ditutup dengan menggunakan waring besi dan setiap sisi akuarium ditutup dengan plastik hitam. Setiap wadah diisi dengan air salinitas 20 ppt sebanyak 48 L. Masing-masing wadah ditebar sebanyak 20 ekor ikan.

Aklimatisasi dilakukan untuk adaptasi pada media budidaya dan pakan uji yang diberikan secara satiasi selama seminggu. Selama aklimatisasi ikan uji diberi pakan kontrol dengan dosis dan frekuensi yang sama dengan perlakuan. Setelah masa aklimatisasi selesai, ikan uji dipuasakan selama 24 jam dengan tujuan menghilangkan sisa pakan dalam tubuh. Ikan dipelihara selama 50 hari dan diberi pakan 5% bobot badan per hari sebanyak 3 kali sehari, yaitu pada pukul 07.00, 12.00 dan 17.00. Selama percobaan, kualitas air media pemeliharaan dijaga dalam kisaran yang layak untuk kehidupan ikan bandeng, meliputi suhu, pH, salinitas, oksigen terlarut, karbondioksida, dan ammonia.

Peubah yang diamati adalah kinerja dan materi pertumbuhan, yang meliputi pertumbuhan bobot mutlak dan relatif, sintasan, dan efisiensi pakan, komposisi kimiawi tubuh ikan uji, yang meliputi kadar protein, lemak, BETN, serat kasar, abu dan energi, serta kadar glikogen hati dan otot, indeks hepatosomatik, laju pengosongan lambung, dan kadar glukosa darah.

Pertumbuhan

Pertumbuhan diukur dengan menimbang ikan uji pada setiap periode pengamatan 10 hari sampai akhir percobaan. Pertumbuhan mutlak dihitung dengan rumus Zonneveld *et al.* (1991) dan pertumbuhan relatif dihitung dengan rumus Takeuchi (1988).

$$PB = W_t - W_0$$

Keterangan:

PB : pertumbuhan mutlak (g)

W_0 : bobot ikan uji pada awal penelitian (g)

W_t : bobot ikan uji pada waktu t (g)

$$PR = \frac{W_t - W_0}{W_0} \times 100$$

Keterangan:

PR : pertumbuhan relatif (%)

W_0 : bobot rata-rata ikan uji pada awal penelitian (g)

W_t : bobot rata-rata ikan uji pada waktu t (g)

Sintasan dihitung berdasarkan rumus:

$$S = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan:

S : sintasan (%)

N_t : jumlah akhir ikan uji

N_0 : jumlah awal ikan uji

Efisiensi pakan dihitung berdasarkan rumus:

$$EP = \frac{(W_t + W_d) - W_0}{W_p}$$

Keterangan:

EP : Efisiensi pakan

W_t : berat total akhir (g)

W_d : berat yang mati selama penelitian (g)

W_p : jumlah pakan termakan (g)

W_0 : berat total awal (g)

Kadar glikogen pada hati dan otot

Ikan uji diukur pada akhir percobaan. Sampel yang digunakan sebanyak 5 ekor untuk masing-masing satuan percobaan pada awal dan akhir pemeliharaan. Keseluruhan hati diambil pada masing-masing sampel, sedangkan otot diambil dari bagian dorsal, kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu

50°C selama 24 jam dan digerus sampai menjadi tepung. Prosedur analisis kadar glikogen mengikuti metode Wedemeyer & Yasutake (1977). Jaringan hati dan otot diambil sebanyak 100 mg dipanaskan dalam 3 mL KOH 30% sampai larut (20–30 menit), ditambahkan 0,5 mL Na₂SO₄ jenuh dan 3,5 mL ethanol 95%, dan dipanaskan sampai mendidih. Selanjutnya larutan didinginkan dan disentrifius dalam keadaan dingin, supernatan yang ada dibuang. Glikogen dilarutkan dalam 2 mL akuades dan kembali diendapkan dengan 2,5 mL ethanol 95%, kemudian supernatan dibuang dan glikogen diendapkan selama 30 menit dalam 2 mL HCl 5 M dalam *shaker water bath* yang sedang mendidih. Hidrolisat yang dinetralkan (berisi 15–150 µg glukosa) sebanyak 5 mL dipindahkan ke dalam tabung uji. Standar glukosa (111 µg) dituangkan sebanyak 5 mL ke dalam tabung uji kedua dan 5 mL akuades sebagai blanko ke dalam tabung uji ketiga. Tabung-tabung di atas dicelup ke dalam air dingin dan ditambahkan 10 mL reagent anthrone dan tabung ditutup dengan *marbless glass* dan dipanaskan selama 10 menit dalam air mendidih, kemudian didinginkan dan segera diukur absorbansi pada panjang gelombang 635 nm, dalam kolorimeter (1 g glikogen = 1,11 g glukosa dalam hidrolisat). Kadar glikogen sampel diukur menggunakan persamaan garis kurva standar glikogen.

Indeks hepatosomatik.

Indeks hepatosomatik dihitung dengan cara membandingkan bobot hati dengan bo-

bot ikan. Sampel yang diamati sebanyak 5 ekor untuk masing-masing satuan percobaan pada awal dan akhir pemeliharaan. Pertama-tama ikan ditimbang bobotnya, setelah itu ikan dibedah diatas permukaan es. Pembunuhan dilakukan dengan hati-hati dan secepat mungkin, selanjutnya hati ditimbang. Nilai indeks hepatosomatik dihitung berdasarkan persamaan Kindom & Alisson (2010) berikut:

$$IH = \frac{HP}{W} \times 100$$

Keterangan:

IH : Indeks hepatosomatik

HP : bobot hepatosomatik (g)

W : bobot ikan (g)

Laju pengosongan lambung

Pengamatan laju pengosongan lambung (LPL) dilakukan pada akhir penelitian. Adapun metode pengukuran mengikuti prosedur yang dilakukan oleh Lee *et al.* (2000) yang telah dimodifikasi. Ikan bandeng dipuasakan selama 24 jam, selanjutnya diberi pakan sampai kenyang. Kemudian ikan uji dipindahkan ke baskom besar dan di aerasi. Pengambilan isi lambung dilakukan setelah pemberian pakan, selanjutnya pengambilan isi lambung dilakukan setiap interval waktu satu jam. Jumlah sampel yang diamati pada setiap interval waktu sebanyak 3 ekor pada masing-masing perlakuan. Pengambilan isi lambung dihentikan setelah lambung ikan uji kosong. Persentase pakan dalam saluran pencernaan dihitung dengan rumus:

$$\%LPL = \frac{\text{Pakan dalam lambung}}{\text{Pakan yang dimakan}} \times 100$$

Kadar glukosa darah

Pengamatan kadar glukosa darah ikan uji dilakukan pada akhir penelitian. Ikan bandeng dipuasakan selama 24 jam selanjutnya diberi pakan sampai kenyang. Ikan uji dipindahkan ke dalam wadah berupa baskom besar dan di aerasi. Pengambilan darah ikan uji dimulai pada jam ke 0 dan jam ke 1, 2, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, dan 20 *post prandial*. Jumlah sampel yang diamati pada setiap interval waktu sebanyak 3 ekor pada masing-masing perlakuan. Sampel darah ikan uji diambil dari insang dan vena caudal dengan menggunakan spuit bervolume 1 mL. Pengukuran kadar glukosa darah dilakukan dengan metode strip menggunakan *Onetouch Ultra Plus Flex SET Glukometer*.

Data yang diperoleh pada penelitian ini dianalisis dengan menggunakan sidik ragam dan dilanjutkan dengan uji W Tuckey pada taraf uji 5% dengan bantuan program SPSS 12,0 sedangkan data kadar glukosa darah dan laju pengosongan lambung dianalisis secara deskriptif.

Hasil

Kombinasi mikroorganisme berbeda sebagai probiotik dalam pakan ikan bandeng berpengaruh ($P < 0,05$) terhadap pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan relatif, dan pertumbuhan biomassa, efisiensi pakan, dan indeks hepatosomatik, namun tidak berpengaruh ($P > 0,05$) pada sintasan, serta kadar glikogen hati dan otot (Tabel 2 dan 3). Pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan relatif, dan pertum-

Tabel 2 Pertumbuhan mutlak dan laju pertumbuhan relatif, sintasan, dan efisiensi pakan ikan bandeng yang diberi pakan dengan suplementasi berbagai kombinasi mikroorganisme

Perlakuan	Pertumbuhan Mutlak (g)	Pertumbuhan Relatif (%)	Pertumbuhan Biomassa (g)	Sintasan (%)	Efisiensi Pakan (%)
A (Kontrol)	17,68 ± 0,99 ^a	194,01 ± 7,78 ^a	316,97 ± 12,15 ^a	93,33 ± 5,77 ^a	42,85 ± 0,38
B (B & L)	26,46 ± 1,31 ^b	285,31 ± 21,15 ^b	493,84 ± 52,29 ^{ab}	95,00 ± 5,00 ^a	52,74 ± 2,02
C (R & A)	25,45 ± 1,07 ^b	277,23 ± 9,99 ^b	486,60 ± 56,83 ^{ab}	96,67 ± 5,77 ^a	52,12 ± 1,37
D (S & T)	25,51 ± 0,87 ^b	274,81 ± 10,89 ^b	464,62 ± 68,76 ^b	93,33 ± 7,64 ^a	51,61 ± 1,88
E (M.Mix.)	30,79 ± 0,87 ^c	333,91 ± 5,83 ^c	615,76 ± 17,48 ^c	100 ± 00 ^a	57,26 ± 0,38

Keterangan:

Nilai rata-rata ± simpangan baku

Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan pada taraf 5% (p<0,05)

A Kontrol (pakan tanpa mikroorganisme),

B (B & L) : *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp.,

C (R & A) : *Rhizopus* sp. dan *Aspergillus* sp.,

D (S & T) : *Saccharomyces* sp. dan *Trichoderma* sp., dan

E Mikroorganisme mix.: *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp.

Tabel 3 Kadar glikogen hati dan otot, serta indeks hepatosomatik ikan bandeng yang diberi pakan dengan suplementasi berbagai kombinasi mikroorganisme

Perlakuan	Kadar Glikogen (mg/g)		Indeks Hepatosomatik (%)
	Hati	Otot	
Awal	5,48±0,08	4,67±0,06	0,67±0,03
A (Kontrol)	6,65±0,11 ^a	5,72±0,09 ^a	0,82±0,07 ^a
B (B & L)	6,89±0,09 ^a	5,46±0,16 ^a	0,98±0,02 ^b
C (R & A)	6,66±0,20 ^a	5,56±0,07 ^a	0,94±0,04 ^b
D (S & T)	6,76±0,16 ^a	5,45±0,15 ^a	0,96±0,03 ^b
E (M.Mix.)	6,60±0,22 ^a	5,70±0,07 ^a	0,99±0,01 ^b

Keterangan:

Nilai rata-rata ± simpangan baku

Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata antarperlakuan pada taraf 5% (p<0,05)

A Kontrol (pakan tanpa mikroorganisme),

B (B & L) : *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp.,

C (R & A) : *Rhizopus* sp. dan *Aspergillus* sp.,

D (S & T) : *Saccharomyces* sp. dan *Trichoderma* sp., dan

E Mikroorganisme mix.: *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp.

buhan biomassa, efisiensi pakan, dan indeks hepatosomatik tertinggi ditunjukkan ikan bandeng yang mendapat perlakuan kombinasi mikroorganisme campuran *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp.,

Saccharomyces sp. dan *Trichoderma* sp. dan berbeda nyata (P<0,05) dengan perlakuan lainnya.

Hal yang sama ditunjukkan pada hasil analisis laju pengosongan lambung dan kadar

Tabel 4 Nilai rata-rata laju pengosongan lambung ikan bandeng (%) setiap periode pengamatan pada berbagai kombinasi mikroorganisme dalam pakan

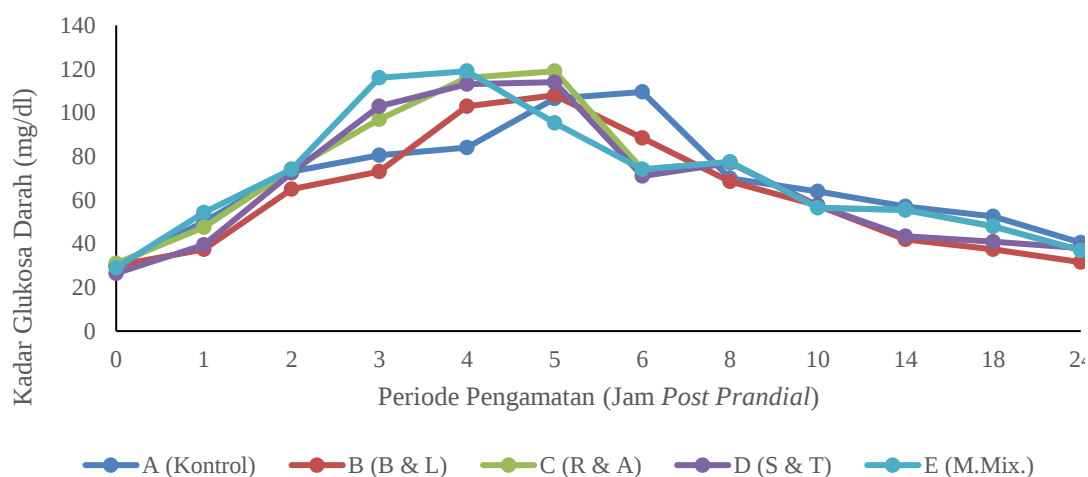
Perlakuan	Rata-Rata Laju Pengosongan lambung (%) $\pm$ std					
	Post prandial (jam)					
	1	2	3	4	5	6
A (Kontrol)	87,60 $\pm$ 0,27	69,05 $\pm$ 4.40	41,60 $\pm$ 5,75	31,01 $\pm$ 0,91	7.57 $\pm$ 2,15	tt
B (B & L)	78,30 $\pm$ 2,76	60,16 $\pm$ 2.80	38,26 $\pm$ 3,58	21,25 $\pm$ 1,31	5,96 $\pm$ 2,47	tt
C (R & A)	83,51 $\pm$ 2,29	59,82 $\pm$ 2.44	33,67 $\pm$ 1,64	15,02 $\pm$ 3,82	7,39 $\pm$ 2,45	tt
D (S & T)	84,03 $\pm$ 5,24	57,18 $\pm$ 2.31	36,06 $\pm$ 1,663	15,86 $\pm$ 2,69	8,71 $\pm$ 2,61	tt
E (M.Mix.)	75,67 $\pm$ 10,56	52.40 $\pm$ 4,16	32,30 $\pm$ 5,61	13,09 $\pm$ 2,35	tt	tt

Keterangan:

Nilai rata-rata $\pm$ simpangan baku

tt (tidak tersedia)

A Kontrol (pakan tanpa mikroorganisme),

B (B & L) : *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp.,C (R & A) : *Rhizopus* sp. dan *Aspergillus* sp.,D (S & T) : *Saccharomyces* sp. dan *Trichoderma* sp., danE Mikroorganisme mix.: *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp.**Gambar 1** Grafik rata-rata kadar glukosa darah pada periode pengamatan (jam post prandial) ikan bandeng pada berbagai kombinasi mikroorganisme dalam pakan

glukosa darah ikan bandeng. Laju pengosongan lambung dicapai pada periode waktu yang sama pada setiap perlakuan, yaitu pada jam ke 6 *post prandial*, kecuali pada perlakuan kombinasi mikroorganisme campuran *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Tri-*

choderma sp. pada pada jam ke 5 *post prandial* (Tabel 4). Pada Gambar 1 terlihat kadar glukosa darah ikan bandeng segera meningkat setelah ikan mengkonsumsi sejumlah pakan dan menurun kembali setelah mencapai puncak. Perlakuan kombinasi mikroorganisme campuran *Bacillus* sp., *Lacto-*

Bacillus sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp. mencapai titik puncak dan permulaan turunnya puncak kadar glukosa darah tercepat, yaitu pada jam ke 3-4 *post prandial* dan yang terlambat adalah pada perlakuan kontrol (pakan tanpa mikroorganisme), yaitu pada jam ke 6 *post prandial*. Tiga perlakuan lainnya, yaitu kombinasi mikroorganisme *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp. dan *Aspergillus* sp., serta *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp. mencapai titik puncak dan permulaan turunnya puncak kadar glukosa darah pada jam ke 5 *post prandial*.

Pembahasan

Kombinasi mikroorganisme campuran *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp. memberikan kinerja pertumbuhan tertinggi (Tabel 2 dan 3). Hal ini terjadi karena masing-masing mikroorganisme saling bersinergi untuk menghasilkan beberapa enzim pencernaan, seperti amilase, protease, dan lipase. Enzim-enzim tersebut bersama dengan enzim pencernaan endogen akan melakukan proses pencernaan untuk mengkatalisis molekul-molekul kompleks dari pakan, seperti karbohidrat, protein dan lemak menjadi molekul yang lebih sederhana dan siap diserap ke dalam sel tubuh. Disamping itu, campuran mikroorganisme tersebut juga dapat menghasilkan enzim selulase yang melakukan penguraian serat dan memecah dinding sel bahan pakan sumber nabati. Menurut Zhang *et al.* (2006) selulase yang

diproduksi oleh jamur berfilamen, ragi, dan bakteri terlibat dalam degradasi serat selulosa menjadi gula larut seperti glukosa, selobiosa, dan oligomer lainnya. Mikroorganisme yang mengekskresikan selulase memainkan peran penting di alam, karena kemampuannya untuk menguraikan residu lignoselulosa, membentuk mata rantai kunci dalam siklus karbon.

Sebaliknya pada perlakuan kombinasi mikroorganisme lainnya, merupakan campuran 2 jenis mikroorganisme, yaitu *Bacillus* sp. dan *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp. dan *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp., sebagai probiotik memberikan hasil yang sama pada semua parameter yang diamati dan lebih rendah dari perlakuan kombinasi mikroorganisme campuran. Hal ini diduga kurang maksimalnya enzim yang dihasilkan, baik enzim pencernaan, seperti amilase, protease, dan lipase maupun enzim selulase.

Bacillus sp. termasuk bakteri yang mampu menghasilkan enzim protease. Enzim tersebut berperan dalam hidrolisis protein menjadi asam amino (Putri *et al.* 2012). Arief (2013) mengemukakan bakteri *Lactobacillus* sp. adalah bakteri asam laktat yang berperan dalam menyeimbangkan mikroba saluran pencernaan. Mikroba tersebut dapat meningkatkan daya cerna ikan dengan cara mengubah karbohidrat menjadi asam laktat yang dapat menurunkan pH. Penurunan pH dapat merangsang produksi enzim endogenous untuk meningkatkan penyerapan nutrisi, konsumsi pakan, pertumbuhan dan menghalangi

organisme patogen. Menurut Ikram *et al.* (2005) *Aspergillus* sp., dan *Trichoderma* sp. penghasil enzim selulase yang sangat kuat. Selulase mampu mengurai selulosa secara acak menjadi selulo-oligosakarida atau selulodekstrin dan juga eksoselulosa yang memecah selulo-oligosakarida menjadi selulobiosa yang akan dipecah menjadi glukosa (Putri *et al.*, 2012). *Rhizopus* sp. ini memiliki kemampuan menghasilkan enzim dengan karakteristik proteolitik dan selulotik. Jamur tersebut dapat meningkatkan kandungan protein kasar serta menurunkan kandungan serat kasar dengan enzim protease dan selulase yang diproduksinya (Steinkraus, 1983). Selanjutnya dijelaskan bahwa *Saccharomyces* sp. yang dapat mengurai ikatan selulosa menjadi glukosa dan secara tidak langsung dapat menurunkan kandungan serat kasar melalui aktifitas sekunder khamir tersebut.

Keberadaan enzim yang dihasilkan oleh mikroorganisme tersebut membantu mempercepat proses pencernaan dan penyerapan nutrisi ke dalam tubuh. Dengan demikian ketersediaan nutrisi tersebut dapat menjadi sumber energi dan materi untuk pertumbuhan ikan bandeng. Menurut Sakamole *et al.* (2014) probiotik bermanfaat dalam menghalangi mikroorganisme patogen usus dan memperbaiki efisiensi pakan dengan melepas enzim-enzim yang membantu proses pencernaan makanan. Pemberian probiotik mampu menghasilkan benih berkualitas dengan upaya meningkatkan fungsi fisik ikan terutama kemampuan dalam mencerna pakan. Khasani (2007) mengemukakan bahwa pe-

nambahan mikroba hidup yang memiliki pengaruh menguntungkan bagi inang melalui modifikasi bentuk asosiasi dengan inang atau komunitas mikroba lingkungan hidupnya, meningkatkan nilai nutrisi pakan dan meningkatkan kualitas air. Pemberian probiotik dalam pakan akan berpengaruh terhadap kecepatan hidrolisis pakan dalam saluran pencernaan, sehingga akan sangat membantu proses penyerapan makanan dalam pencernaan ikan. Hidrolisis pakan mampu mengurai senyawa kompleks menjadi sederhana sehingga siap digunakan ikan, dan sejumlah mikroorganisme mampu mensintesa vitamin dan asam-asam amino yang dibutuhkan oleh hewan akuatik. Hasil yang sama dilaporkan Chilmawati *et al.* (2018), bahwa pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan bandeng lebih tinggi setelah mengkonsumsi pakan mengandung probiotik campuran *Saccharomyces cerevisiae*, *Aspergillus oryzae*, *Lactobacillus acidophilus*, *Bacillus subtilis*, *Rhodopseudomonas*, *Actinomyces*, dan *Nitrobacter*.

Kontribusi enzim dari probiotik yang ditambahkan dibuktikan pada analisis laju pengosongan lambung (Tabel 4). Kombinasi mikroorganisme campuran mempercepat laju pengosongan lambung menjadi pada jam ke-5 *post prandial*, dibandingkan kontrol dan kombinasi perlakuan lainnya pada jam ke-6 *post prandial*. Meningkatnya laju pengosongan lambung mengindikasikan kecepatan proses pencernaan pakan dalam saluran pencernaan. Produk dari pencernaan adalah mikronutrien, salah satunya adalah glukosa yang siap diserap ke dalam darah untuk

selanjutnya ke dalam sel. Puncak dan permulaan turunnya puncak kadar glukosa darah tercepat pada jam ke 3-4 *post prandial* yang ditunjukkan perlakuan campuran *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp. Keberadaan berbagai mikroorganisme dapat memaksimalkan proses hidrolisis enzimatis pada saluran pencernaan, sehingga peningkatan kadar glukosa darah berlangsung cepat. Menurut Zonneveld *et al.*, (1991) pencernaan adalah proses penyederhanaan molekul-molekul kompleks dalam pakan menjadi lebih sederhana, meliputi hidrolisis protein menjadi asam-amino atau polipeptida sederhana, karbohidrat menjadi gula sederhana, dan lipid menjadi gliserol dan asam lemak. Molekul sederhana ini mudah diserap pada saluran pencernaan dan masuk ke dalam aliran darah. Hidrolisis nutrisi makro dimungkinkan dengan adanya enzim pencernaan seperti protease, karboksilase, lipase, dan selulase.

Peningkatan proses pencernaan dapat mengurangi bagian dari pakan yang tidak tercerna dan terbuang sebagai feces. Selanjutnya ketersediaan nutrisi sederhana yang tinggi dalam saluran pencernaan merupakan pemicu proses penyerapan ke dalam darah dan selanjutnya ke dalam sel. Peningkatan penyerapan yang tinggi pada perlakuan kombinasi mikroorganisme campuran dapat dilihat pada pengukuran indeks hepatosomatik (Tabel 2). Menurut Yandes *et al.* (2003) peningkatan indeks hepatosomatik menunjukkan peningkatan jumlah nutrisi yang

diserap, sehingga jumlah nutrisi yang terakumulasi pada hati meningkat. Wahyuningtyas *et al.* (2018) mengemukakan bahwa nilai indeks hepatosomatik perlu diketahui karena hati secara umum berfungsi sebagai metabolisme nutrisi dan zat lain yang masuk ke dalam tubuh serta tempat memproduksi cairan empedu.

Hasil yang sama dilaporkan oleh Aslamyah *et al.* (2018), bahwa laju pengosongan lambung, serta pencapaian puncak dan permulaan turunnya puncak kadar glukosa darah ikan bandeng tercepat pada jam ke 6 dan jam ke 3-4 *post prandial* setelah diberi pakan berbahan rumput laut fermentasi. Aslamyah (2006) mengemukakan bahwa glukosa merupakan produk hidrolisis enzimatis karbohidrat pakan diserap di usus halus masuk ke aliran darah. Kadar glukosa dalam darah, adalah hasil perimbangan sesaat (resultan) antara laju penyerapan glukosa dari saluran pencernaan ke dalam aliran darah dan laju pemasukkan glukosa darah ke dalam sel pada proses metabolisme karbohidrat. Kadar glukosa darah yang terus meningkat mengindikasikan adanya aliran glukosa ke dalam darah yang lebih besar dibandingkan pemasukan glukosa darah ke dalam sel. Sebaliknya, kadar glukosa akan menurun apabila aliran glukosa ke dalam darah lebih rendah dibandingkan pemasukkan glukosa darah ke dalam sel. Dengan demikian, puncak kadar glukosa darah terjadi saat aliran glukosa ke dalam darah dan pemasukan glukosa darah ke dalam sel mencapai titik keseimbangan. Matthews *et al.* (2003) menyatakan tingginya

metabolit dalam darah memicu bioaktivitas insulin pada tingkat tertinggi, sehingga pemasukan glukosa darah ke dalam sel berlangsung dengan cepat dan kadar glukosa dalam darah segera menurun. Untuk memenuhi kebutuhan energi, glukosa yang telah masuk ke dalam sel akan segera dimetabolisme, sehingga dapat menghindari penggunaan sejumlah asam amino sebagai sumber energi metabolik. Dengan demikian, kondisi ini dapat meningkatkan pertumbuhan dan deposisi materi pertumbuhan, seperti protein dan lemak.

Sintasan, serta kadar glikogen hati dan otot yang sama pada setiap perlakuan kombinasi mikroorganisme disebabkan karena ikan uji mendapat kualitas nutrisi pakan yang sama dan sesuai dengan kebutuhan ikan bandeng (Tabel 1). Disamping itu, kualitas media pemeliharaan juga berada pada kisaran yang layak untuk sintasan ikan bandeng. Kualitas air yang diperoleh selama penelitian, yaitu suhu berkisar dari 26–31°C, salinitas 20-25 ppt, pH 6,8-7,1 dan oksigen terlarut 4,7-5,6 ppm, karbondioksida 2,37-3,56 mg/L, serta ammonia 0,003-0,004 mg/L.

Simpulan

Suplementasi probiotik dalam pakan efektif meningkatkan performa pertumbuhan dan efisiensi pakan ikan bandeng. Kombinasi mikroorganisme yang terdiri atas *Bacillus* sp., *Lactobacillus* sp., *Rhizopus* sp., *Aspergillus* sp., *Saccharomyces* sp., dan *Trichoderma* sp. merupakan probiotik yang paling efektif dalam meningkatkan kinerja pertum-

buhan, efisiensi pakan, laju pengosongan lambung, dan kadar glukosa darah ikan bandeng.

Persantunan

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi yang telah membiayai penelitian ini melalui Skim PENELITIAN TERAPAN BRIN Tahun Anggaran 2021, Nomor Kontrak 7 /E1/KP.PTNBH/2021 Tanggal 8 Maret 2021.

Daftar pustaka

- Arief M. 2013. Pemberian probiotik yang berbeda pada pakan komersil terhadap pertumbuhan retensi protein dan serat kasar pada ikan nila (*Oreochromis* sp.). *Argoveteriner*, 1(2): 88-93.
- Afrizal A, Purwanto A. 2011. Pemanfaatan selulosa bakterial nata de coco sebagai adsorban logam Cu (II) dalam sistem berpelarut air. *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*, 1(1): 27-32.
- Aslamyiah S. 2006. *Peningkatan Peran Mikroba Saluran Pencernaan untuk Memacu Pertumbuhan Ikan Bandeng*. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Aslamyiah S. 2011. Effect of microbe *Bacillus* sp. and *Carnobacterium* sp. as feed additive on glucose content in blood, metabolic rate and energy balance in the omnivores phase giant gouramy, *Osphronemus gourami* Lac. *Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan Pekanbaru, Riau*, 26-27 Oktober 2011. ISBN 978-979-792-286-3.
- Aslamyiah S, Karim MY, Mirna. 2015. Konsumsi oksigen dan metabolisme ikan bandeng (*Chanos chanos* Forsskal) pada berbagai konsentrasi *Lactobacillus* sp. *Prosiding Seminar Nasional*

- Tahunan X Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan UGM, 8 Agustus 2015. ISBN: 978-602-71759-1-4.
- Aslamyeh S, Karim MY, Badraeni. 2017. Fermentasi tepung rumput laut dengan berbagai fermentor untuk meningkatkan kualitas sebagai bahan baku pakan ikan. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 16(1):11-17.
- Aslamyeh S, Karim MY, Badraeni, Tahya AM. 2018. Effect of Fermented Seaweed Addition on Blood Glucose Level, Hepatosomatic Index, and Gastric Evacuation Rate of Milkfish *Chanos chanos* Forsskal Larvae. *AACL Bioflux*, 11(1) 226-231.
- Chilmawati D, Swastawati F, Wijayanti I, Ambaryanto, Cahyono B. 2018. Probiotik guna peningkatan pertumbuhan, efisiensi pakan, tingkat kelulushidupan dan nilai nutrisi ikan bandeng (*Chanos chanos*). *Indonesian Journal of Fisheries Science and Technology* (IJFST), 13(2): 119-125.
- Cruz PM, Ibanez AL, Hermosillo OAM, Saad HCR. 2012. *Use of Probiotic in Aquaculture*. ISRN Microbiology.
- Dommels YEM, Kemperman RA, Zebregs YEMP, Draaisma RB. 2009. Survival of *Lactobacillus reuteri* dsm 17938 and *Lactobacillus rhamnosus* gg in the human gastrointestinal tract with daily consumption of a low-fat probiotic spread. *Applied and Environmental Microbiology*, 75(19): 6198-204.
- Encarnação, P. 2016. *Functional feed additives in aquaculture feeds*. In *Aquafeed formulation*. Academic Press p: 217-237.
- Ikram-ul-Haq MMJ, Khan S, Siddiq Z. 2005. Cotton saccharifying activity of cellulases produced by co-culture of *Aspergillus niger* and *Trichoderma viride*. *Research Journal of Agriculture and Biological Sciences*, 1(3): 241-245.
- Khasani I. 2007. Aplikasi probiotik menuju sistem budidaya perikanan berkelanjutan. *Media Akuakultur*, 2(2): 1-3
- Kindom T, Alisson ME. 2010. The fecundity, gonadosomatic and hepatosomatic indices of *Pellonula leonensis* in the Lower Nun River, Niger Delta, Nigeria. *Current Research Journal of Biological Science*, 3(2): 175-179.
- Lee SM, Hwang UG, Cho SH. 2000. Effects of feeding frequency and dietary moisture content on growth, body composition and gastric evacuation of juvenile Korean rockfish (*Sebastes schlegeli*). *Aquaculture*, 187: 399-409.
- Matthews JO, Highbie AD, Southern LL, Coombs DF, Bidner TD, Odgaard RL. 2003. Effect of chromium propionate and metabolizable energy on growth, carcass traits, and pork quality of growing-finishing pigs. *Journal of Animal Science*. 81: 191-196.
- NRC. 1988. *Designing Food, Animal Product Option in the Market Place*. National Research Council, Academy Press, Washington. DC.
- Putri DR, Agustono, Subekti S. 2012. Kandungan bahan kering, serat kasar dan protein kasar pada daun lamtoro (*Leucaena glauca*) yang difermentasi dengan probiotik sebagai bahan pakan alami. *Jurnal Ilmiah dan Kelautan*, 4(2), 161-167.
- Ramadhana S, Fauzana NA, Ansyari P. 2012. Pemberian pakan komersil dengan penambahan probiotik yang mengandung *Lactobacillus* sp. terhadap pencernaan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Fish Scientiae*, 2(42):178-187.
- Sakamole E, Lumenta TC, Runtuwene M. 2014. Pengaruh pemberian probiotik dosis berbeda dalam pakan terhadap pertumbuhan dan konversi pakan benih ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Buletin Sariputra*, 1(1): 29-33.
- Shitandi A, Alfred M, Symon M. 2007. Probiotic characteristic of lactococcus strain from local fermented *Amaranthus hybridus* and *Solanum nigrum*. *African Crop Science Conference Proceedings*, 8:1809-1812.

- Steinkraus KH. 1983. *Handbook of Fermented Foods*. Marcel Dekker. New York
- Syamsuddin R. 2010. *Sektor Perikanan Kawasan Indonesia Timur: Potensi Permasalahan, dan Prospek*. PT Perca, Jakarta.
- Takeuchi T. 1988. *Laboratory Work Chemical Evaluation of Dietary Nutrients*. In: Watanabe, T. (ed.): Fish Nutrition and Mariculture. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA p:179-226
- Wahyuningtyas P, Sitasiwi AJ, Mardiaty SM. 2018. Hepatosomatic index (HIS) dan diameter hepatosit mencit (*Mus musculus* L.) setelah paparan ekstrak air biji pepaya (*Carica papaya* L.). *Jurnal Biologi*, 7(1): 8-17.
- Wang MQ, Xu ZR, Sun JY, Kim BG. 2008. Effects of enzyme supplementation on growth, intestinal content viscosity, and digestive enzyme activities in growing pigs fed rough rice-based diet. *Asian-Aust. Journal of Animal Science*, 21(2): 270-276.
- Wedemeyer GA, Yasutake WT. 1977. Clinical methods for the assesment of the effects of environmental stress on fish health. *Technical Paper of the US Fish and Wildlife Service*. Volume 89. USA Washington DC: US Department of the Interior Fish and Wildlife Service.
- Yandes Z, Affandi, R. (2003). Pengaruh pemberian selulosa dalam pakan terhadap kondisi biologis benih ikan gurami (*Osphronemus gourami* Lac). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(1): 27-33.
- Zhang YHP, Himmel ME, Mielenz JR. 2006. Outlook for cellulase improvement: screening and selection strategies. *Biotechnology Advances*, 24(5): 452-481.
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-Prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia, Jakarta.

Persantunan

Kami berterima kasih kepada para mitra bestari yang telah berkenan meluangkan waktu serta mencurahkan tenaga dan pikiran untuk menelaah dan menilai kelayakan artikel yang diterbitkan pada *Jurnal Ikhtologi Indonesia* Volume 22 Nomor 1 Bulan Februari Tahun 2022, yaitu:

Dr. Alberth W. Renyaan - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Papua

Dr. Friesland Tuapetel - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Pattimura

Djamhuriyah S. Said, MSi – Puslit Limnologi, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia

Indriyani Nur, PhD - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo

Dr. Mia Setiawati - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor

Dr. Nina Meilisza – Balai Penelitian dan Pengembangan Ikan Hias

Prof. Dr. I Nyoman Adiasmara Giri – Balai Besar Riset Budidaya Laut dan Penyuluhan Perikanan

Dr. Nyoman Dati Pertami – Fakultas Kelautan dan Perikanan, Universitas Udayana

Prof. Dr. Ridwan Affandi - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor

Dr. Yusnaini - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Halu Oleo

PANDUAN bagi PENULIS

Jurnal Iktiologi Indonesia (JII) menyajikan artikel yang berkenaan dengan segala aspek kehidupan ikan (Pisces) di perairan tawar, payau, dan laut. Aspek yang dicakup antara lain biologi, fisiologi, taksonomi dan sistematika, genetika, dan ekologi, serta terapannya dalam bidang penangkapan, akuakultur, pengelolaan perikanan, dan konservasi. Artikel yang dimuat merupakan hasil lengkap suatu penelitian.

JII mengundang kepada siapapun untuk menulis resensi buku yang berkaitan dengan aspek-aspek tersebut di atas dan mempublikasikan. Ulas balik (*review*) suatu topik yang dipandang penting dan aktual ditulis seorang pakar atas permintaan dewan penyunting. Komentar dan atau tanggapan atas suatu artikel yang dimuat disediakan ruang.

JII diterbitkan tiga kali setahun (Februari, Juni, dan Oktober). Pada nomor terakhir tiap volume dimuat daftar isi, indeks penulis, dan indeks subyek.

Artikel dapat ditulis dalam Bahasa Indonesia atau Bahasa Inggris. Artikel belum pernah diterbitkan pada media manapun. Dewan Penyunting akan menerima atau menolak artikel berdasarkan kesesuaian materi dengan ruang lingkup JII, dan meringkas atau menyunting artikel bila diperlukan untuk menyesuaikan dengan halaman yang tersedia tanpa mengaburkan substansi. Opini yang tertuang dalam tulisan artikel tidak menggambarkan kebijakan penyunting.

Untuk semua keperluan, penulis pertama dianggap sebagai penulis korespondensi artikel, kecuali ada keterangan lain. Penulis, yang artikelnya disetujui untuk diterbitkan, bersedia mengalihkan hak cipta naskah kepada penerbit (**Masyarakat Iktiologi Indonesia**). Cetakan awal akan dikirimkan kepada penulis korespondensi untuk mendapatkan tanggapan. Tanggapan penulis dan surat persetujuan pengalihan hak cipta segera dikirim ke penyunting dalam waktu satu minggu.

Dalam hal penemuan baru, disarankan kepada penulis untuk mengurus hak patennya sebelum mempublikasikan dalam jurnal ini.

Pengajuan naskah

Pengajuan naskah dapat dilakukan kapan pun dengan mengirimkan satu salinan lunak (*soft*

copy) kepada dewan penyunting JII melalui laman:

jurnal-iktiologi.org

dan melalui surat elektronik dengan alamat:

jurnal.iktiologi@gmail.com

Naskah yang diterima penyunting akan ditelaah oleh dua mitra bestari anonim yang kompeten untuk memperoleh penilaian konstruktif agar mendapatkan suatu taraf publikasi yang tinggi.

Panduan berikut membantu anda dalam menyiapkan naskah yang akan dikirimkan ke JII. Naskah yang ditulis sesuai dengan ketentuan pada panduan akan mempercepat waktu pemeriksaan dan penyuntingan.

Penyiapan naskah

Pastikan bahwa naskah cukup jelas untuk disunting, dengan mengikuti hal berikut:

- Ukuran kertas: A4 dengan batas pinggir 3 cm seluruhnya, bernomor halaman yang dituliskan pada ujung kanan bawah.
- Naskah ditulis dalam satu kolom pada tiap halaman.
- Naskah diketik menggunakan Microsoft Word for Windows dalam spasi 1,5 baris, tipe huruf Times New Roman ukuran 12. Karakter huruf pada Gambar dapat berbeda dari ketentuan ini.
- Teks dituliskan hanya rata kiri.
- Gunakan spasi tunggal (bukan ganda) sesudah tanda baca (titik, koma, titik dua, titik koma).
- Gunakan satuan Sistem Internasional (SI) untuk pengukuran dan penimbangan.
- Nama ilmiah organisme disesuaikan dengan kode nomenklatur internasional (*e.g. International Code of Zoological Nomenclature*). Nama genus dan spesies ditulis dalam huruf miring (*italic*).
- Tidak menggunakan garis miring (sebagai ganti kata *per*), tetapi menggunakan *tika* atas indeks minus, contoh 9 m/det dituliskan 9 m det⁻¹.
- Jangan menggunakan singkatan tanpa keterangan sebelumnya. Kata yang disingkat sebaiknya ditulis lengkap pada penyebutan pertama diikuti singkatan dalam tanda kurung.
- Tanggal ditulis sebagai 'hari bulan tahun', misal 12 September 2010. Singkatan bulan pada tabel dan gambar menggunakan tiga kata pertama nama bulan, misal Feb, Jun, Okt.

- Peta memuat petunjuk garis lintang dan garis bujur, serta menyebutkan sumber data.
- Gambar atau foto organisme atau bagian organisme harus diberi keterangan skala.
- Periksa untuk memastikan bahwa gambar telah diberi nomor secara benar seperti yang dikutip dalam teks. Nomor dan judul gambar terletak di bagian bawah gambar.
- Pastikan bahwa tabel telah diberi nomor dengan benar dan berurutan sesuai dengan nomor yang dikutip dalam teks. Posisi nomor dan judul tabel terletak di atas tabel. Judul sebaiknya jelas, lengkap dan informatif. Letakkan sumber data dan catatan tepat di bawah tabel. Jangan memuat garis vertikal pada tabel. Hilangkan garis horisontal dari tabel, kecuali garis atas dan bawah judul kolom dan garis akhir dasar tabel.
- Ketepatan pengutipan pustaka sepenuhnya menjadi tanggung jawab penulis. JII menganut sistem nama-tahun dalam pengutipan. Nama keluarga dan tahun publikasi dicantumkan dalam teks *eg.* Rahardjo & Simanjuntak (2007) atau (Rahardjo & Simanjuntak 2007) untuk satu dan dua penulis; Sjafei *et al.* (2008) atau (Sjafei *et al.* 2008) untuk penulis lebih dari dua. Penulisan banyak pustaka kutipan dalam teks diurutkan dari yang tertua *eg.* (Gonzales *et al.* 2000, Stergiou & Moutopoulos 2001, Khaironizam & Norma-Rashid 2002, Abdurahiman *et al.* 2004, Frota *et al.* 2004; dan Tarkan *et al.* 2006). Pustaka bertahun sama disusun berurut menurut abjad penulis. Pustaka dari penulis yang sama dan dipublikasikan pada tahun yang sama dibedakan oleh huruf kecil (a, b, c dan seterusnya) yang ditambahkan pada tahun publikasi, *eg.* Syafei 2018a, Syafei 2018b.

Bagian-bagian naskah

Judul ditulis di tengah dengan huruf tebal berukuran 13 dan terjemahan ditulis dengan huruf biasa berukuran 11. Judul hendaknya singkat, tepat, dan informatif yang mencerminkan isi artikel.

Nama penulis ditulis dengan huruf biasa berukuran 12. Alamat ditulis dengan huruf biasa berukuran 9, yang memuat nama dan alamat lembaga disertai kode pos. Cantumkan alamat surat elektronik semua penulis.

Abstrak ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris tidak melebihi 250 kata. Abstrak memuat tujuan, apa yang dilakukan (metode), apa yang ditemukan (hasil), dan simpulan. Hindari singkatan dan kutipan pustaka. Abstrak terdiri atas satu alinea.

Kata penting ditulis dalam Bahasa Indonesia dan Inggris tidak melebihi tujuh kata yang disusun menurut abjad.

Pendahuluan menjelaskan secara utuh dan jelas alasan mengapa studi dilakukan. Hasil-hasil sebelumnya yang terkait dengan studi anda (*state of the art*) dirangkum dalam suatu acuan yang padat. Nyatakan tujuan penelitian anda.

Bahan dan Metode dituliskan secara lengkap dan jelas. Lokasi dan kapan penelitian disebutkan. Spesifikasi alat disebutkan.

Hasil. Di sini anda kemukakan informasi dan hasil yang diperoleh berdasarkan metode yang digunakan. Jangan mengutip pustaka apapun pada bab ini.

Pembahasan. Nilai suatu naskah ditentukan oleh suatu pembahasan yang baik. Di sini hasil studi anda dihubungkan dengan hasil studi sebelumnya. Hasil diinterpretasikan dengan dukungan kejadian atau pustaka yang memadai. Hasil yang tidak diharapkan atau anomali perlu dijelaskan. Penggunaan pustaka primer mutakhir (10 tahun terakhir) sangat dianjurkan.

Simpulan dinyatakan secara jelas dan ringkas, serta menjawab tujuan penelitian.

Persantunan (bila perlu) memuat lembaga atau orang yang mendukung secara langsung penelitian atau penulisan naskah anda.

Daftar pustaka disusun menurut abjad nama penulis pertama. Pastikan semua pustaka yang dikutip dalam teks tertera di daftar pustaka, dan demikian pula sebaliknya.

- Judul artikel ditulis lengkap, huruf capital hanya pada kata pertama dan nama diri. Nama terbitan berkala ditulis lengkap bukan singkatan (ditulis dalam huruf italic), yang diikuti oleh volume dan nomor terbitan, serta nomor halaman dalam huruf roman (tegak). Contoh:

Lauer TE, Doll JC, Allen PJ, Breidert B, Palla J. 2008. Changes in yellow perch length frequencies and sex ratios following

- closure of the commercial fishery and reduction in sport bag limits in southern Lake Michigan. *Fisheries Management and Ecology*, 15(1): 39-47
- Judul buku ditulis dalam huruf italik. Gunakan huruf kapital pada awal kata, kecuali kata depan dan kata sambung. Nama dan lokasi penerbit, serta total halaman dicantumkan. Contoh:
Berra TB. 2001. *Freshwater Fish Distribution*. Academic Press, San Francisco. 640 p.
 - Buku terjemahan ditambahkan nama penerjemahnya. Contoh:
Nikolsky GV. 1963. *The Ecology of Fishes*. Translated from Russian by L. Birkett. Academic Press, London and New York. 352 p.
Steel GD, Torrie JH. 1981. *Prinsip-prinsip dan Prosedur Statistika*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 747 p.
 - Artikel yang termuat dalam kumpulan monograf (buku, prosiding) dituliskan: penulis-tahun, judul artikel. *In*: nama penyunting, judul monograf (ditulis dengan huruf italik), nama penerbit dan lokasinya, serta halaman artikel. Contoh:
Bleckmann H. 1993. Role of lateral line in fish behaviour. *In*: Pitcher TJ (ed.). *Behaviour of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, London. pp. 201-246.
Simanjuntak CPH, Zahid A, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Krismono, Haryono, Tjakrawidjaja AT (Editor). 2011. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI*. Bogor 8-9 Juni 2010. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 612 p.
 - Kutipan terbatas hasil yang tak dipublikasikan, pekerjaan yang dalam penyiapan, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.
 - Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan “*in press*”.
- Artikel ulasan balik (*review*) suatu topik, resensi buku, dan komentar atau tanggapan atas suatu artikel tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.

Nurul Azzahra Lukman, Andi Aliah Hidayani, Asmi Citra Malina, Alimuddin, Muhammad Fuadi Konversi pakan dan sintasan benih ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> Linnaeus, 1758 yang diberi hormon pertumbuhan rekombinan melalui perendaman dan pakan	1
Hasnidar, Andi Tamsil, Ernaningsih, Hasrun, Andi Muhammad Akram Biologi reproduksi ikan betok <i>Anabas testudineus</i> (Bloch 1792) di Danau Tempe Kabupaten Wajo Sulawesi Selatan	17
Uttari Dewi, Dedi Jusadi, Mia Setiawati, Sri Nuryati Evaluasi penambahan glutamin pada pakan terhadap kinerja pertumbuhan, struktur dan fungsi usus benih ikan patin <i>Pangasius hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878)	35
Izhar Amirul Haq, Kukuh Nirmala, Yuni Puji Hastuti, Eddy Supriyono Kualitas warna, respons tingkah laku, dan kadar glukosa darah ikan guppy, <i>Poecilia reticulata</i> (Peters, 1859) dengan penambahan daun ketapang (<i>Terminalia catappa</i>) pada media pemeliharaan	49
Rini Sahni Putri, Surianti, Hasrianti, Damis, Muhammad Bibin, Andi Rani Sahni Putri, Muh Kasim, Suhartono Nurdin Hubungan hasil tangkapan ikan pelagis kecil dengan suhu permukaan laut dan klorofil di perairan Selat Makassar	65
Siti Aslamyiah, Zainuddin, Badraeni Pengaruh kombinasi mikroorganisme sebagai probiotik dalam pakan terhadap kinerja pertumbuhan, laju pengosongan lambung, dan kadar glukosa darah ikan bandeng, <i>Chanos chanos</i> (Forsskal, 1775)	77



9 771693 033002