

p ISSN 1693-0339

e ISSN 2579-8634

Jurnal Iktiologi Indonesia

(*Indonesian Journal of Ichthyology*)

Volume 20 Nomor 2 Juni 2020



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 20 Nomor 2 Juni 2020

Dewan Penyunting

Ketua	: M. Fadjar Rahardjo
Anggota	: Agus Nuryanto Achmad Zahid Angela Mariana Lusiastuti Charles P.H. Simanjuntak Djumanto Endi Setiadi Kartamihardja Haryono Kadarusman Lenny S. Syafei Lies Emmawati Hadie Sharifuddin bin Andy Omar Teguh Peristiwady

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: iktiologi_indonesia@yahoo.co.id

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.



Ikan beseng-beseng, *Marosatherina ladigesii* Ahl, 1936
(Foto: Adiarra Firdhita Alam Nasyrh)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Segecap Dewan penyunting dan pengelola *Jurnal Iktiologi Indonesia* mengucapkan *Selamat Idul Fitri 1441 H*, mohon dimaafkan lahir dan batin.

Menarik pada edisi ini banyak diketengahkan tentang budi daya ikan khususnya terkait dengan pertumbuhan ikan, dimulai dari Rahmadani *et al.* yang mengevaluasi penambahan kunyit dalam pakan sebagai antioksidan terhadap kinerja pertumbuhan ikan lele yang dibudidayakan tanpa pergantian air. Selanjutnya, kinerja produksi dan respons fisiologis elver ikan sidat yang dipelihara dengan sistem basah, lembap, dan kering dikemukakan oleh Harianto *et al.* Lalu Afriyanti *et al.* menguraikan tentang kinerja pertumbuhan ikan gurami yang diberi pakan kombinasi tepung ikan dan tepung azolla. Kemudian, bagaimana pengaruh pemberian suplemen herbal dan padat tebar yang berbeda

terhadap laju pertumbuhan ikan jambal siam dijelaskan oleh Syawal *et al.* Masalah pertumbuhan terakhir pada edisi ini diutarakan oleh Cahyadi *et al.* mengenai peran penambahan enzim pada pakan buatan terhadap pertumbuhan larva ikan lele afrika.

Selain pertumbuhan, pada edisi ini ditampilkan dua tulisan tentang ikan endemik di perairan sungai di Sulawesi. Telah menjadi pengetahuan umum bahwa Sulawesi sebagai jantung wilayah Wallacea kaya akan spesies ikan endemik. Tulisan pertama oleh Nasyrh *et al.* tentang reproduksi ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh. Berikutnya Nur *et al.* menggambarkan tentang karakteristik morfometrik dan meristik ikan pirik di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros dan DAS Wallanae Cenrana.

Penyunting

Evaluasi penambahan kunyit (*Curcuma longa*) dalam pakan sebagai antioksidan terhadap kinerja pertumbuhan ikan lele *Clarias gariepinus* Burchell 1822 yang dibudidaya tanpa pergantian air

[The evaluation of turmeric (*Curcuma longa*) supplementation within feed as an antioxidant towards growth performance of catfish *Clarias gariepinus* Burchell 1822 in zero water exchange condition]

Thoy Batun Citra Rahmadani¹; Dedi Jusadi²; Mia Setiawati²; Yuni Puji Hastuti²

¹Mahasiswa Pascasarjana Institut Pertanian Bogor;
thoybatun@gmail.com

²Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor
dedidj@apps.ipb.ac.id, miasetiawati25@yahoo.com, yuniha@ipb.ac.id

Diterima: 25 November 2019; Disetujui: 28 April 2020

Abstrak

Tujuan penelitian ini adalah untuk mengevaluasi penambahan kunyit ke dalam pakan sebagai antioksidan dan kinerja pertumbuhan ikan lele Afrika (*Clarias gariepinus*). Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Setiap perlakuan terdiri atas penambahan dosis kunyit sebanyak 0; 2,5; 5 dan 7,5 g kg⁻¹ pakan. Seratus benih ikan lele (5,95±0,05 g) dipelihara dalam-tangki *Intermediate Bulk Container* (IBC) (1×1×1 m³) dan dipelihara tanpa pergantian air selama 60 hari. Ikan lele diberi pakan secara *at satiation* dua kali sehari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terjadi peningkatan kandungan antioksidan pada ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan kunyit di dalamnya, yang secara bersamaan juga mengurangi persentase kerusakan hati. Parameter kerusakan hati dapat dilihat dari beberapa parameter, seperti hati pucat, droplet lemak dan kandungan lemak pada perlakuan penambahan kunyit lebih rendah dibandingkan tanpa penambahan kunyit. Namun ikan lele yang diberikan pakan dengan penambahan kunyit tidak menunjukkan hasil yang signifikan dari segi pertumbuhannya.

Kata penting : antioksidan, lele, kunyit, tanpa pergantian air

Abstract

The objective of this research was to evaluate the supplementation of turmeric in the diet on antioxidant status and growth performance of African catfish (*Clarias gariepinus*) in zero water exchange condition. This study used a completely randomized design with 4 treatments and 4 replications. Each treatment consisted of feed supplementation turmeric at dosage of 0; 2.5; 5 or 7.5 g kg⁻¹ diet. One hundred catfish juvenile (5.95±0.05 g) were stocked in intermediate bulk container (IBC) tank (1×1×1 m³) and rearing in zero water exchange condition for 60 days. Catfish were fed at satiation twice a day, in the morning and evening. The results showed that an increase in antioxidant content in catfish fed with the addition of turmeric, which simultaneously also reduced the percentage of liver damage. The parameters of liver damage can be seen from several parameters i.e. pale liver, droplet fat and fat content in the addition of turmeric treatment is lower than without the addition of turmeric. However, catfish fed with the addition of turmeric did not show significant results in terms of growth performances.

Keywords: antioxidant, catfish, turmeric, zero water exchange

Pendahuluan

Ikan lele (*Clarias gariepinus*) merupakan komoditas budi daya yang banyak dibudidayakan di Indonesia. Salah satu sistem budidaya yang digunakan adalah tanpa pergantian air selama masa pemeliharaan. Kondisi ini dapat menyebabkan NH₃ (amonia) yang berasal dari sisa pakan dan feses meningkat dalam wadah pemeliharaan (Zhang *et al.* 2018).

Amonia merupakan nitrogen tidak terionisasi (Camargo & Alonso 2006), saat masuk ke dalam tubuh akan menyebabkan konsentrasi amonia darah menjadi tinggi, dan meningkatkan aktivitas enzim glutamin sintetase (GS), aspartat aminotransaminase (AST) serta alanin aminotransaminase (ALT) (Saha *et al.* 2002). Selain itu, GS dapat menyebabkan nilai *phosphate-activates glutaminase* (PAG) menjadi tinggi.

PAG yang terlalu tinggi dapat memicu terjadinya transisi permeabilitas mitokondria, sehingga terjadi pembentukan *reactive oxygen species* (ROS). ROS merupakan suatu molekul yang sangat reaktif terhadap membran lipid, protein dan DNA (El- Beltagi & Mohamed 2013).

ROS yang diakibatkan amonia tinggi dapat merusak sel hati yang ditandai dengan meningkatkan kadar ALT dan AST (Ngaddi 2019; Arisa 2019). Li *et al.* (2018) juga melaporkan bahwa keberadaan amonia di tubuh menyebabkan peningkatan indeks hepatosomatik pada hati, *malonaldehyde* (MDA) (Chen *et al.* 2019), pembengkakan, degenerasi hidropobik (Benly *et al.* 2008), warna hati menjadi pucat (Ngaddi 2019), yang merupakan indikator kerusakan hati. Kerusakan hati akan mengganggu keseluruhan proses metabolisme dan detoksifikasi toksin, sehingga pertumbuhan ikan menjadi lebih lamban (Wang *et al.* 2017; Foss *et al.* 2009; Guan *et al.* 2010; Schram *et al.* 2010) serta nilai konversi pakan menjadi tinggi (Li *et al.* 2018).

Kerusakan di hati akibat ROS dapat dicegah dengan memberikan antioksidan. Kunyit merupakan salah satu bahan yang dapat digunakan sebab memiliki banyak senyawa antioksidan yang dapat meningkatkan respon imun dan aktivitas antioksidan di dalam tubuh (Geijer *et al.* 2002). Beberapa bahan aktif yang terdapat dalam kunyit diantaranya adalah, α -Turmerone (21,4%), α -santalene (7,2 %) (Singh *et al.* 2011), cineol (1%), borneol (0,5%) (Chattopadhyay *et al.* 2004) dan kurkumin (0,58-3,14%) (Tayyem *et al.* 2006). Senyawa aktif dalam kunyit terhadap radikal bebas dapat terjadi dengan beberapa cara, diantaranya yaitu dapat mengikat ROS dan senyawa nitrogen yang dapat memodulasi aktivitas glutathionin, katalase,

dan enzim *superoxide dismutase* (SOD) yang aktif dalam menetralkan radikal bebas (Tung *et al.* 2019).

Penelitian yang telah dilakukan, baik secara in-vitro maupun in-vivo, telah membuktikan kemampuan bahan aktif dalam kunyit sebagai senyawa anti inflamasi dan antioksidan (Tung *et al.* 2019). Penelitian yang dilakukan oleh Mahmoud *et al.* (2014) menunjukkan bahwa pemberian kunyit 0,50% mampu meningkatkan protein tubuh dan menjaga ikan nila dari bakteri *Pseudomonas fluorescens*. Kunyit juga mampu meningkatkan pertumbuhan ikan patin (Dewi *et al.* 2017) dan menghambat proses peroksidasi lipid pada tikus (Shukla *et al.* 2003). Kurkumin dari kunyit juga mampu meningkatkan aktivitas enzim SOD di hati ikan mas dengan dosis 0,5-1% (Giri *et al.* 2011). Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi penambahan kunyit dalam pakan sebagai antioksidan terhadap pertumbuhan ikan lele yang dibudidaya tanpa pergantian air.

Bahan dan metode

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap dengan 4 perlakuan dan 4 ulangan. Perlakuannya adalah pemberian pakan yang telah ditambah kunyit pada dosis 0; 2,5; 5 dan 7,5 g kg⁻¹ untuk ikan lele.

Pakan uji

Pakan uji yang digunakan adalah pakan komersial untuk ikan lele dan ditambahkan bubuk kunyit komersial sesuai dengan dosis perlakuan. Kunyit yang digunakan terlebih dahulu diuji untuk mengetahui komposisi bahan aktifnya dan diperoleh komposisi bahan aktif (Tabel 1).

Tabel 1 Kandungan senyawa aktif pada kunyit

Senyawa Aktif	Kandungan (%)
Cychlohexena 3 1,5 dimetyl 1,4-6 methylene	29,01
Turmerone	22,09
Benzene 1-(1,5 dimethyl hexenyl)	19,21
1,7 dehidroksil methane	17,21
1,8-9-Methyl-Hexapholic	7,81
3 proxyl hydro butyrate	3,18
Kurkumin	1,05

Tabel 2 Komposisi proksimat pakan perlakuan (%) yang diberi penambahan kunyit dengan dosis berbeda

Kandungan nutrien pakan	Perlakuan (%)			
	0	0,25	0,5	0,75
Air (%)	8,87	8,16	8,20	8,17
Abu (%)	8,19	8,09	7,98	8,02
Protein (%)	29,17	29,83	30,69	30,39
Lemak (%)	4,83	4,35	4,12	4,47
Serat kasar (%)	5,44	5,51	6,39	6,63
BETN (%)	43,5	44,06	42,62	42,32

Keterangan :

BETN= bahan ekstrak tanpa nitrogen

Tabel 3 Data kualitas air pada semua tangki selama pemeliharaan 60 hari

Parameter	Perlakuan penambahan kunyit (%)			
	0	0,25	0,5	0,75
Suhu (°C)	25,5-30	26-30	25,5-30	25,5-30
pH	7,2-7,7	7,3-7,8	7,2-7,7	7,2-7,8
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	0,6-4,7	0,6-4,7	0,7-5,8	0,7-4,6
TAN (mg L ⁻¹)	10,58-49,74	9,08-42,17	11,22-39,29	9,40-46,22
Amonia (mg L ⁻¹)	0,13-1,37	0,13-0,41	0,12-0,66	0,07-0,53

Kunyit kemudian dicampurkan dengan cara dilapisi Kunyit sesuai dengan dosis perlakuan ditambahkan putih telur dari satu butir telur serta 1/5 sendok teh kuning telur, yang sebelumnya sudah ditambahkan air 100 ml. Campuran bahan tersebut disemprotkan ke pakan secara merata. Pakan lalu dikeringkan dalam oven suhu 60°C selama ±4 jam. Pakan yang telah *dicoating* dengan kunyit lalu diuji proksimat (Tabel 2) menggunakan metode *Association of Official Analytical Chemist* (2019).

Pemeliharaan ikan

Ikan lele ukuran 5,95±0,05 g ditebar sebanyak seratus ekor pada setiap tangki *Intermediate Bulk Container* (IBC) ukuran 1x1x1 m³ dan ditempatkan di Kolam Percobaan, Departemen Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor. Ikan dipelihara dalam 16 tangki IBC selama 60 hari tanpa pergantian air. Pemberian pakan dilakukan dua kali pada pagi dan sore hari secara *at satiation*. Pengukuran kualitas air yang terdiri dari kandungan oksigen

terlarut, total amonia nitrogen (TAN), dan pH dilakukan setiap 10 hari (Tabel 3).

Parameter uji

Laju pertumbuhan harian dihitung dengan menggunakan rumus yang dikemukakan oleh Hopkins (1992):

$$LPH = \left(\frac{t\sqrt{W_t}}{W_o} - 1 \right) \times 100$$

Keterangan:

- LPH = laju pertumbuhan harian (%)
- W_t = berat tubuh rata-rata pada akhir pemeliharaan (g)
- W_o = berat tubuh rata-rata pada awal pemeliharaan (g)

Jumlah Konsumsi Pakan = Jumlah pakan awal (g) – Jumlah pakan akhir (g)

Nisbah konversi pakan dihitung menggunakan rumus:

$$NKP = \frac{F}{(B_t + B_d) - B_o}$$

Keterangan:

- NKP = nisbah konversi pakan
- B_t = bobot ikan pada akhir penelitian (g)
- B_o = bobot ikan pada awal penelitian (g)
- B_d = bobot ikan yang mati selama penelitian (g)
- F = jumlah pakan yang dikonsumsi selama penelitian (g)

Retensi protein dihitung menggunakan rumus berikut (Watanabe 1988):

$$RP (\%) = \frac{\text{Jmlh prot. akhir} - \text{Jmlh prot. awal}}{\text{Jumlah protein yang dikonsumsi}} \times 100$$

Sintasan dihitung menggunakan rumus berikut:

$$TKH = \frac{N_t}{N_o} \times 100\%$$

Keterangan:

- TKH = sintasan (%)
- N_t = jumlah individu pada akhir penelitian
- N_o = jumlah individu pada awal penelitian

Pengamatan organ hati dilakukan dengan mengamati histologi hati, menghitung lemak dan indeks heptosomatik (*heptosomatic index* HSI). Pengamatan histologi dilakukan pada akhir penelitian. Pengamatan hati dilakukan pada dua tipe hati, yaitu hati merah dan hati pucat. Hati merah dan hati pucat dibedakan dari tampilan visualnya, yakni pada hati pucat terdapat warna putih yang memudar seperti lemak sementara hati merah tidak terdapat hal tersebut. Hati yang telah diambil lalu disimpan dalam formalin *neutral buffer* (Bouin). Sampel kemudian dimasukkan ke dalam paraffin, dipotong dengan ketebalan kurang lebih 5 μ m, dan dicelupkan pada zat warna hematoxylin dan Eosin. Selanjutnya preparat dikeringkan dan diamati dibawah mikroskop (Slaoui & Fiette 2011). HSI dihitung menggunakan rumus sebagai berikut

$$HSI = (LW \times BW^{-1}) \times 100$$

Keterangan:

- HSI = indeks heptosomatik (%)
- LW = bobot hati (g)
- BW = bobot tubuh ikan (g)

Analisis Superoksida Dismutase (SOD) dilakukan pada organ hati dengan mengambil 0,3 g sampel. Sampel dianalisis dengan menggunakan SOD *colorimetric test kit* merk Abcam, United Kingdom (Ali *et al.* 2015).

Analisis Malondialdehida (MDA) dilakukan untuk melihat kondisi stres oksidatif. Analisis dilakukan pada organ hati, sebanyak 0,3 g. Sampel dianalisis menggunakan MDA *lipid peroxidation colorimetric test kit* merk Abcam, United Kingdom (Ali *et al.* 2015).

Pengamatan darah ikan meliputi enzim *aspartate aminotransaminase* (AST) dan *alanine aminotransaminase* (ALT), trigliserida (TG), *high density lipoprotein* (HDL) dan *low density lipoprotein* (LDL). Darah diambil pada

saat akhir pemeliharaan menggunakan *syringe* yang telah dibilas menggunakan antikoagulan. Darah dimasukkan ke dalam mikrotube lalu disentrifugasi selama 15 menit dengan kecepatan 3000 rpm. Selanjutnya plasma darah diambil dan disimpan dalam mikrotube steril berukuran 1 ml. Pengukuran TG, HDL dan LDL dilakukan menggunakan metode *enzymatic colorimetric test for cholestrol with lipid clearing factor* dengan kit *cholestrol liquicolor*, merk HUMAN. Konsentrasi kimia darah dinyatakan sebagai berikut:

$$\text{Kimia Darah} = \frac{\text{absorban sampel}}{\text{absorban standar}} \times 200 \text{mg/dL}$$

Analisis proksimat dilakukan pada ikan dan pakan, meliputi kandungan protein, lemak, abu, air, BETN (bahan ekstrak tanpa nitrogen) dan serat (AOAC 2019)

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel 2016* dan *Minitab 16*. Semua data dianalisis menggunakan ANOVA, sedangkan histologi dilakukan secara deskriptif. Tingkat beda nyata antar nilai tengah di uji dengan menggunakan Tukey dengan tingkat kepercayaan $P < 0,05$.

Hasil

Hasil penelitian menunjukkan bahwa, kinerja pertumbuhan ikan lele yang dipelihara selama 60 hari tanpa pergantian air tidak ditemukan perbedaan yang signifikan (Tabel 4). Hal tersebut dapat dilihat dari nilai bobot akhir dan laju pertumbuhan harian (LPH) yang tidak berbeda nyata pada ikan lele yang diberi pakan perlakuan mengandung kunyit dengan dosis

berbeda. Hasil serupa ditemukan juga pada jumlah konsumsi pakan (JKP), nisbah konversi pakan (NKP), retensi protein, dan sintasan (TKH).

Hasil pengukuran nilai MDA pada ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan kunyit memberikan perbedaan yang signifikan. Pakan yang ditambahkan kunyit menyebabkan nilai MDA menjadi lebih rendah dibandingkan perlakuan pada ikan yang diberi pakan tanpa penambahan kunyit. Kunyit juga memberikan dampak positif pada nilai aktivitas enzim SOD. Perlakuan yang diberi penambahan kunyit dalam pakan menghasilkan nilai SOD yang tinggi dibandingkan dengan yang tidak diberi penambahan kunyit. Hal yang sama juga ditemukan pada nilai HSI, ikan yang diberi penambahan kunyit memiliki nilai HSI yang lebih rendah dibandingkan dengan ikan yang tidak diberi penambahan kunyit. Penelitian ini juga menemukan dua warna hati lele yang berbeda, yaitu pucat dan merah. Hasilnya adalah dengan penambahan kunyit mampu menghasilkan jumlah warna merah yang lebih banyak dibandingkan tanpa penambahan kunyit.

Analisis histologi dilakukan juga pada hati yang pucat dan merah. Hati yang pucat menunjukkan terjadinya *macrovesicular steatosis*, menggambarkan banyaknya droplet lemak (Gambar 1). Penambahan kunyit dalam pakan mampu mengurangi luas permukaan droplet lemak di hati. Hal ini sangat berbeda dengan jaringan hati yang berwarna merah, histologi hati tersebut menunjukkan lebih sedikit droplet lemak (Gambar 2).

Tabel 4. Kinerja pertumbuhan dan pakan ikan lele yang diberi penambahan kunyit dalam pakan dengan dosis berbeda

Parameter	Perlakuan penambahan kunyit (%)			
	0	0,25	0,5	0,75
W ₀ (g)	5,95±0,03 ^a	5,94±0,04 ^a	5,96±0,06 ^a	5,92±0,06 ^a
W _t (g)	83,32±4,97 ^a	8,06±5,71 ^a	79,63±6,79 ^a	77,47±5,57 ^a
B ₀ (g)	595,23±3,50 ^a	594,85±4,57 ^a	59,58±6,51 ^a	592,75±6,20 ^a
B _t (g)	8040,40±5,02 ^a	7970,9±6,05 ^a	7611,5±7,30 ^a	7414,50±8,20 ^a
JKP (g ikan ⁻¹)	100,87±3,12 ^a	100,10±2,54 ^a	95,70±4,04 ^a	93,58±5,11 ^a
FCR	1,21±0,42 ^a	1,21±0,01 ^a	1,21±0,05 ^a	1,20±0,02 ^a
RP (%)	56,52±1,01 ^a	53,57±3,13 ^a	52,41±1,68 ^a	55,95±2,52 ^a
TKH (%)	96,50±1,73 ^a	96,00±1,41 ^a	95,50±1,29 ^a	95,50±4,20 ^a
LPH (%)	2,19±0,01 ^a	2,19±0,01 ^a	2,18±0,02 ^a	2,17±0,02 ^a

Keterangan:

Huruf cetak atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata (± simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05). W₀=bobot individu ikan awal, W_t=bobot individu ikan akhir, B₀=biomasa ikan awal B_t=biomasa ikan akhir, JKP=jumlah konsumsi pakan, FCR=nilai nisbah konversi pakan ikan, RP=retensi protein, TKH=sintasan, LPH=laju pertumbuhan harian.

Tabel 5 Kadar malondialdehida (MDA), superoksida dismutase (SOD), indeks hepatosomatik (HSI), dan persentase jumlah hati merah

Parameter	Perlakuan penambahan kunyit (%)			
	0	0,25	0,5	0,75
MDA (umol/L)	5,48±0,48 ^a	2,52±0,45 ^c	3,62±0,43 ^b	3,48±0,47 ^{bc}
SOD (U/g protein)	3,58±0,21 ^b	4,62±0,46 ^a	4,35±0,44 ^{ab}	5,15±0,43 ^a
HSI (%)	2,78±0,13 ^a	2,35±0,06 ^b	2,34±0,10 ^b	2,56±0,12 ^{ab}
Jumlah hati merah (%)	52,50±0,12 ^c	60,00±0,10 ^b	62,50±0,08 ^a	62,50±0,07 ^a

Keterangan:

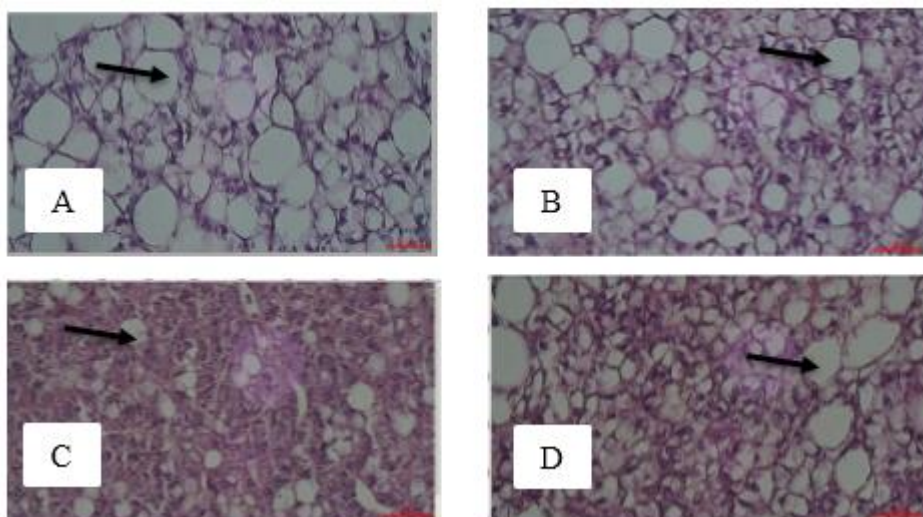
Huruf cetak atas yang berbeda di belakang nilai rata-rata (± simpangan baku) menunjukkan perbedaan nyata (P<0,05).

Pengukuran lemak hati dilakukan pada hati yang pucat dan hati merah. Hati merah menunjukkan bahwa tidak ada perbedaan diantara semua perlakuan, sedangkan untuk hati pucat menunjukkan bahwa dengan penambahan kunyit mampu mengurangi nilai lemak di hati (Tabel 6)

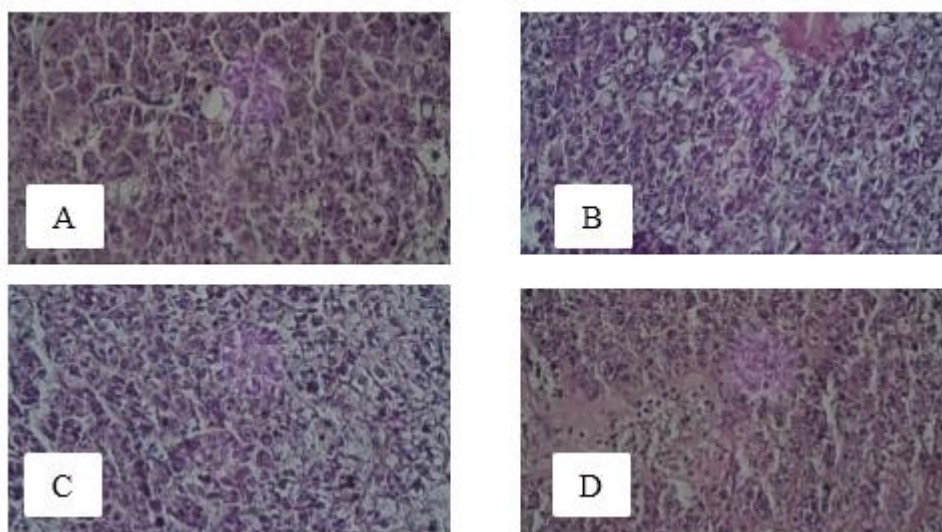
Hasil pengukuran kimia darah menunjukkan bahwa penambahan kunyit dalam pakan dengan dosis 0,75% mampu menurunkan trigli-

serida dan memiliki perbedaan yang nyata dibandingkan dengan perlakuan lainnya (P<0,05). Nilai kolesterol, HDL dan LDL pada semua perlakuan menunjukkan hasil yang sama (Tabel 7).

Ikan lele yang diberi pakan perlakuan dengan dosis kunyit yang berbeda pada kondisi tanpa pergantian air tidak memengaruhi nilai enzim AST dan ALT (Tabel 8).



Gambar 1. Histologi hati pucat ikan lele dengan perbesaran 250 kali.
Keterangan: A= perlakuan 0% (tanpa penambahan kunyit), B= perlakuan penambahan kunyit 0,25%,
C= perlakuan penambahan kunyit 0,5%, D= perlakuan penambahan kunyit 0,75%. Skala bar 1000 μm .
Tanda panah menunjukkan droplet lemak.



Gambar 2. Histologi hati merah ikan lele dengan perbesaran 250 kali.
Keterangan: A= perlakuan 0% (tanpa penambahan kunyit), B= perlakuan penambahan kunyit 0,25%,
C= perlakuan penambahan kunyit 0,5%, D= perlakuan penambahan kunyit 0,75%.

Pembahasan

Hasil budidaya ikan lele yang dipelihara dengan sistem tanpa pergantian air menghasilkan TAN yang tinggi pada akhir pemeliharaan, dengan rentang 39,29-49,74 mg L^{-1} (Tabel 3). TAN yang tinggi di lingkungan berasal dari sisa pakan dan ekskresi ikan. Amonia yang ada di lingkungan dapat masuk

dalam tubuh dan menyebabkan terbentuknya *reactive oxygen species (ROS)* Murthy *et al.* 2001).

ROS dapat menyebabkan peroksidasi lipid pada membran sel yang ditandai dengan meningkatnya nilai *malonaldehyde (MDA)* dalam hati. MDA adalah hasil akhir dari peroksidasi lipid (Sun *et al.* 2012). Hasil

penelitian menunjukkan bahwa, ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan kunyit memiliki nilai MDA yang rendah dibandingkan dengan tanpa penambahan kunyit (Tabel 5). Hal yang sama dilaporkan juga oleh Singh *et al.* (2011), bahwa dengan penambahan kunyit mampu menghasilkan nilai MDA yang rendah pada tikus. Ikan lele yang diberi penambahan kunyit dalam pakannya mampu menurunkan MDA sebab kunyit memiliki senyawa antioksidan (Tung *et al.* 2019). Nilai MDA yang turun memiliki hubungan dengan enzim antioksidan dalam menangkal ROS yaitu *superoksida dismutase* (SOD). Hasil penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan kunyit dalam pakan mampu meningkatkan enzim SOD di dalam hati (Tabel 5). Hal ini sejalan dengan penelitian Yarru *et al.* (2009) bahwa dengan pemberian kunyit mampu meningkatkan enzim SOD pada ayam broiler. Menurut Alrawaiq dan Abdullah (2014), kunyit memiliki senyawa yang mampu memberikan sinyal kepada gen Nrf2. Nrf2 mampu menginduksikan sel untuk memproduksi enzim SOD. Oleh sebab itu, kunyit mampu meningkatkan aktivitas enzim SOD di dalam hati.

Hasil pengamatan HSI pada ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan kunyit juga menunjukkan adanya perbedaan dengan yang tidak diberi kunyit (Tabel 5). Menurut Ngaddi (2019) ikan lele yang dibudidayakan dalam tanpa pergantian air memiliki HSI yang lebih berat, dan berdasarkan hasil penelitian ini dapat dilihat bahwa terjadi penurunan HSI pada perlakuan penambahan kunyit dalam pakan. Penurunan HSI sejalan juga dengan persentase jumlah hati merah yang ditemukan (Tabel 5). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan kunyit dalam pakan mampu mengha-

silkan persentase jumlah hati merah yang lebih banyak. Menurut Ngaddi (2019) kerusakan hati dicirikan dengan ukuran hati yang besar dan warna hati yang pucat.

Kerusakan pada hati dapat juga dilihat berdasarkan histologi. Histologi pada penelitian ini dilakukan pada hati merah dan pucat. Hasilnya adalah histologi pada hati yang merah cenderung memiliki droplet lemak yang sedikit, sedangkan pada hati yang pucat droplet lemak di hati lebih banyak. Droplet lemak merupakan organel dinamis yang berfungsi untuk menyimpan lipid ketika energi berlebih dan disiapkan sebagai cadangan energi ketika dibutuhkan (Gluchowski *et al.* 2017). Saat ROS meningkat terjadi kerusakan sel yang mengakibatkan metabolisme lemak terganggu, akibatnya adalah lemak tidak dapat terdistribusikan dan tertumpuk dalam hati sehingga droplet lemak menjadi membesar seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Hal yang sama ditemukan pada penelitian Dyk *et al.* (2012), bahwa ikan lele yang hidup di lingkungan berpolusi memiliki banyak droplet lemak di hatinya. ROS merupakan salah satu pemicu terjadinya droplet lemak (Jin *et al.* 2018), dan dengan penambahan kunyit dapat dilihat bahwa droplet lemak cenderung semakin mengecil. Penurunan ukuran droplet lemak pada hasil histologi memiliki hubungan dengan kadar lemak hati pada ikan lele (Tabel 6). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa penambahan kunyit dalam pakan mampu mengurangi kadar lemak di dalam hati ikan lele. Hal ini menunjukkan bahwa kunyit mampu mengatasi kerusakan yang disebabkan oleh ROS karena peranannya sebagai antioksidan. Kunyit menghambat pembentukan ROS dengan menghambat sinyal pembentukan ROS itu sendiri, Penghambatan sinyal dilakukan dengan pemberian satu

atom oksigen dari kurkumin untuk menstabilkan reaksi. Selanjutnya melalui jalur Nrf-1 kurkumin memerintahkan otak untuk memproduksi SOD yang berfungsi menekan ROS (Kocaadam & Sanlier 2015).

Sejalan dengan hasil di atas, penambahan kunyit dalam pakan dengan dosis 0,75% juga mampu menurunkan trigliserida di dalam darah ikan lele (Tabel 7). Hasil yang sama juga dilaporkan oleh Daneshyar *et al.* (2011) pada ayam broiler, yang menemukan bahwa dengan penambahan kunyit yang tinggi menyebabkan rendahnya nilai trigliserida. Hal ini disebabkan rendahnya lipogenesis hati yang disebabkan oleh kunyit, sebab trigliserida diproduksi di hati melalui lipogenesis hati dan disekresikan ke dalam plasma.

Meskipun pemberian kunyit sudah mampu menunjukkan hasil yang berbeda nyata pada parameter kinerja hati, tetapi kinerja pertumbuhan (Tabel 4) ikan lele yang diberikan pakan dengan penambahan kunyit pada berbagai dosis yang berbeda, tidak menunjukan hasil yang berbeda nyata terhadap perlakuan tanpa penambahan kunyit pada pakan. Hal ini diduga bahwa dosis kunyit yang ditambahkan dalam pakan masih kurang optimal untuk meningkatkan laju pertumbuhan ikan lele pada kondisi tanpa pergantian air. Hasil ini didukung dengan enzim ALT dan AST yang juga menunjukkan tidak ada perbedaan pada semua perlakuan. Menurut Arisa (2019) enzim ALT dan AST adalah salah satu indikator masih tingginya kinerja hati. Kinerja hati yang tinggi menyebabkan alokasi energi yang seharusnya digunakan untuk pertumbuhan dipakai untuk menunjang kinerja hati yang berat. Oleh sebab itu masih perlu dilakukan penelitian lanjutan terkait peningkatan dosis kunyit.

Simpulan

Kunyit mampu meningkatkan antioksidan di dalam tubuh ikan lele yang dibudidayakan pada kondisi tanpa pergantian air. Kondisi tersebut berpengaruh pada tampilan histologis hati dan parameter terkait antioksidan yang signifikan antarperlakuan. Namun, penambahan kunyit pada pakan yang diberikan pada lele tanpa dengan pemeliharaan tanpa ganti air belum mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan ikan tersebut. Perlu dilakukan penelitian lanjutan mengenai peningkatan dosis untuk dapat meningkatkan pertumbuhan ikan lele.

Daftar pustaka

- Ali TM, Esawy BHE, Elmorsy EA. 2015. Effect of combining an angiotensin enzyme inhibitor and a vitamin D receptor activator on renal oxidative and nitrosative stress in diabetic rats. *National Journal of Physiology, Pharmacy and Pharmacology*, 5(3): 222-231.
- Alrawaiq NS, Abdullah A. 2014. A review of antioxidant polyphenol curcumin and its role in detoxification. *Review. International Journal of Pharmacy and Technology Research*, 6(1): 280-289.
- Arisa AA. 2019. Peran monosodium glutamat dalam pakan pada produksi ikan lele *Clarias gariepinus* yang dibudidayakan pada air mengalir dan air tergenang. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Association of Official Analytical Chemist (AOAC). 2019. *Official Method of Analysis*. 21st Edition. Washington D.C
- Benly ACK., Köksal G., Özkul A. 2008. Sublethal ammonia exposure of Nile Tilapia (*Oreochromis niloticus* L.): effects on gill, liver and kidney histology. *Chemosphere*, 72(9): 1355–1358.
- Camargo JA, Alonso A. 2006. Ecological and toxicological effects of inorganic nitrogen pollution in aquatic ecosystems: a global assessment. *Environmental International*, 32(6): 831–849.

- Chattopadhyay I, Biswas K, Bandyopadhyay U, Banerjee RK. 2004. Turmeric and curcumin: biological actions and medicinal applications. *Current Science*, 87(1): 44-53.
- Chen S, Yu Y, Gao Y, Yin P, Tian L, Niu J, Liu Y. 2019. Exposure to acute ammonia stress influences survival, immune response and antioxidant status of pacific white shrimp (*Litopenaeus vannamei*) pretreated with diverse levels of inositol. *Fish and Shellfish Immunology*, 89: 248-256.
- Daneshyar M, Ghandkanlo MA, Bayeghra FS, Farhangpajhoh, Aghaei M, 2011. Effects of dietary turmeric supplementation on plasma lipoproteins, meat quality and fatty acid composition in broilers. *South African Journal of Animal Science*, 41(4): 420- 428
- Dewi CD, Ekastuti DR, Sudrajat AO, Manalu W. 2017. Improved vitellogenesis, gonad development and egg diameter in catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) supplemented with turmeric (*Curcuma longa*) powder. *Aquaculture Research*, 49(2): 651-658.
- Dyk JCV, Cochrane MJ, Wagenaar GM. 2012. Liver histopathology of the sharp-tooth catfish *Clarias gariepinus* as a biomarker of aquatic pollution. *Chemosphere*, 87(4): 301-311.
- El-Beltagi H, Mohamed H. 2013. Reactive oxygen species, lipid peroxidation and antioxidative defense mechanism. *Notulae Botanicae Horti Agrobotanici Cluj-Napoca*, 41(1): 44-57.
- Foss A, Inslan AK, Roth B, Schram E, Stefansson SO. 2009. Effects of chronic and periodic exposure to ammonia on growth and blood physiology in juvenile turbot (*Scophthalmus maximus*). *Aquaculture*, 296(1-2): 45-50.
- Geijer A, Kim SK, Gerloff T, Dietrich CG, Lammert F, Karpen SJ. 2002. Hepatobiliary organic anion transporters are differentially regulated in acute toxic liver injury induced by carbon tetrachloride. *Journal of Hepatology*, 37(2) 198-205.
- Giri SS, Sukumaran V, Park SC. 2011. Effect of bioactive substance from turmeric on growth, skin mucosal immunity and antioxidant factors in common carp, *Cyprinus carpio*. *Fish and Shellfish Immunology*, 92: 612-620.
- Gluchowski NL, Becuwe M, Walther TC, Farese RV. 2017. Lipid droplets and liver disease: from basic biology to clinical implications. A review. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 14(6): 343-355.
- Guan B, Hu W, Zhang T, Duan M, Li DL, Wang Y, Zhu Z. 2010. Acute and chronic un-ionized ammonia toxicity to 'all-fish' growth hormone transgenic common carp (*Cyprinus carpio* L.). *Chinese Science Bulletin*, 55(35): 4032-4036.
- Hopkins KD. 1992. Reporting fish growth; a review of the basics. *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(3): 173-179.
- Jin Y, Tan Y, Chen L, Liu Y, Ren Z. 2018. Reactive oxygen species induces lipid droplet accumulation in HepG2 cells by increasing perilipin 2 expression. *International Journal of Molecular Sciences*, 19(11): 3445
- Kocaadam, B, Şanlıer, N. 2015. Curcumin, an active component of turmeric (*Curcuma longa*), and its effects on health. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(13): 2889–2895.
- Li C, Zhang M, Li M, Zhang Q, Qian Y, Wang R. 2018. Effect of dietary alanyl-glutamine dipeptide against chronic ammonia stress induced hyperammonemia in the juvenile yellow catfish (*Pelteobagrus fulvidraco*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology*, 213: 55-61.
- Mahmoud MMA, El-Lamie MMM, Dessouki AA, Yusuf MS. 2014. Effect of turmeric (*Curcuma longa*) supplementation on growth performance, feed utilization, and resistance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) to *Pseudomonas fluorescens* challenge. *Global Research Journal of Fishery Science and Aquaculture*, 1(12): 26-33.
- Murthy CRK, Rama Rao KV, Bai G, Norenberg MD. 2001. Ammonia-induced production of free radicals in primary cultures of rat astrocytes. *Journal of Neuroscience Research*, 66(2): 282-288
- Ngaddi A. 2019. Evaluasi penggunaan monosodium glutamat terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan pemanfaatan pakan pada ikan lele *Clarias*

- garipepinus*. Tesis. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Saha N, Dutta S, Bhattacharjee A. 2002. Role of amino acid metabolism in an air-breathing catfish, *Clarias batrachus* in response to exposure to a high concentration of exogenous ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part B Biochemistry and Molecular Biology*, 133(2): 235-250.
- Schram E, Roques JAC, Abbink W, Spanings T, de Vries P, Bierman S, Vis HVD, Flik G. 2010. The impact of elevated water ammonia concentration on physiology, growth and feed intake of African catfish (*Clarias garipepinus*). *Aquaculture*, 306(1): 108-115.
- Shukla PK, Khanna VK, Khan MY, Srimal RC. 2003. Protective effect of curcumin against lead neurotoxicity in rat. *Human & Experimental Toxicology*, 22(12): 653-668.
- Singh H, Bedi PS, Singh B. 2011. Hepatoprotective activity of turmeric and garlic against 7-12, dimethylbenzanthracene induced liver damage in wistar albino rats. *European Journal of Medicinal Plants*, 1(4): 162-170.
- Slaoui M, Fiette L. 2011. Histopathology procedures: from tissue sampling to histopathological evaluation. *Methods in Molecular Biology*, 691: 69-82.
- Sun H, Lu K, Minter EJA, Chen YY, Montages D. 2012. Combined effects of ammonia and microcystin on survival, growth, antioxidant responses, and lipid peroxidation of bighead carp *Hypophthalmichthys nobilis* larvae. *Journal of Hazardous Materials*, 221-222: 213-219.
- Tayyem RF, Hetah DD, Al-Delaimy KA, Rock CL. 2006. Curcumin content of turmeric and curry powders. *Nutrition and Cancer*, 55(2): 126-131.
- Tung BT, Nham DT, Hai NT, Thu DK. 2019. *Curcuma longa*, the polyphenolic curcumin compound and pharmacological effects on liver (Chapter 3). *Dietary Interventions in Liver Disease: Foods, Nutrients and Dietary Supplements*. Academic Press. 428 p.
- Wang HJ, Xu-Cheng X, Hong-ZhuW, Yan L, Qing Y, Xiao-Min L, Wei-Song F, Jian-Chun S, Marcus D, Erik J. 2017. Effects of high ammonia concentrations on three cyprinid fish: Acute and whole-ecosystem chronic tests. *Science of Total Environment*, 598: 900-909.
- Watanabe T. 1988. *Fish Nutrition and Mariculture*. Departement of Aquatic Bioscience, Tokyo University, Tokyo.
- Yarru LP, Settivari RS, Gowda NKS, Antoniou E, Ledoux DR, Rottinghaus GE. 2009. Effects of turmeric (*Curcuma longa*) on the expression of hepatic genes associated with biotransformation, antioxidant, and immune system in broiler chicks fed aflatoxin. *Poultry Science*, 88(12): 2620-2627.
- Zhang W, Silei X, Zhu J, Miao X, Ren M, Lin Y, Ge X, Sun S. 2018. Growth performance, physiological response and histology changes of juvenile blunt snout bream, *Megalobrama amblycephala* exposed to chronic ammonia. *Aquaculture*, 506: 424-436.

Kinerja produksi dan respons fisiologis elver ikan sidat *Anguilla bicolor bicolor* McClelland, 1844 yang dipelihara dengan sistem basah, lembap, dan kering

[Production performance and physiology response of *Anguilla bicolor bicolor* rearing with a wet, damp and dry system]

Eko Harianto^{1,2✉}, Eddy Supriyono³, Tatag Budiardi³, Ridwan Affandi⁴, Yani Hadiroseyani³

¹Mahasiswa Program Doktor, Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor (IPB)

²Program Studi Budidaya Perairan, Fakultas Pertanian, Universitas Batanghari Jambi, Jl. Slamet Ryadi, Broni Jambi 36122

³Departemen Budidaya Perairan, FPIK IPB Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

⁴Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK IPB Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

eharianto27@gmail.com, eddysupriyonoipb@gmail.com, tatagbdp@yahoo.com, ridwan_affandi@yahoo.com, yanihadiroseyani@gmail.com

Diterima: 10 Desember 2019; Disetujui: 19 Mei 2020

Abstrak

Budi daya ikan sering terkendala terhadap ketersediaan air, baik kualitas maupun kuantitasnya. Ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*) merupakan spesies ikan yang dalam sistem pemeliharaannya membutuhkan volume air yang banyak. Tujuan penelitian ini adalah menentukan sistem pemeliharaan terbaik elver ikan sidat (*A. bicolor bicolor*) pada sistem basah, lembap, dan kering melalui kajian kinerja produksi dan respons fisiologis. Penelitian dilakukan dari bulan Agustus sampai September 2018 di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap 5 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu perlakuan sistem basah tinggi air 0% dari tinggi badan (A), sistem basah tinggi air 50% dari tinggi badan (B), sistem basah tinggi air 100% dari tinggi badan (C), sistem lembap (D), dan sistem kering (E). Ikan yang digunakan adalah elver ikan sidat berukuran $18,80 \pm 0,62$ g yang berasal dari pembudidaya di Bogor Jawa Barat. Pakan yang digunakan adalah pakan komersial dengan kadar protein 50% yang diberikan secara *at satiation* 3 kali per hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan C memberikan hasil terbaik dengan nilai sintasan 100%, laju pertumbuhan spesifik $0,45 \text{ \% hari}^{-1}$, laju pertumbuhan mutlak $0,07 \text{ g hari}^{-1}$ dan rasio konversi pakan sebesar 6,57. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan memberikan pengaruh yang nyata ($p < 0,05$). Nilai glukosa darah pada perlakuan C merupakan nilai yang paling mendekati dengan kondisi ikan sidat sebelum perlakuan.

Kata penting: ikan sidat, sistem kering, sistem lembap, respons fisiologis

Abstract

Aquaculture is often constrained by the availability of water, both in quality and quantity. The aim of this study was to determine the optimum maintenance system of elver (*Anguilla bicolor bicolor*) on a wet, moist and dry system through production performance studies and physiological responses. The research was conducted from August to September 2018 at the Production Technic and Management of Aquaculture Laboratory, Department of Aquaculture, IPB University. A completely randomized design with 5 treatments and 3 replications was used in this study, namely treatment with high water wet system 0% of body height (A), high water wet system 50% of body height (B), high water wet system 100% of body height (C), moist system (D), and dry system (E). The body weight of elver was 18.80 ± 0.62 g which derived from fish cultivator in Bogor, West Java. Fish was fed 3 times per day *at satiation* with commercial feed which a protein content of 50%. Results showed that treatment C was the best result with survival rate of 100%, the specific growth rate of 0.45 \% day^{-1} , the absolute growth rate of 0.07 g day^{-1} and feed conversion ratio of 6.57. The analysis of variance showed that the treatments showed the significant effect ($P < 0.05$). The blood glucose value closest to the eel condition before treatment was found in the treatment C.

Keywords: eel, dry system, moist system, physiological responses, wet system

Pendahuluan

Ikan sidat merupakan ikan bernilai ekonomi tinggi dengan pangsa pasar yang meningkat setiap tahunnya (Shiraishi & Crook 2015, Pike *et al.* 2019). Pada tahun 2016 total produksi ikan sidat dunia sebesar 286.000 ton (FAO 2018). Produksi ikan sidat di Indonesia hanya sebesar 10.000 ton atau sekitar 8,33% dari target produksi sebesar 120.000 ton (KKP 2017). Upaya peningkatan produksi ikan sidat tersebut harus didukung dengan teknologi pendederan dan pembesaran ikan sidat yang efisien dan maksimal. Salah satu aspek penting dalam pengembangan teknologi pendederan dan pembesaran ikan sidat adalah perbaikan media budi daya. Media budi daya pada skala produksi dan penelitian masih berbasis pada penggunaan volume air yang besar.

Secara umum kegiatan pendederan dan pembesaran elver ikan sidat semi intensif di Asia membutuhkan volume air yang besar yakni 4000 m³ air per hari atau 100.000 m³ per tahun produksi. Kegiatan budi daya intensif elver ikan sidat di Eropa dengan kepadatan 120 kg m³ rata-rata membutuhkan pergantian air sebanyak 60 m³ per harinya (Nielsen & Prouzet 2008). Beberapa penelitian elver ikan sidat dengan wadah akuarium masih membutuhkan volume air yang tinggi yakni rata-rata berkisar antara 30-120 L (Harianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Scabra *et al.* 2016, Handajani *et al.* 2018). Akan tetapi, hasil penelitian Taufik *et al.* (2017) menunjukkan bahwa pertumbuhan ikan sidat *A. bicolor bicolor* stadia elver makin meningkat dengan menurunnya volume air pemeliharaan.

Ikan sidat merupakan spesies yang kuat terhadap perubahan berbagai kondisi perairan seperti suhu, pH, dan salinitas yang memung-

kinkan mereka untuk melakukan ruaya atau bergerak ke muara sungai untuk tumbuh sampai dewasa dan kembali lagi menuju laut dalam untuk reproduksi (Tsukamoto & Kuroki 2014). Ikan sidat memiliki kemampuan bernafas dengan kulit dan hampir sebagian pernafasan kulit dapat digunakan ketika ikan ini berada pada kondisi hipoksia. Ikan sidat mampu menyerap oksigen dari udara oleh kulit sekitar 60% dari total respirasi dalam air pada suhu 22°C (Krogh 1904 *in* Forster 1981). Respons ikan sidat pada media dengan kandungan oksigen rendah adalah mengeluarkan lendir. Secara eksperimental, lendir yang dilepaskan menyebabkan ikan sidat bertahan sampai tujuh hari pada kelembaban udara yang normal dan suhu rendah (Tesch 2003).

Tesch (2003) menunjukkan bahwa ikan sidat memiliki struktur kulit yang tebal sehingga pada kondisi hipoksia semua kebutuhan oksigen dapat dipenuhi secara cepat dengan respirasi kulit. Hal tersebut mendasari pemikiran bahwa budidaya ikan sidat tidak selalu memerlukan volume air yang banyak, sehingga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan air.

Ikan sidat dalam fase ruaya ke muara sungai (perairan tawar) sering berhadapan pada kondisi hipoksia. Kondisi tersebut terjadi pada saat ikan sidat bermigrasi ke hulu (air tawar) atau pada saat ikan sidat menggali lubang untuk bersembunyi (Graham 1997, van Waarde *et al.* 1983, Hyde *et al.* 1987). Selama pada kondisi tersebut, ikan sidat menggunakan sistem pernafasan udara dengan gelembung renang dan saluran pneumatik untuk bertahan hidup (Mott 1951, Fange 1976)

Secara umum, ikan-ikan yang memiliki alat bantu pernafasan memiliki kemampuan untuk hidup dengan volume air rendah, akan tetapi

masih perlu kajian lebih lanjut terkait hal tersebut. Studi ini dilakukan untuk melihat dan menganalisis respons adaptasi elver ikan sidat terhadap kondisi sistem pemeliharaan kering, lembap, dan basah. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam pengembangan teknologi pendederan dan pembesaran elver ikan sidat. Tujuan penelitian ini adalah menentukan sistem pemeliharaan terbaik elver ikan sidat (*A. bicolor bicolor*) pada sistem basah, lembap dan kering melalui kajian kinerja produksi dan respons fisiologis.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Agustus sampai September 2018 di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Analisis glukosa darah, histologi dan kualitas air dilakukan di laboratorium di lingkungan Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap terdiri atas 5 perlakuan dan 3 kali ulangan, sehingga terdiri atas 15 satuan percobaan. Perlakuan yang digunakan adalah media basah dengan tinggi air 0% dari tinggi badan (A), media basah dengan tinggi air 50% dari tinggi badan (B), media basah dengan tinggi air 100% dari tinggi badan (sama dengan tinggi badan ikan sidat) (C), media lembap (D), dan media kering (E). Selain itu, data dari perlakuan tersebut akan dibandingkan dengan

pemeliharaan ikan sidat pada kondisi normal dengan volume air berkisar antara 30-120 L.

Prosedur percobaan

Ikan uji yang digunakan adalah elver ikan sidat yang berasal dari pembudidaya di Kabupaten Bogor Jawa Barat dengan bobot awal $18,80 \pm 0,62$ g dan padat tebar 10 ekor per wadah. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 30 hari. Tinggi badan ikan sidat yang digunakan sebesar $1,5 \pm 0,1$ cm. Percobaan pada penelitian ini menggunakan tinggi badan ikan sidat sebagai patokan tinggi air yang akan digunakan sebagai perlakuan. Hal ini dimaksudkan agar ikan sidat masih dapat bersentuhan langsung dengan air.

Wadah yang digunakan pada perlakuan pemeliharaan elver ikan sidat dengan sistem basah yakni perlakuan A, B, dan C (Gambar 1) adalah wadah plastik berukuran panjang, lebar dan tinggi masing-masing sebesar 52 cm \times 31 cm \times 28 cm. Wadah pemeliharaan dilengkapi dengan pompa air berukuran 13 watt dengan debit total $0,07 \text{ L det}^{-1}$, *top filter* yang berisi bahan filter antara lain zeolit, karbon aktif, batu karang dan kapas sintesis. Pemeliharaan dilakukan dengan sistem resirkulasi selama 30 hari, wadah dilubangi pada bagian dasar sebagai saluran *outlet* dengan diameter 0,5 cm.

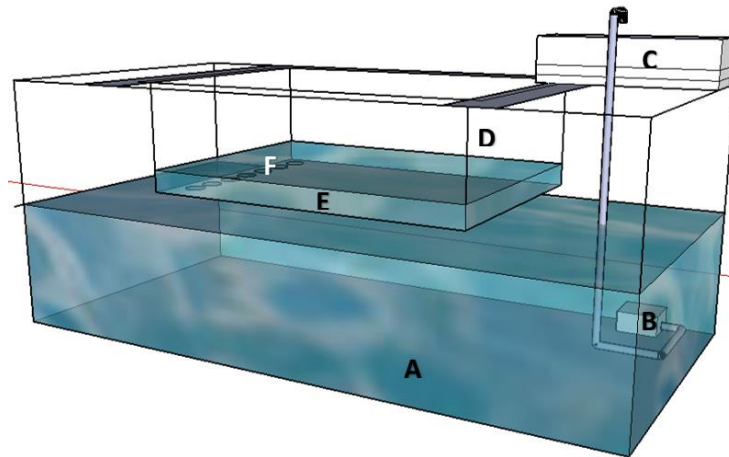
Kontrol tinggi air sesuai dengan perlakuan dilakukan dengan mengatur debit air yang keluar dari saluran *inlet*. Wadah diletakkan di atas akuarium berukuran 100 cm \times 50 cm \times 40 cm. Air dari wadah pemeliharaan akan keluar melalui lubang *outlet* menuju akuarium penampung, kemudian air dari dalam akuarium dipompa ke dalam wadah pemeliharaan yang terlebih dahulu melewati filter yang berisi susunan filter fisik, kimiawi, dan biologis.

Metode pemeliharaan dengan sistem lembap (Gambar 2) menggunakan wadah plastik berukuran 52 cm × 31 cm × 28 cm. Wadah pemelihara dilengkapi dengan busa berukuran 52 cm × 31 cm × 28 cm dan kapas filter berukuran 50 cm × 28 cm × 1,5 cm yang direndam dengan air selama 1 jam. Setelah bahan cukup menyimpan air kemudian disusun ke dalam wadah.

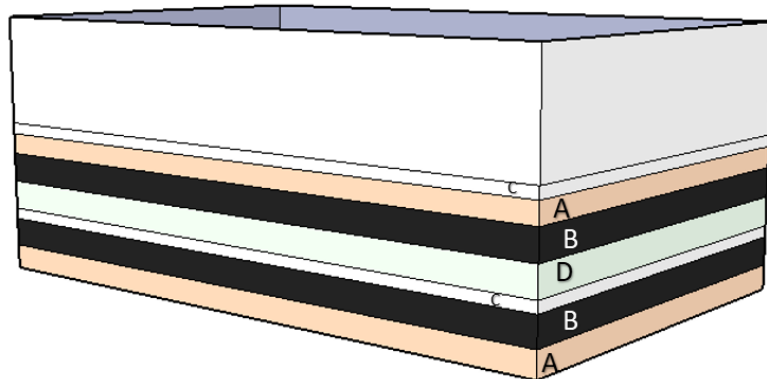
Susunan bahan pengisi diatur sesuai dengan fungsinya. Bagian dasar wadah diisi dengan bahan busa, lalu ikan uji diletakkan di atas busa kemudian ditutup dengan *styrofoam*. Setelah itu,

bagian atas *styrofoam* diisi dengan kapas filter dan ikan uji kembali diletakkan di atasnya dan ditutup kembali dengan busa dan *styrofoam*. *Styrofoam* digunakan untuk mencegah ikan keluar dari masing-masing ruang. Rangkaian bahan pengisi dibuat bersusun untuk menjaga agar kondisi tetap lembap. Suhu selama pengamatan adalah 28°C. Desain perlakuan mengacu pada Sandrayani *et al.* (2013).

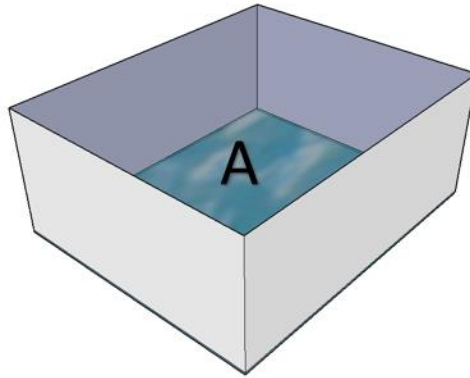
Metode pemeliharaan dengan sistem kering (Gambar 3), wadah yang digunakan adalah wadah plastik berukuran 52 cm × 31 cm × 28 cm. Pada wadah tersebut tidak dilengkapi dengan



Gambar 1 Desain percobaan perlakuan sistem basah (A: akuarium penampungan, B: pompa, C: unit filter, D: kontainer pemeliharaan, E: tinggi air pemeliharaan, F: lubang outlet)



Gambar 2. Desain percobaan perlakuan sistem lembap. (A: busa, B: ikan uji, C: *styrofoam*, D: kapas sintesis)



Gambar 3. Desain percobaan perlakuan media lembap. A: bagian dasar wadah yang diisi air

bahan apa pun. Dasar wadah dibilas dengan air sampai permukaan dasar basah dan tidak dilakukan penambahan air selama pengamatan. Volume air yang digunakan untuk pembilasan sebesar 100 mL. Ikan uji dimasukkan ke dalam wadah dan diamati lama waktu bertahan hidup.

Prosedur pengamatan

Parameter yang diamati pada penelitian ini adalah jumlah ikan mati, bobot tubuh, media pemeliharaan, sampel darah serta sampel kulit dan insang. Jumlah ikan mati dihitung selama masa pemeliharaan. Bobot tubuh ikan diukur dengan cara ditimbang pada awal penebaran dan setiap tujuh hari selama 30 hari masa pemeliharaan dengan menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g. Parameter media pemeliharaan (suhu, pH dan oksigen terlarut) diukur setiap hari selama 30 hari masa pemeliharaan. Sampel darah, kulit dan insang diambil pada awal dan akhir masa pemeliharaan.

Parameter respons fisiologis pada penelitian ini adalah jumlah glukosa darah yang diukur dengan menggunakan alat GlukoDr.auto™ model AGM 4000. Sampel darah diambil pada bagian pangkal ekor menggunakan *syring* 1 mL. Pengukuran dilakukan dengan mengikuti prose-

dur yang tercantum pada alat. Pengukuran gambaran darah lainnya meliputi jumlah hemoglobin (Wedemeyer & Yasutake 1977) dan sel darah merah (SDM) (Blaxhall & Daisley 1973).

Analisis histologis insang dan kulit dilakukan dengan cara ikan dipingsankan terlebih dahulu dengan menggunakan stabilizer, kemudian ikan dipotong pada bagian pangkal kepala untuk mengambil bagian insang, lalu bagian punggung ikan dipotong vertikal dan diambil kulit ikan bagian luar dengan menggunakan gunting dan pinset. Pembuatan preparat histologis terhadap insang dan kulit dilakukan dengan perwarnaan hematoxylin-eosin (HE) (Angka *et al.* 1990). Pengamatan selanjutnya dilakukan dengan mikroskop binokuler pada perbesaran 40x.

Parameter kualitas air pemeliharaan diamati setiap hari yang meliputi suhu, pH dan oksigen terlarut. Suhu diamati dengan termometer digital, pH dengan pH-meter dan oksigen terlarut dengan DO-meter.

Parameter uji

Parameter yang diuji selama penelitian meliputi kinerja produksi antara lain sintasan (STS), laju pertumbuhan spesifik bobot (LPSb), laju pertumbuhan mutlak bobot (LPMb), rasio konversi pakan (RKP), koefisien keragaman

bobot (KKb), parameter respons fisiologis antara lain jumlah hemoglobin, jumlah sel darah merah (SDM) dan jumlah glukosa darah. Selain itu dilakukan analisis histologi insang dan kulit serta parameter kualitas air yang meliputi suhu, pH, dan oksigen terlarut.

Sintasan dihitung menggunakan rumus Goddard (1996):

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

Keterangan:

STS = sintasan (%)

N_t = jumlah ikan akhir (ekor)

N_0 = jumlah ikan awal (ekor)

Laju pertumbuhan spesifik bobot dihitung menggunakan rumus Huisman (1987):

$$LPSb = \left[\sqrt[t]{\frac{W_t}{W_0}} - 1 \right] \times 100$$

Keterangan:

LPSb = laju pertumbuhan spesifik (% hr⁻¹),

W_t = bobot rata-rata ikan akhir (g),

W_0 = bobot rata-rata ikan awal (g),

T = lama waktu pemeliharaan (hari)

Laju pertumbuhan mutlak bobot dihitung menggunakan rumus Huisman (1987)

$$LPMb = \frac{W_t - W_0}{t}$$

Keterangan:

LPMb = konversi pakan,

W_t = bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g),

W_0 = bobot rata-rata ikan awal (g)

Rasio konversi pakan merupakan indikator untuk menentukan efektivitas pakan (NRC 2011) yang dihitung menggunakan rumus:

$$RKP = [W_t - (W_0 + W_d)] / F$$

Keterangan:

RKP = rasio konversi pakan,

W_t = biomassa total ikan pada akhir pemeliharaan (g),

W_0 = biomassa total ikan mati selama pemeliharaan (g),

W_d = biomassa total ikan pada awal pemeliharaan (g),

F = jumlah pakan selama pemeliharaan (g)

Koefisien keragaman bobot dihitung dengan rumus Steel & Torrie (1981):

$$KKb = (s/y) \times 100$$

Keterangan:

KKb = Koefisien keragaman bobot

s = simpangan baku

y = nilai rata-rata

Analisis data

Data yang diperoleh dianalisis dengan menggunakan program *Microsoft Excel* 2013 dan *SPSS* 22.0. Data parameter kinerja produksi dianalisis ragam (ANOVA) pada taraf uji 5%. Apabila berpengaruh nyata dilakukan uji lanjut *tuckey* pada taraf uji 5% untuk menentukan perbedaan antar perlakuan. Parameter kualitas air dianalisis secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel dengan nilai rata-rata.

Hasil

Hasil pengukuran dan pengamatan selama 30 hari masa pemeliharaan menunjukkan bahwa ikan sidat yang dipelihara dengan sistem kering (perlakuan E) mengalami kematian semua populasi pada hari ke-3 dan ke-4. Ikan sidat yang dipelihara dengan sistem lembap (perlakuan D) mengalami kematian semua populasi pada hari ke-6 dan ke-7. Pada sistem basah dengan tinggi air berbeda (perlakuan A, B dan C) elver ikan sidat dapat bertahan hidup dan diamati selama 30 hari. Kinerja produksi ikan sidat yang

meliputi sintasan, laju pertumbuhan spesifik bobot (LPSb), laju pertumbuhan mutlak bobot (LPMb), rasio konversi pakan (RKP), koefisien keragaman bobot (KKb) yang dipelihara selama 30 hari dengan sistem basah, lembap dan kering disajikan pada Tabel 1. Nilai STS pada semua perlakuan berkisar antara 66-100%, nilai LPSb

terbaik yaitu pada perlakuan C sebesar 0,45%. Nilai LPMb terbaik yaitu pada perlakuan C sebesar 0,07 g hari⁻¹. Nilai RKP terbaik yaitu pada perlakuan C sebesar 6,57 dan nilai KKb terbaik yaitu pada perlakuan C sebesar 3,60% (<20%).

Tabel 1. Nilai kinerja produksi elver ikan sidat yang dipelihara selama 30 hari dengan sistem basah dengan tinggi air berbeda

Parameter	Perlakuan			Kondisi Normal
	A	B	C	
STS (%)	66,67±11,15 ^a	80,00±20,00 ^{ab}	100,00 ^b	77-100 ^a
LPSb (%)	0,17±0,10 ^a	0,27±0,13 ^{ab}	0,45±0,10 ^b	0,2-1,47 ^b
LPMb (g hari ⁻¹)	0,02±0,01 ^a	0,03±0,02 ^a	0,07±0,01 ^b	0,8-3,48 ^c
RKP	23,08±19,85 ^a	12,86±4,28 ^b	6,57±1,45 ^c	0,2-9,30 ^a
KKb (%)	3,04±1,02 ^a	2,71±0,51 ^a	3,60±0,68 ^a	12-39 ^d

Keterangan:

Huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (uji lanjut *tuckey*); TKH= sintasan; LPSb= laju pertumbuhan spesifik bobot; LPMb= laju pertumbuhan mutlak bobot; RKP= rasio konversi pakan; KKb= koefisien keragaman bobot; A= basah (0% TT); B= basah (50% TT); C= basah (100% TT).

^aAffandi *et al.* 2013, Harianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Scabra *et al.* 2016, Handajani *et al.* 2018. ^bAffandi *et al.* 2013, Harianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Handajani *et al.* 2018. ^cAffandi *et al.* 2013, Scabra *et al.* 2016.

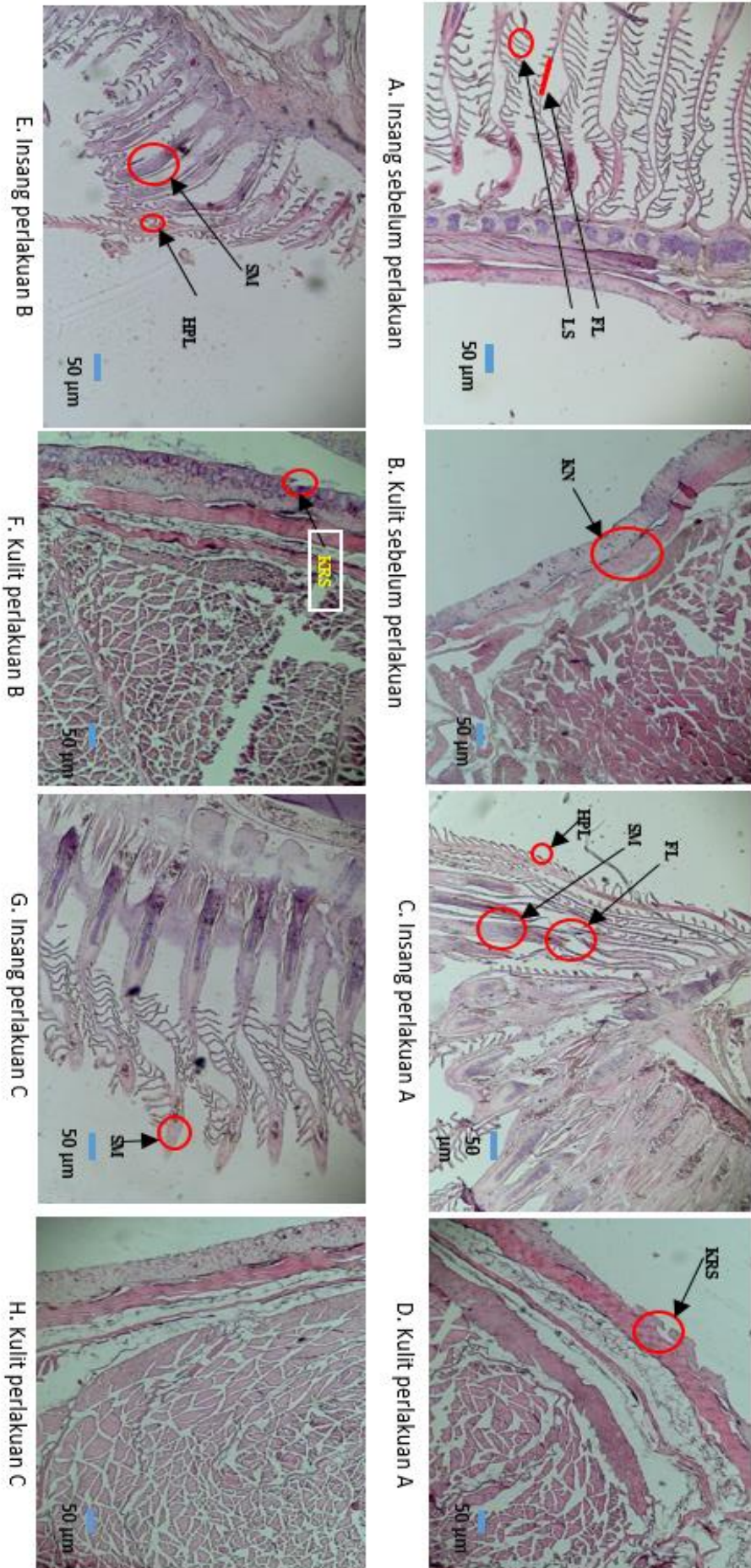
^dHarianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Scabra *et al.* 2016.

Tabel 2. Gambaran darah elver ikan sidat yang dipelihara selama 30 hari dengan sistem basah dengan tinggi air berbeda

Parameter	Sebelum Perlakuan	Perlakuan			Standar normal
		A	B	C	
Glukosa Darah (mg dL ⁻¹)	15	30,00±10,6 ^{8a}	38,00±24,0 ^{1a}	18,00±7,64 ^b	31-32* 27-30* 41-62*
Hb (g 100mL ⁻¹)	11,40	8,60±2,42 ^a	10,13±1,42 ^a	10,47±2,34 ^a	4-5** 8-10** 8-11**
Sel darah merah (× 10 ⁶ sel mm ⁻³)	1.56	1,59±2,42 ^a	1,72±1,42 ^a	1,79±2,34 ^a	1,21-1,28 × 10 ⁶ *** 1,01-1,21 × 10 ⁶ *** 1,28-1,30 × 10 ⁶ *** 2,413 × 10 ⁶ ***

Keterangan:

Huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata pada taraf 5% (uji lanjut *tuckey*); A= basah (0% TT); B= basah (50% TT); C= basah (100% TT). * Harianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Fekri *et al.* 2018. ** Fekri *et al.* 2018, Fekri *et al.* 2019, Sahan *et al.* 2007. *** Harianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Sahan *et al.* 2007, Ponsen *et al.* 2009



Gambar 1. Analisis histologi insang dan kulit pada elver ikan sidat selama masa pemeliharaan (SM : Sel mukus, LS : lamela sekunder, FL : Filamen, HPL : Hiperplasia, FLS : Fusi lamela sekunder, KN : kulit normal, Krs : krenasi, Hematoxylin-Eosin 40x

Tabel 3. Nilai kinerja produksi elver ikan sidat yang dipelihara selama 30 dengan sistem basah dengan tinggi air berbeda

Parameter	Perlakuan			Referensi
	A	B	C	
Suhu (°C)	27-29	26-29	27-28	28-33 ¹ 27-31 ²
pH	6,8-7,5	7,2-7,9	6,5-7,8	6,0-8,0 ³ 6,6-7,7 ²
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	7,5-8,4	5,6-7,2	6,8-7,3	>3 ⁴ 4,5-8,8 ²

Keterangan:

¹Luo *et al.* 2013, ²Harianto *et al.* 2014, ³Tseng & Wu 2004, ⁴Herianti 2005

Respons fisiologis ikan sidat yang meliputi glukosa darah, hemoglobin (Hb) dan sel darah merah (SDM) yang dipelihara selama 30 hari dengan sistem basah, lembap dan kering disajikan pada Tabel 2. Glukosa darah mengalami fluktuasi selama masa pemeliharaan. Jumlah glukosa darah sebelum diberikan perlakuan sebesar 15 mg dL⁻¹. Nilai glukosa darah pada perlakuan C sebesar 18 mg dL⁻¹, perlakuan A dan B masing-masing sebesar 30 dan 38 mg dL⁻¹. Gambaran darah (hemoglobin dan sel darah merah) pada semua perlakuan masih berada pada kisaran normal dengan nilai berkisar antara 8,60-10,47 g 100mL⁻¹ dan 1,59-1,79×10⁶mL⁻¹.

Analisis histologi pada organ insang dan kulit elver ikan sidat yang diukur pada awal dan akhir pemeliharaan ditunjukkan pada Gambar 1. Analisis histologi dilakukan dengan pewarnaan hematoxylin-eosin (HE) dan preparat diamati menggunakan mikroskop dengan perbesaran 40x. Analisis ini bertujuan untuk melihat perubahan struktur morfologi organ akibat perlakuan yang diberikan.

Hasil pengukuran kualitas air selama 30 hari masa pemeliharaan disajikan pada Tabel 3. Secara umum nilai kualitas air pemeliharaan elver ikan sidat masih berada pada kisaran atau batas optimal untuk pemeliharaan elver ikan

sidat. Nilai suhu berkisar antara 26-29 °C, nilai pH berkisar antara 6,5-7,9 dan nilai oksigen terlarut berkisar antara 5,6-8,4 mg L⁻¹.

Pembahasan

Ikan sidat merupakan organisme akuatik yang memiliki tingkat ketahanan yang tinggi terhadap kondisi hipoksia. Ikan ini mampu menyerap oksigen melalui insang ketika berada di dalam air dan menggunakan kulit ketika berada di luar air (Tesch 2003). Krogh (1904) *in* Forster (1981) mengemukakan bahwa ikan sidat memiliki kemampuan bernafas dengan kulit dan hampir sebagian pernafasan kulit dapat digunakan ketika ikan ini berada pada kondisi hipoksia. Ikan sidat mampu menyerap oksigen dari udara oleh kulit sekitar 60% dari total respirasi dalam air pada suhu 22°C. Akan tetapi aktivitas pernafasan kulit sangat bergantung pada waktu paparan ikan sidat terhadap udara, semakin lama ikan sidat berada di luar media air maka kinerja pernafasan kulit akan semakin menurun dan menyebabkan ikan gagal bernafas dan mengalami kematian. Hal seperti ini telah dilaporkan Thompson *et al.* (2008) bahwa tingkat kematian pada *Micropterus* spp. yang terpapar udara selama 10-15 menit pada suhu 23°C dan 21°C, menunjukkan hasil ikan sulit

mengalami fase pemulihan, mengalami kegagalan untuk mempertahankan kesetimbangan, serta terjadi peningkatan gula darah.

Pada penelitian ini, ikan uji yang dipaparkan pada udara (tanpa air) dalam waktu yang lama mati semua. Kematian ikan uji pada metode kering dan lembap diduga disebabkan ikan uji mengalami paparan udara yang berlangsung lama sehingga ikan uji mengalami kegagalan respirasi yang menyebabkan sel-sel tubuh pecah dan ikan mati. Hasil penelitian menunjukkan bahwa di sepanjang tubuh ikan berwarna merah. Hal ini juga dijelaskan oleh Ferguson & Tufts (1992), bahwa ketika ikan di luar media air filamen insang dan lamela insang menempel satu sama lain, sehingga pertukaran gas melalui kapiler di lamela insang terhenti dan menyebabkan respirasi aerobik berhenti. Kekurangan oksigen menyebabkan penumpukan asam laktat selama pernapasan sehingga ikan mengalami kematian (Ferguson & Tufts 1992, Suski *et al.* 2004).

Pada perlakuan C dengan volume air tertinggi menghasilkan nilai sintasan sebesar 100%. Hal ini menunjukkan bahwa ikan sidat mampu diadaptasikan untuk hidup dengan ketinggian air rendah dengan jumlah minimal sama dengan tinggi badan ikan sidat tersebut. Akan tetapi ikan ini tidak dapat hidup secara baik pada kondisi ketinggian air berada separuh badan dan di bawah badannya. Ikan sidat termasuk dalam kelompok ikan yang mampu bernafas langsung dari udara namun masih membutuhkan air untuk bernafas dan tetap menjaga kondisi tubuhnya lembap. Dalam hal ini, pernapasan kulit hanya digunakan ketika ikan berada di luar media air untuk waktu yang singkat (Graham 1997). Nilai kinerja produksi menunjukkan bahwa semakin tinggi ketinggian

air yang diberikan (perlakuan C) akan memberikan respons yang semakin baik. STS sebesar 100% yang dicapai pada perlakuan C menunjukkan bahwa ikan sidat tidak mengalami stres. Dengan demikian, fungsi fisiologis ikan dapat berlangsung dengan baik sehingga mampu mempertahankan kelangsungan hidupnya dan mengonversi pakan yang diberikan menjadi biomassa untuk tumbuh. Nilai sintasan perlakuan C sama baiknya dengan hasil penelitian Harianto *et al.* (2014), Diansyah *et al.* (2014), Scabra *et al.* (2016), Handajani *et al.* (2018) dengan volume air pemeliharaan sebesar 30-120 L dengan nilai sintasan berkisar antara 77-100%.

Pertumbuhan merupakan parameter penting dalam budidaya, bersama dengan parameter sintasan akan menentukan nilai produksi (biomassa). Pada perlakuan C, nilai laju pertumbuhan spesifik bobot dan laju pertumbuhan mutlak bobot masing-masing sebesar 0,45 % hari⁻¹, 0,07 g hari⁻¹. Nilai ini memberikan arti bahwa terjadi penambahan bobot pada ikan sidat selama pemeliharaan. Penambahan bobot tersebut disebabkan oleh konsumsi pakan yang diberikan berupa pelet komersial dengan protein 50% mampu memberikan energi untuk dimanfaatkan untuk pertumbuhan. Nilai pertumbuhan pada penelitian ini lebih rendah daripada penelitian lain dengan kondisi media pemeliharaan ikan sidat normal dengan volume air 48-120 L yakni berkisar antara 0,2-1,47 untuk laju pertumbuhan spesifik bobot (Affandi *et al.* 2013, Harianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Handajani *et al.* 2018) dan 0,8-3,48 laju pertumbuhan mutlak bobot (Affandi *et al.* 2013, Scabra *et al.* 2016).

Rasio konversi pakan merupakan tolok ukur tingkat pemanfaatan pakan oleh ikan. Semakin

rendah nilai konversi pakan, semakin baik mutu pakan tersebut, dan sebaliknya. Nilai rasio konversi pakan terendah pada penelitian ini sebesar 6,57 (perlakuan C) berbeda signifikan ($p < 0,05$) dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Pakan yang diberikan pada penelitian ini adalah pelet komersial dengan protein 50%. Rendahnya rasio konversi pakan menunjukkan tingginya efisiensi penggunaan pakan untuk menjadi daging oleh ikan sidat. Penelitian tentang pakan pada budi daya sidat menunjukkan bahwa rasio konversi pakan pada pemeliharaan elver berkisar pada angka 1,17-1,25 untuk elver 4 g dengan pakan buatan berkadar protein 45% (Djajasewaka 2003).

Koefisien keragaman bobot menunjukkan tingkat keseragaman bobot pada akhir penelitian, semakin tinggi nilai koefisien keragaman maka tingkat keseragaman bobot semakin kecil. Koefisien keragaman bobot ikan sidat pada penelitian ini berkisar antara 3,04-3,60%. Peningkatan ketinggian air tidak mempengaruhi koefisien keragaman bobot ikan sidat. Nilai koefisien keragaman bobot dalam penelitian ini berada di bawah 20% artinya keseragaman ikan sidat di akhir penelitian tinggi (Baras *et al.* 2011). Koefisien keragaman bobot elver ikan sidat pada kondisi media pemeliharaan ikan sidat normal dengan volume air 48-120 L yakni berkisar antara 12-39% (Harianto *et al.* 2014, Diansyah *et al.* 2014, Scabra *et al.* 2016).

Respons fisiologis ikan sidat pada penelitian ini ditunjukkan pada Tabel 2. Berdasarkan Tabel 2 tersebut terlihat bahwa nilai glukosa darah sebelum perlakuan sebesar 15 mgdL⁻¹. Nilai ini mengalami peningkatan pada akhir masa pemeliharaan dengan nilai peningkatan tertinggi sebesar 30 dan 38 mgdL⁻¹ (perlakuan A dan B), sedangkan pada perlakuan C juga meng-

alami peningkatan sebesar 18 mgdL⁻¹. Menurut Fekri (2014), ikan sidat ukuran 1–2 g memiliki nilai glukosa darah sebesar 15,4 mgdL⁻¹. Nilai glukosa darah pada penelitian ini lebih rendah dari hasil penelitian Fekri *et al.* (2018) yakni sebesar 41-62 mgdL⁻¹. Meningkatnya kadar glukosa dalam plasma darah ikan selama stres kemungkinan disebabkan oleh aksi katekolamin pada pusat glikogen dalam hati dan jaringan (Svobodova *et al.*, 2006). Semakin tinggi nilai peningkatan nilai glukosa darah mengindikasikan ikan berada dalam kondisi stres, akan tetapi kondisi tersebut masih berada pada kisaran toleransi ikan sidat. Ikan sidat merupakan spesies yang kuat terhadap perubahan berbagai kondisi perairan seperti suhu, pH, dan salinitas. Hal tersebut memungkinkan elver sidat untuk melakukan ruaya atau bergerak ke muara sungai untuk tumbuh sampai dewasa dan kembali lagi menuju laut dalam untuk reproduksi (Tsukamoto & Kuroki 2014).

Hemoglobin merupakan bentuk protein globin dalam eritrosit yang tidak berwarna dan pigmen heme dalam eritrosit. Nilai hemoglobin sebelum penelitian sebesar 11,40 g 100mL⁻¹ dan mengalami fluktuasi pada masing-masing perlakuan sebesar 8,60 g100mL⁻¹) (A), 10,13 g100mL⁻¹ (B) dan 10,47 g100mL⁻¹ (C). Nilai ini masih berada pada kisaran normal yakni sebesar 8-11 g 100mL⁻¹ (Fekri *et al.* 2019, Sahan *et al.* 2007) 3,45-13,65 g100 mL⁻¹ (Hall *et al.* 1929 in Setiawati *et al.* 2007). Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan ketinggian air yang diberikan tidak berpengaruh nyata terhadap kadar hemoglobin dalam darah ikan.

Nilai sel darah merah memberikan informasi terkait kinerja beberapa parameter darah lainnya seperti hemoglobin. Nilai sel darah merah selama penelitian untuk semua perlakuan

berturut-turut sebesar $1,59 \times 10^6$ sel mm^{-3} , $1,72 \times 10^6$ sel mm^{-3} , dan $1,79 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Kandungan sel darah merah selama perlakuan meningkat jika dibandingkan dengan nilai awal sebelum perlakuan yakni sebesar $1,56 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Nilai ini masih berada pada batas normal sel darah merah ikan sidat. Ponsen *et al.* (2009) menyatakan bahwa nilai sel darah merah ikan sidat sebesar $2,413 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Selain itu Andayani *et al.* (2009) menyatakan bahwa ikan sidat ukuran 1–2 g memiliki kadar eritrosit $2,0 \times 10^6$ sel mm^{-3} sedangkan ikan sidat berukuran 204,1 g memiliki kadar eritrosit $3,4 \times 10^6$ sel mm^{-3} . Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa perlakuan tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap nilai sel darah merah ($P > 0,05$).

Insang merupakan salah satu organ penting dalam fisiologi ikan karena bagian ini merupakan bagian utama dalam proses pertukaran gas, pengaturan ion dan kerja osmotik serta keseimbangan asam-basa. Selain itu, insang berperan dalam ekskresi nitrogen terutama amonia (Evans *et al.* 2005, Mistry *et al.* 2001, Mumford *et al.* 2007). Pada ikan sidat, struktur lengkung insang, filamen dan lamela memiliki bentuk yang sesuai dengan ikan teleostei pada umumnya (Fontaine *et al.* 1995, Perry 1997, Tesch 2003, Moron *et al.* 2009). Insang terdiri atas filamen yang dilapisi oleh epitel tebal yang berisi neuroepitel, klorida dan sel lendir. Setiap filamen memiliki dua baris lamela sekunder (Tesch 2003).

Hasil analisis histologi insang dan kulit (Gambar 1) menunjukkan bahwa struktur insang elver ikan sidat sebelum perlakuan dalam kondisi normal. Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa perlakuan C tidak menunjukkan perubahan struktur pada insang. Ikan sidat pada

perlakuan A dan B menunjukkan hasil yang berbeda, insang mengalami pemendekan sel lamela (hipoplasia) dan beberapa lamela menyatu (fusi lamela) (perlakuan A, Gambar 1 C). Hal ini dapat terjadi karena perlakuan ketinggian air pada perlakuan A dan perlakuan B memberikan akses langsung terjadinya paparan udara pada tubuh ikan sidat. Ikan sidat yang sebagian atau seluruh tubuhnya bersentuhan langsung dengan udara dalam waktu yang cukup lama menyebabkan terjadinya perubahan struktur insang. Hal ini terjadi karena ikan berada pada kondisi hiperkapnia, yaitu tekanan karbondioksida meningkat sehingga pertukaran gas menjadi tidak stabil dan terbatas antara di dalam dan di luar sel. Cruz-neto & Steffensen (1997) melaporkan bahwa tingkat konsumsi oksigen ikan sidat *Anguilla anguilla* menurun dari $67 \text{ mL O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ ke $50,8 \text{ mL O}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ h}^{-1}$ seiring meningkatnya tekanan karbondioksida di luar tubuh dari 10 menjadi 40 mmHg. Pembatasan pertukaran gas di dalam dan di luar menyebabkan peningkatan CO_2 secara bertahap dan menyebabkan pengasaman darah (Hyde & Perry 1987, Hyde *et al.* 1987). Berg & Steen (1965) in Lefevre *et al.* (2016) menunjukkan bahwa ketika ikan sidat berada di dalam air 90% oksigen diserap menggunakan insang, sementara ketika ikan sidat berada di luar air, sekitar dua pertiga dari penyerapan oksigen menggunakan kulit.

Struktur kulit ikan sidat pada umumnya terdiri atas 3 lapisan utama yakni lapisan epidermis, dermis, dan subkutis (Caruso *et al.* 2010). Ikan sidat memiliki struktur kulit yang tebal, baik pada bagian epidermis maupun bagian ujung corium. Kulit tebal tersebut banyak ditemukan pada ikan sidat di perairan laut, sedangkan ketika ikan sidat berada di

perairan tawar, maka struktur kulit cenderung lebih tipis (Tesch 2003). Jakubowski (1960) *in* Tesch (2003) melaporkan bahwa ikan sidat dengan struktur kulit yang tebal memberikan kemampuan baginya dalam penyerapan oksigen langsung dari udara sehingga dapat memenuhi kebutuhan oksigen secara cepat.

Sama halnya dengan insang, perubahan struktur kulit juga terjadi ketika ikan sidat dipelihara dengan ketinggian air yang rendah (perlakuan A dan B). Kulit mengalami penipisan pada bagian epidermis sel kulit (krenasi) dan semakin sedikit volume air (perlakuan A) penipisan sel tersebut menjadi semakin berkembang dan sel kulit pada bagian luar hilang. Hal ini diduga ikan sidat menggunakan kulit sebagai kompensasi paparan udara dalam menjaga kondisi agar dapat bertahan hidup. Ikan sidat memiliki struktur kulitnya cukup tebal dibandingkan dengan ikan lain dan memiliki kapasitas yang cukup untuk sekresi lendir serta membantu menjaga kulit tetap lembap. Ketika berada di luar air, kulit mampu menjaga keseimbangan O₂ dengan melakukan pengambilan oksigen kulit (Berg & Steen 1965) dan mengurangi penyerapan O₂ dari insang (Lemoigne *et al.* 1986). Selain parameter tersebut, nilai kualitas air ikan sidat yang terdiri atas suhu, pH dan oksigen terlarut masing-masing berkisar antara 26-29 °C; 6,5-7,9 dan 5,6-8,4 mg L⁻¹. Nilai parameter kualitas air ini masih berada pada kondisi optimal untuk pembesaran ikan sidat.

Simpulan

Ikan sidat mampu bertahan hidup dengan sistem kering selama 3-4 hari, dan mampu bertahan hidup dengan sistem lembap selama 6-7 hari. Sistem pemeliharaan terbaik elver ikan

sidat (*A. bicolor bicolor*) terdapat pada pemeliharaan sistem basah dengan tinggi air 100% dari tinggi badan.

Daftar pustaka

- Affandi R, Budiardi T, Wahyu RI, Taurusman AA. 2013. Pemeliharaan ikan sidat dengan sistem air bersirkulasi. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 18(1): 55-60
- Andayani S, Marsoedi, Sanoesi E, Wilujeng AE, H Suprastiani. 2009. *Profil Hematologi Beberapa Spesies Ikan Air Tawar Budidaya*. UB Press, Malang.
- Angka SL, Mokoginta I, Hamid H. 1990. *Anatomi dan Histologi Banding Beberapa Ikan Air Tawar yang Dibudidayakan di Indonesia*. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 146 p.
- Baras E, Raynaud T, Slembrouck J, Caruso D, Cochet C, Legendre M. 2011. Interactions between temperature and size on the growth, size heterogeneity, mortality, and cannibalism in cultured larvae and juveniles of the Asian catfish *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage). *Aquaculture Research*, 42(2): 260–276
- Berg T, Steen JB. 1965. Physiological mechanisms for aerial respiration in the eel. *Comparative Biochemistry and Physiology*, 15(4):469–484
- Blaxhall PC, Daishley KW. 1973. Routine haematological methods for use with fish blood. *Journal of Fish Biology*, 5(6): 771-781.
- Caruso G, Maricchiolo G, Micale V, Genovese L, Caruso R, Denaro MG. 2010. Physiological responses to starvation in the European eel (*Anguilla anguilla*): effects on haematological, biochemical, non-specific immune parameters and skin structures. *Fish Physiology and Biochemistry*, 36(1):71–83
- Cruz-neto AP, Steffensen JF. 1997. The effects of acute hypoxia and hypercapnia on oxygen consumption of the freshwater European eel. *Journal of Fish Biology* 50(4): 759–769

- Diansyah S, Budiardi T, Sudrajat AO. 2014. Kinerja pertumbuhan *Anguilla bicolor bicolor* bobot awal 3 g dengan kepadatan berbeda. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(1): 46-53.
- Djajasewaka H. 2003. Pengaruh pemberian pakan buatan dalam bentuk pelet, pasta dan campuran keduanya terhadap pertumbuhan benih sidat (*Anguilla bicolor*). In: Budiman (editor). *Prosiding Sumber daya Perikanan Sidat Trofik*. UPT Baruna Jaya, BPPT. pp. 55-58
- Evans DH, Piermarini PM, Choe KP. 2005. The multifunctional fish gill: dominant site of gas exchange, osmoregulation, acid-base regulation, and excretion of nitrogenous waste. *Physiological Reviews*, 85(1): 97–177
- [FAO] Food and Agriculture Organization. 2018. *FAO Yearbook, Fishery and Aquaculture Statistic 2016*. Rome. 108 p.
- Fange R. 1976. Gas exchange in the swimbladder. In: Hughes GM. (ed.) *Respiration of Amphibious Vertebrates*. Academic Press. London. pp. 189-211.
- Fontaine YA, Pisam M, Le Moal C, Rambourg A. 1995. Silvering and gill “mitochondria-rich cells” in the eel, *Anguilla anguilla*. *Cell Tissue Research*, 281(3): 465–471.
- Fekri L, Affandi R, Budiardi T. 2014. Tingkat pemberian pakan sidat *Anguilla bicolor bicolor*: ukuran 1–2 g. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(1): 21–27.
- Fekri L, Affandi R, Rahardjo MF, Budiardi T, Simanjuntak CPH, Fauzan T, Indrayani. 2018. The effect of temperature on the physiological condition and growth performance of freshwater eel elver *Anguilla bicolor bicolor* (McClelland, 1844). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 17(2): 181-190.
- Fekri L, Affandi R, Rahardjo MF, Budiardi T, Simanjuntak CPH. 2019. Pertumbuhan elver *Anguilla bicolor* McClelland, 1844 pasca pembantuan yang dipelihara di media semi alami. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(2): 243-257.
- Ferguson RA, Tufts BL. 1992. Physiological effects of brief air exposure in exhaustively exercised rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*): implications for “catch and release” fisheries. *Canadian Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 49(6): 1157–1162.
- Forster ME. 1981. Oxygen consumption and apnoea in the shortfin eel, *Anguilla australis schmidtii*. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 15(1): 85-90
- Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall. New York. 194 p.
- Graham JB 1997. *Air-breathing fishes. Evolution, diversity and adaptation*. Academic Press. San Diego.
- Handajani H, Widanarni, Budiardi T, Setiawati M, Sujono. 2018. Phytoremediation of Eel (*Anguilla bicolor bicolor*) rearing wastewater using amazon sword (*Echinodorus amazonicus*) and water jasmine (*Echinodorus palaefolius*). *Omni-Akuatika*, 14(2): 43 – 51.
- Hariato E, Budiardi T, Sudrajat AO. 2014. Growth performance of 7-g *Anguilla bicolor bicolor* at different density. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 13(2): 120–131.
- Herianti I. 2005. Reayasa lingkungan untuk memacu perkembangan ovarium ikan sidat *Anguilla bicolor*. *Jurnal Oseanologi Limnologi Indonesia*, 37(5): 25–41.
- Huisman EA. 1987. *Principles of Fish Production*. University Press. Wageningen Agricultural Netherland. 296 p.
- Hyde DA, Perry SF. 1987. Acid-base and ionic regulation in the American eel (*Anguilla rostrata*) during and after prolonged aerial exposure-branchial and renal adjustments. *Journal of Experimental Biology*, 133(1): 429-447.
- Hyde DA, Moon TW, Perry SF. 1987. Physiological consequences of prolonged aerial exposure in the American eel, *Anguilla rostrata* -blood respiratory and acid-base status. *Journal of Comparative Physiology B-Biochemical Systemic and Environmental Physiology*, 157(5): 635-642.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2017. *Marine and Fishery Statistics. Data in 2014*. KKP RI, Jakarta 63 p.
- Lefevre S, Bayley M, McKenzie DJ. 2016. Measuring oxygen uptake in fishes with

- bimodal respiration. *Journal of Fish Biology*, 88(1): 206–231.
- Lemoigne J, Soulier P, Peyraudwaitzenegger M, Peyraud C. 1986. Cutaneous and gill O₂ uptake in the European Eel (*Anguilla anguilla* L) in relation to ambient PO₂, 10-400 Torr. *Respiration Physiology*, 66(3): 341-354.
- Luo M, Guan R, Li Z, Jin H. 2013. The effects of water temperature on the survival, feeding, and growth of the juveniles of *Anguilla marmorata* and *Anguilla bicolor pacifica*. *Aquaculture*, 400-401: 61–64.
- Mistry AC, Honda S, Hirata T, Kato A, Hirose S. 2001. Eel urea transporter is localized to chloride cells and is salinity dependent. *American Journal of Physiology-Regulatory, Integrative and Comparative Physiology*, 281(5): 1594-1604.
- Moron SE, de Andrade, Arilson, Narciso Fernandez MA. 2009. Response of mucous cells of the gills of traíra (*Hoplias malabaricus*) and jeju (*Hoplerythrinus unitaeniatus*) (Teleostei: Erythrinidae) to hypo-and hyper-osmotic ion stress. *Neotropical Ichthyology*, 7(3): 491-498.
- Mott JC. 1951. The gross anatomy of the blood vascular system of the eel *Anguilla anguilla*. *Proceedings of the Zoological Society*. London 120: 503-518.
- Mumford S, Heidel J, Smith C, Morrison J, Mac Connell B, Blazer V. 2007. *Fish Histology and Histopathology*. U.S. Fish & Wildlife Service-National Conservation Training Center. (<https://nctc.fws.gov/resources/course-resources/fish-histology/>).
- Nielsen T, Prouzet P. 2008. Capture-based aquaculture of the wild European eel (*Anguilla anguilla*). In: Lovatelli A & Holthus PF (eds). Capture-based aquaculture. Global overview. *FAO Fisheries Technical Paper*. No. 508. Rome, FAO. pp. 141–168.
- NRC. 2011. *Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shellfishes*. National Academy of Science Press. Washington DC.
- Perry SF. 1997. The chloride cells: structure and function in the gills of freshwater fishes. *Annual Review of Physiology*, 59(1): 325–347.
- Pike C, Crook V, Gollock M. 2019. *Anguilla australis*. The IUCN Red List of Threatened Species. UK. 31 p.
- Ponsen S, Narkkong NA, Pamok S, Aengwanich W. 2009. Comparative hematological values, morphometric and morphological observation of the blood cell in capture and culture asian eel, *Monopterus albus* (Zuiew). *American Journal of Animal and Veterinary Sciences*, 4(2): 32-36.
- Sahan A, Altun T, Cevik F, Cengizler I, Nevsat E, Ercument Genc. 2007. Comparative study of some haematological parameters in European eel *Anguilla anguilla* L. (1758) caught from different regions of Ceyhan river (Adana, Turkey). *Ege Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 24(1-2): 167–171.
- Sandrayani, Lumbessy SY, Damayanti AA. 2013. Pengaruh media pengisi terhadap kelangsungan hidup udang vaname (*Litopenaeus vannamei*) pada transportasi sistem kering. *Jurnal Perikanan Unram*, 1(2): 20-27.
- Scabra AR, Budiardi T, Djokosetiyanto D. 2016. Kinerja produksi *Anguilla bicolor bicolor* dengan penambahan CaCO₃ pada media budidaya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 15(1): 1–7.
- Setiawati M, Mokoginta I, Suprayudi MA, Manalu W. 2007. Pengaruh penambahan mi-neral Fe pada pakan ikan terhadap status kesehatan ikan kerapu bebek. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 12(1): 55-63.
- Shiraishi H, Crook V. 2015. *Eel Market Dynamics: An Analysis of Anguilla Production, Trade and Consumption in East Asia*. Traffic, Tokyo.
- Steel GD, Torrie JH. 1981. Prinsip-prinsip dan Prosedur Statistika. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta, 747 p.
- Suski CD, Killen SS, Cooke SJ, Kieffer JD, Philipp DP, Tufts BL. 2004. Physiological significance of the weight-in during live-release angling tournaments for largemouth bass. *Transactions of the American Fisheries Society*, 133(6): 1291–1303.
- Svobodova Z, Vykusova B, Modra H, Jarkovsky J, Smutna M, 2006. Haematological and biochemical profile of harvest-size carp during harvest and post-

- harvest stroge. *Aquaculture Research*, 37(10): 959-965.
- Taufiq N, Definta VM, Ario. 2017. Pengaruh volume air pada media terhadap pertumbuhan panjang dan berat ikan sidat (*Anguilla bicolor bicolor*). *Buletin Oseanografi Marina*, 6(2): 117–121.
- Tesch FW. 2003. *The Eel*. Blackwell Science Ltd. Oxford.
- Thompson LA, Cooke SJ, Donaldson MR, Hanson KC, Gingerich A, Klefoth T, Arlinghaus R. 2008. Physiology, behavior, and survival of angled and air-exposed largemouth bass. *North American Journal of Fisheries Management*, 28(4): 1059-1068.
- Tseng KF, Wu KL. 2004. The ammonia removal cycle for a submerged biofilter used in a recirculating eel culture system. *Aquacultural Engineering*, 31(1-2): 17–30.
- Tsukamoto K, Kuroki M. (ed.). 2014. *Eels and humans. Humanity and the sea*. Springer. Japan. 186 p.
- van Waarde A, van den Thillart G, Kesbeke F. 1983. Anaerobic energy metabolism of the European Eel, *Anguilla-Anguilla* l. *Journal of Comparative Physiology* 149(4): 469-475.
- Wedemeyer GA, Yasutake WT. 1977. Clinical methods for the assessment of the effect environmental stress on fish health. US Department of Interior Fish and Wildlife Service Technical Paper 89: 1–17.

Kinerja pertumbuhan ikan gurami *Osporonemus gouramy* Lacepede, 1801 yang diberi pakan kombinasi tepung ikan dan tepung azolla (*Azolla microphylla*)

[Growth performance of giant gourami (*Osporonemus gouramy*) fed with combination of fish meal and azolla flour (*Azolla microphylla*)]

Eka Ayu Afriyanti^{1,2}, Otie Dylan Subhakti Hasan², Iin Siti Djunaidah²

¹Program Pascasarjana, Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta
Jalan AUP Pasar Minggu, Jakarta Selatan 12540

²Jurusan Penyuluhan Perikanan, Sekolah Tinggi Perikanan
Jalan Kapten Yusuf No.12, Bogor, Jawa Barat 16119

ekaayuafriyanti@yahoo.co.id, otiedylan@gmail.com, iin.djunaidah@gmail.com

Diterima: 19 Maret 2020; Disetujui: 26 Mei 2020

Abstrak

Ikan gurami merupakan ikan yang bernilai ekonomis tinggi, namun memiliki pertumbuhan yang lambat. Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu adanya perbaikan kualitas pakan dan sistem budi daya yang digunakan. Pakan yang digunakan berupa pakan buatan dengan kombinasi tepung ikan dan tepung azolla fermentasi dengan komposisi yang berbeda. Sistem budi daya yang digunakan pada penelitian ini yaitu dengan sistem resirkulasi. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan pengaruh pemberian pakan kombinasi terhadap kinerja pertumbuhan ikan gurami. Metode yang digunakan yaitu metode eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap dengan 5 perlakuan dan 3 ulangan. Perlakuan yang diujikan adalah perbandingan antara tepung ikan dan tepung azolla fermentasi, yaitu: A (100:0%), B (75:25%), C (50:50%), D (25:75%) dan E (0:100%). Ikan yang digunakan yaitu ikan gurami berukuran 7-9 cm dan bobot rata-rata 8,80 gram ekor⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pemberian pakan buatan dengan kombinasi yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan ($P < 0,05$) terhadap kinerja pertumbuhan. Hasil terbaik diperoleh pada perlakuan B dengan nilai laju pertumbuhan spesifik sebesar $0,52 \pm 0,01$, pertumbuhan bobot mutlak sebesar $2,06 \pm 0,05$, tingkat konsumsi pakan sebesar $93,63 \pm 0,43$, nisbah efisiensi protein sebesar $6,39 \pm 0,16$ dan nisbah konversi pakan yang terkecil yaitu $1,00 \pm 0,25$. Retensi protein terbaik terdapat pada perlakuan B yaitu 13%.

Kata penting : ikan gurami, kinerja pertumbuhan, pakan kombinasi.

Abstract

Giant gourami has a high economic value, but slow growth. To overcome this problem, it is necessary to improve the quality of feed and the cultivation system. Feed used in this experiment was formulated feed with different ratio of combination of fish meal and azolla fermented flour. The cultivation system used in this study was a recirculation system. This study aimed to determine the effect of different ratio of materials combination in feed on the growth performance of gourami. This study used an experimental method with the completely randomized design with 5 treatments and 3 replicate. The treatments were the ratio of combination between fish meal and azolla fermented flour, viz: A (100:0%), B (75:25%), C (50:50%), D (25:75%) and E (0:100%). The body size of fish ranged of 7 – 9 cm with an average weight of 8.8 g ind.⁻¹. The results showed that the provision of artificial feed with different combinations gave a significant effect ($P < 0.05$) on growth performance of gourami. The best results were obtained in treatment B with the value of specific growth rate of 0.52 ± 0.01 , absolute body weight of 2.06 ± 0.05 , feed consumption rate of 93.63 ± 0.43 , protein efficiency ratio of 6.39 ± 0.16 and the feed conversion ratio was 1.00 ± 0.25 . The best protein retention was achieved in treatment B with the value 13%.

Keywords: combination feed, gourami, growth performance.

Pendahuluan

Ikan gurami merupakan ikan air tawar yang bernilai ekonomis tinggi dibandingkan dengan ikan air tawar lainnya (Ahmad *et al.* 2017, Mareta *et al.* 2018). Budi daya ikan gurami banyak diminati para pelaku budi daya, namun banyak permasalahan yang dihadapi. Salah satu

masalah adalah ikan gurami memiliki pertumbuhan yang lambat (Affandi 2016). Ada beberapa faktor yang memengaruhi lambatnya pertumbuhan ikan gurami yaitu sistem budi daya yang digunakan adalah sistem budi daya tradisional dengan pemberian pakan yang tidak teratur, serta pemberian pakan yang berupa

daun-daunan yang tidak dapat memenuhi kebutuhan gizi untuk ikan gurami (Affandi 2016).

Salah satu solusi untuk mengatasi permasalahan tersebut yaitu dengan perbaikan gizi pada pakan ikan gurami, karena pakan merupakan salah satu komponen yang paling penting dalam budi daya ikan (Ahadana *et al.* 2015). Pakan merupakan sumber energi untuk menunjang pertumbuhan dan sintasan ikan (Virnanto *et al.* 2016). Pada saat ini biaya pakan komersial relatif tinggi, karena bahan baku pakan yang digunakan masih impor dan bersaing dengan industri pangan dan industri pakan lainnya.

Untuk mengatasi permasalahan tersebut perlu ada pengganti bahan baku yang lebih murah dan mudah didapatkan, serta dapat memenuhi kandungan gizi untuk pertumbuhan ikan gurami. Bahan baku yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pengganti tepung ikan yaitu tumbuhan air *Azolla*. *Azolla* memiliki kandungan protein yang cukup tinggi sebagai bahan baku pakan yaitu antara 19,54% sampai 31,25% (Aprilia & Siswarini 2016, Zulkhasyni & Andriyeni 2018).

Perbaikan sistem budi daya juga diperlukan untuk meningkatkan pertumbuhan ikan gurami. Salah satu sistem budi daya yang dapat digunakan yaitu penggunaan sistem resirkulasi. Sistem resirkulasi merupakan sistem pemeliharaan budi daya ikan yang menggunakan sistem dengan perputaran air dari wadah pemeliharaan yang lalu dialirkan ke dalam wadah filter, dan kemudian dialirkan kembali ke wadah pemeliharaan yang dibantu oleh pompa (Norjanna *et al.* 2015, Sulistyono *et al.* 2017). Sistem resirkulasi juga dikembangkan untuk meningkatkan kandungan oksigen terlarut pada air, serta dapat mengu-

rangi kadar ammonia dan limbah organik yang dihasilkan oleh ikan sehingga kualitas air tetap terjaga dan optimal (Verawati 2017).

Tujuan penelitian ini adalah menentukan pengaruh pemberian pakan buatan dengan kombinasi tepung ikan dan tepung *Azolla* fermentasi terhadap kinerja pertumbuhan ikan (tingkat konsumsi pakan, retensi protein, laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan bobot mutlak, dan nisbah konversi pakan).

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Oktober sampai dengan November 2019, di Laboratorium Basah Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta.

Alat-alat yang digunakan selama penelitian yaitu akuarium yang berukuran 60 cm × 40 cm × 40 cm sebanyak 15 buah, blower, batu dan selang aerasi, bak filter yang berukuran 100 cm×50 cm× 20 cm, bioball dan matala, pipa, toples, timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g, plastik *polyethylene*, alat cetak pakan, mixer, cup, selang sifon dan serokan.

Bahan-bahan yang digunakan selama penelitian yaitu ikan gurami yang berukuran 7-9 cm dengan berat rata-rata 8,80 g, bahan pakan uji (tepung ikan, tepung *Azolla* fermentasi, tepung kedelai, dedak halus, tepung jagung, tepung tapioka, minyak ikan, premix, Cr₂O₃), ragi tempe, garam dan probiotik.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimental dengan rancangan percobaan yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas 5 perlakuan dan 3 ulangan, yaitu sebagai berikut:

- a. Perlakuan A: tepung ikan 100%
- b. Perlakuan B: tepung ikan 75% dan tepung *Azolla* fermentasi 25%

- c. Perlakuan C: tepung ikan 50% dan tepung *Azolla* fermentasi 50%
- d. Perlakuan D: tepung ikan 25% dan tepung *Azolla* fermentasi 75%
- e. Perlakuan E: tepung *Azolla* fermentasi 100%

Tahapan penelitian

Persiapan pakan uji

Tepung *Azolla* difermentasi menggunakan ragi tempe (Ikhwanuddin *et al.* 2018, Leiskayanti *et al.* 2017). Tepung *Azolla* sebanyak 1 kg dicampur dengan air sebanyak 60%, diaduk menggunakan mixer hingga homogen, kemudian dikukus selama ± 45 menit. Adonan lalu ditiriskan ke wadah nampan berukuran 25 cm \times 45 cm hingga dingin. Ragi tempe disiapkan dengan dosis 2% dari berat tepung, dan dicampurkan dengan tepung *Azolla*

yang telah dikukus hingga homogen. Kemudian, tepung *azolla* yang telah dicampur dengan ragi tempe dimasukkan ke dalam plastik *polythelene* yang berukuran 25 cm \times 30 cm, lalu pada sisi yang terbuka diikat menggunakan karet gelang dan ditusuk menggunakan jarum di beberapa titik untuk mendapatkan kondisi aerob. Proses fermentasi terjadi selama ± 72 jam pada suhu ruang.

Pembuatan pakan uji

Prosedur mengacu pada (Dharmawan 2011) yaitu menyiapkan bahan baku yang akan dijadikan pakan ikan, kemudian bahan baku diayak untuk mendapatkan partikel yang halus. Bahan baku ditimbang sesuai dengan komposisi pada setiap perlakuan pakan uji. Setelah itu, dilakukan pencampuran bahan baku menggunakan mixer dimulai dari yang jumlahnya paling

Tabel 1 Komposisi pakan per 100 gram pakan uji kombinasi tepung ikan dan tepung *Azolla* fermentasi dengan kandungan protein 32%.

Bahan penyusun pakan (g/100g)	Komposisi tepung ikan : Tepung <i>Azolla</i> fermentasi				
	A (100 : 0%)	B (75 : 25%)	C (50 : 50%)	D (25 : 75%)	E (0 : 100%)
Tepung ikan	46,85	35,14	23,42	11,71	-
Tepung <i>Azolla</i>	-	40,56	81,13	121,69	162,26
Tepung kedelai	23,42	23,42	23,42	23,42	23,42
Dedak halus	19,82	19,82	19,82	19,82	19,82
Tepung jagung	9,90	9,90	9,90	9,90	9,90
Tepung tapioka	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Premix	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00
Minyak ikan	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00
Cr ₂ O ₃	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00
Total (g)	107,99	136,84	165,70	194,55	223,41
Proksimat (% bahan kering)					
Protein	31,48	32,31	31,44	31,14	32,27
Lemak	9,09	7,75	5,71	3,79	6,1
Serat kasar	33,16	34,77	35,33	39,15	40,96

sedikit kemudian secara bertahap ditambahkan dengan bahan baku yang semakin banyak. Pencampuran ini dilakukan hingga homogen. Bahan pakan yang telah dicampur siap dicetak, mesin pencetak pakan yang digunakan adalah mesin pencetak pakan manual dengan diameter pakan 1,5 mm. Kemudian pakan yang telah dicetak, diletakkan diatas nampan dan dijemur selama \pm 48 jam. Setelah itu, pelet disimpan pada wadah yang kering dan tertutup.

Persiapan media (sistem resirkulasi)

Media pemeliharaan yang digunakan yaitu akuarium yang berukuran 60 cm \times 40 cm \times 40 cm sebanyak 15 buah, akuarium disusun menggunakan rak besi siku 30 mm \times 30 mm tersusun tiga tingkat. Setiap akuarium menggunakan satu titik aerasi dan terdapat inlet dan outlet untuk mengalirkan air dari akuarium ke wadah filter dan sebaliknya. sistem resirkulasi mengacu pada Mahendra (2017). Setelah itu akuarium didesinfeksi menggunakan kaporit dengan dosis 10 ppm dan kemudian diisi air dengan volume 72 liter. Filter yang digunakan yaitu matala dan bioball. Air dipasok ke akuarium menggunakan pompa untuk mengalirkan air yang sudah difilter ke akuarium. Setelah sistem ini berjalan dengan baik, kemudian pada bioball diberikan bakteri starter untuk mempercepat dominasi bakteri difilter yang sudah dibuat. Probiotik yang digunakan pada penelitian ini adalah boster probiotik serbuk. Dosis penggunaan mengacu pada label probiotik. Resirkulasi dilakukan selama 24 jam tanpa henti bertujuan untuk memasok oksigen dan memfilter kotoran akibat buangan pada ikan agar kualitas air tetap terjaga.

Pengelolaan pakan

Pakan yang diberikan yaitu pakan uji yang berbentuk pelet dengan kandungan protein \pm 32%. Pemberian pakan dilakukan secara *ad satiation* dengan frekuensi 2 kali sehari yaitu pukul 08.00 WIB dan 16.00 WIB pada masing-masing perlakuan. Dosis pemberian pakan yaitu sebesar 3% dari bobot ikan (BSN 2000).

Pemantauan

Pemantauan berupa pengontrolan dan pengukuran (Handajani 2006) yaitu melakukan penyifonan setiap 2 kali sehari pada pagi dan sore hari, dilakukan untuk pengambilan feses ikan. Penggantian air akuarium setiap seminggu sekali sebanyak 50% dari volume air. Pengumpulan dan pengambilan sisa pakan dilakukan setelah 30 menit pemberian pakan. Pengumpulan dan pengambilan feses dilakukan 1-2 jam setelah pemberian pakan. Feses diambil dengan menggunakan selang sifon dan kemudian disimpan di dalam freezer agar tidak terjadi kerusakan. Pengamatan dan pengukuran pertumbuhan ikan dilakukan setiap 10 hari sekali dengan menimbang bobot ikan. Penyesuaian jumlah pakan untuk diberikan pada hari selanjutnya. Pemberian bakteri ke bak penampungan outlet dilakukan sebanyak dua kali seminggu.

Parameter pengamatan

Tingkat konsumsi pakan (TKP) (Mareta *et al.* 2018):

$$TKP = \sum_{t0-t40}^n \frac{F2}{F1} \times 100$$

Keterangan:

F1= Jumlah pakan yang diberikan,

F2= Jumlah pakan yang termakan

Retensi protein (Watanabe 1988):

$$\text{Retensi protein} = \frac{\text{Prot}}{\text{Jml}} \times 100\%$$

Keterangan:

Prot = pertambahan bobot protein tubuh (g),

Jml = bobot protein yang dimakan.

Nisbah efisiensi protein (Devendra 1989):

$$\text{Nisbah efisiensi protein} = \frac{\text{Wt} - \text{Wo}}{\text{Pi}} \times 100\%$$

Keterangan:

Wt = bobot total ikan pada akhir penelitian (g),

Wo = bobot total ikan pada awal penelitian (g),

Pi = jumlah kandungan protein pakan yang dikonsumsi (%)

Laju pertumbuhan spesifik (Watanabe 1988):

$$\text{SGR} = \frac{\text{LnWt} - \text{LnWo}}{\text{T}} \times 100\%$$

Keterangan:

SGR = laju pertumbuhan spesifik,

Ln = logaritma natural,

Wt = bobot total ikan akhir penelitian (g)

Wo = bobot total ikan pada awal (g),

T = lama penelitian (hari)

Pertumbuhan mutlak (Effendie 1997):

$$\Delta W = \text{Wt} - \text{Wo}$$

Keterangan:

ΔW = pertumbuhan mutlak (gram),

Wt = bobot akhir (gram),

Wo = bobot awal (gram)

Nisbah konversi pakan (FCR) (Effendie

1997):

$$\text{FCR} = \frac{\text{Jumlah pakan yang diberikan (g)}}{\text{Pertambahan bobot ikan (g)}}$$

Hasil

Hasil penelitian pemberian pakan buatan kombinasi tepung ikan dan tepung *Azolla* fermentasi pada ikan gurami terhadap laju pertumbuhan spesifik, pertumbuhan bobot mutlak, tingkat konsumsi pakan, retensi protein, nisbah efisiensi protein, dan nisbah konversi pakan terdapat pada Tabel 2.

Pembahasan

Laju pertumbuhan spesifik

Hasil pengamatan rata-rata laju pertumbuhan spesifik (SGR) pada ikan gurami yang dipelihara selama 40 hari menunjukkan perlakuan B ($0,52 \pm 0,01$) memiliki pertumbuhan yang tertinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Data hasil perhitungan SGR yang telah diuji *oneway* ANOVA bahwa SGR pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) dengan hasil Uji lanjut Duncan yang berbeda nyata. Perlakuan B memiliki nilai SGR yang tertinggi yaitu sebesar 0,52 g, sementara perlakuan C memiliki pertumbuhan spesifik terendah, yaitu 0,33 g. Perlakuan lainnya A, E, dan D

Tabel 2. Nilai rata-rata setiap parameter selama penelitian

Parameter yang diamati	Perlakuan (Tepung Ikan : Tepung <i>Azolla</i> Fermentasi)					ANOVA
	A (100:0%)	B (75:25%)	C (50:50%)	D (25:75%)	E (0:100%)	
Laju pertumbuhan spesifik (%)	0,47 \pm 0,03 ^c	0,52 \pm 0,01 ^d	0,33 \pm 0,01 ^a	0,38 \pm 0,01 ^{ab}	0,40 \pm 0,01 ^b	0,000
Pertumbuhan bobot mutlak (g)	1,89 \pm 0,00 ^e	2,06 \pm 0,05 ^d	1,24 \pm 0,02 ^a	1,44 \pm 0,06 ^b	1,54 \pm 0,03 ^b	0,000
Tingkat konsumsi pakan (%)	92,96 \pm 0,51	93,63 \pm 0,43	91,60 \pm 0,77	89,50 \pm 1,48	93,26 \pm 0,45	0,031
Retensi protein	12,39	13,00	7,82	8,86	7,34	-
Nisbah efisiensi protein (%)	5,80 \pm 0,27 ^c	6,39 \pm 0,16 ^d	4,07 \pm 0,18 ^a	4,55 \pm 0,12 ^{ab}	4,77 \pm 0,10 ^b	0,000
Nisbah konversi pakan	1,04 \pm 0,37	1,00 \pm 0,25	1,08 \pm 0,28	1,03 \pm 0,15	1,13 \pm 0,40	0,093

Catatan: notasi huruf yang berbeda pada baris parameter yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata ($P < 0,05$)

masing-masing memiliki pertumbuhan spesifik sebesar 0,47 g, 0,40g, dan 0,38 g. Perbedaan laju pertumbuhan spesifik diduga karena adanya perbedaan kombinasi antara tepung ikan dan tepung *Azolla* fermentasi pada masing-masing perlakuan. Hal ini dikarenakan tepung *Azolla* memiliki kandungan serat kasar yang tinggi dan dapat dicerna ikan dalam batas tertentu. Perlakuan B yaitu kombinasi 75% tepung ikan dan 25% tepung *Azolla* fermentasi memiliki pertumbuhan spesifik yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan yang lainnya. Hal itu diduga karena pada kombinasi perlakuan B bahwa kombinasi tepung ikan dan tepung *Azolla* fermentasi dapat dimanfaatkan ikan gurami secara optimal sehingga laju pertumbuhan lebih cepat. Perlakuan tepung *Azolla* yang lebih banyak (Perlakuan C, D dan E) memiliki kandungan serat dan energi yang lebih besar yang mempengaruhi jumlah pakan dan protein yang dimakan oleh ikan sehingga menyebabkan pertumbuhan ikan menjadi lambat (Virnanto *et al.* 2016).

Menurut Dani *et al.* (2005), pertumbuhan dipengaruhi oleh ukuran dan umur ikan, kualitas dan kuantitas pakan yang diberikan, perbedaan komposisi bahan, jumlah pakan serta frekuensi pemberian pakan. Menurut Wibowo *et al.* (2017), bahwa kualitas pakan (palatabilitas, daya lezat pakan dan kandungan gizi pakan) dapat mempengaruhi tingkat konsumsi pakan yang semakin tinggi, oleh karena itu semakin banyak pakan yang dikonsumsi dan dimanfaatkan oleh ikan maka akan semakin baik untuk pertumbuhan ikan.

Pertumbuhan bobot mutlak

Hasil pengamatan rata-rata pertumbuhan bobot mutlak pada ikan gurami yang dipelihara selama 40 hari menunjukkan pertumbuhan yang

berbeda. Data hasil perhitungan pertumbuhan mutlak yang telah diuji ANOVA menunjukkan bahwa pertumbuhan pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) dengan hasil uji lanjut Duncan yang berbeda nyata.

Hasil penelitian menunjukkan nilai tertinggi pertumbuhan bobot mutlak terdapat pada perlakuan B dengan pakan kombinasi tepung ikan 75% dan tepung *azolla* fermentasi 25% dengan rata-rata pertumbuhan sebesar $2,06 \pm 0,05$ g, dan nilai pertumbuhan bobot terendah terdapat pada perlakuan C yaitu sebesar $1,24 \pm 0,02$ g. Menurut Marzuqi & Anjusary (2013), pertumbuhan dipengaruhi oleh daya cerna ikan; dan daya cerna dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain komposisi dan ransum pakan, pemberian pakan dan jumlah konsumsi pakan yang dikonsumsi ikan.

Tingkat konsumsi pakan

Data hasil penelitian yang telah diuji *one way* ANOVA menunjukkan bahwa tingkat konsumsi pakan pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) dengan hasil Uji lanjut Duncan yang tidak berbeda nyata. Tingkat konsumsi pakan yang paling tinggi secara berurutan terdapat pada perlakuan pakan B sebesar 93,63%, pakan E (93,26%), pakan A (92,96%), pakan C (91,60%), dan perlakuan yang terendah pada pakan D yaitu 89,50%. Hal tersebut dipengaruhi oleh kualitas pakan, karena memengaruhi palatabilitas (respons ikan terhadap pakan). Semakin banyak pakan dikonsumsi dan efisien penggunaannya, maka akan semakin banyak protein yang diserap sehingga pertumbuhan akan meningkat (Mareta *et al.* 2018). Perlakuan B memiliki nilai tingkat konsumsi yang tertinggi dibandingkan dengan

perlakuan lainnya, ini menunjukkan bahwa meningkatnya pertumbuhan ikan dapat dipengaruhi oleh tingkat konsumsi pakan.

Retensi protein

Setelah pakan dicerna oleh ikan dan menjadi nutrisi yang lebih sederhana dan diserap oleh tubuh ikan, kemudian akan dimetabolisme dalam tubuh ikan. Protein yang dicerna selanjutnya digunakan untuk keperluan perbaikan sel, sumber energi metabolisme, berbagai fungsi biologis, dan sisanya disimpan dalam tubuh yang disebut dengan retensi protein. Retensi dipengaruhi oleh pencernaan pakan, kadar protein pakan dan kandungan gizi pakan (Danu & Heltonika 2015).

Dari hasil perhitungan retensi protein pada setiap perlakuan menunjukkan perbedaan, dengan nilai retensi protein pada perlakuan B yang lebih tinggi yaitu 13%, sedangkan perlakuan A: 12,39%, D: 8,86%, C: 7,82% dan E: 7,34%. Hal ini menunjukkan bahwa komposisi bahan pakan pada perlakuan B kemungkinan cocok untuk ikan gurami sehingga mampu dengan efisien dimanfaatkan untuk meningkatkan protein dalam tubuh ikan. Hal ini dibuktikan dengan tingginya tingkat pencernaan protein pada perlakuan B yang dapat dicerna dengan baik oleh ikan dan diserap oleh tubuh ikan, sehingga protein daging yang diperoleh lebih tinggi pada perlakuan B.

Nisbah efisiensi protein

Data hasil perhitungan nisbah efisiensi protein yang telah diuji ANOVA menunjukkan bahwa nisbah efisiensi protein pada masing-masing perlakuan menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P < 0,05$) dengan hasil uji lanjut Duncan yang berbeda nyata.

Hasil menunjukkan bahwa nilai nisbah efisiensi protein yang tertinggi yaitu pada perlakuan B dengan nilai sebesar 6,39%, selanjutnya pada perlakuan A: 5,80%, E: 4,77%, D: 4,55%, dan C: 4,07%. Nilai nisbah efisiensi protein dipengaruhi oleh kemampuan ikan dalam mencerna pakan. Selain itu kualitas pakan atau kandungan gizi yang terdapat dalam pakan merupakan salah satu faktor yang juga dapat memengaruhi nilai efisiensi protein karena semakin banyak protein yang dimakan oleh ikan maka akan semakin banyak pula protein yang dapat diserap oleh ikan.

Nisbah konversi pakan

Hasil pengamatan selama penelitian dan diuji dengan *oneway* ANOVA bahwa nilai nisbah konversi pakan pada setiap perlakuan tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan ($P > 0,05$). Berdasarkan hasil penelitian nilai konversi yang paling rendah yaitu pada perlakuan B ($1,00 \pm 0,25$), perlakuan D ($1,03 \pm 0,15$), perlakuan A ($1,04 \pm 0,37$), perlakuan C ($1,08 \pm 0,28$), dan perlakuan E ($1,13 \pm 0,40$). Menurut Mufidah *et al.* (2017), semakin efektif dan efisien pemanfaatan pakan maka akan semakin rendah pula nilai konversi pakan karena pakan memiliki kualitas dan kuantitas yang baik. Menurut Aga *et al.* (2017), pemberian frekuensi yang tepat akan memberikan pengaruh yang positif terhadap pertumbuhan (pertumbuhan bobot, laju pertumbuhan spesifik, konversi pakan, dan tingkat sintasan).

Simpulan

Pemberian pakan buatan dengan kombinasi tepung ikan dan tepung *Azolla* fermentasi yang berbeda memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rata-rata laju pertumbuhan spesifik,

pertumbuhan bobot mutlak, tingkat konsumsi pakan, dan nisbah efisiensi protein dengan perlakuan yang terbaik yaitu terdapat pada perlakuan 75% tepung ikan dan 25% tepung *Azolla* fermentasi. Pemberian pakan buatan dengan kombinasi tepung ikan dan tepung *Azolla* fermentasi yang berbeda tidak memberikan pengaruh signifikan terhadap nisbah konversi pakan dengan rata-rata nilai konversi yang terendah terdapat pada perlakuan 75% tepung ikan dan 25% tepung *Azolla* fermentasi, dan retensi protein dengan nilai tertinggi terdapat pada perlakuan B (75% tepung ikan dan 25% tepung *Azolla* fermentasi).

Persantunan

Terimakasih penulis ucapkan kepada Lakonardi Nurraditya selaku teknisi di Laboratorium Sekolah Tinggi Perikanan Jakarta yang telah membantu selama proses penelitian.

Daftar pustaka

- Affandi R. 1993. Studi kebiasaan makanan ikan gurame *Osphronemus gouramy*. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 1(2): 56–67.
- Aga AF, Asha D, Meera DA. 2017. Efficacy of feeding frequency, feeding rates and formulated diets on growth and survival of rohu (*Labeo rohita*) brood stock under intensive rearing. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(1): 85–89.
- Ahadana R, Suharman I, Adelina. 2105. Optimalisasi Substitusi tepung azolla (*Azolla microphylla*) terfermentasi pada pakan untuk memacu pertumbuhan benih ikan baung (*Hemibagrus nemurus*). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 3(1): 2-7
- Ahmad N, Martudi S, Dawami D. 2017. Pengaruh kadar protein yang berbeda terhadap pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Agroqua: Media Informasi Agronomi dan Budi daya Perairan*, 15(2): 51–58.
- Aprilia K, Siswarini. (2016). Pemanfaatan tepung *Azolla* sp. pada pakan ikan nila gift (*Oreochromis* sp.). *Samakia: Jurnal Ilmu Perikanan*, 7(1): 1-4
- BSN (Badan Standardisasi Nasional). 2000. *SNI Produksi Benih Ikan Gurami (Osphronemus gouramy Lac.) Kelas Benih Sebar*.
- Dani NP, Budiharjo A, Listyawati S. 2005. Komposisi pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kandungan protein ikan tawes (*Puntius javanicus* Blkr.). *Biosmart*, 7(2): 83–90.
- Danu R, Adelina, Heltonika B. 2015. Pemanfaatan fermentasi daun singkong (*Manihot utilisima* Pohl.) Dalam pakan buatan terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac.). *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Perikanan dan Ilmu Kelautan*, 3(1): 1–12.
- Devendra C. 1989. Nutrition of and feeding strategies for sheep in Asia. *Proceeding of Sheep Production in Asia*. Philippine Council for Agriculture, Forestry and Natural Resources Research & Development. Philippines 18-23 April 1988. 21–42.
- Dharmawan B. 2011. *Usaha Pembuatan Pakan Ikan Konsumsi*. Pustaka Baru Press. Yogyakarta.
- Effendie MI. 1997. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta, 163 hlm.
- Handajani H. 2006. Pemanfaatan tepung azolla sebagai penyusun pakan ikan terhadap pertumbuhan dan daya cerna ikan nila gift (*Oreochromis* sp.). *Jurnal Gamma*, 1(2): 162-170.
- Ikhwanuddin M, Putra AN, Mustahal M. 2018. Pemanfaatan dedak padi fermentasi menggunakan *Aspergillus niger* sebagai bahan baku pakan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 8(1): 79–87.
- Leiskayanti Y, Sriherwanto C, Suja'i I. 2017. Fermentasi menggunakan ragi tempe sebagai cara biologis pengapungan pakan ikan. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 4(2): 54–63.
- Mahendra M. 2017. Perbedaan Waktu pemberian pakan yang berbeda terhadap performa benih tawes dengan menggunakan

- sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultura*, 1(1): 60-65.
- Mareta RE, Subandiyono S, Hastuti S. 2018. Pengaruh enzim papain dan probiotik dalam pakan terhadap tingkat efisiensi pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Sains Akuakultur Tropis*, 1(1): 21-30.
- Marzuqi M, Anjusary DN. 2013. Kecernaan nutrisi pakan dengan kadar protein dan lemak berbeda pada juvenil ikan kerapu pasir (*Epinephelus corallicola*). *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 5(2): 311–323.
- Mufidah K, Samidjan I, Pinandoyo. 2017. Pengaruh perbedaan frekuensi pakan komersil menggunakan sistem resirkulasi dengan filter arang aktif terhadap pertumbuhan dan kelulushidupan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(3): 133–140.
- Norjanna F, Efendi E, Hasani Q. 2015. Reduksi amonia pada sistem resirkulasi dengan penggunaan filter yang berbeda. *e-Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budi daya Perairan*, 4(1): 427–432.
- Sulistyo J, Muarif M, Mumpuni FS. 2017. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar 5,7 dan 9 ekor/liter. *Jurnal Pertanian*, 7(2): 87–93.
- Verawati. 2017. Pengaruh perbedaan padat penebaran terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) pada sistem resirkulasi. *Jurnal Mina Sains*, 1(1): 6–12.
- Virnanto LA, Rachmawati D, Samidjan I. 2016. Pemanfaatan tepung hasil fermentasi azolla (*Azolla microphylla*) sebagai campuran pakan buatan untuk meningkatkan pertumbuhan dan kelulushidupan ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 5(1): 1–7.
- Watanabe T. 1988. Fish nutrition and mariculture. *Department of aquatic bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA*.
- Wibowo WP, Samidjan I, Rachmawati D. 2017. Analisis laju pertumbuhan relatif, efisiensi pemanfaatan pakan dan kelulushidupan benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy*) melalui substitusi silase tepung bulu ayam dalam pakan buatan. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 6(2): 51–58.
- Zulkhasyni, Andriyeni. 2018. Pemberian dosis azolla terhadap pertumbuhan ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Agroqua*, 16(1): 42-49.

Pengaruh pemberian suplemen herbal dan padat tebar berbeda terhadap laju pertumbuhan ikan jambal siam *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878)

[The effect of herbal supplement feeding and different stocking density on the growth rate of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878)]

Henny Syawal¹, Irwan Effendi¹, Ronal Kurniawan¹

¹Program Studi Ilmu Kelautan, Pascasarjana, Universitas Riau
Kampus Bina Widya Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau, Pekanbaru, Riau, 28293
henni.syawal@lecturer.unri.ac.id, helpingirwan@gmail.com, kurniawanronal09@gmail.com

Diterima: 11 November 2019; Disetujui: 26 Mei 2020

Abstrak

Ikan jambal siam *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) memiliki nilai ekonomis tinggi dan pertumbuhan yang relatif cepat, sehingga dibutuhkan padat penebaran yang optimum dan suplemen pakan berbahan alami, seperti kunyit (*Curcuma domestica* Val), kencur (*Kaempferia galanga*, Linn) dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Robx) yang mampu meningkatkan pertumbuhan dan imunitas. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan padat tebar dan dosis suplemen herbal yang optimum dalam pakan terhadap peningkatan laju pertumbuhan dan sintasan ikan jambal siam. Metode yang digunakan adalah metode eksperimen dengan menerapkan Rancangan Faktorial, yakni faktor dosis dan padat tebar. Dosis suplemen herbal yang digunakan, yaitu 100 mL kg⁻¹ pakan (D1), 200 mL kg⁻¹ pakan (D2) dan 300 mL kg⁻¹ pakan (D3). Padat tebar yang digunakan adalah 50 ekor m⁻³ (P1) dan 75 ekor m⁻³ (P2). Ikan jambal siam yang digunakan berukuran panjang 8,5±0,5 cm dan bobot 7,5±0,3 g, dipelihara di dalam keramba jaring apung berukuran 1 m x 1,5 m x 1 m. Pemeliharaan ikan dilakukan selama 60 hari, frekuensi pemberian pakan sebanyak tiga kali sehari, sebanyak 10% dari bobot tubuh. Hasil penelitian menunjukkan bahwa padat tebar dan dosis suplemen herbal yang optimum ditunjukkan oleh perlakuan dosis 200 mL kg⁻¹ dan padat tebar 75 ekor m⁻³ menghasilkan laju pertumbuhan spesifik, bobot mutlak, dan panjang mutlak sebesar 4,86%, 119,07 g, dan 15,45 cm, serta dapat meningkatkan efisiensi pakan 82,93%. Disimpulkan bahwa dosis suplemen 200 mL kg⁻¹ pada pakan dan padat tebar 75 ekor m⁻³ dapat meningkatkan laju pertumbuhan, sintasan, dan efisiensi pemanfaatan pakan.

Kata penting: suplemen herbal fermentasi, jambal siam, padat tebar, pertumbuhan

Abstract

Striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) has a high economic value and relatively fast growth, so that optimum stocking density and supplement of natural ingredients, such as *Curcuma domestica* Val., *Kaempferia galanga* Linn., and *Curcuma xanthorrhiza* Robx. can increase growth and immunity. This study aimed to obtain the optimum stocking density and herbal supplement dosage in feed to increase the growth and survival rates of striped catfish. An experimental method by applying factorial design was used, i.e. the dose and stocking density factors. The dosage of herbal supplements used were 100 mL kg⁻¹ feed (D1), 200 mL kg⁻¹ (D2) and 300 mL kg⁻¹ (D3). Stocking density used was 50 m⁻³ (P1) and 75 m⁻³ (P2). The fish used were 8.5±0.5 cm long and weighed 7.5±0.3 g, kept in floating cages of 1 m x 1.5 m x 1 m. Fish maintenance was carried out for 60 days with feeding frequency of three times a day, as much as 10% of body weight. The results showed that the treatment of 200 mL kg⁻¹ dosage and 75 m⁻³ stocking densities was the best treatment. This treatment showed that specific growth rate, absolute weight, absolute length and feed efficiency were 4.86%, 119.07 g, 15.45 cm, 82.93%, respectively. A supplement dose of 200 mL kg⁻¹ in feed and stocking densities of 75 m⁻³ could increase growth rates, survival, and feed utilization efficiency of striped catfish.

Keywords: fermented medicinal herbs, striped catfish, stocking density, growth

Pendahuluan

Ikan jambal siam *Pangasionodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) merupakan salah satu komoditas ikan air tawar yang telah lama dikenal masyarakat dan memiliki pangsa

pasar yang cukup luas meliputi pasar domestik dan ekspor. Permintaan tertinggi ikan jambal siam konsumsi pada pasar domestik terdapat pada wilayah Sumatera dan Kalimantan, sedangkan untuk pasar ekspor meliputi kawasan

Amerika Serikat dan Eropa (Darmawan *et al.* 2016). Menurut Syahrizal *et al.* (2018), ikan jambal siam merupakan ikan andalan dan primadona pembudidaya ikan air tawar di Provinsi Jambi, karena pertumbuhannya yang cepat, tidak bertulang halus, rasa yang khas, dan harga relatif baik. Salah satu upaya untuk memenuhi permintaan pasar terhadap ikan jambal siam perlu dilakukan budi daya secara intensif dengan pengaturan padat penebaran dan rekayasa perbaikan kualitas pakan, agar diperoleh padat penebaran optimum dan optimasi pakan yang bermutu, serta produksi ikan yang maksimal.

Pengaturan padat tebar dapat meningkatkan nilai produksi berbagai komoditas, seperti ikan tambakan *Helostoma temminckii* (Joko *et al.* 2013), ikan betok *Anabas testudineus* (Fitriani *et al.* 2015), ikan gabus *Channa striata* (Hidayatullah *et al.* 2015), ikan lalawak *Barbonymus balleroides* (Kusmini *et al.* 2017), dan ikan patin (Ariyanto *et al.* 2008; Darmawan *et al.* 2016). Padat tebar tinggi berpengaruh terhadap ruang gerak, kompetisi dalam mendapatkan pakan dan oksigen, serta aktivitas metabolisme, dan tidak jarang menimbulkan stress pada ikan. Ikan yang mengalami stress berkepanjangan dapat menurunkan imunitasnya (Syawal *et al.* 2012). Peningkatan padat tebar sampai batas tertentu dapat mengganggu proses fisiologis, menurunkan pertumbuhan, dan sintasan (Wedemeyer 2001).

Pertumbuhan ikan selain berhubungan dengan padat tebar, juga berhubungan erat dengan pakan. Hopher & Priguinin (1981), Peningkatan padat tebar akan diikuti dengan peningkatan jumlah pakan. Pakan merupakan salah satu unsur penting dalam kegiatan budi daya yang menunjang pertumbuhan dan sintasan ikan budi

daya. Suhenda *et al.* (2017) menyatakan bahwa kebutuhan pakan selama budi daya dapat mencapai sekitar 60-70% dari biaya operasional budi daya, sehingga perlu pengelolaan yang efektif dan efisien. Salah satunya penambahan suplemen dari bahan alami, seperti kencur (*Kaempferia galanga* Linn), kunyit (*Curcuma domestica* Val), dan temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb) pada pakan ikan.

Kelemahan bahan alami ini adalah memiliki aroma yang menyengat dan rasa pahit, sehingga kurang disukai oleh ikan. Oleh karena itu, untuk mengatasinya perlu dilakukan fermentasi. Fermentasi bahan pangan akan menyebabkan perubahan fisik dan kimiawi yang menguntungkan seperti terbentuknya flavor dan aroma yang disukai (Pamungkas 2011). Syahrizal *et al.* (2018) menyatakan bahwa teknik fermentasi pada pakan dapat meningkatkan protein dalam pakan ikan yang dikonversi dari karbohidrat dan lemak. Peningkatan kandungan protein pada pakan ikan dapat memenuhi kebutuhan protein yang diperlukan oleh tubuh ikan untuk proses metabolisme fisiologis menjadi lebih baik, perbaikan pertumbuhan, dan peningkatan kesehatan ikan.

Menurut Syawal *et al.* (2019), pemberian suplemen herbal fermentasi dalam pakan mampu merangsang nafsu makan ikan, meningkatkan kekebalan ikan terhadap penyakit, dan mengurangi tingkat stress ikan terhadap perubahan lingkungan. Selain itu, suplemen herbal mampu melancarkan sistem pencernaan dan menghemat penggunaan pakan. Indikator keberhasilan dalam usaha budi daya ikan secara intensif adalah tercapainya pertumbuhan ikan yang cepat dan tingkat sintasan yang tinggi, sehingga dapat meningkatkan nilai produksi (Puspitasari 2017).

Penambahan suplemen herbal fermentasi pada pakan mampu meningkatkan produksi ikan, seperti ikan lele (*Clarias sp*), dengan dosis 200 mL kg⁻¹ pakan menghasilkan pertumbuhan bobot harian sebesar 0,20 g, sintasan sebesar 92,8% (Puspitasari 2017). Ikan depik (*Rasbora tawarensis*) dengan dosis 30 mL kg⁻¹ pakan, menghasilkan laju pertumbuhan spesifik sebesar 1,54%, efisiensi pakan 77,83%, dan sintasan 90% (Fратиwi *et al.* 2018). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dikaji efektivitas suplemen herbal dengan bahan penyusunnya, yaitu kencur, kunyit, dan temulawak yang difermentasi terhadap laju pertumbuhan dan sintasan ikan jambal siam yang dipelihara dengan padat tebar berbeda.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan dosis suplemen herbal fermentasi dan padat tebar yang optimal dalam memengaruhi laju pertumbuhan dan sintasan ikan jambal siam. Diharapkan dengan adanya pemberian suplemen herbal fermentasi tersebut dapat mempercepat pertumbuhan dan mempersingkat masa pemeliharaan ikan.

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni - Agustus 2019. Pemeliharaan ikan dilakukan pada Keramba jaring apung di Waduk Perikanan Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Riau.

Rancangan penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menerapkan Rancangan Faktorial, dua faktor dan tiga kali ulangan. Faktor pertama, yaitu padat tebar (P), perlakuannya adalah 50 ekor m⁻³ (P1) dan

75 ekor m⁻³(P2). Faktor kedua adalah dosis suplemen herbal fermentasi (D) : 100 mL kg⁻¹ pakan (D1), 200 mL kg⁻¹ pakan (D2) dan 300 mL kg⁻¹ pakan (D3), sehingga diperoleh kombinasi perlakuan, yaitu P1D1 (padat tebar 50 ekor m⁻³ dan dosis suplemen 100 mL kg⁻¹), P1D2 (padat tebar 50 ekor m⁻³ dan dosis 200 mL kg⁻¹), P1D3 (padat tebar 50 ekor m⁻³ dan dosis 300 mL kg⁻¹), P2D1 (padat tebar 75 ekor m⁻³ dan dosis 100 mL kg⁻¹), P2D2 (padat tebar 75 ekor m⁻³ dan dosis 200 mL kg⁻¹), P2D3 (padat tebar 75 ekor m⁻³ dan dosis 300 mL kg⁻¹)

Persiapan wadah penelitian

Wadah yang digunakan dalam penelitian ini adalah keramba berukuran 1 m x 1,5 m x 1 m sebanyak 18 unit. Keramba terbuat dari jaring yang berbahan *polyethylene*, yang ditempatkan di Waduk Perikanan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Setiap keramba dimasukkan ikan berukuran 8,00±0,50 cm dengan padat tebar sesuai dengan perlakuan, yaitu P1 : 50 ekor m⁻³ dan P2 : 75 ekor m⁻³.

Pembuatan suplemen herbal fermentasi

Bahan yang digunakan ialah kencur, temulawak, dan kunyit, masing-masing dengan bobot bersih 100 g, molase 175 L, minuman probiotik 65 mL dan ragi 50 mg (Tabel 1). Bahan herbal dicuci bersih, lalu diiris tipis dan diblender hingga halus, dan kemudian disaring sehingga didapatkan larutan. Larutan tersebut ditambahkan air sebanyak 3 L dan direbus hingga mendidih, lalu didinginkan pada suhu ruangan. Selanjutnya larutan suplemen yang telah dingin dimasukkan ke dalam jerigen, lalu ditambahkan molase, minuman probiotik, dan ragi. Setelah itu larutan diaduk hingga rata dan ditutup rapat. Larutan difermentasi selama 10

Tabel 1. Komposisi suplemen herbal

Bahan	Jumlah
Kunyit (g)	100
Temulawak (g)	100
Kencur (g)	100
Molase (mL)	175
Minuman probiotik (mL)	65
Air (mL)	3000
Ragi (mg)	50

Sumber: Syawal *et al.* (2019)

Tabel 2. Hasil analisis proksimat pakan ikan setelah direndam larutan suplemen herbal

Jenis pellet	Analisis proksimat (%)		
	Protein	Lemak	Abu
Kontrol	31	5,49	9
D1 (100 mL kg ⁻¹ pakan)	31,56	3,09	6,2
D2 (200 mL kg ⁻¹ pakan)	34,02	1,92	5,96
D3 (300 mL kg ⁻¹ pakan)	35,57	2,38	4,97

hari hingga terjadi perubahan aroma dan tidak terbentuk gas. Gas yang dihasilkan selama fermentasi dikeluarkan setiap hari dengan membuka tutup jerigen, setelah itu ditutup rapat kembali (Syawal *et al.* 2019, Kurniawan *et al.* 2020).

Pemeliharaan ikan

Ikan uji yang digunakan adalah ikan jambal siam yang berukuran 8,00±0,50 cm diperoleh dari Balai Benih Ikan Tibun Kabupaten Kampar, Provinsi Riau. Ikan uji diadaptasikan selama tujuh hari di dalam keramba di Waduk Perikanan Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Selama masa adaptasi ikan uji sesekali diberikan pakan komersial yang ditambahkan suplemen herbal. Sebelum dimasukkan ke dalam keramba sesuai dengan perlakuan, ikan uji terlebih dahulu diukur panjang dan ditimbang bobotnya dengan menggunakan penggaris dan timbangan analitik.

Pakan yang digunakan selama penelitian adalah pellet Hi-Pro Vite 781-2. Penambahan suplemen herbal pada pellet dilakukan dengan cara terlebih dahulu suplemen herbal sesuai dengan dosis perlakuan diambil, kemudian ditambahkan air sebanyak 500 mL lalu dihomogenkan hingga merata. Selanjutnya larutan suplemen dicampurkan dengan satu kg pellet dan diaduk hingga merata. Agar suplemen herbal meresap ke dalam pakan, maka didiamkan selama ±10 menit. Pellet siap diberikan pada ikan dalam kondisi lembab dan tidak mudah pecah (Syawal *et al.* 2019). Pakan uji yang telah direndam larutan suplemen herbal fermentasi dianalisis proksimat untuk melihat kandungannya (Tabel 2).

Pemeliharaan ikan uji dilakukan selama 60 hari. Pakan diberikan tiga kali sehari, yaitu pada pukul 08.00, 13.00, dan 18.00 WIB sebanyak 10% dari bobot tubuh, serta setiap 10 hari sekali ikan diukur panjang dan ditimbang bobotnya (Nugroho *et al.* 2018).

Parameter yang diamati

Parameter yang diamati meliputi panjang mutlak, bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik (LPS), konversi pakan, efisiensi pakan dan sintasan.

Pengukuran panjang mutlak dihitung menggunakan rumus sebagai berikut (Effendie 2002):

$$PM = Lt - Lo$$

Keterangan :

PM = Panjang mutlak (cm)

Lt = Panjang rata-rata akhir penelitian (cm)

Lo = Panjang rata-rata awal penelitian (cm)

Pertumbuhan bobot mutlak dihitung dengan menggunakan rumus menurut Effendie (2002), sebagai berikut :

$$GR = Wt - Wo$$

Keterangan :

GR = pertumbuhan bobot mutlak (g)

Wt = bobot rata-rata akhir penelitian (g)

Wo = bobot rata-rata awal penelitian (g)

Laju pertumbuhan spesifik dihitung dengan menggunakan rumus Zonneveld *et al.* (1991)

$$LPS = \frac{\ln Wt - \ln Wo}{t} \times 100$$

Keterangan :

LPS = laju pertumbuhan harian (%)

Wt = bobot ikan pada akhir penelitian (g)

Wo = bobot ikan pada awal penelitian (g)

T = lama penelitian (hari)

Konversi pakan dapat dihitung dengan menggunakan rumus Zonneveld *et al.* (1991) sebagai berikut:

$$FCR = \frac{\Sigma F}{(Bt + Bm) - Bo}$$

Keterangan :

FCR = Konversi pakan

ΣF = Jumlah pakan yang diberikan (g)

Bt = Biomassa ikan pada akhir (g)

Bo = Biomassa ikan pada awal (g)

Bm = Biomassa ikan yang mati (g)

Efisiensi pakan dihitung dengan persamaan Effendie (2002)

$$EP = \frac{(Bt + Bm) - Bo}{F} \times 100$$

Keterangan :

EP = Efisiensi Pakan

ΣF = Jumlah pakan yang diberikan (g)

Bt = Biomassa ikan pada akhir (g)

Bm = Biomassa ikan yang mati (g)

Bo = Biomassa ikan pada awal (g)

Menurut Effendie (2002), sintasan dapat dihitung dengan rumus sebagai berikut:

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

Keterangan :

SR = sintasan (%)

Nt = Jumlah ikan akhir penelitian (ekor)

No = Jumlah ikan awal penelitian (ekor)

Analisis Statistik

Parameter penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan bila terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut *Student Newman Keuls* pada taraf kepercayaan 95%. Uji statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 22

Hasil

Pemeliharaan ikan jambal siam yang dipelihara dengan padat tebar berbeda dan diberi pellet mengandung suplemen herbal fermentasi selama 60 hari memberikan pengaruh nyata terhadap panjang mutlak, bobot mutlak, LPS, konversi pakan dan efisiensi pakan (Tabel 3). Pertumbuhan panjang mutlak ikan ikan jambal siam berkisar antara 13,02-15,45 cm, tertinggi pada perlakuan P2D2, yaitu 15,45 cm dan terendah pada perlakuan P1D1 sebesar 13,02 cm.

Tabel 3. Hasil pengukuran laju pertumbuhan ikan jambal siam selama 60 hari

Perlakuan	Panjang mutlak (cm)	Bobot mutlak (g)	LPS (%)	Konversi pakan	Efisiensi pakan (%)
P1D1	13,02±0,44 ^a	106,81±0,80 ^a	4,72±0,02 ^a	1,36±0,01 ^d	73,30±0,60 ^a
P1D2	14,53±0,49 ^b	115,36±0,43 ^d	4,82±0,04 ^{bc}	1,25±0,01 ^b	80,40±0,46 ^b
P1D3	13,57±0,76 ^{ab}	109,74±0,55 ^b	4,73±0,03 ^a	1,33±0,01 ^c	75,35±0,27 ^b
P2D1	13,73±0,42 ^{ab}	108,95±0,09 ^b	4,73±0,03 ^a	1,35±0,01 ^d	78,87±0,30 ^a
P2D2	15,45±0,32 ^c	119,07±1,18 ^c	4,86±0,02 ^c	1,21±0,01 ^a	82,93±0,42 ^c
P2D3	14,07±0,50 ^b	112,02±1,18 ^c	4,77±0,04 ^{ab}	1,25±0,01 ^b	79,99±0,60 ^b

Keterangan

Huruf yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($p < 0,05$). P1 (padat tebar 50 ekor m^{-3}), P2 (75 ekor m^{-3}), D1 (dosis suplemen 100 mL kg^{-1} pakan), D2 (200 mL kg^{-1} pakan), D3 (300 mL kg^{-1} pakan). LPS= laju pertumbuhan spesifik

Perlakuan P2D2 menghasilkan pertumbuhan bobot mutlak tertinggi, yaitu sebesar 119,07 g, dan terendah pada perlakuan P1D1 sebesar 106,81 g. Hasil pengukuran bobot mutlak selaras dengan hasil laju pertumbuhan spesifik, berkisar antara 4,72-4,86%. Laju pertumbuhan spesifik tertinggi pada perlakuan P2D2 sebesar 4,86%, berdasarkan analisis variansi (ANOVA) menunjukkan bahwa P2D2 tidak berpengaruh nyata dengan perlakuan P1D2 sebesar 4,82%, yang menandakan perbedaan padat tebar tidak memberikan pengaruh terhadap laju pertumbuhan spesifik ikan jambal siam.

Penambahan suplemen herbal pada pakan ikan jambal siam yang dipelihara dengan padat tebar berbeda menghasilkan nilai konversi pakan dan efisiensi pakan yang berpengaruh nyata antar perlakuannya ($p < 0,05$) (Tabel 3). Pemberian dosis suplemen herbal fermentasi yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap nilai efisiensi pakan dengan dosis lainnya ($p < 0,05$), dosis 200 mL kg^{-1} memberikan hasil terbaik, yaitu sebesar 80,40-82,93% (Gambar 1). Dosis suplemen herbal fermentasi 200 mL kg^{-1} menghasilkan nilai FCR sebesar 1,21-1,25. Jika dibandingkan dengan

dosis lainnya berkisar antara 1,25-1,36. (Gambar 2).

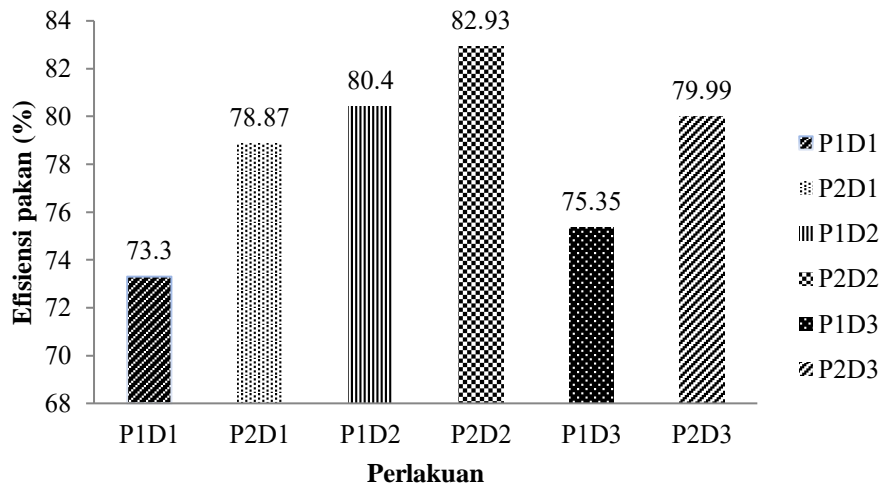
Nilai konversi pakan terendah pada perlakuan P2D2 sebesar 1,21, hal ini juga berpengaruh terhadap efisiensi pemanfaatan pakan tertinggi pada perlakuan P2D2, yaitu 82,93%. Nilai konversi pakan tertinggi pada perlakuan P1D1 sebesar 1,36, yang juga memengaruhi rendahnya nilai efisiensi pakan pada perlakuan P1D1, yaitu 73,30%.

Pemeliharaan ikan jambal siam dengan padat tebar berbeda dan diberi pellet dengan penambahan dosis suplemen herbal fermentasi yang berbeda, secara statistik tidak memberikan pengaruh terhadap sintasan ikan pada tiap perlakuannya ($p > 0,05$). Sintasan ikan jambal siam pada semua perlakuan penelitian sebesar 100%.

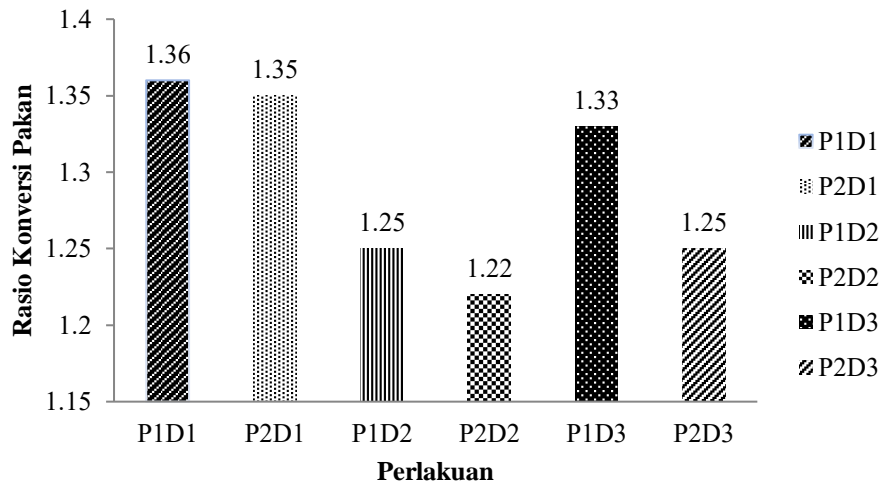
Hasil pengukuran kualitas air untuk perairan waduk diperoleh nilai suhu berkisar antara 26,9-30,2°C, oksigen terlarut berkisar antara 4,3-6,1 mg L^{-1} , dan pH berkisar antara 6,5-7,3. Lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 4.

Pembahasan

Pertumbuhan panjang mutlak, pertumbuhan bobot mutlak, dan laju pertumbuhan spesifik ikan jambal siam yang diberikan suplemen



Gambar 1 Nilai efisiensi pakan ikan jambal siam pada tiap perlakuan



Gambar 2. Rasio konversi pakan ikan jambal siam

Tabel 4. Hasil pengukuran kualitas air

Parameter	Kisaran Nilai
Suhu (°C)	26,9-30,2
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	4,3-6,6
pH	6,1-6,8

herbal dan padat tebar yang berbeda, memberikan pengaruh pada setiap perlakuannya ($p < 0,05$) (Tabel 3). Padat tebar 75 ekor m⁻³ dan dosis suplemen 200 mL kg⁻¹ pakan menghasilkan laju pertumbuhan ikan jambal siam

tertinggi, yaitu panjang mutlak 15,45 cm, bobot mutlak sebesar 119,07 g, dan LPS sebesar 4,86%. Laju pertumbuhan terendah terdapat pada perlakuan padat tebar 50 ekor m⁻³ dan dosis suplemen 100 mL kg⁻¹, menghasilkan

pertumbuhan bobot mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan panjang mutlak masing-masing sebesar 106,81 g; 4,72%; dan 13,02 cm.

Suplemen herbal fermentasi sebanyak 200 mL kg⁻³ pakan memberikan laju pertumbuhan yang optimal dibandingkan dosis perlakuan lainnya, berkisar antara 4,82-4,85% (Tabel 3) dan menunjukkan dosis tersebut merupakan dosis optimal. Hasil ini serupa dengan hasil penelitian Puspitasari (2017), pemberian dosis suplemen herbal sebanyak 200 mL kg⁻¹ pakan menghasilkan pertumbuhan bobot harian terbaik bagi ikan lele, sebesar 0,20%, jika dibandingkan dengan perlakuan lainnya berkisar antara 0,10-0,19%.

Pemberian suplemen herbal fermentasi pada pellet mampu meningkatkan kandungan protein pada pellet berkisar antara 31,56-35,57%, lebih tinggi jika dibandingkan dengan pelet kontrol, yaitu 31% (Tabel 2). Hal ini menunjukkan nutrisi pelet telah memenuhi kebutuhan protein ikan jambal siam untuk meningkatkan laju pertumbuhan selama 60 hari, berkisar antara 4,72-4,86%. Jika dibandingkan dengan hasil penelitian Kurniawan *et al.* (2020), ikan patin yang diberi pellet komersial dengan lama pemeliharaan selama 60 hari menghasilkan laju pertumbuhan spesifik sebesar 4,45%. Hal ini menunjukkan penambahan suplemen herbal fermentasi pada pelet dapat meningkatkan laju pertumbuhan ikan, karena adanya peningkatan protein dalam pelet, serta pelet menjadi lebih lembut sehingga lebih mudah dicerna oleh ikan. Menurut Syawal *et al.* (2019), fungsi pakan jamu (suplemen herbal) ini adalah dapat meningkatkan nafsu makan ikan, meningkatkan daya cerna ikan karena pakan yang telah dicampur dengan suplemen herbal menjadi lebih

lembut sehingga mudah dicerna dan diserap oleh tubuh ikan.

Dosis 200 mL kg⁻¹ pakan merupakan dosis optimal yang mampu meningkatkan nilai efisiensi pakan dan menurunkan rasio konversi pakan ikan jambal siam selama 60 hari. Efisiensi pakan semakin tinggi atau rasio konversi pakan semakin rendah menunjukkan semakin efisiensi dalam pemanfaatan pakan. Jika dibandingkan dengan ikan patin yang tidak diberikan suplemen herbal, nilai efisiensi pakan sebesar 63,81% (Kurniawan *et al.* 2020). Hal ini menunjukkan bahwa pellet yang diberi suplemen herbal dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan oleh ikan. Nilai efisiensi pakan berkaitan dengan laju pertumbuhan karena semakin tinggi laju pertumbuhan maka semakin besar pertambahan bobot tubuh ikan dan semakin besar nilai efisiensi pakan (Setiawati *et al.* 2013).

Padat tebar 75 ekor m⁻³ menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik jika dibandingkan padat tebar 50 ekor m⁻³. Laju pertumbuhan spesifik dan panjang mutlak pada padat tebar 75 ekor m⁻³ mencapai 4,86% dan 15,45 cm. Padat tebar 50 ekor m⁻³ menghasilkan laju pertumbuhan dan panjang mutlak lebih rendah yaitu sebesar 4,82% dan 14,53 cm. Selain itu, padat tebar 75 ekor m⁻³ menghasilkan nilai efisiensi pakan yang tinggi dan rasio konversi pakan cukup rendah, yaitu 82,93% dan 1,21. Hal ini menunjukkan bahwa ikan mampu memanfaatkan ruang dan makanan yang diberikan dengan baik, sehingga berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan. Pada padat tebar 50 ekor m⁻³ pertumbuhan yang lebih rendah diduga disebabkan ruang gerak yang lebih besar, sehingga energi yang digunakan hanya untuk mobilitas bukan untuk pertumbuhan (Kusmini *et al.* 2017)

Padat tebar 75 ekor m^{-3} merupakan padat tebar yang dapat toleran untuk pertumbuhan ikan jambal siam, karena padat tebar yang lebih banyak dapat mengakibatkan terjadinya kompetisi baik dalam ruang gerak maupun pakan. Menurut Ariyanto *et al.* (2008), padat tebar 50 ekor L^{-1} lebih efektif untuk pemeliharaan ikan patin siam selama 30 hari, dibandingkan dengan padat tebar 100-150 ekor L^{-1} . Atmajaya *et al.* (2017), menyatakan bahwa padat tebar 60 ekor m^{-2} lebih efektif pada pemeliharaan larva ikan patin.

Peningkatan padat tebar dan pemanfaatan suplemen herbal dapat meningkatkan pertumbuhan dan sintasan ikan. Sintasan ikan jambal siam yang diberikan pellet dengan penambahan suplemen herbal dan padat tebar yang berbeda mencapai 100%. Hal ini menunjukkan pemberian suplemen herbal mampu meningkatkan imunitas tubuh ikan jambal siam dan ikan menjadi lebih sehat ditunjukkan dari tingginya konsumsi pakan setiap harinya. Menurut Kurniawan *et al.* (2020), sintasan ikan patin dengan padat tebar 75 ekor m^{-3} dan diberi pakan komersial sebesar 96%. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian suplemen herbal fermentasi dalam pellet mampu meningkatkan imunitas ikan. Sesuai dengan pendapat Syawal *et al.* (2019), pemberian suplemen herbal yang dicampur pada pellet dapat memicu pertumbuhan ikan dan menekan angka mortalitas.

Menurut Fratiwi *et al.* (2018), pemanfaatan suplemen herbal pada pakan mampu meningkatkan pertumbuhan dan sintasan ikan depik. Dosis 30 mL menghasilkan laju pertumbuhan terbaik sebesar 1,54%, efisiensi pakan sebesar 77,83%, dan sintasan 90%. Pemanfaatan suplemen herbal dengan dosis 15% mampu meningkatkan laju pertumbuhan

ikan lele sebesar 3,39% (Hariani & Purnomo, 2017). Puspitasari (2017) menyatakan bahwa pemberian suplemen herbal pada pakan ikan lele dengan dosis 200 mL menghasilkan laju pertumbuhan terbaik sebesar 0,20 g, sedangkan sintasan terbaik pada dosis 50 mL.

Pengukuran kondisi air pada perairan waduk dilakukan untuk menunjang kegiatan pemeliharaan karena lingkungan memengaruhi keberhasilan dalam proses budi daya terutama pertumbuhan. Pertumbuhan sangat dipengaruhi oleh suhu, pH, oksigen terlarut (Kusmini *et al.* 2017). Kondisi kualitas air yang diamati memenuhi syarat untuk pertumbuhan dan sintasan ikan jambal siam selama pemeliharaan (Tabel 4). Suhu media pemeliharaan secara langsung memengaruhi nafsu makan ikan. Menurut Darmawan *et al.* (2016), suhu yang optimal untuk pemeliharaan ikan jambal siam 27-31°C, sedangkan menurut Septimesy *et al.* (2016), suhu optimal ikan jambal siam, yaitu 26-30°C.

Oksigen terlarut dibutuhkan oleh semua organisme untuk pernafasan, proses metabolisme atau pertukaran zat yang kemudian menghasilkan energi untuk pertumbuhan dan perkembangbiakan. Oksigen terlarut selama penelitian berkisar 4,3-6,6 $mg L^{-1}$, dan masih berada pada kisaran normal. Sesuai dengan pendapat Kurniawan *et al.* (2020), oksigen terlarut yang optimal untuk pemeliharaan ikan jambal siam berkisar antara 4-6,5 $mg L^{-1}$.

Derajat keasaman (pH) adalah suatu konsentrasi ion hidrogen yang menunjukkan air tersebut bersifat asam atau basa. Keasaman (pH) yang *suboptimal* berakibat buruk pada spesies budi daya dan menyebabkan ikan stres, mudah terserang penyakit, produktivitas dan pertumbuhan rendah (Asis *et al.* 2017). pH selama

penelitian berkisar antara 6,1-6,8, kisaran ini masih optimum untuk pertumbuhan dan sintasan ikan jambal siam. Menurut Zissalwa *et al.* (2020) pH yang optimal untuk pemeliharaan ikan jambal siam, yaitu berkisar antara 6,1-6,8. Syaieba *et al.* (2019) menyatakan bahwa pH yang dapat ditoleransi ikan jambal siam berkisar antara 5,2-7,0.

Simpulan

Penambahan suplemen herbal dalam pakan sebanyak 200 mL kg⁻¹ dan padat tebar 75 ekor m⁻³ mampu meningkatkan pertumbuhan bobot mutlak 119,07 g, laju pertumbuhan spesifik 4,86%, panjang mutlak 15,45 cm, dan sintasan 100%, serta mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan pakan 82,93%.

Persantunan

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian pada Masyarakat Universitas Riau yang telah menjembatani tim peneliti dengan Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan yang telah mendanai Penelitian Tesis Magister dengan no kontrak 807/UN.19.5.1.3/PT.01.03/2019.

Daftar pustaka

- Ariyanto D, Tahapari E, Gunadi B. 2008. Optimasi padat penebaran larva ikan patin siam (*Pangasius hypophthalmus*) pada pemeliharaan sistem intensif. *Journal of Fisheries Sciences*, 10(2): 158-166.
- Asis A, Sugihartono M, Ghofur M. 2017. Pertumbuhan ikan patin siam (*Pangasionodon hypophthalmus* F.) pada pemeliharaan sistem akuaponik dengan kepadatan yang berbeda. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 2(2): 51-57.
- Atmajaya F, Mulyadi, Sukendi. 2017. Pengaruh padat tebar terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan jambal siam siam

(*Pangasius hypophthalmus*) pada sistem akuaponik. *Berkala Perikanan Terubuk*, 45(2): 1-14.

- Darmawan J, Tahapari E, Pamungkas W. 2016. Performa benih ikan patin siam *Pangasionodon hypophthalmus* (Sauvage, 1878) dan pasupati (*Pangasius* sp.) dengan padat penebaran yang berbeda pada pendederan sistem resirkulasi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(3): 243-250.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 102 hlm.
- Fitriani M, Putra AC, Yulisman. 2015. Aplikasi teknologi bioflok pada pemeliharaan benih ikan betok (*Anabas testudineus*) dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 20(2): 56-66.
- Fратиwi G, Dewiyanti I, Hasri I. 2018. Aplikasi probiotik dari bahan baku lokal pada pakan komersial terhadap pertumbuhan dan tingkat kelangsungan hidup benih ikan depik (*Rasbora tawarensis*). *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*, 3(1): 46-55.
- Hariani D, Purnomo T. 2017. Pemberian probiotik dalam pakan untuk budidaya ikan lele. *Stigma journal of Science*, 10(1): 31-35.
- Hepher B, Pruginin Y. 1981. *Commercial fish farming with special reference to fish culture in israel*. John Willey and Sons, New York. 261 p.
- Hidayatullah S, Muslim, Taqwa FH. 2015. Pendederan larva ikan gabus (*Channa striata*) di kolam terpal dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 20(1): 61-70.
- Joko, Muslim, Taqwa FH. 2013. Pendederan larva ikan tambakan (*Helostoma temminckii*) dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 18(2): 59-67.
- Kurniawan R, Syawal H, Effendi I. 2020. Efektivitas penambahan suplemen herbal pada pellet terhadap pertumbuhan dan sintasan ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*). *Jurnal Ruaya*, 8(1): 69-76.
- Kusmini II, Putri FP, Radona D. 2017. Pertumbuhan dan sintasan pascalarva ikan lalawak, *Barbonymus balleroides* (Valenciennes, 1842) di akuarium dengan

- kepadatan berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1): 21-27.
- Nugroho RA, Meylianawati, Asokawati OF, Sari YP, Hardi EH. 2018. The effects of dietary eleutherine bulbosa on the growth, leukocyte profile, and digestive enzyme activity of the striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Nusantara Bioscience*, 10(1): 47-52.
- Pamungkas W. 2011. Teknologi fermentasi, alternatif solusi dalam upaya pemanfaatan bahan pakan lokal. *Media Akuakultur*, 6(1): 43-48.
- Puspitasari D. 2017. Efektivitas suplemen herbal terhadap pertumbuhan dan sintasan benih ikan lele (*Clarias gariepinus*). *Jurnal Ilmu Manajemen*, 5(1): 53-59.
- Septimesy A, Jubaedah D, Sasanti AD. 2016. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan patin (*Pangasius hypophthalmus*) di sistem resirkulasi dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Akuakultur Rawa Indonesia*, 4(1): 1-8.
- Setiawati JE, Tarsim, Adiputra YT, Hudaidah S. 2013. Pengaruh penambahan probiotik pada pakan dengan dosis berbeda terhadap pertumbuhan, sintasan, efisiensi pakan dan retensi protein ikan jambal siam (*Pangasius hypophthalmus*). *E-jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*, 1(2): 151-162.
- Suhenda N, Setijaningsih L, Suryanti Y. 2017. Penentuan rasio antara kadar karbohidrat dan lemak pada pakan benih ikan jambal siam (*Pangasius djambal*). *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 9(1): 21-30.
- Syahrizal, Safratilofa, Wahyuni W. 2018. Optimasi kualitas pakan dengan fermentasi menggunakan *effective microorganism 4* (EM4) bagi peningkatan produksi benih ikan patin (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, 3(2): 64-75
- Syaieba M, Lukistyowati I, Syawal H. 2019. Description of leukocyte of siam patin fish (*Pangasius hypophthalmus*) that feed by addition of harumanis mango seeds (*Mangifera indica* L). *Asian Journal of Aquatic Sciences*, 2(3): 235-246
- Syawal H, Kusumorini N, Manalu W, Affandi R. 2012. Respons fisiologis dan hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 12(1): 1-11.
- Syawal H, Riauваты M, Nuraini, Hasibuan S. 2019. Pemanfaatan pakan herbal (jamu) untuk meningkatkan produksi ikan budidaya. *Dinamisia-Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 3(2): 188-193.
- Wedemeyer G. 2001. *Fish hatchery management*. second edition. American Fisheries Society. New York. 751 p.
- Zissalwa F, Syawal H, Lukistyowati I. 2020. Erythrocyte profile of *Pangasius hypophthalmus* feed with *Rhizophora apiculata* leaf extract and maintained in net cages. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 25(2): 70-78.
- Zonneveld NE, Huisman EA, Boon JH. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Terjemahan. PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Peran penambahan enzim pada pakan buatan terhadap pertumbuhan larva ikan lele afrika *Clarias gariepinus* Burchell, 1822

[Supplemental enzyme in artificial diets for north african catfish larvae *Clarias gariepinus* Burchell, 1822]

Ucu Cahyadi¹, Dedi Jusadi², Ichsan Ahmad Fauzi², Ade Sunarma³

¹Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor

²Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB

³Balai Besar Perikanan Budidaya Air Tawar Sukabumi

Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

cahyadiucu@gmail.com, siflounder@gmail.com, ichsan.a.fauzi@gmail.com, juraganindoor@yahoo.co.id

Diterima: 29 Agustus 2020; Disetujui: 26 Juni 2020

Abstrak

Penambahan enzim pada pakan buatan dengan dosis berbeda untuk ikan lele Afrika *Clarias gariepinus* (bobot awal $0,0048 \pm 0,0001$ g dan panjang total $0,7633 \pm 0,0392$ cm) telah dilakukan selama 12 hari. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas penambahan enzim pada pakan untuk pertumbuhan larva ikan lele. Cacing sutra (kontrol) dan multienzim ditambahkan pada pakan dengan dosis $0,00$ g kg^{-1} (ME0), $1,00$ g kg^{-1} (ME1) dan $2,00$ g kg^{-1} (ME2) pakan. Masing-masing dari empat perlakuan disusun secara acak dengan empat ulangan. Larva ditebar dalam 150 L dengan kepadatan 1350 ekor per akuarium. Data dianalisis menggunakan SPSS 20, dilanjutkan dengan uji Duncan. Hasil menunjukkan bahwas intasan dan faktor kondisi tidak berbeda nyata antarperlakuan. Nilai panjang dan bobot akhir, jumlah konsumsi pakan, panjang vili dan aktivitas enzim tertinggi diperoleh pada kontrol ($P < 0,05$) dan berbeda nyata dengan perlakuan yang lain. Efisiensi pakan kontrol berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Distribusi ukuran panen, pada kelompok kecil (1-2 cm) tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, pada kelompok sedang (2-3 cm) dan kelompok besar (3-5 cm) kontrol menunjukkan perbedaan yang nyata, namun antara ME0, ME1 dan ME2 tidak berbeda nyata. Pada perlakuan pakan buatan yang ditambahkan enzim, ME2 dapat meningkatkan bobot dan panjang total 6,25% dan 13,4% dibandingkan ME0. Diduga bahwa penambahan enzim dapat meningkatkan struktur usus dan kinerja pertumbuhan pada larva lele Afrika. Penambahan enzim dengan dosis sampai 2 g kg^{-1} pakan dapat meningkatkan panjang villi usus, namun belum mampu meningkatkan pertumbuhan ikan sebagaimana penggunaan cacing.

Kata penting: *Clarias gariepinus*, larva, cacing sutra, enzim

Abstract

Supplemental enzyme in artificial diets with difference doses for African catfish *Clarias gariepinus* (initial weight of 0.0048 ± 0.0001 g and total length 0.7633 ± 0.0392 cm) were examined for 12 days feeding trial. The aim of this study was to analyze the effectiveness supplemental enzymes in diets for growth performance of catfish larvae. *Tubifex* sp. (control) and a multi enzyme was included at the level of 0.00 (ME0), 1.00 (ME1) and 2.00 g kg^{-1} (ME2 diet as a test diets. Each of the four experimental diets was randomly assigned to four plicate groups. Larva was allocated into 150 L aquaria at a density of 1350 larvae per aquarium. Data was analyzed using SPSS 20, followed by Duncan's test. The result showed that the survival rate and condition factors were no statistical difference between experimental diets and control group. The highest final length, final weight, total food consumption, villi length and enzymes activity were recorded in the Control ($P < 0.05$) and significantly different with other treatments. Feed efficiency's control significantly different with other. Harvest size distribution, in the small size group (1-2 cm) did not show significantly different, in the medium size group (2-3 cm) and large size group (3-5 cm) the *Tubifex* sp. treatment were significantly different from the other treatments ($P < 0.05$) whereas between ME0, ME1 and ME2 treatments were not significantly different. Among the supplemental enzyme in test diets, ME2 can improve weight and total length 6.25% and 13.4%, respectively than ME0 treatment. The results suggested that enzyme supplementation can improve intestinal structure and growth performance of catfish larvae. The supplemental enzyme in diets with doses up to 2 g kg^{-1} can increase intestinal villi's length but have not been able to increase fish growth performance as use worm.

Keywords: *Clarias gariepinus*, larvae, *Tubifex* sp., enzyme.

Pendahuluan

Salah satu faktor kunci keberhasilan dari budidaya ikan lele afrika, *C. gariepinus* adalah

benih berkualitas baik. Dalam proses produksi benih lele afrika, cacing sutra (*Tubifex* sp.) diperlukan sebagai pakan awal sampai tahap

pemeliharaan larva selesai. Dengan demikian ketersediaan cacing sutra menjadi faktor pembatas untuk produksi benih ikan lele. Cacing sutra tidak tersedia sepanjang tahun, terutama pada musim hujan ketika ketersediaan di alam menjadi berkurang (Nurhayati *et al.* 2014). Kekurangan cacing sutra akan meningkatkan harga per literanya, terutama pada daerah-daerah yang ketersediaan cacing sutranya terbatas atau tidak dapat memproduksi cacing sutra sendiri.

Salah satu usaha untuk menyelesaikan masalah ketersediaan cacing sutra ini adalah dengan memberikan pakan buatan sedini mungkin. Usaha untuk mengganti dari pakan alami ke pakan buatan sudah dilakukan oleh Verret & van Tongeren (1989) dengan menggunakan pakan komersial untuk ikan trout (*Onchorhynchus mykiss*) yang diberikan pada ikan larva ikan lele dan hasilnya menunjukkan bahwa pemberian pakan buatan pada umur 5 hari setelah menetas dapat memberikan sintasan larva ikan lele di atas 90%, tetapi, larva yang diberikan pakan buatan pada umur 5 hari memiliki pertumbuhan yang lebih rendah dibandingkan dengan larva yang diberi pakan *Artemia*. Perbedaan pertumbuhan ini berhubungan dengan sistem pencernaan larva yang belum berkembang secara sempurna (Verret *et al.* 1992), oleh sebab itu larva tidak dapat memanfaatkan pakan buatan secara maksimal. Ketidaktercapaian perkembangan sistem pencernaan larva tersebut mencakup struktur morfologi maupun kemampuan sekresi enzim. *Artemia* merupakan zooplankton yang mengandung enzim-enzim pencernaan (Lauf dan Hofer 1984), sehingga ketersediaan enzim diduga sangat dominan terhadap rendahnya pertumbuhan larva yang diberi pakan buatan.

Untuk memperbaiki tingkat pertumbuhan yang rendah pada larva yang diberi pakan buatan, penambahan enzim pada pakan dapat menjadi pertimbangan untuk dijadikan sebagai salah satu solusi. Penambahan multienzim pada pakan memecah protein menjadi asam amino dan peptida; lemak menjadi asam lemak, gliserida dan kolesterol; karbohidrat dapat berubah menjadi glukosa yang disimpan dalam bentuk glikogen. Dengan memecah nutrisi-nutrisi tersebut, akan meningkatkan ketersediaan protein lemak dan karbohidrat dalam pakan. Lebih lanjut, beberapa hasil penelitian juga menduga bahwa penambahan multienzim dapat meningkatkan pemanfaatan pakan buatan oleh ikan. Penambahan enzim pada pakan buatan dapat meningkatkan pertumbuhan dengan meningkatkan pencernaan nutrisi pada ikan rainbow trout (*O. mykiss*) (Drew *et al.* 2005, Farhangi & Carter 2007), meningkatkan enzim-enzim pencernaan pada ikan nila (*Oreochromis niloticus*) (Lin *et al.* 2007), meningkatkan perkembangan struktur usus pada ayam broiler (*Gallus domesticus*) (Mathlouthi *et al.* 2002) dan kesehatan usus pada ikan grass carp (*Ctenopharyngodon idella*) (Zhou *et al.* 2013).

Penelitian lain tentang penambahan kompleks enzim / multi enzim (yang di dalamnya berisi beberapa enzim) dilaporkan oleh Ze *et al.* (2016) bahwa dengan penambahan protease 150 atau 175 mg kg⁻¹ pada pakan dapat meningkatkan retensi protein dan retensi lemak sehingga dapat meningkatkan pemanfaatan pakan dan pertumbuhan ikan komet (*Carrasius auratus*). Hal yang sama, dilakukan pula oleh Lin *et al.* (2013) yang meneliti pengaruh dari penambahan enzim (protease, β -glucanase dan xylanase) pada dosis 1,0 dan 1,5 g kg⁻¹ untuk

Tabel 1. Rancangan percobaan penambahan enzim pada pakan buatan untuk larva ikan lele *C. gariepinus*

Perlakuan	Hari ke- pemeliharaan													
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
Cacing (K)	Cacing sutra													
ME0	Artemia	Artemia	Pakan buatan tanpa ditambahkan enzim											
ME1			Pakan buatan + enzim dengan dosis 1 g kg ⁻¹											
ME2			Pakan buatan + enzim dengan dosis 2 g kg ⁻¹											

Keterangan :

ME0 : Pakan buatan tanpa ditambahkan enzim, ME1 : Pakan buatan ditambah enzim dengan dosis 1 g kg⁻¹. ME2: Pakan buatan + enzim dengan dosis 2 g kg⁻¹.

kinerja pertumbuhan benih nila hibrida (*Oreochromis niloticus* x *Oreochromis aureus*) yang diberi pakan dengan pakan berbahan dasar tumbuhan, hasilnya menunjukkan bahwa laju pertumbuhan spesifik, nisbah efisiensi pakan, retensi protein, aktivitas protease dan amilase pada usus dan hepatopankreas meningkat secara signifikan dengan meningkatkan kadar enzim pada pakan. Hal ini diduga bahwa penambahan enzim dari luar dapat meningkatkan pengeluaran enzim dari dalam oleh ikan. Selain itu, Yildirim & Turan (2010), Ghomi *et al.* (2012), dan Zamini *et al.* (2014) menemukan pengaruh positif berbagai macam multi enzim komersial (phytase, xylanase, β -glucanase, β -amylase, cellulase dan pectinase) pada performa pertumbuhan dan efisiensi pakan lele Afrika, ikan beluga (*Huso huso*) dan ikan salmon Caspian (*Salmo trutta*).

Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis efektivitas penambahan enzim pada pakan untuk pertumbuhan larva ikan lele.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap, terdiri atas empat perlakuan dengan empat ulangan. Perlakuan yang diberikan disajikan pada Tabel 1.

Persiapan pakan

Pakan buatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pakan komersial untuk ikan sidat (PT. Suri Tani Pemuka, JAFPA, Banyuwangi, Indonesia). Pakan uji diberikan pada ikan dalam bentuk pasta. Pakan tersebut mengandung protein 45%, karbohidrat 23%, lemak 3%, serat kasar 2%, abu 16% dan air 11%. Pakan tersebut ditambah enzim dengan nama dagang Superzyme (PT. Bright International, Bogor, Indonesia) dengan kandungan *xylanase*, *glucanase*, *invertase*, *protease*, *cellulase*, *amylase*, *mannanase* dan *pectinase*. Dosis enzim yang digunakan pada perlakuan adalah 0, 1, dan 2 g kg⁻¹. Penambahan enzim pada pakan dilakukan dengan cara sebagai berikut: untuk 1 kg pakan, disiapkan enzim sesuai dengan dosis perlakuan. Enzim ditambah 800 ml air dan 1 butir telur ayam, lalu diaduk dengan menggunakan *blender* sampai homogen. Telur juga ditambahkan pada pakan tanpa enzim namun tidak diberikan pada perlakuan kontrol (cacing). Campuran tersebut disemprotkan ke pakan dengan menggunakan *sprayer* dan diaduk sampai homogen. Pakan disimpan di dalam freezer suhu -25°C sampai diberikan pada ikan. Untuk memastikan kualitas pakan selama penyimpanan maka dilakukan pengukuran enzim pada pakan perlakuan.

Pemeliharaan larva lele

Larva ikan lele berumur 3 hari dengan panjang total rata-rata $0,7633 \pm 0,0392$ cm dan bobot rata-rata $0,0048 \pm 0,0001$ g, diperoleh dari hasil pemijahan buatan dari induk yang dipelihara di Balai Besar Perikanan Budidaya Ikan Air Tawar Sukabumi, Indonesia. Empat hari setelah menetas, larva dihitung dan dimasukkan ke dalam 150 L air yang terdapat pada akuarium berukuran 80 cm x 60 cm x 40 cm. Jumlah larva yang ditebar adalah 1350 ekor per akuarium.

Hari pertama dan kedua pemeliharaan, larva diberi pakan artemia pada pukul 08.00, 12.00, 16.00, 20.00, 24.00 dan 04.00 WIB. Artemia diberikan setelah dipanen dari wadah penetasan, disaring dengan menggunakan jaring plankton 150 μ m, ditakar dengan menggunakan sendok kecil dan diberikan pada masing-masing akuarium. Pada umur 6 hari sampai dengan umur 14 hari, larva diberi pakan sesuai dengan perlakuan. Cacing sutera dan pakan buatan diberikan sebanyak 4 kali sehari, pada pukul 07.00, 12.00, 17.00 dan 22.00 WIB. Jumlah pakan yang diberikan sesuai dengan kebutuhan ikan. Pemberian pakan perlakuan, kecuali cacing, mengikuti metode yang sudah dilakukan oleh Chepkirui-Boit *et al.* (2011) bahwa pakan diberikan pada ikan sekenyangnya dan untuk meminimalkan sisanya, terlebih dahulu pakan dihitung dan dimasukkan ke dalam wadah untuk masing-masing akuarium.

Untuk menjaga kualitas air agar tetap baik, maka setiap hari dilakukan penyifonan kotoran serta penggantian air sebanyak 10 %. Selain itu dilakukan penggantian air sebanyak 70 % setiap 3 hari. Pengukuran suhu dan pH air dilakukan setiap hari selama pemeliharaan, sedangkan pengukuran oksigen terlarut dan amoniak

dilakukan pada awal dan tengah pemeliharaan. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer, pH menggunakan pH meter dan oksigen terlarut menggunakan DO meter.

Pengambilan dan preparasi sampel

Sebelum dilakukan penebaran, ikan uji ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g untuk penimbangan bobot awal sebanyak 30 ekor dan dilakukan pengukuran panjang total menggunakan penggaris dengan ketelitian 0,1 cm untuk mengetahui rata-rata panjang total awal. Selain itu dilakukan pula pengambilan sampel larva sebanyak 10 g untuk uji aktivitas enzim sebelum diberikan perlakuan. Sebelum dilakukan pengukuran uji aktivitas enzim, sampel ikan disimpan di dalam freezer -80°C.

Akhir pemeliharaan, dilakukan pengambilan sampel untuk aktivitas enzim empat jam setelah larva diberi pakan uji. Ikan diambil dengan menggunakan *scopenet*, masing-masing perlakuan diambil 2 gram. Jumlah ikan yang diambil dihitung, kemudian sampel dimasukkan ke dalam botol sampel dan disimpan di dalam freezer dengan suhu -80°C. Sebelum melakukan uji aktivitas enzim, terlebih dahulu dilakukan preparasi sampel. Sampel larva ikan yang sudah digerus ditambahkan larutan Tris (20 nM Tris HCl, 1mM EDTA, 10 mM CaCl₂, pH 7,5) dengan perbandingan 10%. Lalu dimasukkan ke dalam tabung effendorf dan disentrifuge selama 10 menit 12.000 rpm pada suhu 4°C. Kemudian diambil supernatannya dan dilakukan analisis aktivitas enzim amilase, protease, tripsin dan kimotripsin.

Untuk parameter pengukuran panjang vili, lima ekor benih lele hidup diambil secara acak dari masing-masing ulangan pada hari ke 14,

dibilas dengan *aquadest* kemudian disimpan di dalam larutan Davidson selama 24 jam. Pembuatan preparat histologi terdiri dari beberapa tahapan yaitu dehidrasi, impregnasi, pencekatan, pemotongan, peletakan pada gelas objek dan pewarnaan dengan menggunakan *hematoxylin* dan *eosin*. Preparat histologi digunakan untuk pengukuran panjang vili yang dilakukan dengan bantuan mikroskop.

Parameter uji

Parameter uji biologi dan kimia yang diukur adalah sintasan, bobot akhir dan panjang akhir dan distribusi ukuran panen. Penimbangan bobot dan pengukuran panjang ikan pada awal dan akhir pemeliharaan dilakukan untuk mengetahui laju pertumbuhan ikan. Sintasan dapat diketahui dengan membagi jumlah ikan pada akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan dikalikan 100%. Pemanenan ikan dilakukan pada hari ke-15. Ikan dipilah berdasarkan ukurannya, yakni kategori S (1-2 cm), M (2-3 cm), dan L (3-5 cm) dengan menggunakan alat *grading* berupa ember plastik yang dilubangi sesuai dengan ukuran ikan. Pada masing-masing ukuran, ikan dihitung jumlahnya untuk menentukan distribusi ukuran panen. Seluruh ikan pada masing-masing ukuran ditimbang menggunakan timbangan digital dengan ketelitian 0,01 g. Total bobot ikan pada setiap ukuran dijumlahkan untuk mengetahui bobot biomassa ikan. Bobot individu ikan di setiap ukuran dapat diketahui dengan membagi bobot total di setiap ukuran dengan jumlah ikan yang ada. Tiga puluh ekor ikan di setiap ukuran diambil, lalu dihitung panjang totalnya menggunakan jangka sorong ketelitian 0,1 cm. Faktor kondisi dihitung menggunakan rumus:

$$k = [W / L^3] \times 100,$$

Keterangan:

W = bobot basah ikan dalam gram

L = panjang dalam sentimeter (Ali *et al.* 2007).

Aktivitas enzim amilase diukur dengan mengikuti metode Worthington (1993). Jumlah sampel yang digunakan minimal sebanyak 2 g. Pengukuran aktivitas amilase dilakukan dengan cara : larutan pati 1% (dalam 20 mM sodium fosfat pH 6,9) yang terkandung dalam 6,0 mM NaCl digunakan sebagai substrat. Kemudian larutan pati tersebut dipipet sebanyak 0,5 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Lalu ditambahkan 0,5 ml sampel/campuran dan diinkubasi selama 3 menit pada suhu 95°C. Setelah itu ditambahkan 0,5 ml larutan dinitrosalicylic (DNS) untuk memberhentikan reaksi yang sedang berjalan, kemudian diinkubasikan kembali pada suhu 95°C selama 5 menit. Selanjutnya absorbansinya diukur dengan spektrofotometer pada panjang gelombang 540 nm.

Aktivitas enzim amilase diukur dengan menggunakan rumus di bawah ini :

$$E = \frac{M}{C \times 3 \text{ menit}}$$

Keterangan

E = Aktivitas tripsin (unit/mg protein)

M = μ mol maltosa yang dihasilkan

C = mg enzim dalam campuran

Sebelum melakukan uji aktivitas enzim protease, terlebih dahulu disiapkan tabung reaksi untuk blanko, standar, dan contoh (banyaknya tabung bergantung kepada jumlah contoh). Aktivitas enzim protease dilakukan dengan membuat campuran yang terdiri atas 1 ml buffer fosfat 0,05 M (pH 7), 1 ml larutan substrat casein 20 mg mL⁻¹ (pH 7). Contoh sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi contoh saja. Larutan standar Tirosin 5 mmol/L sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam

tabung reaksi untuk standar, dan aquadest sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam tabung reaksi untuk blanko. Selanjutnya campuran tersebut diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Kemudian 2 ml larutan asam *trichloroacetic* (TCA) 0,1 M ditambahkan ke dalam semua tabung. Larutan CaCl₂ mmol/L sebanyak 0,2 mL dimasukkan ke dalam tabung blanko dan standar, sedangkan ke dalam tabung sampel/ccontoh ditambahkan 0,2 mL aquadest, lalu didiamkan pada suhu 37°C selama 10 menit. Campuran tersebut disentrifus selama 10 menit dengan kecepatan 3500 rpm. Pada filtrat yang dihasilkan, dari masing – masing tabung diambil 1,5 mL, ditambahkan 5 ml Na₂CO₃ 0,4 M dan 1 ml Folin Ciaualteau ke dalam setiap tabung, kemudian didiamkan selama 20 menit pada suhu 37°C. Setelah itu dilakukan pengukuran dengan menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang 578 nm (Bergmeyer *et al.* 1983). Aktivitas protease diukur dengan menggunakan formula berikut ini :

$$AP = \frac{AC-AB}{AS-AB} \times FK \times \frac{1}{WI}$$

Keterangan

AP = Aktivitas protease (unit/mg protein)

AC = Absorbansi sampel

AS = Absorbansi standar

AB = Absorbansi blanko

FK = Faktor koreksi

WI = Waktu inkubasi

Pengukuran aktivitas enzim tripsin dilakukan dengan menggunakan metode dari Erlanger *et al.* (1961). Terlebih dahulu membuat larutan BAPNA (*N-α-benzoyl-DL-arginine-p-nitroanilide*), yaitu menimbang BAPNA 43,5 mg + 1 mL Dimethyl Sulfoxide (DMSO), kemudian dilarutkan dengan Tris HCl 0,05M yang mengandung CaCl₂.2H₂O 0,02M sampai volume 100 mL. BAPNA digunakan sebagai substrat. Lang-

kah selanjutnya adalah mengambil 25 µL contoh ke dalam tabung reaksi, kemudian ditambah larutan BAPNA sebanyak 1,25 mL. Kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 10 menit. Kemudian ditambahkan larutan asam asetat 30% sebanyak 0,5 mL, lalu diinkubasi lagi selama 10 menit pada suhu 37°C. Setelah itu absorbansi contoh diukur pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm. Oleh karena satu unit tripsin per ml (U) telah ditetapkan sebagai satu µmol BAPNA terhidrolisis per ml dari sampel enzim per menit pada 410 nm. *P-nitro-anilide* memiliki koefisien molar 8800 cm²/mg. Aktivitas tripsin (unit per mg protein) dihitung mengikuti rumus :

$$AT = \frac{AT \times 1000 \times C}{8800 \times C}$$

Keterangan

AT = Aktivitas tripsin (unit/mg protein)

A = Abs₄₁₀/min

C = ml reaksi campuran

P = mg protein dalam reaksi campuran

Pengukuran aktivitas kemotripsin mengacu pada metode Erlanger *et al.* (1961), dengan membuat larutan SAPNA 0,1 mM (*Succinyl-(Ala)2-Prophe-p-nitroanilide*) (C₃₀H₃₆N₆O₉, BM = 624.7) terlebih dahulu.

SAPNA ditimbang sebanyak 6.247 mg, lalu dilarutkan dengan Tris HCl 50 mM yang mengandung CaCl₂.2H₂O 20 mM, sampai volume 100 mL dengan pH 8,5. Kemudian larutan SAPNA yang sudah tercampur tersebut diambil dengan menggunakan pipet sebanyak 0,59 ml dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi, dan ditambahkan dengan 10 µL contoh, diinkubasi pada suhu 25°C selama 10 menit. Setelah itu diukur absorbansi contoh pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 410 nm. Pengukuran dilakukan selama 5 menit, dicatat setiap

menit data absorbansi contohnya. Aktivitas kimotripsin dihitung mengikuti rumus :

$$AK = \frac{A \times 1000 \times V}{8800 \times P}$$

Keterangan

AK = Aktivitas tripsin (unit/mg protein)

A = Abs410/min

V = ml volume reaksi campuran

P = mg protein uji

Pada pengukuran panjang vili, lima ekor larva lele hidup diambil secara acak dari masing-masing ulangan pada hari ke 14, kemudian sampel disimpan di dalam larutan Davidson selama 24 jam. Setelah itu sampel ikan dibungkus dengan kain kasa dan dimasukkan ke dalam wadah berbentuk kotak seperti kaset kemudian dimasukkan ke dalam tabung besi pada *Automatic Tissue Processor* selama 24 jam. Pada proses ini sampel didehidrasi, dihilangkan kadar airnya dengan menggunakan alkohol bertingkat. Langkah selanjutnya, sampel ditanam dalam paraffin untuk dipotong dengan *Automatic Rotary Microtome* merk LEICA 2265, jaringan yang terpotong disimpan di dalam *waterbath* suhu 55°C, lalu disimpan di dalam objek glass, kemudian diikuti dengan pewarnaan menggunakan Hematoxylin dan Eosin (H dan E) mengikuti metode dalam Fishcer *et al.* (2008). Selanjutnya jaringan diamati di bawah mikroskop dan dilakukan pengukuran panjang villi.

Nisbah efisiensi protein dapat dihitung dengan memasukkan data bobot ikan pada formulasi berikut:

$$EP = \frac{M}{P}$$

Keterangan

EP = Nisbah efisiensi protein

M = Total biomassa ikan (g)

P = Jumlah protein yang dikonsumsi

Analisis protein dan air dilakukan pada cacing sutra dan pakan buatan di semua perlakuan. Analisis kimia tersebut dilakukan dengan mengikuti metode AOAC (1990). Kadar protein pakan dapat digunakan untuk menghitung nilai nisbah efisiensi protein.

Analisis data

Analisis data dilakukan dengan menggunakan *Microsoft Excel 2016* dan *SPPS 20*. ANOVA dilakukan untuk mengetahui pengaruh pakan perlakuan terhadap pertumbuhan dan morfologi usus. Tingkat beda nyata antar nilai tengah diuji dengan menggunakan Duncan dengan tingkat kepercayaan $P < 0,05$. Sebelum data dianalisis, semua data diuji normalitas dan homogenitas terlebih dahulu. Semua data dituliskan dengan nilai tengah dan simpangan baku.

Hasil

Data kinerja pertumbuhan larva ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan dosis enzim berbeda selama 14 hari disajikan pada Tabel 1. Pada akhir penelitian ini, data pertumbuhan panjang akhir dan bobot akhir ikan yang diperoleh, secara signifikan ($P < 0,05$) nilai tertinggi yaitu pada pakan perlakuan cacing dibandingkan perlakuan lainnya, sedangkan pada perlakuan pakan buatan, ikan terdistribusi di ukuran kecil, sedang dan besar, dengan mayoritas ukuran sedang (98,25 – 99,52 %). Ikan pada perlakuan cacing, mengkonsumsi

Tabel 2. Kinerja pertumbuhan larva ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan dosis enzim berbeda pada hari ke-18 setelah menetas

Parameter (satuan)	Pakan			
	Cacing	ME0	ME1	ME2
Panjang akhir (cm)	2,21 ± 0,05 ^b	1,52 ± 0,33 ^a	1,52 ± 0,05 ^a	1,7 ± 0,08 ^a
Bobot akhir (mg)	103,59 ± 6,27 ^b	37,52 ± 1,80 ^a	37,95 ± 4,77 ^a	49,06 ± 8,43 ^a
Distribusi ukuran panen (%)				
Kecil (1-2 cm)	0,00 ± 0,00 ^a	0,49 ± 0,27 ^a	0,46 ± 0,24 ^a	1,39 ± 1,19 ^a
Sedang (2-3 cm)	70,47 ± 6,76 ^a	99,44 ± 0,26 ^b	99,52 ± 0,51 ^b	98,25 ± 1,15 ^b
Besar (3-5 cm)	29,53 ± 6,76 ^b	0,06 ± 0,02 ^a	0,02 ± 0,02 ^a	1,18 ± 0,80 ^a
Sintasan (%)	93,06 ± 1,87 ^a	90,02 ± 0,52 ^a	91,02 ± 1,54 ^a	92,48 ± 1,81 ^a
Jumlah konsumsi pakan (g)	1508,76 ± 6,67 ^b	114,86 ± 4,30 ^a	114,67 ± 0,94 ^a	114,56 ± 1,18 ^a
Efisiensi pakan (%)	0,66 ± 0,03 ^a	2,84 ± 0,07 ^b	2,89 ± 0,40 ^b	3,84 ± 1,40 ^b
Nisbah efisiensi protein	2,06 ± 0,08 ^b	2,03 ± 0,005 ^b	1,50 ± 0,17 ^a	1,83 ± 0,26 ^{ab}
Faktor kondisi (k)	0,95 ± 0,049 ^a	1,08 ± 0,078 ^a	1,06 ± 0,065 ^a	0,99 ± 0,131 ^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 tanda \pm merupakan simpangan baku. Pakan tanpa enzim (ME0), pakan dengan multienzim 1 g kg⁻¹ (ME1), pakan dengan multienzim 2 g kg⁻¹ (ME2)

Tabel 3. Aktivitas enzim larva ikan lele yang diberi pakan perlakuan pada hari ke-18 setelah menetas

Parameter	Larva 4 hari	Aktivitas enzim pada hari ke-18			
		Cacing	ME0	ME1	ME2
Amilase (IU mg ⁻¹ protein)	2,5113 ± 0,0190	3,3735 ± 0,0235 ^a	3,1635 ± 0,0215 ^b	3,1695 ± 0,0085 ^b	3,0210 ± 0,000 ^c
Protease (IU mg ⁻¹ protein)	0,0100 ± 0,0001	0,0083 ± 0,0110 ^a	0,0050 ± 0,0002 ^b	0,0051 ± 0,0040 ^b	0,0050 ± 0,0110 ^b
Tripsin (IU mg ⁻¹ protein)	0,0274 ± 0,0091	0,0125 ± 0,0125 ^a	0,0072 ± 0,0056 ^a	0,0101 ± 0,0077 ^a	0,0044 ± 0,0012 ^a
Kemotripsin (IU mg ⁻¹ protein)	0,0032 ± 0,0006	0,0115 ± 0,0060 ^a	0,0050 ± 0,0003 ^a	0,0051 ± 0,0060 ^a	0,0036 ± 0,0030 ^a

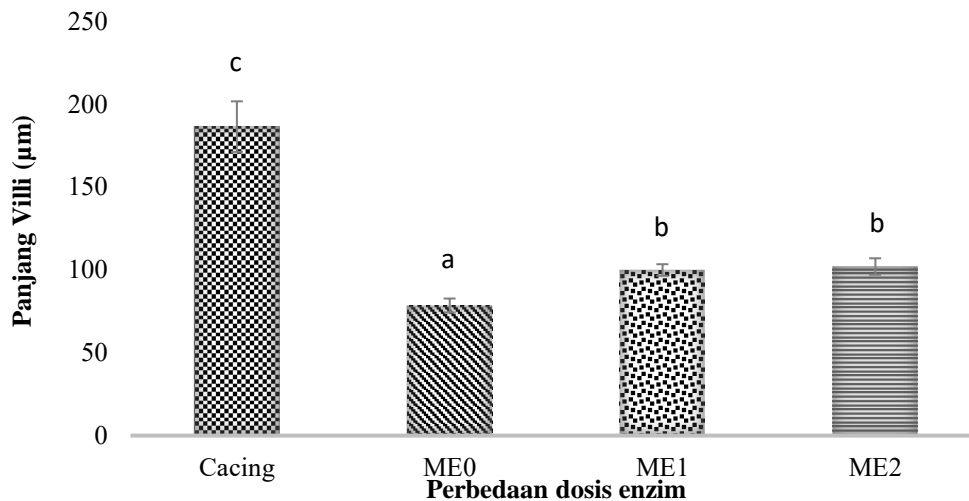
Keterangan :

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 tanda \pm merupakan simpangan baku. Pakan tanpa enzim (ME0), pakan dengan multienzim 1 g kg⁻¹ (ME1), pakan dengan multienzim 2 g kg⁻¹ (ME2)

pakan lebih dari 13 kali lebih banyak daripada perlakuan pakan buatan. Di sisi lain, pemberian pakan buatan memberikan nilai efisiensi pakan yang lebih baik daripada perlakuan cacing. Efisiensi pakan di setiap perlakuan pakan buatan nilainya tidak berbeda nyata. Parameter sintasan, faktor kondisi dan nisbah efisiensi protein

dari masing-masing perlakuan tidak menunjukkan hasil yang berbeda nyata.

Pengaruh pakan perlakuan pada aktivitas enzim pencernaan (amilase, protease, tripsin dan kemotripsin) pada hari ke-4 dan ke-18 setelah menetas disajikan pada Tabel 2.



Keterangan:

Huruf yang berbeda pada baris di atas bar menunjukkan pengaruh perlakuan yang berbeda nyata ($P < 0,05$). Pakan tanpa enzim (ME0), pakan dengan multienzim 1 g kg^{-1} (ME1), pakan dengan multienzim 2 g kg^{-1} (ME2)

Gambar 1 Panjang vili usus larva ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan dosis enzim berbeda selama 14 hari

Aktivitas enzim amilase pada benih ikan lele meningkat setelah diberi pakan dengan penambahan dosis enzim yang berbeda selama masa pemeliharaan 14 hari. Aktivitas enzim amilase dengan nilai tertinggi yaitu pada benih yang diberi cacing, berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) dengan perlakuan ME0 dan ME1, perlakuan ME2 berbeda nyata dengan ketiga perlakuan yang sudah disebutkan sebelumnya.

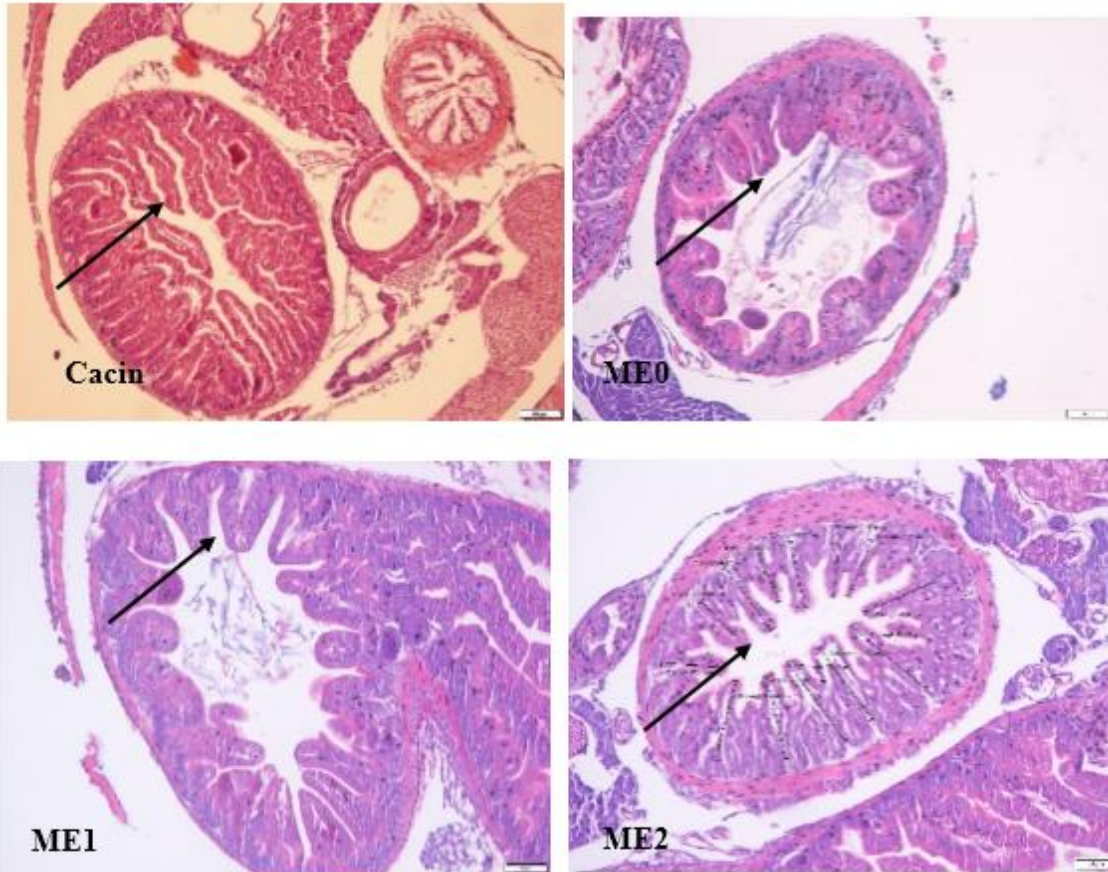
Aktivitas enzim protease pada benih ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan dosis enzim berbeda menurun pada hari ke-18 ($P < 0,05$). Diantara perlakuan pakan uji, nilai aktivitas enzim protease tertinggi diperoleh pada benih dengan pakan cacing, berbeda secara signifikan ($P < 0,05$) dengan perlakuan yang lainnya, sedangkan nilai aktivitas enzim protease untuk perlakuan ME0, ME1 dan ME2 tidak berbeda nyata.

Aktivitas enzim tripsin pada benih ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan dosis

enzim berbeda, rata-rata menurun ($P < 0,05$) pada hari ke-18, sedangkan aktivitas enzim kimotripsin rata-rata meningkat pada pengukuran hari ke 18. Setelah dilakukan analisis data, hasil menunjukkan tidak berbeda nyata ($P < 0,05$) antar masing-masing perlakuan.

Hasil pengukuran panjang vili usus benih ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan dosis enzim berbeda disajikan pada Gambar 1. Perbedaan penambahan dosis pada pakan memberikan pengaruh yang berbeda pula pada panjang villi usus ikan lele. Nilai tertinggi ada pada perlakuan benih ikan lele yang diberi pakan cacing, sedangkan nilai yang terendah ada pada perlakuan ME0. Hasil menunjukkan berbeda nyata ($P < 0,05$) antar perlakuan.

Hasil pengamatan gambaran histologi usus secara keseluruhan pada masing-masing perlakuan disajikan pada Gambar 2. Gambaran histologi usus secara visual menunjukkan adanya perbedaan panjang vili dari larva yang



Keterangan: Tanda panah menunjukkan gambar vili usus. Pakan tanpa enzim (ME0), pakan dengan multienzim 1 g kg⁻¹ (ME1), pakan dengan multienzim 2 g kg⁻¹ (ME2).

Gambar 2 Gambaran melintang histologi usus larva ikan lele yang diberi pakan perlakuan pada pengukuran hari ke-18 setelah menetas

diberi pakan cacing, pakan dengan penambahan enzim dan pakan tanpa enzim yang diukur pada hari ke-18 setelah menetas.

Kualitas air selama masa pemeliharaan berada dalam kisaran layak untuk larva ikan lele. Oksigen terlarut : 4,13 mgL⁻¹, suhu berkisar antara 23,93-23,98°C (pagi), 24,58-24,81°C (siang), 24,84-25,06°C (sore); pH berkisar antara 7,68-7,74 (pagi), 7,76-7,76 (siang), 7,49-7,64 (sore); dan NH₃ : 0,12 mgL⁻¹ dan NO₂ : 0,006 mgL⁻¹.

Pembahasan

Pakan awal untuk larva ikan lele dapat berupa pakan hidup ataupun pakan buatan

(Verret & van Tongeren 1989, Uys & Hecht 1987, Adewumi 2015). Pada penelitian ini, pakan awal untuk semua perlakuan, menggunakan artemia selama 2 hari, hal ini merujuk pada Verret & van Tongeren (1989) yang melaporkan bahwa dengan pemberian artemia sebagai pakan awal pada hari pertama dan kedua dapat meningkatkan sintasan hingga di atas 90%. Pada penelitian ini nilai sintasan berkisar antara 90,02±0,52-93,06±1,87%. Hal ini diduga adanya keterlibatan eksogenus enzim yang berasal dari artemia yang dapat merangsang keluarnya endogenous enzim. Enzim dapat memberikan pengaruh yang positif pada mikrobiota yang terdapat di usus melalui peningkatan

daya cerna dan menambah daya serap nutrisi (Ayodeji *et al.* 2016). Pemberian jenis pakan (alami dan buatan) pun dapat berpengaruh terhadap sintasan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Chepkirui-Boit *et al.* (2011) yang menyatakan bahwa larva ikan lele yang diberi pakan 100% naupli artemia menghasilkan sintasan 95,3%, sedangkan larva yang diberi pakan 100% pakan buatan memperoleh sintasan 65,9%.

Ikan lele yang diberi pakan berupa cacing memiliki bobot dan panjang akhir lebih besar dibandingkan dengan ikan lele yang diberi pakan buatan. Jumlah enzim yang ditambahkan di dalam penelitian ini, dari 0 ke 2 g kg⁻¹ pakan, tidak menyebabkan perbedaan pertumbuhan ikan. Tingginya pertumbuhan ikan pada perlakuan cacing didukung dengan data distribusi ukuran ikan saat panen. Ikan pada perlakuan cacing, 29,53% memiliki kriteria ukuran besar, sisanya 70,47% berukuran sedang. Sementara itu, ikan pada perlakuan-pelakuan pakan buatan hanya didominasi oleh ukuran sedang (98,25-99,52%).

Ikan pada perlakuan cacing mampu mengonsumsi pakan sebanyak 1508,76 g, sedangkan ikan pada perlakuan pakan buatan hanya mengonsumsi pakan 114,56-114,86 g. Hal ini berdampak pada jumlah protein yang dikonsumsi, pada perlakuan cacing jumlah protein yang dikonsumsi sebanyak 33,54 g, sedangkan pada perlakuan pakan buatan berkisar antara 4,01-7,08 g. Perbedaan jumlah konsumsi protein mengakibatkan jumlah ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan pun akan berbeda. Rendahnya jumlah konsumsi pakan pada perlakuan pakan buatan diduga kuat menjadi faktor penyebab rendahnya pertumbuhan ikan di perlakuan ini. Walau mengha-

silkan pertumbuhan yang lebih tinggi, efisiensi pakan pada perlakuan cacing lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan pakan buatan. Hal ini mengindikasikan bahwa pencernaan bahan pada pakan buatan lebih tinggi, ditambah dengan penambahan enzim pada pakan buatan yang dapat memecah molekul kompleks menjadi molekul yang lebih sederhana sehingga nutrisi yang ada dalam pakan buatan lebih mudah dimanfaatkan oleh ikan untuk proses pertumbuhan. Nisbah efisiensi protein merupakan angka yang menyatakan jumlah bobot ikan yang dihasilkan dibagi dengan jumlah protein yang dikonsumsi. Rendahnya nilai nisbah efisiensi pakan pada perlakuan pakan yang ditambahkan enzim menunjukkan bahwa pemanfaatan jumlah protein yang lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan pakan tanpa enzim dan perlakuan cacing.

Perolehan panjang dan bobot akhir yang tinggi pada perlakuan cacing (22,1±0,5 mm dan 103,59±6,27 mg) diduga karena aktivitas enzim yang tinggi pada saluran pencernaan, dalam hal ini aktivitas enzim amilase (3,3735±0,0235 IU mg⁻¹ protein) yang berguna untuk memecah karbohidrat menjadi glukosa dan aktivitas enzim protease (0,0083±0,0110 IU mg⁻¹ protein) yang memecah protein menjadi asam amino sehingga nutrisi pada pakan dapat diserap dan diedarkan ke sel – sel yang membutuhkan. Aktivitas enzim yang rendah dapat mempengaruhi pertumbuhan dan perkembangan organ. Pertumbuhan organ tubuh yang lambat menyebabkan pertumbuhan larva kurang dan dapat menyebabkan kematian (Jusadi *et al.* 2015). Pada perlakuan ME2, dapat meningkatkan panjang akhir dan bobot akhir sebanyak 6,25% dan 13,4% jika dibandingkan dengan perlakuan ME0. Sesuai dengan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Yildirim

& Turan (2010) yang menyatakan bahwa ikan *C. gariepinus* yang diberi pakan dengan penambahan multienzim dengan kandungan fungal *xylanase*, *β -glucanase*, *pentosonase*, *β -amilase*, *fungal β -glucanase*, *hemicellulase*, *pectinase*, *cellulase*, *cellubiase* dosis $0,75 \text{ g kg}^{-1}$ memperoleh kinerja pertumbuhan dan efisiensi pakan yang optimum dibandingkan kontrol.

Faktor kondisi merupakan hasil pengukuran berdasarkan hubungan antara bobot dan panjang ikan, yang menggambarkan kondisi masing-masing individu. Nilai ideal yang biasa digunakan adalah mendekati 1 (Nash *et al.* 2006). Nilai faktor kondisi yang diperoleh berkisar antara $0,95 \pm 0,049$ - $1,08 \pm 0,078$, hal ini menunjukkan proporsi tubuh ikan dalam penelitian ini adalah normal.

Aktivitas enzim tripsin pada larva *C. gariepinus* terdeteksi pada larva umur 4 hari setelah menetas ($0,0274 \pm 0,0091 \text{ IU mg}^{-1}$ protein), meningkat seiring dengan perkembangan larva. Sesuai dengan yang dinyatakan oleh Nazir *et al.* (2018), keadaan ini diduga bahwa keberadaan enzim protease dalam tubuh larva sudah siap mencerna protein sebelum fungsi perut betul-betul berkembang yang ditandai dengan terbentuknya lambung secara utuh ketika terjadi perubahan dari tahap larva menjadi benih. Lebih lanjut Nazir *et al.* (2018) menyatakan bahwa aktivitas awal enzim tripsin selama masa perkembangan awal larva terdeteksi pada saat larva masih memiliki kuning telur, kemudian akan mengalami penurunan.

Pada pengukuran hari ke-18 setelah menetas, nilai aktivitas enzim tripsin menurun pada setiap perlakuan. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Nazir *et al.* (2018) bahwa setelah hari ke-18 enzim tripsin mengalami penurunan, merupakan indikasi dari proses

acidifikasi pada usus atau bisa dikatakan sebagai masa perkembangan dari perut. Hasil penelitian yang lain menunjukkan bahwa aktivitas enzim mengalami peningkatan saat fase awal bertepatan dengan diberikannya naupli *Artemia*, tetapi aktivitas enzim tripsin ini terlihat menurun lagi pada hari ke-16 setelah menetas yang dapat dihubungkan dengan penyempurnaan bentuk dari pankreas esokrin (Tong *et al.* 2012). Penurunan aktivitas tripsin bertepatan dengan tahap perkembangan lambung (Gisbert *et al.* 2009).

Kimotripsin adalah enzim pencernaan yang berada di jaringan pankreas yang dikeluarkan menuju usus dua belas jari (Geiger 1985). Pada penelitian ini, hasil uji aktivitas enzim kimotripsin pada larva berumur 4 hari setelah menetas (habis kuning telur) adalah $0,0032 \pm 0,0006 \text{ IU mg}^{-1}$ protein dan rata-rata meningkat pada pengukuran hari ke-18 setelah menetas. Hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Chakrabarti *et al.* (1995) bahwa aktivitas kimotripsin yang rendah terjadi ketika telur menetas, meningkat dengan sangat lambat pada 2-3 minggu pertama, kemudian meningkat tajam pada 3 hari berikutnya akhirnya meningkat pada tingkatan yang konstan. Hal ini membuktikan bahwa umur ikan berpengaruh terhadap konsentrasi dan aktifitas kimotripsin.

Lebih jauh Elert *et al.* (2004) menyatakan bahwa konsentrasi kimotripsin 10^5 kali lebih tinggi dalam usus dari pada di jaringan selain usus namun aktivitas dan konsentrasi sangat tergantung pada spesies ikan dan lingkungan dimana ikan hidup. Spesies ikan memberikan pengaruh yang nyata pada konsentrasi dan aktivitas kimotripsin. Berdasarkan kebiasaan makan mereka, ikan dibagi menjadi karnivora, omnivora dan herbivora. Kebiasaan makan ikan

akan mempengaruhi pada nisbah bobot usus dan bobot tubuh serta aktivitas enzim proteolitiknya (Chakrabarti *et al.* 1995; Hidalgo *et al.* 1999). Hofer dan Schiemer (1981) melaporkan bahwa aktivitas proteolitik berhubungan dengan kebiasaan makan, meskipun karnivora memiliki usus yang lebih kecil daripada herbivora, tetapi memiliki aktivitas yang lebih tinggi. Chakrabarti *et al.* (1995) dan Hidalgo *et al.* (1999) menemukan hasil yang sama.

Usus merupakan tempat utama proses pencernaan dan penyerapan nutrisi. Di dalam usus terdapat vili yang merupakan salah satu struktur lapisan mukosa usus yang berfungsi memperluas area penyerapan zat nutrisi sehingga meningkatkan efisiensi penyerapan (Sari *et al.* 2016). Pada pengukuran panjang vili diperoleh hasil bahwa pada larva yang diberi pakan cacing memperoleh nilai tertinggi, kemudian berturut-turut diikuti oleh perlakuan ME2 yang tidak berbeda nyata dengan ME1 dan perlakuan ME0 yang berbeda nyata dengan semua perlakuan lainnya. Adanya perbedaan pertumbuhan dan perbedaan jumlah ukuran hasil panen pada penelitian ini diduga karena kecukupan nutrisi pada pakan dan terjadinya peningkatan kapasitas pencernaan dan penyerapan nutrisi oleh ikan. Hal ini ditunjukkan dengan data panjang vili yang berbeda nyata antara perlakuan cacing, pakan buatan dengan enzim dan pakan buatan tanpa enzim. Panjang vili mampu meningkatkan tingkat penyerapan yang terjadi pada saluran pencernaan sehingga lebih banyak nutrisi yang tersedia sebagai material dasar proses metabolisme tubuh (Vinasyam 2014). Hal ini didukung oleh pernyataan Mathlouthi *et al.* (2002) bahwa manfaat dari penambahan enzim pada pakan dapat memperbaiki kapasitas daya serap dengan meningkatkan ukuran vili usus dan

ini akan menekan dekonjugasi asam empedu lebih awal. Hal ini diduga adanya pengurangan oleh bakteri yang menghidrolisis asam empedu (Smits & Annison, 1996). Qiyu *et al.* (2011) menyatakan bahwa peningkatan panjang vili, jumlah lipatan usus dan luas permukaan vili dapat menyebabkan penyerapan dan pemanfaatan nutrisi menjadi lebih baik karena luas area permukaan penyerapan nutrisi yang lebih banyak sehingga meningkatkan nutrisi yang diserap untuk dimetabolisme dan pernyataan Mathlouthi *et al.* (2002) menyebutkan bahwa penambahan enzim pada pakan gandum dapat meningkatkan ukuran dan tinggi villi, sehingga jika dibandingkan antara pakan yang ditambahkan enzim dengan pakan tanpa enzim ada perbedaan yang nyata ($P < 0,05$) pada struktur panjang vili usus.

Simpulan

Penambahan enzim dengan dosis sampai 2 g kg⁻¹ pakan dapat meningkatkan panjang villi usus, namun belum mampu meningkatkan pertumbuhan ikan sebagaimana penggunaan cacing.

Perlu dilakukan evaluasi lanjutan terkait peningkatan jumlah pemberian pakan harian, melalui peningkatan frekuensi pemberian pakan agar jumlah konsumsi pakan buatan setara dengan cacing.

Daftar pustaka

- Adewumi AA. 2014. Growth performance and survival of *Clarias gariepinus* hatchlings fed different starter diets. *Advances in Agricultural, Sciences and Engineering Research*, 4(6): 1659-1664.
- Ali A, Al-Ogaly SM, Asgah NA, Goddard JS, Ahmed SI. 2007. Effect of feeding different protein to energy (P/E) ratios on the growth performance and body composition of

- Oreochromis niloticus* fingerlings. *Journal of Applied Ichthyology* 24 (1):1-37.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 1990. *Official Methods of Analysis*. AOAC : 1928.
- Ayodeji AA, Yomla R, Torres AJ, Rodiles A, Merrifield DL, Davies SJ. 2016. Combined effects of exogenous enzymes and probiotic on Nile tilapia *Oreochromis niloticus* growth, intestinal morphology and microbiome. *Aquaculture*, 462: 61-70.
- Bergmeyer HU, Grossl M, Walter HE. 1983. Reagent for enzymatic analysis. In : Bergmeyer HU (Editor). *Method of Enzymatic Analysis*, 3rd Edition, Volume II. Verlag Chemie, Weinheim. pp. 274-275.
- Chakrabarti I, Gani MA, Chaki KK, Sur R, Misra KK. 1995. Digestive enzyme in 11 freshwater teleost fish species in relation to food habit and niche segregation. *Comparative Biochemistry and Physiology*. 112A (1) : 167-177.
- Chepkirui V, Ngugi CC, Bowman J, Oyoo-Okoth E, Rasowo J, Mugo-Bundi J, Cherop L. 2011. Growth performance, survival, feed utilization and nutrient utilization of African catfish *Clarias gariepinus* larvae co-fed *artemia* and a micro-diet containing freshwater atyid shrimp *Caridina nilotica* during weaning. *Aquaculture Nutrition*, 17 (2):82-89.
- Drew MD, Racz VJ, Gauthier R, Thiessen DL. 2005. Effect of adding protease to coextruded flax : pea or canola : pea product on nutrient digestibility and growth performance of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss*. *Animal Feed Science and Technology*, 119 (1-2):117-128.
- Elert EV, Agrawal MK, Gebauer C, Jaensch H, Ulrike B. 2004. Protease activity in gut of daphnia magna : evidence for trypsin and chymotrypsin enzymes. *Comparative Biochemistry and Physiology part B: Biochemistry and Molecular Biology*. 137(3): 287 – 296.
- Erlanger BF, Kokowski N, Cohen W. 1961. The preparation and properties of two chromogenic substances of trypsin. *Archives of Biochemistry and Biophysic*. 95(2): 271-278
- Farhangi M, Carter CG. 2007. Effect of enzyme supplementation to dehulled lupin-based diets on growth, feed efficiency, nutrient digestibility and carcass composition of rainbow trout, *Oncorhynchus mykiss* (Walbaum). *Aquaculture Research*, 38(12): 1274 – 1282.
- Fishcer AH, Jacobson KA, Rose J, Zeller R. 2008. Hematoxylin and eosin staining of tissue and cell sections. Cold Spring Harb Protoc 5.
- Geiger R. 1985. *Chymotrypsin*. In *methods of enzymatic analysis*, 3rd, Bergmeyer HU. Ed. VCH pub : Deerfield. 5 : 99-118.
- Ghomi MR, Shahriari R, Langroudi HF, Nikoo M, von Elert E. 2012. Effects of exogenous dietary enzyme on growth, body composition, and fatty acid profiles of cultured great sturgeon *Huso huso* fingerlings. *Aquaculture International*, 20(2): 49-254.
- Gisbert E, Gimenez G, Fernandez I, Kotzamanis Y, Estevez A. 2009. Development of digestive enzymes in common dentex, *Dentex dentex* during early ontogeny. *Aquaculture*, 287(3-4): 381-387.
- Hidalgo MC, Urea E, Sanz A. 1999. Comparative study of digestive enzymes in fish with different nutritional habits. Proteolytic and amylase activities. *Aquaculture*, 170(3-4): 267 - 283
- Hofer R, Schiemer F. 1981. Proteolytic activity in digestive tract of several species of fish with different feeding habits. *Oecologia*, 48(3): 42-345.
- Jusadi D, Anggraini RS, Suprayudi MA. 2015. Kombinasi cacing *Tubifex* dan pakan buatan pada larva ikan patin *Pangasianodon hypophthalmus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 14(1): 30-37.
- Lauff M, Hofer R. 1984. Proteolytic enzymes in fish development and the importance of dietary enzymes. *Aquaculture*, 37(4): 335-346.
- Lin S, Mai K, Tan B. 2007. Effect of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in tilapia, *Oreochromis niloticus* x *O. Aureus*. *Aquaculture Research*, 38(15):1645-1653.
- Lin SY, Selle PH, Court SG, Cowieson AJ. 2013. Protease supplementation of sorghum-based broiler diets enhances amino acid digestibility coefficients in four

- small intestinal sites and accelerates their rates of digestion. *Animal Feed Science and Technology*, 183(3-4): 175-183.
- Mathlouthi N, Lalles JP, Lepercq P, Juste C, Labrier M. 2002. Xylanase and beta-glucanase supplementation improve conjugated bile acid fraction in testinal contents and increase villus size of small intestine wall in broiler chickens fed a rye-based diet. *Journal of Animal Science*, 80(11): 2773 – 2779.
- Nash RDM, Valencia AH, Geffen AJ. 2006. The origin of Fulton's condition factor – setting the record straight. *Fisheries History*, 31(5): 236-238.
- Nazir MI, Srivastava PP, Bhat IA, Muralidhar AP, Varghese T, Gireesh-Babu P, Jain KK. 2018. Expression and activity of trypsin and pepsin during larval development of indian walking catfish, *Clarias magur*. *Aquaculture*, 491: 266-272.
- Nurhayati, Bambang NPU, Setiawati M. 2014. Perkembangan enzim pencernaan dan pertumbuhan larva ikan lele dumbo, *Clarias gariepinus* Burchell 1822, yang diberi kombinasi cacing sutra dan pakan buatan. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 14(3) : 167-178
- 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 x *Huso dauricus* male). *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2):721-726
- Sari MN, Wahyuni S, Hammy, 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.
- Smits CHM, G. Annison. 1996. Non-starch plant polisaccharides in broiler nutrition : towards a physiologically valid approach to theri determination. *World's Poultry Science Journal*, 52(2): 203-221.
- Tong XH, Xu SH, Liu QH, Li J, Xiao ZZ, Ma DY. 2012. Digestive enzymes activites of turbot, *Scophthalmus maximus* L during early development stages under culture condition. *Fish Physiology and Biochemistry*, 38(3): 715 – 724.
- Uys W, Hecht T. 1987. Assay on the digestve enzymes of sharpooth catfish, *Clarias gariepinus* (Pisces: Clariidae). *Aquaculture*, 63 (1-4): 301 – 313.
- Verret JAJ, Torreele E, Spazier E, van der Sluiszen A, Rombout JHWM, Booms R, Segner H. 1992. The development of a functional digestive system in the african catfish *Clarias gariepinus* (Burchell). *Journal of the World Aquaculture Society*, 23(4): 286-298.
- Verret J, van Tongeren M. 1989. Weaning time in *Clarias gariepinus* (Burchell) larvae. *Aquaculture*, 83(1-2): 81-88.
- Vinasyiam A. 2014. Aktivitas enzim pencernaan dan kinerja pertumbuhan ikan nila *Oreochromis niloticus* yang diberi pakan mengandung hormon pertumbuhan rekombinan ikan. *Tesis*. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Worthington V. 1993. *Worthington Enzyme Manual*. Enzymes and Related Biochemicals Worthington Chemmical, New Jersey, USA. 399 p.
- Yildirim YB, Turan F. 2010. Effects of exogenous enzyme supplementation in diets on growth and feed utilization in African catfish, *Clarias gariepinus*. *Journal of Animal Veterinary Advances*, 9 (2): 327-331.
- Zamini A, Kanani H, Esmacili A, Ramezani S, Zoriezahra S. 2014. Effects of two dietary exogenous multi-enzyme supplementation, natuzyme and beta-mannanase (Hemicell), on growth and blood parameters of Caspian salmon, *Salmon trutta caspius*. *Comparative Clinical Pathology*. 23 (1): 187-192.
- Ze S, Qin Lin X, Chowdhury MAK, Nan Chen J, Jun Leng X. 2016. Effects of protease supplementatin in low fish meal pelleted and extruded diets on growth, nutrient retention and digestibility of gibel carp, *Carrasius auratus gibelio*. *Aquaculture*, 460: 37-44.
- Zhou Y, Yuan X, Liang X, Fang L, Li J, Guo X, Baik X, He S. 2013. Enhancement of growth and intestinal flora in grass carp: the effect of exogenous cellulose. *Aquaculture*, 416-417: 1-7

Reproduksi ikan beseng-beseng, *Marosatherina ladiges* Ahl, 1936 di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh, Sulawesi Selatan

[Reproduction of Celebes rainbowfish, *Marosatherina ladiges* Ahl, 1936 in Pattunuang and Batu Puteh Rivers, South Sulawesi]

Adiara Firdhita Alam Nasyrah¹, M.Fadjar Rahardjo², Charles P.H. Simanjuntak²

¹Program Magister Pengelolaan Sumber Daya Perairan, Sekolah Pascasarjana IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, FPIK IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

firdhitaadiara@gmail.com, mf.rahardjo@gmail.com, charles_phs@apps.ipb.ac.id

Diterima: 12 Februari 2020; Disetujui: 26 Mei 2020

Abstrak

Marosatherina ladiges adalah salah satu ikan endemik Sulawesi Selatan dan juga sebagai ikan hias yang telah menguasai pasar internasional. Kegiatan antropogenik seperti penangkapan yang merusak lingkungan dan degradasi akibat pengerukan pasir membawa ikan ini dalam daftar merah IUCN kategori rentan terhadap kepunahan. Upaya konservasi agar ikan endemik tetap lestari, salah satunya diperlukan informasi kajian aspek reproduksi. Penelitian ini bertujuan mengkaji aspek reproduksi ikan beseng-beseng meliputi nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, fekunditas, dan sebaran diameter telur di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh, Sulawesi Selatan. Penelitian dilakukan dari Mei 2018 hingga April 2019. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nisbah kelamin ikan beseng-beseng di Sungai Patunnuang dan Sungai Batu Puteh masing-masing adalah 1,00:1,60 dan 1,00:1,10. Ikan ini memijah pada akhir musim kemarau dan awal musim penghujan. Fekunditas ikan di S. Pattunuang dan S. Batu Puteh masing-masing adalah 22 – 795 butir dan berkisar 69 – 571 butir. Berdasarkan pola sebaran diameter telur, ikan beseng-beseng memiliki tipe pemijahan serempak. Pengelolaan sumber daya ikan beseng-beseng adalah pembatasan penangkapan saat musim pemijahan khususnya ikan jantan dan perlu diusulkan konservasi *in situ* kedua sungai sebagai daerah perlindungan ikan (reservat) karena merupakan sumber pasma nutfah.

Kata penting: *Marosatherina ladiges*, reproduksi, pemijahan serempak

Abstract

Marosatherina ladiges is one of endemic fishes in South Sulawesi and also as ornamental fish. Anthropogenic activities such as destructive fishing and degradation caused by the dredging of sand carried *M. ladiges* to the red list of threatened IUCN category as vulnerable species. Accordingly, conservation efforts are needed to maintenance fish population in its habitat. The biologic information for conservation is reproduction of fishes. This research aimed to described reproduction of Celebes rainbow fish including sex ratio, gonad maturity, gonado-somatic index, fecundity, and distribution of egg diameter in Pattunuang and Batu Puteh Rivers, South Sulawesi. This research was conducted from May 2018 to April 2019. The result showed that the sex ratio in Pattunuang and Batu Puteh rivers were 1,00:1,60 and 1,00:1,08, respectively. This species spawned from the end of dry season to the early rainy season. Fecundity of fish in Pattunuang and Batu Puteh rivers were 22-795 eggs and 69-571 eggs, respectively. Based on distribution of egg diameter, Celebes rainbowfish categorized as total spawner. For the conservation of this species is recommended to catch restrictions in the spawning season and for male fish, and needs to be proposed the conservation *in situ* to determine both of rivers as reservoir area because these habitats are a source of germplasm.

Keywords: *Marosatherina ladiges*, reproduction, total spawner

Pendahuluan

Sulawesi merupakan salah satu dari 25 titik keanekaragaman hayati yang terletak di zona Wallacea yang memiliki jumlah spesies endemik yang tinggi khususnya ikan (Myers *et al.* 2000, Parenti 2011). Spesies ikan air tawar endemik Sulawesi telah dideskripsikan oleh beberapa

peneliti (Whitten *et al.* 1987, Kottelat *et al.* 1993, Parenti 2011, Miesen *et al.* 2016). Hingga saat ini, kurang lebih 68 spesies dari tujuh famili, dan tergolong dalam empat ordo yang telah dideskripsikan pada akhir dasawarsa ini (Hadiaty 2018). Salah satu spesies ikan endemik adalah ikan beseng-beseng (*Marosatherina ladiges*).



Gambar 1 Ikan beseng-beseng (*Marosatherina ladigesii*) betina (atas) dan jantan (bawah)

Ikan beseng-beseng (Gambar 1) merupakan komoditas ikan hias yang dikenal dengan nama *Celebes Rainbow Fish* atau ikan pelangi Sulawesi. Ikan ini telah diperdagangkan ke luar negeri sebagai ikan hias terutama ikan jantan karena penampilan ikan jantan lebih berwarna terutama pada sirip punggung kedua dan sirip dubur. Pola pewarnaan, ukuran, dan tingkah laku ikan beseng-beseng menjadikan ikan ini istimewa sehingga menjadi logo organisasi Perhimpunan Ikan Hias Indonesia (PIHI) (Hadiaty 2007, Said 2017). Spesies ini terancam oleh berbagai aktivitas antropogenik seperti penangkapan berlebihan yang dibarengi dengan alat tangkap yang merusak lingkungan dan degradasi akibat pengerukan pasir di habitat alaminya (Andriani 2000, Nasution *et al.* 2006, Hadiaty 2007, Said 2017). Kondisi ini menyebabkan terjadinya penurunan populasi ikan beseng-beseng di habitatnya dan mengakibatkan *M. ladigesii* terdaftar pada “*Red List of Threatened Species*” IUCN kategori *Rare* (R) tahun 1990 dan 1994 dan statusnya meningkat menjadi kategori *Vulnerable* (VU) D2 versi 3.2 tahun 2019.

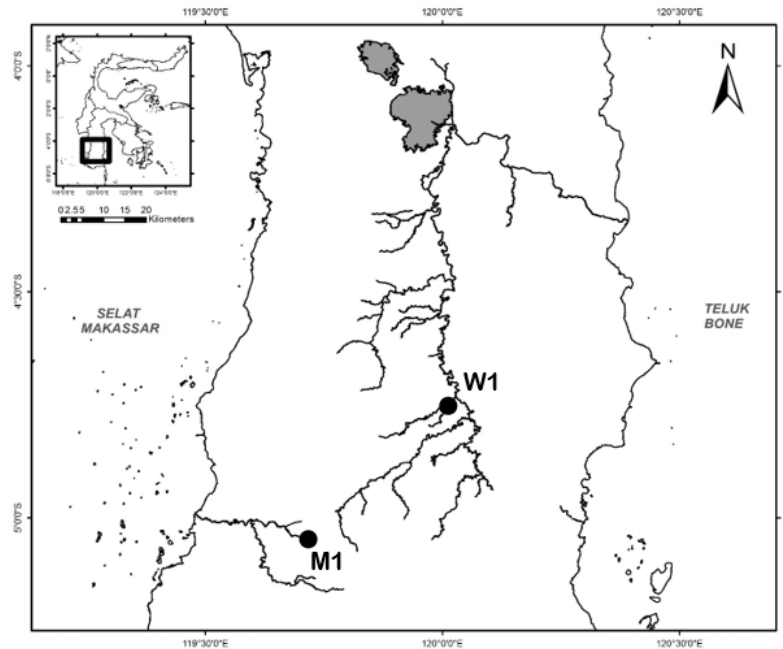
Beberapa penelitian aspek reproduksi telah dilakukan oleh beberapa peneliti, antara lain Andriani (2000) di Sungai Pattunuang, Bantimurung, dan Makkatoang; Nasution *et al.* (2006) di

Sungai Pattunuang, Tombolo, Bantimurung, Pangkep, Abbalu, Rakikang, Jenelata; Kariyanti *et al.* (2014) di Sungai Pattunuang dan Bantimurung; Andy Omar *et al.* (2014) di Sungai Pattunuang dan Bantimurung; dan Jayadi *et al.* (2016) di Sungai Bantimurung, Sawae, Asanae, Jenae. Penelitian tersebut hanya berfokus di Sungai Pattunuang sehingga aspek reproduksi di Sungai Batu Puteh dan perbandingan di dua sungai yang mewakili setiap musim belum pernah dilakukan. Karena itu, penting untuk mendapatkan informasi reproduksi ikan endemik ini pada setiap musim sebagai langkah awal upaya konservasi di habitat alaminya.

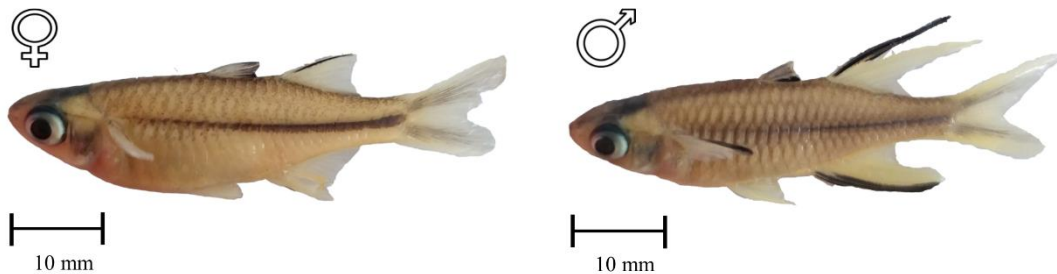
Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji aspek reproduksi ikan beseng-beseng di dua sungai yaitu Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh. Aspek reproduksi tersebut meliputi nisbah kelamin, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan gonad, fekunditas, tipe pemijahan, dan puncak pemijahan.

Bahan dan metode

Pengambilan sampel dilakukan selama satu tahun dari Mei 2018 hingga April 2019 di dua sungai yakni Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh (Gambar 2).



Gambar 2. Peta lokasi penelitian ikan *M. ladigesii* (● : stasiun penelitian). M1: Sungai Pattunuang, W1 : Sungai Batu Puteh



Gambar 3. Ikan beseng-beseng betina dan jantan

Sampel ikan ditangkap dengan alat tangkap *electric shocker* (12 V 9 A) dan pukat tarik (panjang 5 m, tinggi 2 m, dan mata jaring 1 mm). Ikan contoh diawetkan dalam larutan formalin dengan konsentrasi 10%, setelah 2-3 jam dicuci dengan air bersih dan disimpan dalam larutan etanol 80% untuk dianalisis di laboratorium Biologi Makro I, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Pengukuran panjang total ikan menggunakan jangka sorong digital dengan ketelitian 0,1 mm dan penimbangan bobot tubuh dan gonad ikan menggunakan timbangan digital berketelitian

0,0001 g. Identifikasi jenis kelamin ikan beseng-beseng jantan dan betina dapat dibedakan berdasarkan ciri morfologinya (dimorfisme). Ciri morfologi tersebut ditunjukkan pada sirip punggung kedua dan sirip dubur ikan beseng-beseng yaitu jari-jari sirip punggung kedua dan sirip dubur ikan jantan lebih panjang, berwarna hitam, dan terpisah dibandingkan dengan jari-jari sirip punggung kedua dan sirip dubur ikan betina (Gambar 3).

Tabel 1. Pertelaan tingkat kematangan gonad ikan beseng-beseng jantan dan betina secara morfologis (Andriani 2000)

TKG	Jantan	Betina
I (belum matang)	Testis seperti benang dengan permukaan berwarna putih susu.	Bentuk ovarium seperti benang, bintik abu-abu pada permukaan dengan cairan bening pada bagian dalam.
II (belum matang)	Ukuran testis lebih besar, bentuk lebih jelas, terdapat garis membujur berwarna abu-abu gelap.	Bintik abu-abu pada bagian permukaan semakin jelas, mulai terbentuk butiran berwarna putih susu tetapi belum terlihat jelas dengan mata biasa.
III (berkembang)	Permukaan testis tampak bergerigi, warna bagian atas putih kekuningan, bagian bawah putih susu dan terdapat garis membujur berwarna hitam. Ukuran semakin besar.	Permukaan ovarium berwarna abu-abu dengan bintik hitam, butiran oosit jelas terlihat, masih terdapat banyak jaringan ikat yang berwarna putih susu.
IV (awal pematangan)	Bentuk testis semakin besar, bergerigi dan pejal, garis membujur berwarna hitam yang hanya dijumpai pada bagian anterior.	Permukaan gonad bergerigi dan berwarna hitam, sebagian kecil oosit sudah berwarna kuning tetapi dominan oosit masih berwarna putih susu, masih banyak jaringan ikat dan diameter oosit tidak seragam.
V (matang)	Permukaan berkerut, warna putih susu, kurang pejal dibanding TKG IV	Permukaan ovarium berwarna hitam, dinding ovarium menipis, lebih dari sebagian jumlah oosit berwarna bening kekuningan, tidak dijumpai adanya jaringan ikat, diameter oosit lebih seragam dan lebih besar dari TKG IV.

Ikan contoh dibedah untuk diidentifikasi tingkat kematangan gonad (TKG). Pengamatan tingkat kematangan gonad ditentukan secara morfologi (makroskopis) mengacu pada tingkat kematangan gonad ikan beseng-beseng hasil modifikasi oleh Andriani (2000) (Tabel 1).

Gonad dipisahkan dari organ-organ dalam lainnya kemudian dilakukan penimbangan bobot gonad. Pengamatan dan penghitungan fekunditas dilakukan terhadap gonad ikan contoh betina termasuk dalam TKG III, IV, dan V. Gonad diletakkan di atas cawan petri untuk dihitung jumlah telurnya. Diameter telur diukur dengan bantuan mikrometer okuler yang telah ditera atau dikalibrasi dengan mikrometer objektif pada

pembesaran 40x10. Pengukuran diameter telur dilakukan dengan mengukur jarak garis tengah telur ikan pada telur-telur dari gonad ikan TKG III, IV, dan V.

Nisbah kelamin dianalisis dengan membandingkan jumlah ikan jantan dan betina dengan menggunakan persamaan:

$$NK = \frac{J}{B}$$

Keterangan:

NK = nisbah kelamin,

J = ikan jantan (ekor),

B = ikan betina (ekor)

Nilai X^2 dicari dengan menggunakan persamaan:

$$X^2 = \sum_{i=1}^K \frac{O_i - E_i}{E_i}$$

Keterangan:

O_i = nilai yang tampak sebagai hasil pengamatan ikan jantan dan ikan betina,

E_i = nilai yang diharapkan terjadi pada ikan jantan

Analisis tingkat kematangan gonad ikan dilakukan dengan melakukan pengelompokan data berdasarkan proporsi ikan yang belum dan telah matang gonad berdasarkan TKG selama pengamatan. Indeks kematangan gonad (IKG) ikan dihitung dengan persamaan:

$$IKG = \frac{B_g}{B_i} \times 100$$

Keterangan:

IKG = Indeks kematangan gonad,

B_g = bobot gonad (g),

B_i = bobot ikan (g)

Fekunditas atau jumlah telur dihitung dengan metode jumlah pada ikan betina yang matang gonad. Fekunditas relatif dihitung dengan persamaan:

$$FR = \frac{F}{B_g}$$

Keterangan:

FR = fekunditas relatif,

F = jumlah telur (butir),

B_g = bobot gonad (g)

Hasil perhitungan fekunditas dihubungkan dengan ukuran panjang total ikan dengan menggunakan persamaan:

$$F = aL^b$$

Keterangan:

F = fekunditas,

L = panjang total ikan,

a dan b = konstanta

Tipe pemijahan diduga dengan melihat sebaran diameter telur pada ikan yang matang gonad (TKG III-V) yang tertangkap selama penelitian. Puncak pemijahan dilihat pada bulan ketika paling banyak ditemukan ikan yang matang gonad.

Hasil

Nisbah kelamin

Ikan beseng-beseng yang diperoleh selama penelitian di Sungai Pattunung sebanyak 401 ekor, terdiri atas 154 ekor jantan dan 247 ekor betina dengan ukuran panjang total dan bobot berkisar 16,2-65,4 mm dan 0,0342-2,6665 g. Sungai Batu Putih sebanyak 235 ekor, terdiri atas 112 ekor jantan dan 123 ekor betina dengan ukuran panjang total 22,6-56,2 mm dan bobot 0,1082-1,7312 g (Tabel 2). Berdasarkan lokasi waktu dan lokasi pengambilan sampel, ikan beseng-beseng di Sungai Pattunung memiliki nisbah kelamin dengan total perbandingan 1,00:1,60 dan di Sungai Batu Putih 1,00:1,10.

Tingkat Kematangan Gonad

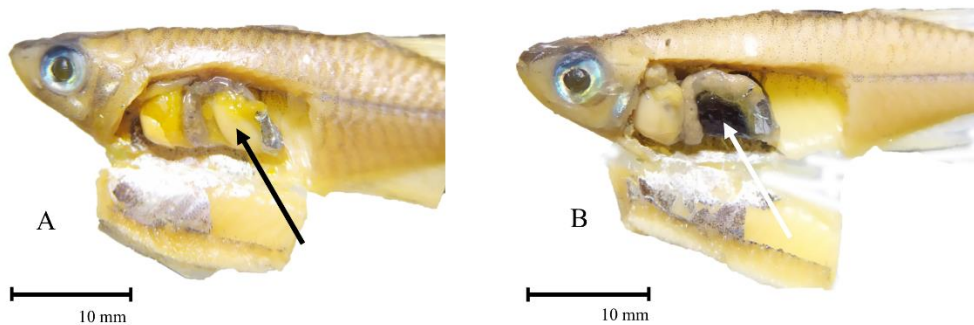
Ikan beseng-beseng mempunyai sifat seksual primer yang secara anatomis berbentuk tunggal. Posisi gonad ikan beseng-beseng jantan dan betina dapat dilihat pada Gambar 4.

Tahapan perkembangan ovarium dan testis ikan beseng-beseng secara makroskopis ditetapkan dalam lima tahapan perkembangan, yaitu TKG I (belum matang), TKG II (belum matang), TKG III (berkembang), TKG IV (pematangan), TKG V (matang). Persentase ikan beseng-beseng jantan dan betina yang matang gonad pada berbagai TKG selama penelitian diperlihatkan pada Gambar 5.

Tabel 2. Nisbah kelamin ikan beseng-beseng (*M. ladigesii*) di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh pada bulan Mei 2018 hingga April 2019

Bulan	Sungai Pattunuang		NK	Sungai Batu Puteh		NK
	J	B		J	B	
Mei	0	4	0	9	16	1,00: 1,78
Jun	4	22	1,00: 5,50	12	15	1,00: 1,25
Jul	4	2	1,00: 0,50	5	4	1,00: 0,80
Agu	25	31	1,00: 1,24	0	1	0
Sep	16	10	1,00: 0,62	4	3	1,00: 0,75
Okt	23	29	1,00: 1,26	6	11	1,00: 1,83
Nov	19	15	1,00: 0,79	7	8	1,00: 1,14
Des	3	7	1,00: 2,33	18	11	1,00: 0,61
Jan	12	18	1,00: 1,50	11	9	1,00: 0,82
Feb	15	14	1,00: 0,93	3	13	1,00: 4,33
Mar	11	41	1,00: 3,73	21	19	1,00: 0,90
Apr	22	54	1,00: 2,45	16	13	1,00: 0,81

Keterangan: J = jantan, B = betina, NK = nisbah kelamin



Gambar 4. Posisi gonad ikan beseng-beseng (A) jantan dan (B) betina

Ukuran ikan mulai matang gonad (TKG IV) di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh masing-masing adalah pada panjang 31,6 mm dengan fekunditas 44 butir dan 31,7 mm dengan fekunditas 74 butir.

Indeks Kematangan Gonad

Indeks kematangan gonad (IKG) ikan beseng-beseng tiap bulan di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh ditunjukkan pada Tabel 3 dan Tabel 4. Gambar 6 menampilkan sebaran Indeks Kematangan Gonad pada tiap kematangan gonad.

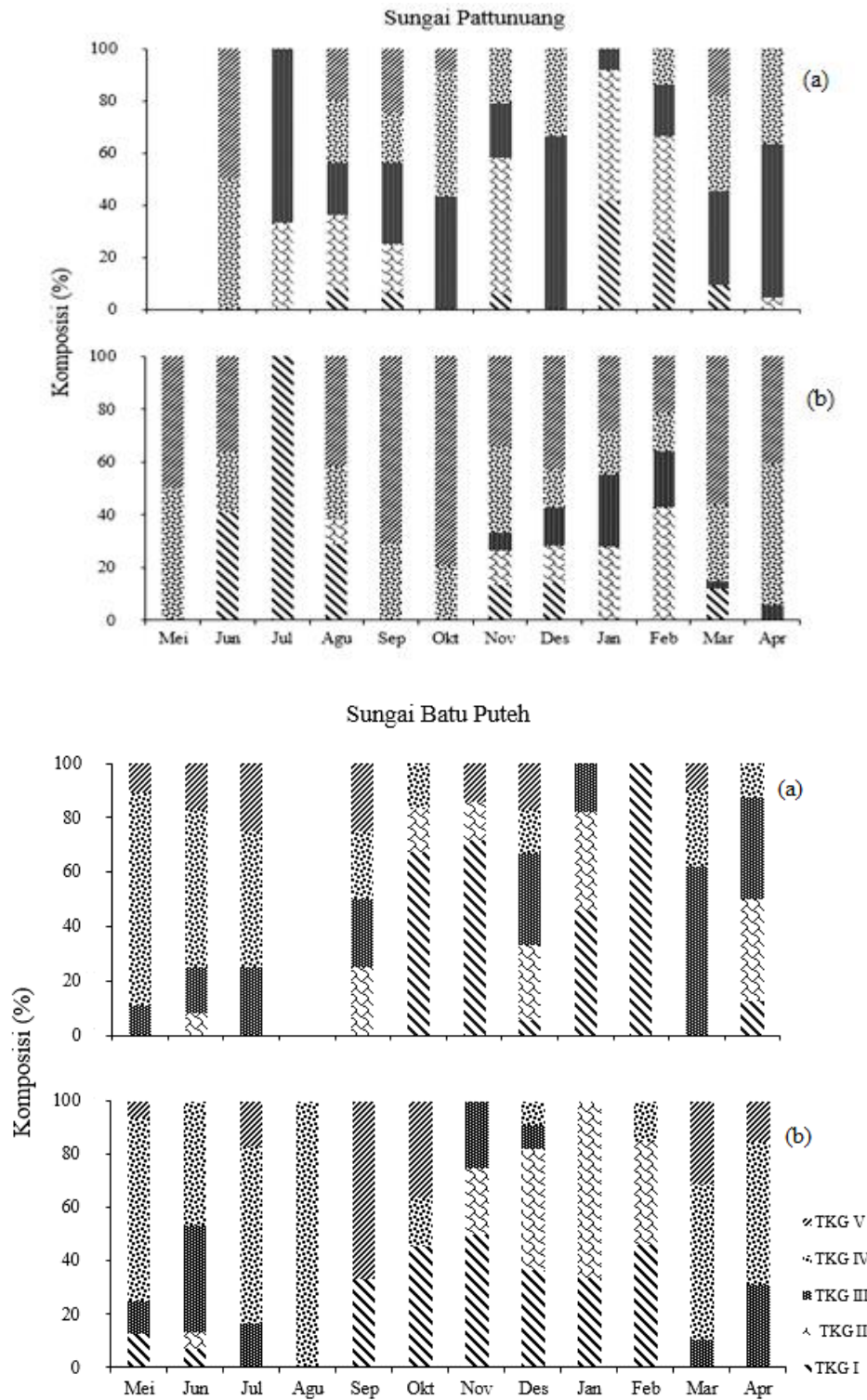
Tabel 3. Distribusi indeks kematangan gonad (%) ikan beseng-beseng jantan dan betina berdasarkan bulan di Sungai Pattunuang, DAS Maros

Bulan	Jantan			n (ekor)	Betina			n (ekor)
	Kisaran	Rata-rata	sb		Kisaran	Rata-rata	sb	
Mei	-	-	-	-	4,33 – 7,39	5,83	1,45	4
Jun	1,15 – 2,21	1,77	0,51	4	0,25 – 8,24	4,36	3,36	22
Jul	0,17 – 1,19	0,64	0,53	4	0,15 – 0,22	0,19	0,05	2
Agu	0,04 – 2,19	0,75	0,57	25	0,10 – 6,62	2,38	1,86	31
Sep	0,16 – 2,36	1,10	0,66	16	3,53 – 9,75	6,69	1,85	10
Okt	0,31 – 2,31	1,12	0,55	23	2,10 – 8,70	5,44	1,59	29
Nov	0,04 – 0,86	0,35	0,26	19	0,06 – 6,73	3,19	2,40	15
Des	0,23 – 0,55	0,36	0,17	3	0,07 – 4,75	2,45	1,98	7
Jan	0,02 – 0,30	0,11	0,09	12	0,20 – 5,32	2,06	1,49	18
Feb	0,01 – 1,08	0,14	0,27	15	0,34 – 4,94	2,14	1,65	14
Mar	0,16 – 2,56	1,58	0,70	11	0,10 – 8,77	5,56	2,54	41
Apr	0,61 – 1,99	1,17	0,39	22	2,56 – 9,54	6,24	1,51	54

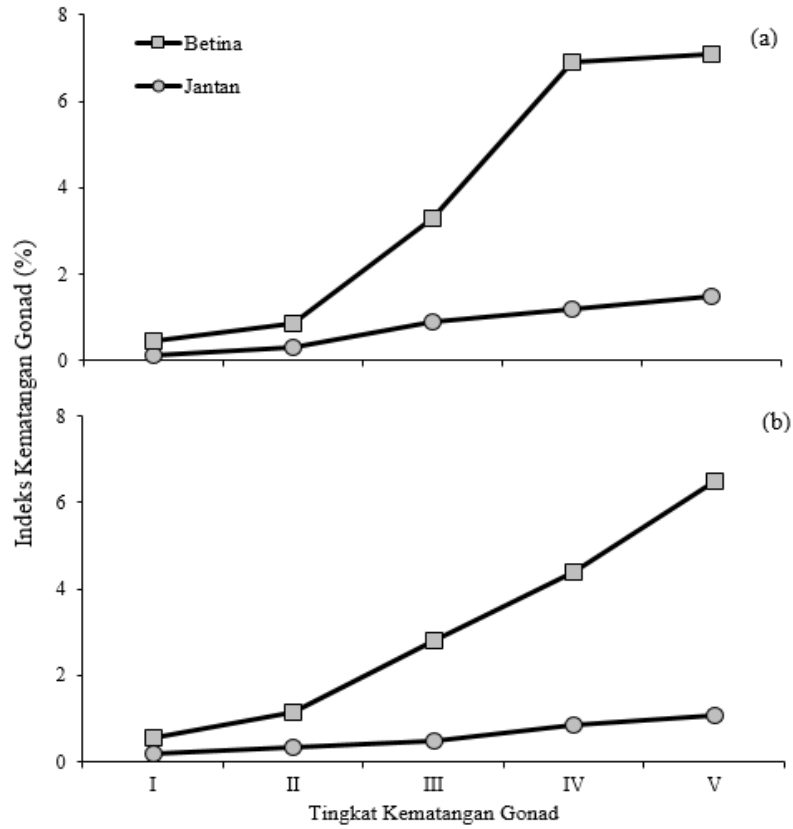
Sb = simpangan baku

Tabel 4. Distribusi indeks kematangan gonad (%) ikan beseng-beseng jantan dan betina berdasarkan bulan di sungai Batu Puteh, DAS Wallanae-Cenrana

Bulan	Jantan			n (ekor)	Betina			n (ekor)
	Kisaran	Rata-rata	sb		Kisaran	Rata-rata	sb	
Mei	0,07 – 1,40	0,79	0,39	9	0,15 – 6,30	3,87	1,46	16
Jun	0,13 – 1,51	0,73	0,39	12	0,09 – 3,90	2,44	1,06	15
Jul	0,55 – 2,27	1,26	0,68	5	3,14 – 6,21	4,82	1,40	4
Agu	-	-	-	-	0,64	0,64	0,64	1
Sep	0,11 – 6,38	1,00	0,58	4	0,11 – 6,38	4,14	3,50	3
Okt	0,15 – 1,03	0,38	0,33	6	0,15 – 12,15	4,14	4,27	11
Nov	0,06 – 0,22	0,16	0,05	7	0,20 – 1,12	0,45	0,37	8
Des	0,12 – 1,40	0,55	0,37	18	0,279– 5,45	1,40	1,49	11
Jan	0,04 – 0,71	0,22	0,22	11	0,14 – 2,62	1,20	0,71	9
Feb	0,05 – 0,09	0,07	0,02	3	0,09 – 3,71	1,25	0,95	13
Mar	0,08 – 3,13	0,60	0,66	21	3,56 – 8,32	5,58	1,29	19
Apr	0,08 – 0,78	0,43	0,22	16	0,46 – 5,10	3,79	1,29	13



Gambar 5. Komposisi tingkat kematangan gonad ikan beseng-beseng (a) jantan dan (b) betina perbulan di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh tiap lokasi



Gambar 6. Indeks kematangan gonad berdasarkan TKG
 (a) Sungai Pattunuang dan (b) Sungai Batu Puteh pada bulan Mei 2018 hingga April 2019

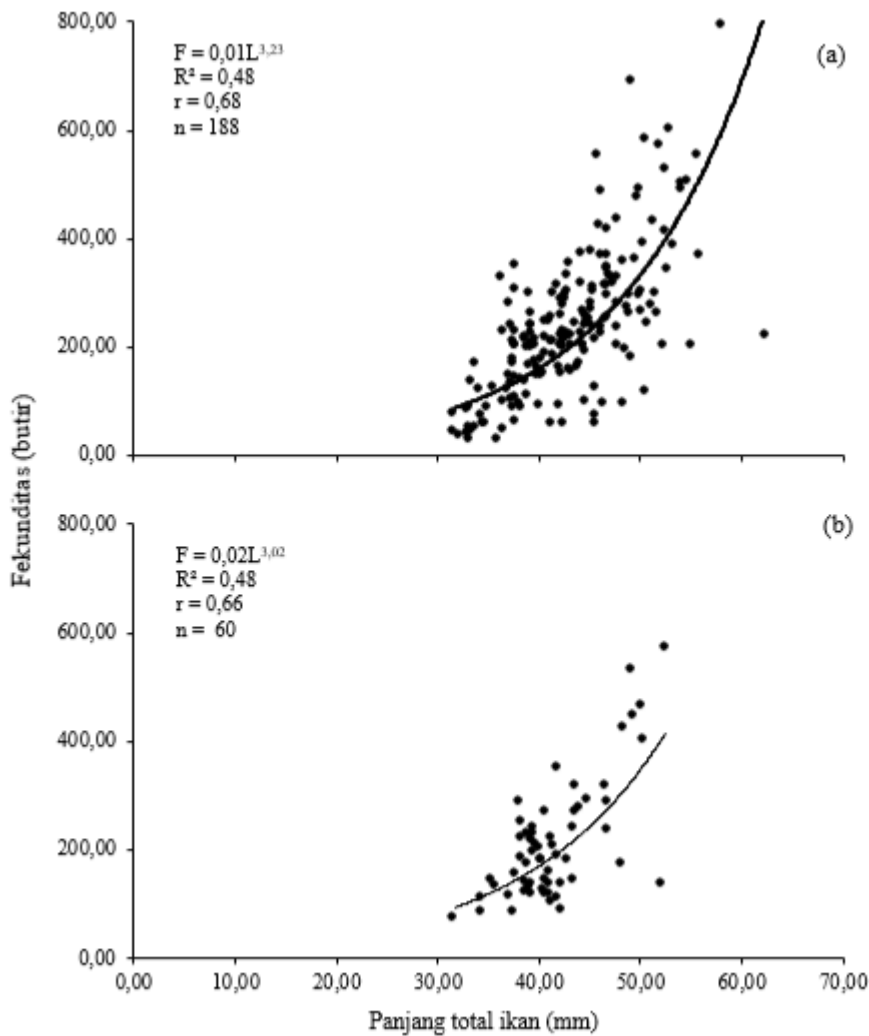
Tabel 5. Kisaran dan rerata fekunditas (butir telur) ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh pada bulan Mei 2018 hingga April 2019

Lokasi	n (ekor)	Kisaran fekunditas (butir)	Rerata fekunditas (butir)
Sungai Pattunuang	202	22 – 795	230 ± 135
TKG III	14	22-170	85 ±42
TKG IV	74	28-601	225 ± 120
TKG V	114	36-795	250 ± 140
Sungai Batu Puteh	78	69-571	207 ± 104
TKG III	18	69-351	186 ± 72
TKG IV	44	86-571	214 ± 107
TKG V	16	74-534	211 ± 125

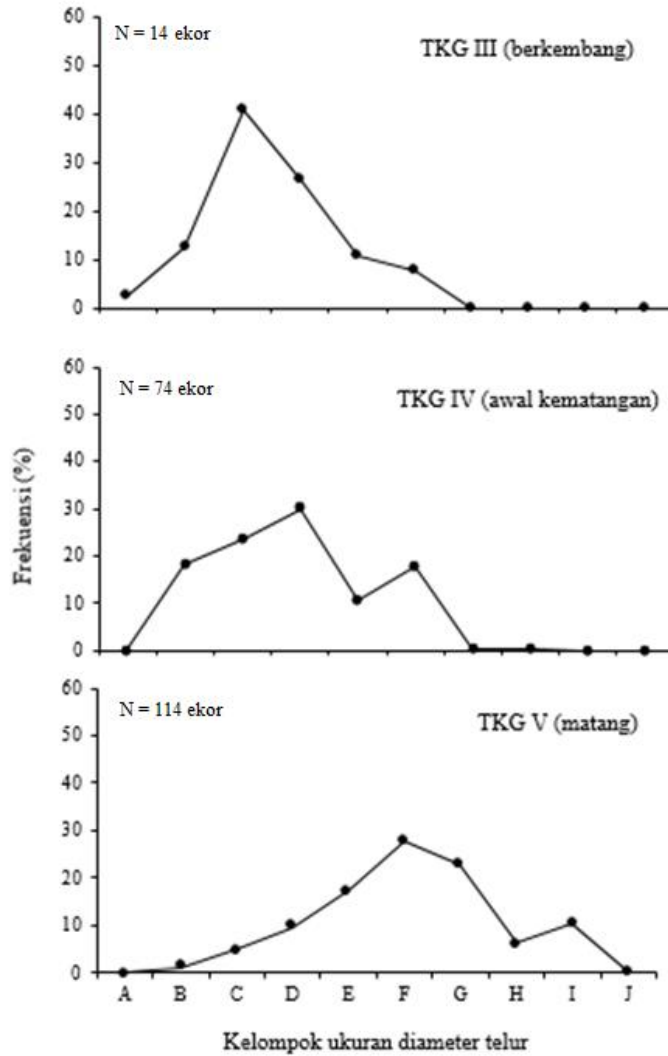
Sb = simpangan baku

Tabel 6. Fekunditas relatif ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh pada bulan Mei 2018 hingga April 2019

Kelompok panjang total (mm)	Sungai Pattunuang			Sungai Batu Puteh		
	n	Kisaran	Rata-rata (butir gram ⁻¹)	n	Kisaran	Rata-rata (butir gram ⁻¹)
30-39	62	60-564	270	24	74-289	167
40-49	100	36-646	266	88	88-534	255
50-59	25	94-418	260	4	138-571	394
60-69	1	250	250	-	-	-
Total	188	60-646	266	60	74-534	283



Gambar 7. Hubungan fekunditas dengan panjang total ikan (a) Sungai Pattunuang dan (b) Sungai Batu Puteh



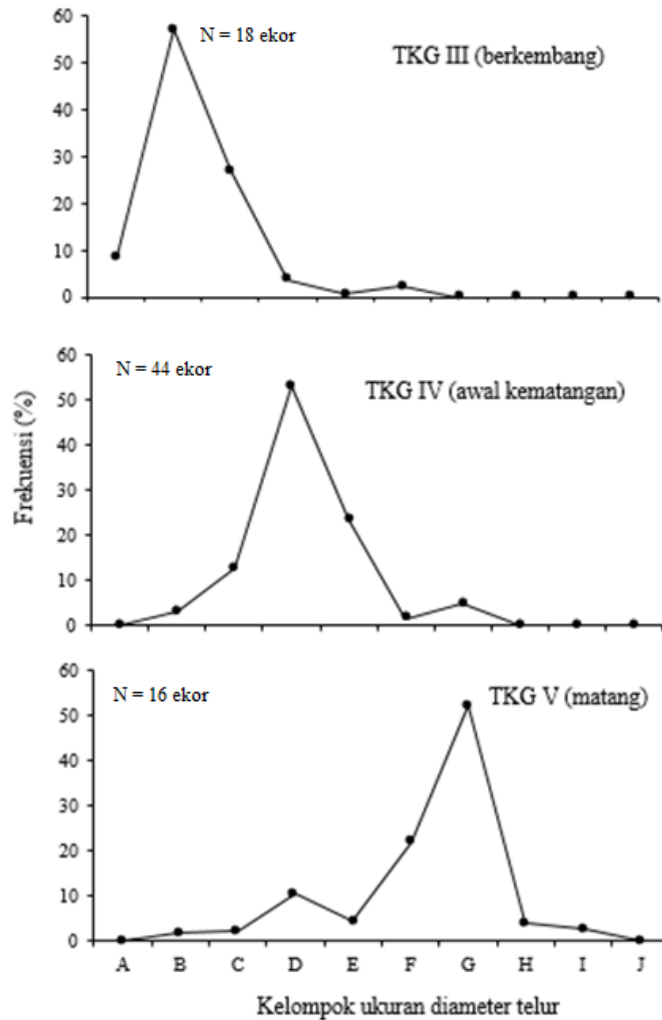
Gambar 8. Sebaran diameter telur ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang
 Keterangan: A (0,01-0,20 mm), B (0,21-0,40 mm), C (0,41-0,60 mm), D (0,61-0,80 mm), E (0,81-1,00 mm)
 F (1,00-1,20 mm), G (1,21-1,40 mm), H (1,41-0,60 mm), I (1,61-1,80 mm), J (1,81-2,00 mm)

Fekunditas

Fekunditas ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang diperoleh dari 202 ekor dan Sungai Batu Puteh diperoleh dari 78 ekor ikan betina pada TKG III, IV, dan V. Kisaran dan rerata berdasarkan lokasi dilihat pada Tabel 5. Hubungan fekunditas dengan panjang total ikan betina yang telah matang gonad pada TKG IV dan V terlihat pada Gambar 7 dengan persamaan: $F = 0,01 L^{3,23}$ di Sungai Pattunuang dan $F = 0,02 L^{3,02}$ di Sungai Batu Puteh. Rata-rata fekunditas relatif berdasarkan kisaran panjang total ikan di setiap lokasi dilihat pada Tabel 6.

Diameter Telur

Sebaran diameter telur ikan dapat dilihat pada Gambar 8 dan 9. Diameter telur ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh berkisar 0,15-2,00 mm dan 0,13-1,75 mm. Diameter telur ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh pada TKG III adalah masing-masing dengan frekuensi tertinggi pada kisaran diameter 0,41-0,60 mm yaitu 40,58% dan kisaran 0,21 – 0,40 mm yaitu 57,21%, pada TKG IV dengan frekuensi tertinggi pada kisaran 0,61-0,80 mm yaitu 29,85% dan 53,32%, dan pada TKG V dengan frekuensi



Gambar 9. Sebaran diameter telur ikan beseng-beseng di Sungai Batu Puteh
 Keterangan: A (0,01-0,20 mm), B (0,21-0,40 mm), C (0,41-0,60 mm), D (0,61-0,80 mm), E (0,81-1,00 mm)
 F (1,00-1,20 mm), G (1,21-1,40 mm), H (1,41-0,60 mm), I (1,61-1,80 mm), J (1,81-2,00 mm)

tertinggi pada kisaran 1,01-1,20 mm yaitu 27,80% dan pada kisaran 1,21-1,40 mm yaitu 52,44%. Hal ini menunjukkan adanya perbedaan kelompok ukuran diameter telur ikan beseng-beseng pada setiap TKG.

Pembahasan

Studi ini adalah yang pertama mengungkap aspek reproduksi ikan di Sungai Batu Puteh karena beberapa studi sebelumnya hanya fokus di Sungai Pattunuang (Andriani 2000, Nasution *et al.* 2006, Kariyanti *et al.* 2014, Andy Omar *et al.* 2014). Studi ini memberikan informasi

perbandingan reproduksi ikan beseng-beseng antara Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh.

Nisbah kelamin

Nisbah kelamin merupakan informasi dasar dalam mengetahui potensi reproduksi (Vicentini & Araiyo 2003, Joshi *et al.* 2014). Keseimbangan jumlah ikan jantan dan betina berpengaruh terhadap rekrutmen. Nisbah kelamin seimbang atau ideal dalam suatu populasi adalah 1:1 (Ball & Rao 1984). Nisbah kelamin ikan beseng-beseng jantan dan betina bervariasi setiap bulan di kedua sungai. Ikan beseng-beseng yang ditemukan di Sungai Pattunuang memiliki

proporsi ikan betina yang lebih banyak daripada ikan jantan. Ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang memiliki nisbah kelamin jantan dan betina dengan total perbandingan 1,00:1,60. Proporsi Ikan beseng-beseng di Sungai Batu Puteh memiliki proporsi ikan betina yang lebih banyak daripada ikan jantan. Nisbah kelamin total ikan beseng-beseng di Sungai Batu Puteh adalah 1,00:1,10. Berdasarkan hasil chi kuadrat ikan beseng-beseng yang ditemukan di Sungai Pattunuang dan Batu Puteh memiliki proporsi ikan betina yang lebih banyak daripada ikan jantan. Nisbah kelamin yang hampir mendekati seimbang ditemukan di Sungai Batu Puteh yaitu 1,00:1,10 yang mengindikasikan kondisi populasi ideal. Kondisi nisbah kelamin yang tidak seimbang (bukan 1:1) di Sungai Pattunuang (1,00:1,60) memiliki konsekuensi terhadap reproduksi yaitu ikan akan mengalami kesulitan dalam mencari pasangan saat pemijahan.

Nisbah kelamin ikan beseng-beseng dipengaruhi oleh tingkah laku ikan yaitu ikan jantan memiliki sifat yang menggerombol di wilayah litoral sehingga memengaruhi variasi nisbah kelamin (Andriani 2000, Hadiaty 2007). Faktor lain yang memengaruhi variasi nisbah kelamin diantaranya adalah kondisi habitat (Nasution *et al.* 2006), ketersediaan makanan (Effendie 2002, Hoare *et al.* 2004, Fryxell *et al.* 2015), dan pertumbuhan (Quarcoopome 2017). Hal yang sama juga terlihat oleh penelitian Andriani (2000) di Sungai Bantimurung, S. Pattunuang, dan S. Makkatoang; Nasution *et al.* (2006) di S. Pattunuang, S. Tompobolo, S. Bantimurung, S. Pangkep, S. Abbalu, S. Rakikang, S. Jenelata; dan Jayadi *et al.* (2016) di S. Bantimurung, S. Sawae, S. Asanae, dan S. Jena.

Kematangan gonad

Tingkat kematangan gonad (TKG) adalah tahapan perkembangan gonad sebelum hingga setelah ikan memijah. Ikan beseng-beseng jantan dan betina memiliki organ reproduksi (gonad) yang menyatu menjadi satu organ sehingga berbentuk tunggal. Ikan pelangi Sulawesi lainnya yang memiliki gonad berbentuk tunggal adalah ikan rainbow selebensis (*Telmatherina celebensis*) di Danau Towuti (Nasution 2005). TKG dapat digunakan untuk menentukan periode pemijahan. Di Sungai Pattunuang ditemukan ikan dengan TKG III, IV, dan V pada setiap bulan, namun tertinggi saat September hingga Desember. Puncak pemijahan ikan ini terjadi pada bulan Oktober. Di Sungai Batu Puteh ditemukan persentase ikan yang matang gonad tertinggi pada bulan Februari hingga Juni. Puncak pemijahan terjadi pada bulan Maret. Terlihat bahwa komposisi TKG di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh bervariasi setiap bulan (Gambar 5). Perbedaan tingginya persentase ikan yang matang gonad di kedua sungai terletak pada bulan yang berbeda yaitu Sungai Pattunuang puncaknya saat bulan Oktober dan Sungai Batu Puteh puncaknya saat bulan Maret, namun populasi ikan beseng-beseng di kedua sungai memijah pada waktu yang sama yaitu pada akhir musim kemarau dan awal musim penghujan. Hal ini juga ditunjukkan pada nilai IKG ikan beseng-beseng (Tabel 3 dan 4) yang menguatkan bahwa ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang dan Batu Puteh memijah pada akhir musim kemarau dan awal musim penghujan.

Berdasarkan tingkat kematangan gonad, nilai IKG ikan beseng-beseng jantan dan betina meningkat sejalan dengan meningkatnya TKG (Gambar 7). Hasil pengamatan IKG menggambarkan bahwa nilai IKG ikan betina

lebih besar dibandingkan dengan nilai IKG ikan jantan. Beberapa spesies ikan endemik yang mempunyai nilai IKG ikan betina lebih besar dibandingkan ikan jantan adalah ikan rainbow selebensis (*Telmatherina celebensis*) di Danau Towuti (Nasution 2005), ikan bonti-bonti (*Paratherina striata*) di Danau Towuti (Nasution *et al.* 2008), ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*) di Danau Sentani (Siby 2009).

Pemijahan

Pemijahan ikan beseng-beseng pada akhir musim kemarau dan awal musim penghujan berhubungan dengan strategi reproduksi. Pada periode tersebut, limpasan air mengisi sungai dengan input nutrisi sehingga memberikan sinyal untuk memulai pemijahan. Pemijahan ikan ini terjadi saat akhir musim kemarau dan awal musim penghujan agar larva berkembang terlebih dahulu. Ikan beseng-beseng memiliki perkembangan sirip dada yang cepat (Jayadi *et al.* 2018) sehingga saat puncak musim penghujan ikan ini mendapatkan keuntungan dalam menghadapi kondisi yang ekstrim. Strategi reproduksi ikan ini juga adalah agar larva mendapatkan suplai makanan (Torres-mejia & Ramirez-Pinilla 2008). Fase yang paling kritis dalam siklus hidup ikan adalah fase larva sehingga setelah proses penetasan, kehidupan larva sepenuhnya bergantung pada sumber makanan atau cadangan energi yang telah disiapkan induknya sebelum akhirnya mendapat makanan dari lingkungan.

Beberapa spesies ikan air tawar endemik lainnya yang memijah saat akhir musim kemarau hingga musim penghujan adalah ikan depik (*Rasbora tawarensis*) di Danau Laut Tawar (Muchlisin *et al.* 2010), *Scizothorax o'connori* di Sungai Yarlung Tsangpo (Ma *et al.* 2010), *Auchenoglanis occidentalis* di Sungai Rima,

North-Western Nigeria (Shinkafi *et al.* 2011), *Puntius denisonii* di Sungai Chandragiri, Valapattannam dan Chaliyar (Solomon *et al.* 2011), ikan rono (*Adrianichthys oophorus*) di Danau Poso (Gundo *et al.* 2016). Umumnya ikan akan memijah saat awal musim penghujan karena berkaitan dengan kondisi lingkungan di perairan alami (Rahardjo *et al.* 2011).

Fekunditas

Fekunditas ikan beseng-beseng di Sungai Pattunuang dan Batu Puteh berturut-turut adalah 22-795 butir telur dan 69-571 butir telur. Hal ini mengindikasikan fekunditas ikan di Sungai Pattunuang lebih besar dibandingkan di Sungai Batu Puteh. Perbedaan fekunditas tersebut dipengaruhi oleh komposisi ukuran ikan yang tertangkap (Morrongiello *et al.* 2012, Jan & Jan 2017). Ikan-ikan di Sungai Pattunuang umumnya memiliki ukuran lebih besar dan kondisi penangkapan lebih tinggi daripada ikan di Sungai Batu Puteh. Ikan yang memiliki ancaman kondisi lingkungan maka jumlah telur akan semakin banyak sebagai strategi untuk mempertahankan populasinya di alam.

Ikan beseng-beseng memiliki fekunditas yang bervariasi. Beberapa peneliti sebelumnya menemukan fekunditas ikan beseng-beseng di beberapa sungai di Sulawesi Selatan oleh Andriani (2000) fekunditas berkisar 76 – 307 butir di Sungai Pattunuang, Bantimurung, dan Makkatoang, Nasution *et al.* (2006) berkisar 88 – 910 butir di Sungai Pattunuang, Tombolo, Bantimurung, Pangkep, Abbalu, Rakikang, dan Jenelata, Jayadi *et al.* (2016) berkisar 98 – 978 butir di Sungai Bantimurung, Sawae, Asanae, dan Jenae.

Berdasarkan fekunditas yang diperoleh, ikan beseng-beseng memiliki fekunditas yang lebih sedikit dibandingkan spesies ikan dari famili

yang sama (Telmatherinidae) seperti ikan rainbow selebensis (*Telmatherina celebensis*) berkisar 185 – 1.448 butir telur (Nasution 2005) dan ikan bonti-bonti (*Paratherina striata*) berkisar 818 – 6.051 butir telur (Nasution *et al.* 2008). Perbedaan fekunditas juga dipengaruhi oleh beberapa faktor lain seperti umur, kondisi lingkungan yang berkaitan dengan ketersediaan makanan, suhu, dan musim (Nasution 2005, Rahardjo *et al.* 2011), letak geografis dan waktu (Hossain *et al.* 2012, Wagle 2014).

Hubungan fekunditas dan panjang total ikan tidak jauh berbeda secara signifikan ditunjukkan pada Gambar 7. Hubungan antara fekunditas dan panjang total ikan di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh masing-masing adalah $F = 0,01 L^{3,23}$ ($R^2 = 0,48$) dan $F = 0,02 L^{3,02}$ ($R^2 = 0,48$). Fekunditas meningkat dengan bertambahnya panjang ikan, tetapi hubungan fekunditas dan panjang ikan lemah yang ditunjukkan oleh nilai R^2 yang rendah.

Tipe Pemijahan

Tipe pemijahan dapat diketahui berdasarkan sebaran diameter telur (Gambar 8 dan 9). Terlihat bahwa sebaran diameter telur hanya ada satu puncak (modus). Berdasarkan sebaran diameter telur, ikan beseng-beseng termasuk dalam kelompok ikan yang memijah dengan mengeluarkan telur secara serempak dan termasuk ikan iteroparous. Ikan iteroparous yaitu kelompok ikan yang memijah beberapa kali selama hidupnya (Sjafei *et al.* 2008). Telur yang masih tersisa akan berkembang dan dikeluarkan saat melakukan pemijahan pada musim pemijahan berikutnya. Ukuran diameter telur ikan di Sungai Pattunuang (berkisar 0,15-2,00 mm) lebih besar dibanding di Sungai Batu Puteh (0,13-1,75 mm). Ukuran telur yang besar memiliki kuning telur yang besar pula sehingga larva ikan yang

menetas akan memiliki ukuran yang lebih besar. Ikan-ikan dengan ukuran lebih besar memiliki laju sintasan yang lebih tinggi. Hal ini merupakan strategi reproduksi untuk menghadapi kondisi lingkungan yang terancam terutama di Sungai Pattunuang yang memiliki tekanan penangkapan yang tinggi. Pola serupa juga ditemukan pada ikan air tawar endemik lainnya seperti ikan depik *Rasbora tawarensis* di Danau Laut Tawar Aceh (Muchlisin *et al.* 2010) dan ikan lais *Ompok miostoma* di Daerah Aliran Sungai Mahakam Kalimantan Timur (Jusmaldi *et al.* 2017),

Berdasarkan hasil penelitian ini, untuk pengelolaan sumber daya ikan beseng-beseng secara berkelanjutan maka disarankan untuk dilakukan pembatasan penangkapan pada saat memasuki musim pemijahan. Pembatasan penangkapan dilakukan pada ikan jantan. Nisbah kelamin ikan beseng-beseng di alam mengalami ketidakseimbangan yaitu ikan betina lebih banyak daripada ikan jantan (bukan 1:1) namun justru ikan jantan menjadi target tangkapan untuk ikan hias, sehingga ketika dilakukan eksploitasi ikan jantan saat memasuki musim pemijahan maka perkawinan tidak akan berlangsung. Pengelolaan ikan beseng-beseng dapat dilakukan dengan menjaga kondisi habitat yaitu penerapan konservasi *in situ* di kedua sungai sebagai daerah perlindungan ikan (reservat).

Simpulan

Nisbah kelamin ikan beseng-beseng jantan dan betina tidak seimbang, ada kecenderungan ikan betina lebih banyak daripada ikan jantan. Ikan beseng-beseng jantan dan betina memijah pada akhir musim kemarau dan awal musim penghujan. Fekunditas ikan di Sungai Pattunuang dan Batu Puteh masing-masing adalah berkisar 22-795 butir dan 69-571 butir. Beberapa tindakan

pengelolaan sumber daya ikan beseng-beseng yang dapat dilakukan diantaranya yaitu pembatasan penangkapan pada saat memasuki musim pemijahan khususnya ikan jantan dan penerapan konservasi *in situ* kedua sungai sebagai daerah perlindungan ikan (reservat).

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Muhammad Nur, S.Pi, M.Si, Chichilia Qaila Azzahrah R S.Pi, Rizky Darmawan, dan Stephan Christo atas bantuan yang diberikan selama penelitian ini berlangsung.

Daftar pustaka

- Andriani I. 2000. Bioekologi, morfologi, kariotip dan reproduksi ikan hias rainbow Sulawesi (*Telmatherina ladigesii*) di Sungai Maros, Sulawesi Selatan. [Tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Andy Omar SB, Kariyanti, Tresnati J, Umar MT, Kune S. 2014. Nisbah kelamin dan ukuran pertama kali matang gonad ikan endemik beseng-beseng *Marosatherina ladigesii* Ahl, 1936 di Sungai Bantimurung dan Sungai Pattunuang Asue, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Seminar Nasional Tahunan XI Hasil Penelitian Perikanan dan Kelautan*; 2014 Agustus 30; Yogyakarta, Indonesia. Yogyakarta (ID). hlm 237-243.
- Ball DV dan Rao KV. 1984. *Marine Fisheries*. McGraww-Hill Publishing Company Ltd. New Delhi. 470 p.
- Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 hlm.
- Fryxell DC, Arnett HA, Apgar TM, Kinnison MT, Palkovacs EP. 2015. Sex ratio variation shapes the ecological effects of globally introduced freshwater fish. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences*, 282(1817):1-8.
- Gundo MT, Rahardjo MF, Lumbanbatu DTF, Hadie W. 2016. Reproductive characteristic of female egg-carrying bunting, *Xenopoecilus oophorus*, an endemic fish to Lake Poso in Central Sulawesi. *Makara Journal of Science*, 20(2):88-94.
- Hadiaty RK. 2007. Kajian ilmiah ikan pelangi (*Marosatherina ladigesii* Ahl 1936) Fauna Endemik Sulawesi. *Berita Biologi*, 8(6): 473-479.
- Hadiaty RK. 2018. Status taksonomi iktiofauna endemik perairan tawar Sulawesi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 175-190.
- Hoare DJ, Couzin ID, Godin GJ, Krause J. 2004. Nontax-dependent group size choice in fish. *Animal Behaviour*, 67(1): 155-164.
- Hossain MDY, Rahman MDM, Abdallah EM. 2012. Relationships between body size, weight, condition and fecundity of the threatened *Puntius ticto* (Hamilton, 1822) in the Ganges River, Northwestern Bangladesh. *Sains Malaysiana*, 41(7): 803-814.
- Jan M, Jan N. 2017. Studies on the fecundity (F), gonadosomatic index (GSI) and hepatosomatic index (HIS) of *Salmo trutta fario* (Brown trout) at Kokernag trout fish farm, Anantnag, Jammu and Kashmir. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(6): 170-173.
- Jayadi, Hadijah St, Harlina, Rustam dan Nursahran. 2018. Embryonic and larvae of endemic celebes rainbow fish *Marosatherina ladigesii* (Atherinidormes: Telmatherinidae). *Pakistan Journal of Biological Sciences*, 21(2): 78-86.
- Jayadi, Hadijah St, Tang B, Husma A. 2016. Biologi reproduksi ikan beseng-beseng (*Marosatherina ladigesii* Ahl, 1936) di beberapa sungai di Sulawesi Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2): 185-198.
- Joshi A, Kumar P, Kujwal SS, Bahuguna P. 2014. Sex ratio of *Noemacheilus montanus* (McClelland) from Pithoragarh district, Uttarakhand, India. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 3(12):761-767.
- Jusmaldi, Solihin DD, Affandi R, Rahardjo MF, Gustiano R. 2017. Kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan lais, *Ompok miostoma* (Vaillant, 1902) di Daerah Aliran Sungai Mahakam Kalimantan Timur). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(2): 202-213.
- Kariyanti, Andy Omar SB, Tresnati J. 2014. Analisis fekunditas dan diameter telur ikan beseng-beseng (*Marosatherina ladigesii* Ahl, 1936) di Sungai Pattunuang Asue dan Sungai Bantimurung, Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan. *Simposium Nasional I Kelautan dan Perikanan*; 2014 Mei 3;

- Makassar, Indonesia. Makassar (ID). hlm 1-11.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN dan Wirjoatmo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions Protek EMDI. Jakarta (ID). hlm 377.
- Ma BS, Xie CX, Huo B, Yang XF, Huang HP. 2010. Age and growth of a long-lived fish *Schizothorax o'connori* in yje Yarlung Tsangpo River, Tibet. *Zoological Studies*, 49(6): 749-759.
- Miesen FW, Droppelmann F, Hullen S, Hadiaty RK, Herder F. 2016. An annotated checklist of the inland fishes of Sulawesi. *Bonn Zoological Bulletin*, 64(2): 77-106.
- Morrongiello JR, Bond NR, Crook DA, Wong BBM. 2012. Spatial variation in egg size and egg number reflects trade-offs and bet-hedging in a freshwater fish. *Journal of Animal Ecology*, 81(4):806-817.
- Muchlisin ZA, Musman M, Azizah MNS. 2010. Spawning seasons of *Rasbora tawarensis* (Pisces: Cyprinidae) in Lakr Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia. *Reproductive Biology and Endocrinology*, 8(1): 1-8.
- Myers N, Mittermeier RA, Mittermeier CG, da Fonseca GAB, Kent J. 2000. Biodiversity hotspots for conservation priorities. *Nature*, 403(6772): 853-858.
- Nasution SH. 2005. Karakteristik reproduksi ikan endemik rainbow selebensis (*Telmatherina celebensis* Boulenger) di Danau Towuti. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 11(2):29-37.
- Nasution SH, Said DS, Lukman, Triyanto, dan Fauzi H. 2006. Aspek reproduksi ikan beseng-beseng (*Telmatherina ladigesii* Ahl) dari berbagai sungai di Sulawesi Selatan. In: Rahardjo MF, Simanjuntak CPH, Zahid A(ed). *Prosiding Seminar Nasional Ikan IV*. 29-30 Agustus 2006. Jatiluhur; Indonesia. Jatiluhur (ID). Masyarakat Iktiologi Indonesia. hlm 83-93.
- Nasution SH, Muschsin I, Sulistiono, Soedharma D, Wirjoatmodjo S. 2008. Potensi rekrut ikan endemik bonti-bonti (*Paratherina striata* Aurich) di Danau Towuti, Sulawesi Selatan. *Prosiding Seminar Nasional Ikan V*. 289-301.
- Parenti LR. 2011. Endemism and conservation of the native freshwater fish fauna of Sulawesi, Indonesia. In: Simanjuntak CPH, Zahid A, Rahardjo MF, Hadiaty KH, Krismono, Haryono, Tjakrawidjaja AH. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI & Kongres Masyarakat Iktiologi III.9* Mei 2014; Cibinong, Indonesia. Cibinong (ID). hlm 1-10.
- Quarcoopome T. 2017. Length-weight relationship, condition factor and sex ratio of two chrysichthys species (Pisces: Claroteidae) of socio-economic importance from Kpong Reservoir in Ghana. *Ghana Journal of Science*, 57(2):13-22.
- Rahardjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono, Hutabarat J. 2011. *Iktiologi*. Lubuk Agung. Bandung. 395 hal.
- Said DS. 2017. Penjinakkan sang pelangi. *Warta Iktiologi*, 1(2): 1-6.
- Shinkafi BA, Ipinjolu JK, Hassan WA. 2011. Gonad maturation stages of *Auchenoglanis occidentalis* (Valenciennes 1840) in River Rima, North-Western Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, 6(3): 236-246.
- Siby LS, Rahardjo MF, Sjafei DS. 2009. Biologi reproduksi ikan pelangi merah (*Glossolepis incisus*, Weber 1907) di Danau Sentani. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1): 49-61.
- Sjafei DS, Simanjuntak CPH, Rahardjo MF. 2008. Perkembangan kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan selais (*Ompok hypophthalmus*) di rawa banjiran Sungai Kampar Kiri, Riau. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(2): 93-100.
- Solomon S, Ramprasanth MR, Baby F, Pereira B, Tharian J, Ali A, Raghan R. 2011. Reproductive biology of *Puntius denisonii*, an endemic and threatened aquarium fish of the Western Gahts and its implications for conservation. *Journal of Threatened Taxa*, 3(9): 2071-2077.
- Torres-mejia M, Ramirez-pinilla MP. 2008. Dry-season breeding of a Characin in a neotropical mountain river. *Copeia*, (1): 99-104.
- Vicentini RN, Araujo FG. 2003. Sex ratio and size structure of *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) (Perciformes, Sciaenidae) in Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 63(4): 559-566.

Wagle SK. 2014. Studies on gonadosomatic index, fecundity and hatchability of domestication stock of Asala *Schizothorax richardsonii* (Gray) from Nallu River of Lalitpur District. *Our Nature*, 12(1): 19-27.

Whitten AJ, Bihop KD, Nash SV dan Clayton L. 1987. One or more extinctions from Sulawesi Indonesia. *Journal Conservation Biology*, 1(1): 42-48.

Morphometric and meristic characteristics of an endemic *Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860 in the rivers of Maros and Walanae Cenranae Watersheds

[Karakteristik Morfometrik dan Meristik Ikan Endemik, *Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860 pada Sungai-Sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros dan DAS Walanae Cenranae]

Muhammad Nur^{1,2}, M.Fadjar Rahardjo³, Charles P.H Simanjuntak³, Djumanto⁴, Krismono⁵

¹) Doctoral Program, Graduated School of Aquatic Resources Management, IPB University
Jl. Lingkar Kampus IPB, Bogor 16680

²) Department of Fisheries, Sulawesi Barat University
Jl. Prof Baharuddin Lopa, Majene, West Sulawesi 91412

³) Department of Aquatic Resources Management, IPB University
Jl. Lingkar Kampus IPB, Bogor 16680

⁴) Department of Fisheries, Faculty of Agriculture, Gadjah Mada University
Jl. Flora Gedung 4A, Bulaksumur Yogyakarta 55281

⁵) Research Center for Recovery of Fish Resources, Ministry of Marine Affairs and Fisheries
Jl. Cilalawi, Jatiluhur, Purwakarta, West Java 41152

muhammadnur@unsulbar.ac.id, mf_rahardjo@yahoo.com, charles_phs@apps.ipb.ac.id, lely4192@yahoo.com krismono2006@yahoo.com

Diterima: 2 April 2020; Disetujui: 9 Juni 2020

Abstract

Pirik (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860) is one of endemic fishes in Sulawesi. Morphometric and meristic information of Pirik population in various habitats are unknown. The present study aimed to determine the morphometric and meristic variations of Pirik in Maros and Walanae Cenranae Watersheds. Sampling collection was carried out monthly from May 2018 to April 2019 in the Maros watershed, namely Pattunuang River (M1), Bantimurung River (M2), Pucak River (M3); and in Walanae Cenranae watershed particularly in Camba River (W1), Sanrego River (W2), and Ompo River (W3). Morphometric measurements consisted of 31 characters and meristic measurements consisted of 10 characters. Morphometric data was standardized by dividing all morphometric characters by standard length (SL). Analysis of variance (ANOVA) and discriminant analysis (Discriminant Function Analysis) were applied for data analysis. The results showed that the Pirik taken from rivers in the Maros and Walanae Cenranae watershed are two different population groups. There are 12 distinguishing morphometric features for Pirik of the Maros and Walanae Cenranae watershed, i.e. TL (total length), SL (standard length), BDdSA (body depth-dorsal fin origin), HL (head length), JIup (upper-jaw length), PAfL (pre-anal fin length), ABL (Anal fin base length), PeIRL (pelvic ray length), AFRL (anal fin ray length), CPL (caudal peduncle length), CLLup (upper caudal lobe length) and CLLmid (mid-caudal length). There is no significant difference of meristic characters of Pirik obtained from the Maros and Walanae Cenranae watersheds.

Keywords: morphometric, meristic, *Lagusia micracanthus*, Maros and Walanae Cenranae Watershed

Abstrak

Ikan pirik (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860) merupakan ikan endemik Sulawesi. Informasi morfometrik dan meristik untuk mengungkap perbedaan antar populasi *L. micracanthus* pada berbagai habitat belum pernah dilakukan. Penelitian ini bertujuan menganalisis perbedaan morfometrik dan meristik ikan pirik di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros dan DAS Walanae Cenranae. Manfaat penelitian ini adalah sebagai dasar dalam penentuan strategi konservasi dan pengelolaan ikan pirik secara berkelanjutan. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Mei 2018 hingga April 2019, di DAS Maros yang meliputi Sungai Pattunuang (M1), S.Bantimurung (M2), S.Pucak (M3) dan DAS Walanae Cenranae, yang meliputi S.Camba (W1), S.Sanrego (W2) dan S.Ompo (W3). Pengukuran morfometrik terdiri atas 31 karakter dan penghitungan meristik terdiri atas 10 karakter. Data morfometrik dibakukan dengan membagi semua karakter morfometrik dengan panjang standar (SL). Analisis data menggunakan analisis varian (ANOVA) dan analisis diskriminan (*Discriminant Function Analysis*). Hasil analisis menunjukkan bahwa ikan pirik yang berasal dari sungai-sungai di DAS Maros dan DAS Walanae Cenranae merupakan dua kelompok populasi yang berbeda. Terdapat 12 karakter morfometrik yang menjadi penciri ikan pirik sungai-sungai di DAS Maros dan di DAS Walanae Cenranae yaitu TL (panjang total), SL (panjang baku), BDdSA (tinggi badan dari sirip punggung), HL (panjang kepala), JIup (panjang rahang atas), PAfL (panjang sebelum sirip anal), ABL (panjang dasar sirip anal), PeIRL (panjang sirip perut), AFRL (panjang jari-jari lemah sirip anal), CPL (panjang batang ekor), CLLup (panjang lobus ekor bagian atas), CLLmid (panjang tengah ekor). Karakter meristik antara ikan pirik di DAS Maros dan Walanae Cenranae tidak memiliki perbedaan yang nyata.

Kata penting: morfometrik, meristik, *Lagusia micracanthus*, DAS Maros, DAS Walanae Cenranae

Introduction

Pirik (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860) is one of the endemic fish species in Sulawesi (Vari 1978; Kottelat *et al.* 1993; Parenti 2011; Omar 2012; Vari & Hadiaty 2012; Hadiaty 2018). This fish previously known as *Datnia micracanthus*, was first described in 1860 by Bleeker in the Lagusi River with a very limited sample number, three specimens only (Vari & Hadiaty 2012). The scientific name of the Pirik was revised from *Datnia micracanthus* to *Lagusia micracanthus* based on phylogenetic analysis of fish from the Terapontidae family (Vari 1978). Many studies about Pirik *L. micracanthus* have documented the in the past 15 decades. Nonetheless, the sample size used in those studies was very small which leading to inadequate information on other aspects of the *L. micracanthus* species (Vari & Hadiaty 2012).

Morphometric refer to quantitative analysis of fish body size, while meristic is features related to the number of fish body parts. Studies on morphometric and meristic have been carried out on various fish species due to its benefits including identification of fish species (Muchlisin 2013; Ukenye *et al.* 2019), fish populations differences (Palma & Andrade 2002; Ahammad *et al.* 2018), migratory fish (Giducus *et al.* 2015), the male and female fish characteristics (Nath & Kundu, 2017) and fish stock assessment (Turan *et al.* 2004; Mojekwu & Anumudu 2015; Siddik *et al.* 2016). Morphometric and meristic currently become one of the most widely used information in fisheries management and conservation (Turan *et al.* 2005)

Studies on morphometric and meristic of *L. micracanthus* Pirik in various habitats have not been done yet. The basic morphometric and meristic information of *L. micracanthus* already

been conducted (Vari & Hadiaty 2012). However, the study was conducted in limited location. The present study aims to analyze the morphometric and meristic characteristics of *L. micracanthus* population from two different region in South Sulawesi, namely Maros and Walanae Cenranae watersheds. The information obtained from this study is expected to be useful in determining conservation strategies and sustainable management model of Pirik.

Materials and methods

Study sites

Fish sampling was conducted monthly from May 2018 to April 2019. Fish sampling was carried out at six locations, which consisted of three rivers in the Maros watershed, i.e. Pattunung River (M1), Bantimurung River (M2) and Pucak River (M3) and three rivers in the Walanae Cenranae watershed namely Camba River (W1), Sanrego River (W2) and Ompo River (W3) (Figure 1).

Sampling collection

Sampling was carried out using a backpack electrofishing unit (12 V & 9 A). Backpack electrofishing unit was operated in a zig-zag manner, against the current and operated for 200 m, for 30 minutes. The fish caught was preserved in a 1000 ml containing a 10% formalin solution. The samples were labeled based on the location, station and collection dates. After 24 hours, the fish specimens were rinsed with running water and transferred to containers containing 70% alcohol and then ready to be analyzed.

Morphometric measurements and meristic counts

Morphometric measurement and meristic counting of pirik (*L. micracanthus*) were carried out on 180 specimens, consisting of 90 specimens originating from the Maros watershed

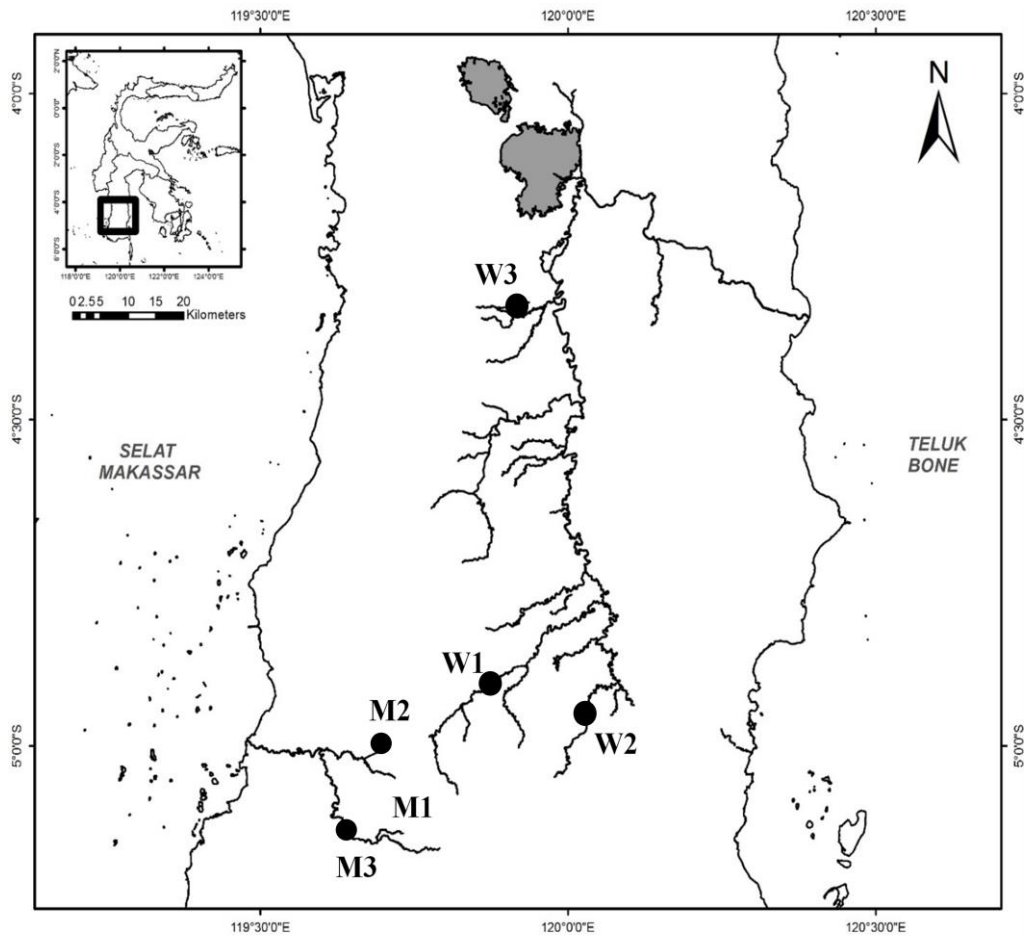


Figure 1. Map of sampling sites in two watersheds (the Maros Watershed and the Walanae Cenranae Watershed).

Annotation: M1 Pattunuang River, M2 Bantimurung River, M3 Pucak River, W1 Camba River, W2 Sanrego River, W3 Ompo River

(i.e. 30 individuals from M1 Patunuang R., 30 individuals from M2. Bantimurung R. and 30 individuals from Pucak R.) and the other 90 specimens were from the Walanae Cenranae watershed (i.e. 30 individuals from W1 Camba R., 30 individuals from W2 Sanrego R. and 30 specimens from W3 Ompo R.). Morphometric measurement was carried out using 0.01 mm of digital calipers and meristic calculation was performed with the aid of a magnifying glass.

Morphometric character measurements and meristic counts refer to Vari (1978), Vari &

Hutchins (1978), and Shelley *et al.* (2017) who conducted morphometric and meristic studies on freshwater Terapontid fishes. Additional calculations and other measurements refer to Hubbs & Lagler (1974). In order to make comparisons, abbreviations were used to describe the character of the measurement. Morphometric measurements consisted of 31 characters (Figure 2 & Table 1) and meristic counts consisted of 10 characters (Figure 3 and Table 2).

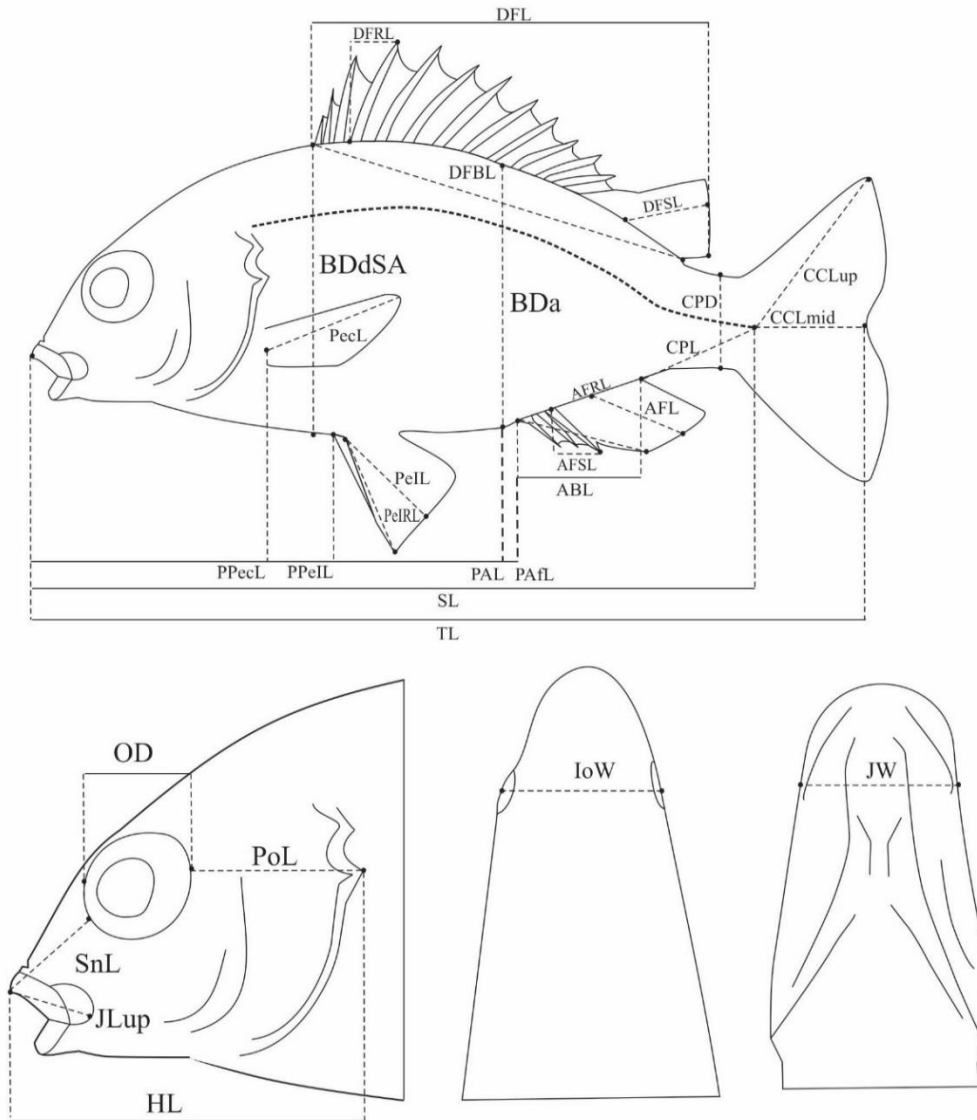


Figure 2. Morphometric characters of Pirik (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860).

Annotation: TL (Total length), SL (Standard length), ABL (Anal fin base length), AFL (Anal fin length), AFRL (Anal fin ray length), AFSL (Anal fin spine length), Bda (Body depth-anal fin origin), BDdSA (Body depth-dorsal fin origin), CLLmid (Mid-caudal length), CLLup (Upper caudal lobe length), CPD (Caudal peduncle depth), CPL (Caudal peduncle length), DFBL (Dorsal fin base length), DFL (Dorsal fin length), DFRL (Dorsal fin ray length), DFSL (Dorsal fin spine length), HL (Head length), IoW (Interorbital width), JW (Jaw width), OD (Orbital diameter), PAL (Pre-anus length), PAfL (Pre-anal fin length), PDFL (Pre-dorsal fin length), PeL (Pelvic fin length), PeiRL (Pelvic ray length), PecL (Pectoral fin length), PoL (Postorbital length), PpEcL (Pre-pectoral fin length), PpEiL (Pre-pelvic fin length), PelSL, (Pelvic spine length), SnL (Snout length), JLuP (Upper-jaw length).

Table 1 Description of morphometric characters

Code	Character	Description
TL	Total length	The length from the tip of the snout to the tip of the tail
SL	Standard length	The length from the tip of the snout to the base of the hypural plate
ABL	Anal fin base length	The distance from the base of the first anal fin spine to the posterior base of the last anal ray
AFL	Anal fin length	The distance from the base of the first anal fin spine to the posterior-most margin of the anal fin
AFRL	Anal fin ray length	The length of the longest anal fin ray, from its base to its tip
AFSL	Anal fin spine length	The length of the longest anal fin spine, from its base to its tip
BDA	Body depth-anal fin origin	The vertical distance from the base of the anal fin to the edge of the dorsal body margin
BDdSA	Body depth-dorsal fin origin	The length of the longest anal fin spine, from its base to its tip
CLLmid	Mid-caudal length	The distance from the base of the caudal fin (hypural plate) to the midpoint of the caudal fin's outer margin.
CLLup	Upper caudal lobe length	The distance from base of the caudal fin (hypural plate) to the outer-most margin of the upper caudal fin
CPD	Caudal peduncle depth	The vertical distance from the dorsal margin to the ventral margin, at the narrowest point on the caudal peduncle
CPL	Caudal peduncle length	The distance between the posterior end of the anal fin base to the base of the caudal fin
DFBL	Dorsal fin base length	The distance from the base of the first dorsal fin spine to the posterior base of the last dorsal ray
DFL	Dorsal fin length	The distance from the base of the first dorsal fin spine to the posteriormost margin of the dorsal fin
DFRL	Dorsal fin ray length	The length of the longest dorsal fin ray, from its base to its tip
DFSL	Dorsal fin spine length	The length of the longest dorsal fin spine, from its base to its tip
HL	Head length	The distance from the tip of the snout to the most posterior point of the opercular margin
IoW	Interorbital width	The shortest distance between the edges of the orbits
JW	Jaw width	The distance between the posterior margins of the jaw
OD	Orbital diameter	The horizontal diameter of the orbit
PAL	Pre-anus length	The distance from the tip of the snout to the anterior edge of the anus
PAfL	Pre-anal fin length	The distance from the tip of the snout to the base of the anal fin

Table 1 (continued) Description of morphometric characters

Code	Character	Description
PDFL	Pre-dorsal fin length	The distance from the tip of the snout to the base of the dorsal fin
PelL	Pelvic fin length	The distance from the base of the pelvic fin spine to the posterior-most margin of the pelvic fin
PelRL	Pelvic ray length	The length of the longest pelvic fin ray, from its base to its tip
PecL	Pectoral fin length	The distance from the anterior base of the pectoral fin to the posterior-most margin of the pectoral fin
PoL	Postorbital length	The distance from the posterior edge of the orbit to the posterioro percular margin
PPeL	Pre-pelvic fin length	The distance from the tip of the snout to the base of the pelvic fin
PPeL	Pre-pectoral fin length	The distance from the tip of the snout to the base of the pectoral fin
PelSL	Pelvic spine length	The length of the pelvic fin spine, from its base to its tip
SnL	Snout length	The distance from the anterior edge of the orbit to the tip of the snout
Jlup	Upper-jaw length	The length from the tip of the snout to the base of the hypural plate

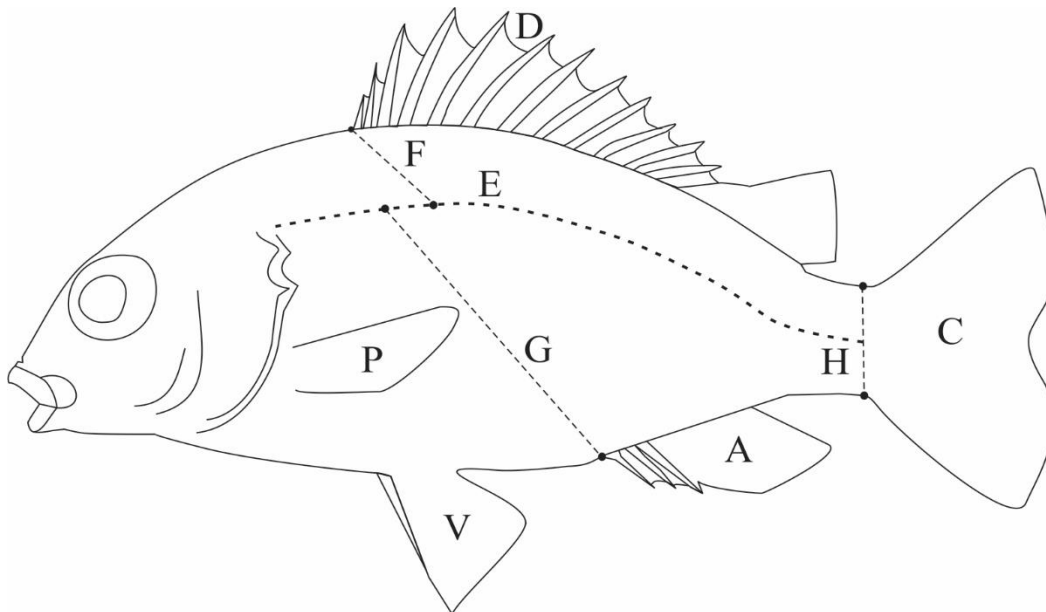


Figure 3. Meristic characters of Pirik (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860).

Annotation : Dorsal fin spines and rays (D), Anal fin spines and rays (A), Caudal fin spines and rays (C), Ventral fin spines and rays (V), Pectoral fin spines and rays (P), Lateral line scale (E), Scale above lateral line (F), Scale below lateral line (G), Scale on the caudal peduncle (H).

Table 2 Description of meristic characters

Code	Character	Description
D	Dorsal fin spines and rays	The number of dorsal fin spines and rays
A	Anal fin spines and rays	The number of anal fin spines and rays
C	Caudal fin spines and rays	The number of caudal fin spines and rays
V	Ventral fin spines and rays	The number of ventral fin spines and rays
P	Pectoral fin spines and rays	The number of pectoral fin spines and rays
E	Lateral line scale	The number of scale rows from the lateral line to the anal fin origin
F	Scale above lateral line	The number of scale above lateral line
G	Scale below lateral line	The number of scale below lateral line
H	Scale on the caudal peduncle	The number of scale on the caudal peduncle

Data analysis

Morphometric data of specimens was standardized by dividing all morphometric characters with standard length (SL). The One-way ANOVA analysis of morphometric and meristic were applied for statistical analysis. Furthermore, fish morphometric and meristic were distinguished using Discriminant Function Analysis. Making dendrogram using expensive cluster analysis' distances that described the separation and relationship between the populations of fish being compared. Data analysis was carried out using SPSS (Statistical Program for Social Science) software version 26.0.

Results

The Table 3 illustrates that a total of 31 morphometric characters was tested, and 27 morphometric characters were significantly different ($P < 0.05$) between Pirik population in Maros and Walanae Cenranae Watershed including TL (total length), SL (standard length), ABL (anal fin base length), AFL (anal fin length), AFRL (anal fin ray length), Bda (body depth-anal fin origin), BDdSA (body depth-dorsal fin origin), CLLmid (mid-caudal length), CLLup (upper caudal lobe length), CPD (caudal peduncle depth), CPL (caudal peduncle length), DFBL

(dorsal fin base length), DFL (dorsal fin length), DFRL (dorsal fin ray length), DFSL (Dorsal fin spine length), HL (head length), JW (jaw width), PAL (pre-anus length), PafL (pre-anal fin length), PDFL (pre-dorsal fin length), PelRL (pelvic ray length), PecL (pectoral fin length), PoL (postorbital length), PpelL (pre-pelvic fin length), PpecL (pre-pectoral fin length), PelSL, (pelvic ray length) and JIup (upper-jaw length). There were four characters that were not significantly different between two pirik population, namely AFSL (anal fin spine length), OD (orbital diameter), SnL (snout length) and IoW (interorbital width).

Stepwise analysis was carried out to determine the morphometric characteristics that characterize two populations of Pirik in Maros and Walanae Cenranae watersheds (Table 4). The results showed that there are 12 morphometric characters that characterize or differentiate groups of Pirik in Maros and Walanae Cenranae watersheds, for instances BDdSA (body depth-dorsal fin origin), PelRL (pelvic ray length), CLLup (upper caudal lobe length), SL (standard length), AFRL (anal fin ray length), JIup (upper-jaw length), CPL (caudal peduncle length), PafL (pre-anal fin length), TL (total length), ABL (Anal fin base length), HL (head length) and CLLmid (mid-caudal length).

Table 3. Descriptive statistics of morphometric measurements of Pirik fish (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860)

Character	Maros Watershed			Wallanae Cenrana Watershed			Wilks' Lambda	Significance
	M1	M2	M3	W1	W2	W3		
TL	71.08±29.42 ^a	71.75±16.5 ^a	71.24±16.31 ^a	77.51±11.32 ^b	74.53±11.26 ^b	65.92±9.22 ^b	0.924	0.016*
SL	59.14±26.67 ^a	58.61±12.73 ^a	56.93±12.11 ^a	61.92±9.87 ^b	58.74±8.85 ^b	53.14±7.41 ^b	0.921	0.013*
ABL	10.57±4.54 ^a	11.27±2.22 ^a	11.05±2.68 ^a	10.12±1.62 ^b	9.58±2.32 ^b	8.8±1.48 ^b	0.655	0.000*
AFL	13.96±5.53 ^a	14.48±3.34 ^a	13.73±3.78 ^a	13.83±2.44 ^b	12.25±2.51 ^b	10.65±1.95 ^b	0.628	0.000*
AFRL	9.55±3.47 ^a	10.08±1.98 ^a	10.17±2.26 ^a	8.69±1.60 ^b	8.07±1.54 ^b	6.58±1.01 ^b	0.549	0.000*
AFSL	8.26±8.61 ^a	7.63±1.79 ^a	7.18±1.60 ^a	6.84±1.87 ^a	6.72±1.74 ^a	5.48±1.31 ^a	0.967	0.314
BDA	19.07±8.63 ^a	19.48±4.15 ^a	19.69±3.70 ^a	18.03±3.18 ^b	15.88±3.07 ^b	14.06±2.84 ^b	0.535	0.000*
BDDSA	22.28±9.39 ^a	21.13±4.81 ^a	21.37±4.06 ^a	20.51±3.6 ^b	17.92±3.25 ^b	15.96±3.16 ^b	0.460	0.000*
CLLmid	9.68±3.73 ^a	10.82±3.27 ^a	11.92±3.22 ^a	10.00±1.33 ^b	9.09±1.86 ^b	8.46±2.31 ^b	0.730	0.000*
CLLup	13.69±6.21 ^a	15.76±11.68 ^a	14.87±3.25 ^a	13.26±2.27 ^b	11.79±2.08 ^b	9.92±2.66 ^b	0.833	0.000*
CPD	9.99±11.71 ^a	6.82±1.76 ^a	6.86±1.61 ^a	6.38±0.96 ^b	5.99±1.47 ^b	5.05±1.21 ^b	0.910	0.005*
CPL	11.56±4.07 ^a	11.41±3.29 ^a	12.93±3.04 ^a	10.73±1.86 ^b	10.93±2.66 ^b	8.71±1.55 ^b	0.600	0.000*
DFBL	28.98±12.95 ^a	26.71±6.06 ^a	28.49±6.65 ^a	25.97±4.47 ^b	23.9±5.88 ^b	20.12±4.23 ^b	0.544	0.000*
DFL	32.82±13.39 ^a	30.88±6.0 ^a	31.18±7.6 ^a	30.83±10.2 ^b	28.58±6.58 ^b	24.35±4.83 ^b	0.822	0.000*
DFRL	9.26±4.18 ^a	9.46±2.65 ^a	10.05±2.34 ^a	8.41±2.05 ^b	8.17±2.33 ^b	6.58±1.32 ^b	0.614	0.000*
DFSL	9.58±3.27 ^a	9.03±2.01 ^a	10.35±1.96 ^a	8.7±2.12 ^b	8.15±1.67 ^b	6.51±1.61 ^b	0.591	0.000*
HL	18.63±7.14 ^a	19.35±3.86 ^a	21.82±14.67 ^a	17.04±3.7 ^b	16.41±2.16 ^b	14.73±2.71 ^b	0.830	0.000*
LoW	9.98±15.17 ^a	7.85±2.13 ^a	8.21±1.63 ^a	7.8±1.46 ^a	6.55±0.78 ^a	6.12±1.55 ^a	0.938	0.048
JW	7.66±9.10 ^a	5.85±1.56 ^a	5.86±1.80 ^a	4.98±1.09 ^b	4.65±1.03 ^b	4.14±0.96 ^b	0.921	0.013*
OD	5.66±2.11 ^a	6.45±0.92 ^a	6.59±1.26 ^a	5.38±0.83 ^a	7.55±8.36 ^a	4.92±1.17 ^a	0.947	0.088
PAL	33.76±17.2 ^a	34.72±7.93 ^a	33.97±8.41 ^a	30.28±6.18 ^b	28.65±5.87 ^b	24.88±4.85 ^b	0.627	0.000*
PATL	38.22±16.6 ^a	37.04±8.61 ^a	34.85±7.73 ^a	32.41±8.41 ^b	31.01±5.65 ^b	27.1±4.84 ^b	0.509	0.000*
PDFL	25.5±10.84 ^a	25.45±5.08 ^a	25.66±4.96 ^a	23.06±4.43 ^b	21.41±3.93 ^b	18.96±3.70 ^b	0.557	0.000*
Pell	10.66±5.75 ^a	10.01±2.57 ^a	14.84±6.35 ^a	18.36±14.23 ^b	11.78±5.79 ^a	12±3.54 ^a	0.900	0.002*
PellRL	12.41±6.10 ^a	12.67±3.42 ^a	11.45±3.23 ^a	9.39±3.01 ^b	10.53±2.77 ^a	6.93±2.14 ^b	0.515	0.000*
PecL	12.45±5.08 ^a	15.67±18.28 ^a	13.66±2.76 ^a	11.21±2.41 ^b	10.03±1.91 ^b	8.38±2.05 ^b	0.902	0.003*
Pol	11.79±8.77 ^a	7.87±1.63 ^b	8.23±2.26 ^a	7.17±1.61 ^b	7.04±1.15 ^b	8.47±7.82 ^b	0.899	0.002*
PPeL	21.79±8.89 ^a	23.7±5.22 ^a	23.57±6.81 ^a	21.34±6.55 ^b	19.1±3.07 ^b	16.37±3.42 ^b	0.686	0.000*
PPeCL	18.02±6.73 ^a	18.77±3.62 ^a	18.94±4.08 ^a	15.87±4.18 ^b	15.76±3.34 ^b	13.35±2.52 ^b	0.560	0.000*
SnL	5.9±2.35 ^a	5.71±1.78 ^a	6.27±1.23 ^a	7.9±11.85 ^a	5.43±0.93 ^a	4.86±1.30 ^a	0.973	0.431
Jlup	5.36±2.36 ^a	5.51±1.36 ^a	6.04±1.20 ^b	5.35±0.96 ^a	4.62±0.98 ^b	4.42±0.98 ^b	0.658	0.000*

Note: * the value in the same row indicates with different superscripts shows significant differences (P<0.05).

Table 4. Stepwise analysis of morphometric measurements of Pirik (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860) in Maros and Walanae Cenranae watersheds

Physical features	Special features values (sorted from highest to lowest values)
BDdSA (Body depth-dorsal fin origin)	0.460
PeRL (Pelvic ray length)	0.294
CLLup (Upper caudal lobe length)	0.210
SL (Standard length)	0.147
AFRL (Anal fin ray length)	0.118
Jlup (Upper-jaw length)	0.093
CPL (Caudal peduncle length)	0.079
PAfL (Pre-anal fin length)	0.069
TL (Total length)	0.061
ABL (Anal fin base length)	0.054
HL (Head length)	0.048
CLLmid (Mid-caudal length)	0.043

Further analysis is required to obtain the discriminant function of the two analyzed populations of Pirik fish. From this analysis is obtained Wilks' lambda value of 0.43 ($p < 0.001$), which showed the data was appropriate for discriminant analysis, while the eigenvalues obtained were 7.93 and correlation the canonical value of 0.92 indicates that the canonical function is suitable to differentiate the two populations of fish in the Maros watershed and the Walanae Cenranae watershed.

Discriminant analysis of the population for Pirik was divided into two different populations of the Pirik (Figure 4). The Pirik originated from first group is in the positive sector, namely the Maros watershed, which consists of the population of Pirik from Pattunuang River (M1), Bantimurung River (M2) and Pucak River (M3). The second group is classified in the negative sector, namely the population originating from the Walanae Cenranae watershed, namely Camba River (W1), Sanrego River (W2) and Ompo River (W3). The results of the final classification

of the second discriminant group of the Pirik population suggests that the Pirik fish population in the Maros watershed, originated from the Pattunuang River (M1) has a 13% similarity with the Pirik in S.Bantimurung (M2) and 10% similarity found in Pirik species from Pucak river (M3). The Pirik in Bantimurung river has 3% similarity with Pirik in Pucak River and 3% Pattunuang River. The Pirik obtained from Pucak River (M3) has 13% similarity to Pirik of the Bantimurung River and 10% to pirik of Pattunuang River. Meanwhile, the pirik in the Walanae Cenranae watershed, the W1 (Camba River) has a 13% similarity to Pirik of the Sanrego river (M2) and 3% with Pirik species in the Ompo River. The Pirik in Sanrego River has 13% similarity with Pirik in the Ompo River and 3% similarity with Pirik of the Pattunuang River. The Pirik in the Ompo river (M3) has 17% similarity with Pirik in Camba River and 7% with Pirik in Sanrego River. In general, the Pirik in Maros watershed does not have identical

characteristics with the Pirik in rivers of the Walanae Cenranae watershed.

Furthermore, the cluster analysis illustrates that there are two different groups of Pirik fish populations, namely the Maros watershed and the Walanae Cenranae watershed (Figure 5). The Pirik of the Maros watershed is a fish species from the same population. However, Pirik originating from Bantimurung River (M2) and

Pucak River (M3) are the closest kinship compared to Pirik originating from Pattunuang (M1). In the Walanae Cenranae watershed, the population of Pirik is also from the same population, but the Pirik originating from Sanrego River (W2) and W3 Ompo River are the closest kinship compared to Pirik originating from Camba River (W1).

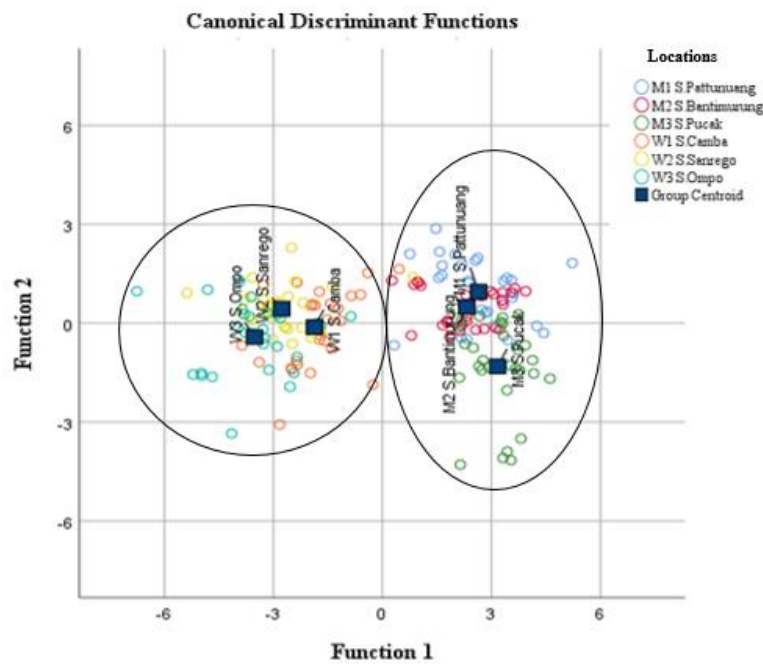


Figure 4. Scatter plot centroid of discriminant analysis of Pirik fish (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860) in Maros Watershed and Walanae Cenranae

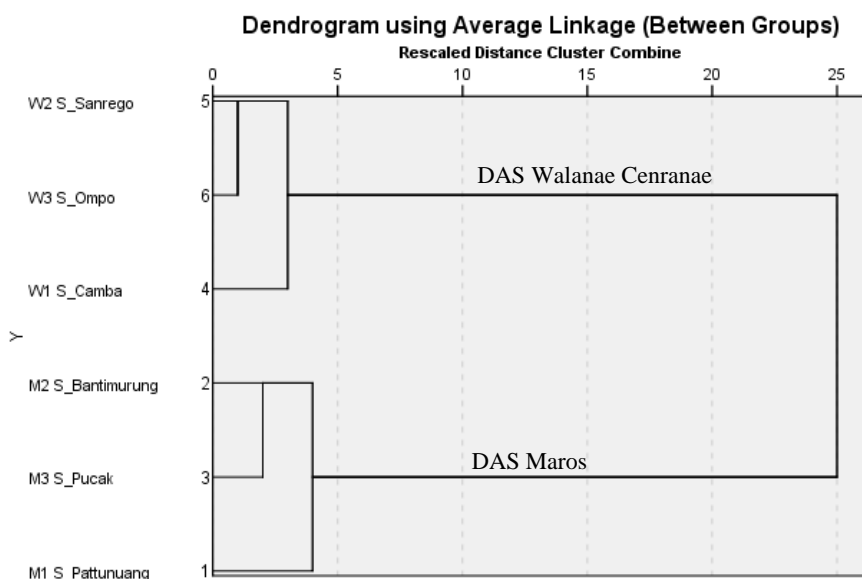


Figure 5. Dendograms are based on cluster analysis of pirik fish (*Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860) in Maros Watershed and Walanae Cenranae

Table 5. Meristic count of pirik fish (*L. micracanthus* Bleeker, 1860) in the Maros Watershed and Walanae Cendranae Watershed

Meristic character	Maros Watershed			Walanae Cenranae Watershed		
	M1	M2	M3	M1	M2	M3
Dorsal fin spines and rays (D)	D.XIII.9 ^a	D.XIII.9 ^a	D.XIII.9-10 ^a	D.XIII.9 ^a	D.XIII.9 ^a	D.XIII.9 ^a
Anal fin spines and rays (A)	A.III.8 ^a	A.III.8 ^a	A.III.8 ^a	A.III.8 ^a	A.III.8 ^a	A.III.8 ^a
Caudal fin spines and rays (C)	C.16-18 ^a	C.16-18 ^a	C.17-18 ^a	C.16-17 ^a	C.17-18 ^a	C.17-18 ^a
Ventral fin spines and rays (V)	V.I.5 ^a	V.I.5 ^a	V.I.5 ^a	V.I.5 ^a	V.I.5 ^a	V.I.5 ^a
Pectoral fin spines and rays (P)	P.14-15 ^a	P.14-15 ^a	P.14-15 ^a	P.15-16 ^a	P.14-15 ^a	P.14-15 ^a
Lateral line scale (E)	38-44 ^a	38-44 ^a	40-48 ^a	40-48 ^a	42-48 ^a	40-48 ^a
Scale above lateral line (F)	5-6 ^a	5-6 ^a	5-7 ^a	6-8 ^a	6-8 ^a	6-8 ^a
Scale below lateral line (G)	10-12 ^a	10-12 ^a	10-12 ^a	11-22 ^a	11-14 ^a	9-12 ^a
Scale on the caudal peduncle (H)	4-7 ^a	6-8 ^a	6-8 ^a	7-8 ^a	6-9 ^a	6-8 ^a

Note: *), the value in the same row indicates with different superscripts shows significant differences (P<0,05).

The results of counting fish meristic characters including dorsal fin spines and rays (D), anal fin spines and rays (A), caudal fin spines and rays (C), ventral fin spines and rays (V), pectoral fin spines and rays (P), lateral line scale (E), scale above lateral line (F), scale below lateral line (G) and scale on the caudal peduncle (H) are presented in Table 5.

Table 5 illustrates that the characteristics of the meristic pirik fish showed no significant differences between the population of pirik fish obtained from rivers in Maros watershed and the Walanae Cenranae watershed. Therefore, meristic characters which including dorsal fin spines and rays (D), anal fin spines and rays (A), caudal fin spines and rays (C), ventral fin spines and rays (V), pectoral fin spines and rays (P), lateral line scale (E), the scale above lateral line (F), scale below the lateral line (G) and scale on the caudal peduncle (H) cannot be a distinguishing characteristic of two populations of the pirik fish.

Discussion

The differences in morphometric characteristics between the population of Pirik in the Maros watershed and in the Walanae Cenranae watershed were confirmed in this present study. The Pirik populations in the Maros watershed consists of fish populations obtained from Pattunuang River (M1), Bantimurung River (M2) and Pucak River (M3) are the same morphometric group. Similarly, the population of Pirik in the Walanae Cenranae watershed consists of fish populations obtained from Camba River (W1), Sanrego River (W2) and Ompo River (W3) are also the same morphometric group. The results showed that the distribution of Pirik population only occurs in habitats in the same watershed. There is no connectivity between pirik population of the Maros watershed with Pirik population of the Walanae Cenranae watershed.

The Maros watershed and the Walanae Cenranae watershed geographically are two separate watersheds which located in different geo-

graphical areas. The two watersheds are separated or bounded by Kars Mountain, which is located in the Bantimurung-Bulu Saraung National Park, Maros Regency South Sulawesi. The Maros watershed, located in the western part of South Sulawesi, has a lower altitude than the Walanae Cenranae watershed in the eastern part of South Sulawesi. Pirik habitat in Pattunuang River (M1) is at an altitude of 43 masl, M2 Bantimurung River at an altitude of 42 masl and M3 Pucak River at an altitude of 46 masl. Meanwhile, Pirik habitat in Camba River (W1) is at an altitude of 379 masl, Sanrego River (W2) at an altitude of 147 masl and the Ompo River (W3) at an altitude of 88 masl.

The existence of natural geographical barriers, has been contributed to the emergence of differences among fish populations (Palma & Andrade 2002). The differences in isolated geographical areas, resulting in morphometric and genetic differences. It leads to the absence of gene flow between these populations (Turan & Ergüden 2004). Isolated habitat conditions have different environments leading to fish populations in these isolated habitats becoming small, mutated, gene flow is interrupted, genetic drift processes and natural selection (Budiharjo 2001).

The differences in the population of Pirik in the Maros and Walanae Cenranae watersheds are characterized by 12 morphometric characters for instances, TL (total length), SL (standard length), BDdSA (body depth-dorsal fin origin), HL (head length), JIup (upper-jaw length), PAfL (pre-anal fin length), ABL (Anal fin base length), PeIRL (pelvic ray length), AFRL (anal fin ray length), CPL (caudal peduncle length), CLLup (upper caudal lobe length), CLLmid (mid-caudal length). The differences in morphometric characters can be caused by differences in the

habitat environment of the Maros and Walanae Cenranae watersheds. Turan *et al.* (2015) stated that differences in the populations possibly correlate to different habitat characteristics, such as temperature, turbidity, food availability, water depth, and flow velocity.

The average BDdSA (body depth-dorsal fin origin), HL (head length), JIup (upper-jaw length), PAfL (pre-anal fin length), ABL (Anal fin base length), PeIRL (pelvic ray length), AFRL (anal fin ray length), CPL (caudal peduncle length), CLLup (upper caudal lobe length), CLLmid (mid-caudal length) of Pirik obtained from rivers in the Maros watershed were greater than of the Walanae Cenranae watershed. The degree of variance of morphometric character is highly related to habitat conditions, for instance, food availability and more stable habitat temperatures. This factor is due to canopy cover in riparian zone of the Maros watershed which is better than the Walanae Cenranae watershed which has been degraded due to agricultural activities. The Pirik in Walanae Cenranae watershed characterized based on TL (total length), SL (standard length) which is longer than the Maros watershed. This is closely considered relate to environmental factors, especially water current. The water current in the Walanae Cenranae watershed ranges from 0.1 to 0.8 m/s while in the Maros watershed ranges from 0.1 to 1.6 m/sec. Moreover, the Pirik inhabit the rivers in the Walanae Cenranae watershed has a body shape which more elongated, so that fish will ease to swim and minimize friction with fast flowing water. Hossain *et al.* (2010) stated that fish species is very sensitive to environmental changes and quickly adapts to morphometric changes as required.

Several environmental factors consider to alter fish phenotypes or morphology (Vehanen & Huusko 2011). In the same species, fish size can vary due environmental factors such as temporal variations in the condition of aquatic habitat (Muchlisin 2013), temperature and food abundance (Eyo 2003). Water current is one of the important abiotic factors that affects the morphology of the body (Pakkasmaa & Piironen 2001; P'aez *et al.* 2008). The fish inhabits river with high water current tend to have body shape than fish that lives in low water current (Michel *et al.* 2017). In addition, other factor that may affect fish are fish reproductive and gonad development (Kashefi *et al.* 2012). According to Swain *et al.* (1991), the differences in morphological characteristics of fish indicate the high flexibility of a fish species in response to environmental changes.

The characteristics of Pirik including dorsal fin spines and rays, anal fin spines and rays, Caudal fin spines and rays, Ventral fin spines and rays, radius of the pectoral fin, Lateral line scale, Scale above lateral line, Scale below lateral lined and scale on the caudal peduncle are shown in Table 5. This table 5 illustrates that the meristic character does not become a distinguishing feature between the Pirik groups in the Maros and the Walanae Cenranae watersheds, although the two watersheds are known to differ geographically and in their environmental characteristics. Moreover, Smith *et al.* (2002) revealed that fish characteristic are the result of gene expression, but environmental components can also modify the expression of these genes.

Conclusions

Pirik in the Maros and Walanae Cenranae watershed are two different population based on morphometric and meristics features. Pirik

populations in the those two watersheds are characterized by 12 morphometric characters, including TL (total length), SL (standard length), BDdSA (body depth-dorsal fin origin), HL (head length), JIup (upper-jaw length), PAfL (pre-anal fin length), ABL (Anal fin base length), PelRL (pelvic ray length), AFRL (anal fin ray length), CPL (caudal peduncle length), CLLup (upper caudal lobe length) and CLLmid (mid-caudal length).

Acknowledgement

A special thank goes to Syainullah Wahana, Syamsul, Firmansyah Bin Abd Jabbar, Andiarra Firdhita AN, Chichilia Qaila AR, who kindly assisted the senior author during the fish sampling, data collection, and handling of samples both in the field and laboratory. Gratitude is also given to the Sulawesi Barat University and IPB University for facilitating this research project. The first author also would like to thank the Ministry of Education and Culture, the Republic of Indonesia for funding this research through the Domestic Postgraduate Scholarship (BPPDN) 2017.

References

- Ahammad AKS, Ahmed MBU, Akhter S, Hossain MDK. 2018. Landmark-based morphometric and meristic analysis in response to characterize the wild Bhagna, *Labeo ariza* populations for its conservation. *Journal of the Bangladesh Agricultural University*, 16(1):164–170.
- Budiharjo A. 2001. Changes in morphological character of Tawes (*Barbodes gonionotus*) that live in Serpeng Lake, Gunung Kidul. *Biodiversitas*, 1(2):104-109.
- Eyo JE. 2003. Congeneric discrimination of morphometric characters among members of the pisces genus: *Clarias* (*Clariidae*) in Anambra River, Nigeria. *The Zoologist*, 2(1):1-17.

- Giducos CS, Karim SI, Diamalon AL, Piang MM, Torres MAJ, Requieron EA. 2015. Describing the shape of *Sardinella lemuru* from Sarangani Bay, Philippines using the landmark-based geometric morphometric analysis. *Aquaculture, Aquarium, Conservation & Legislation Bioflux*, 8(6):1072-1080.
- Hadiaty RK. 2018. Taxonomy status of endemic ichthyofauna in Sulawesi freshwater Sulawesi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2):175-190.
- Hossain MAR, Nahiduzzaman M, Saha D, Khanam MUH, Alam MS. 2010. Landmark-based morphometric and meristic variations of the endangered carp, *Kalibaus labeo calbasu*, from stocks of two isolated rivers, the Jamuna and Halda, and a hatchery. *Zoological Studies*, 49:556-563
- Hubbs CL, Lagler KF. 1974. *Fishes of the Great Lakes Region*. Univ. Michigan Press, Ann Arbor. 214 pp.
- Kashefi P, Bani A, Ebrahimi E. 2012. Morphometric and meristic variations between non-reproductive and reproductive kutum females (*Rutilus frisii kutum* Kamensky, 1901), in the Southwest Caspian Sea. *Italian Journal of Zoology*, 79(3):337-343.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi (Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi)*. Periplus Editions-Proyek EMDI. Jakarta. 377 p.
- Michel MJ, Beachum CE, Knouft JH, Chien H, Bennett MG. 2017. Climate change, hydrology, and fish morphology: predictions using phenotype-environment associations. *Climatic Change*, 140:563-576.
- Mojekwu TO, Anumudu CI. 2015. Advanced techniques for morphometric analysis in fish. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 6(354):1-8.
- Muchlisin ZA. 2013. Morphometric variations of rasbora group (pisces: cyprinidae) in Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia, based on truss character analysis. *Hayati Journal of Biosciences*, 20(3): 38-143.
- Nath RP, Kundu JK. 2017. Morphometric analysis: a tool to identify green puffer fish *Tetraodon fluviatilis* (Hamilton, 1822) from the Digha Coastal Region, West Bengal, East coast of India. *International Journal of Zoology Studies*, 2(5):203-211.
- Omar SBA. 2012. *Fish World*. Yogyakarta (ID): Gadjah Mada University Press. 478 pp.
- P'aez DJ, Hedger R, Bernatcher L, Dodson JJ. 2008. The morphological plastic response to water current velocity varies with age and sexual state in juvenile Atlantic salmon, *Salmo salar*. *Freshwater Biology*, 53(8):1544-1554.
- Pakkasmaa S, Piironen J. 2001. Water velocity shapes juvenile salmonids. *Evolutionary Ecology*, 14:721-730.
- Palma J, Andrade JP. 2002. Morphological study of *Diplodus sargus*, *Diplodus puntazzo*, and *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) in the Eastern Atlantic and Mediterranean Sea. *Fisheries Research*, 57(2002):1-8.
- Parenti LR. 2011. Endemism and conservation of the native freshwater fish fauna of Sulawesi, Indonesia. As cited in: Simanjuntak CPH, Zahid A, Rahardjo MF, Hadiaty KH, Krismono, Haryono, Tjakrawidjaja AH. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI & Kongres Masyarakat Iktiologi Indonesia III*. 8-9 Juni 2010. Cibinong, Indonesia. Cibinong (ID): Masyarakat Iktiologi Indonesia. Hlm. 1-10.
- Shelley J, Delaval A, Feuvre LM. 2017. *A Revision of The Grunter Genus Syncomistes (Teleostei, Terapontidae, Syncomistes) with Descriptions Of Seven New Species from The Kimberley Region, Northwestern Australia*. Magnolia Press, New Zealand. 103 pp.
- Siddik MAB, Chaklader MR, Hanif MA, Islam MA, Sharker MR, Rahman M. 2016. Stock identification of critically endangered olive barb, *Puntius sarana* (Hamilton, 1822) with emphasis on management implications. *Journal of Aquaculture Research & Development*, 7(411):1-6.
- Smith PJ, McMillan PJ, Bull B, McVeagh SM, Gaffney PM, Chow S. 2002. Genetic and meristic variation in black and smooth oreos in the New Zealand exclusive economic zone. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 36(4):737-750.
- Swain SL, Bradley LM, Croft M, Tonkonogy S, Atkins G, Weinberg AD, Huston G. 1991. Helper t-cell subsets: phenotype, function and the role of lymphokines in regulating

- their development. *Immunological Reviews*, 123(1):115–144.
- Turan C, Erguden D, Turan F, Gurlek M. 2004. Genetic and morphologic structure of *Liza abu* (Heckel, 1843) populations from the Rivers Orontes, Euphrates and Tigris. *Turkish Journal of Veterinary and Animal Sciences*, 28(4):729–734.
- Turan C, Yalçın S, Turan F, Okur E, Akyurt I. 2005. Morphometric comparisons of African catfish, *Clarias gariepinus* populations in Turkey. *Folia Zoologica*, 54(1-2):165-172.
- Ukenye EA, Taiwo IA, Anyanwu PE. 2019. Morphological and genetic variation in *Tilapia guineensis* in West African coastal waters: a mini review. *Biotechnology Reports*, 24(2019):1-3.
- Vari RP, Hadiaty RK. 2012. The endemic Sulawesi fish genus *Lagusia* (Teleostei: Teraponidae). *The Raffles Bulletin of Zoology*, 60(1):157-162.
- Vari RP, Hutchins JB. 1978. New species of terapon perches (Percoidei, Teraponidae) from Australia. *American Museum Novitates*, 2654:1–8.
- Vari RP. 1978: The Terapon Perches (Percoidei, Teraponidae). A cladistic analysis and taxonomic revision. *Bulletin of the American Museum of Natural History*, 159(5):175-340.
- Vehanen T, Huusko A. 2011. Brown trout *Salmo trutta* express different morphometrics due to divergence in the rearing environment. *Journal of Fish Biology*, 79:1167-1181.

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 Iktiologi Indonesia* Volume 20 Nomor 2 Bulan Juni Tahun 2020, yaitu:

Dr. Agung Budiharjo (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sebelas Maret Surakarta)

Dr. Asriyana (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Univeritas Halu Oleo)

Dr Bambang Gunadi (Balai Penelitian Pemuliaan Ikan, Sukamandi)

Dr. Laksmi Sulmartiwi (Fakultas Perikanan dan Kelautan, Universitas Airlangga)

Prof. Dr. Muh. Yusri Karim (Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

Senny Helmiati, MSc. (Departemen Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Gadjah Mada)

Dr. Sorta Basar Ida Simanjuntak, MSi (Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman)

Dr. Untung Susilo (Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman)

Dr. Wellem H. Muskita (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Univeritas 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:

iktiologi_indonesia@yahoo.co.id

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 (*italik*).
- 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 jelas. Teknik statistik diuraikan secara lengkap (jika baru) atau diacu.

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 italic. 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 italic), 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 persiapan, 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*”. Contoh:
Rahardjo MF, Syafei LS. 2020. *Spesies Invasif Akuatik*. (*in press*)
- Artikel ulas balik suatu topik, resensi buku, dan komentar atau tanggapan atas suatu artikel tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.

Thoy Batun Citra Rahmadani, Dedi Jusadi, Mia Setiawati, Yuni Puji Hastuti Evaluasi penambahan kunyit (<i>Curcuma longa</i>) dalam pakan sebagai antioksidan terhadap kinerja pertumbuhan ikan lele <i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822 yang dibudidayakan tanpa pergantian air [The evaluation of turmeric (<i>Curcuma longa</i>) supplementation within feed as an antioxidant towards growth performance of catfish <i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822 in zero water exchange condition]	105
Eko Harianto, Eddy Supriyono, Tatag Budiardi, Ridwan Affandi, Yani Hadiroseyani Kinerja produksi dan respons fisiologis elver ikan sidat <i>Anguilla bicolor bicolor</i> McClelland, 1844 yang dipelihara dengan sistem basah, lembap, dan kering [Production performance and physiology response of <i>Anguilla bicolor bicolor</i> rearing with a wet, damp and dry system]	117
Eka Ayu Afriyanti, Otie Dylan Subhakti Hasan, Iin Siti Djunaidah Kinerja pertumbuhan ikan gurami <i>Osphronemus gouramy</i> Lacepède, 1801 yang diberi pakan kombinasi tepung ikan dan tepung azolla (<i>Azolla microphylla</i>) [Growth performance of giant gourami (<i>Osphronemus gouramy</i>) fed with combination of fish meal and azolla flour (<i>Azolla microphylla</i>)]	133
Henni Syawal, Irwan Effendi, Ronal Kurniawan Pengaruh pemberian suplemen herbal dan padat tebar berbeda terhadap laju pertumbuhan ikan jambal siam <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878) [The effect of herbal supplement feeding and different stocking density on the growth rate of striped catfish, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> (Sauvage, 1878)]	143
Ucu Cahyadi, Dedi Jusadi, Ichsan Ahmad Fauzi, Ade Sunarma Peran penambahan enzim pada pakan buatan terhadap pertumbuhan larva ikan lele afrika <i>Clarias gariepinus</i> Burchell, 1822 [Supplemental enzyme in artificial diets for north african catfish larvae <i>Clarias gariepinus</i> Burchell, 1822]	155
Adiara Firdhita Alam Nasyrah, M. Fadjar Rahardjo, Charles P.H. Simanjuntak Reproduksi ikan beseng-beseng, <i>Marosatherina ladigesii</i> Ahl, 1936 di Sungai Pattunuang dan Sungai Batu Puteh, Sulawesi Selatan [Reproduction of Celebes rainbowfish, <i>Marosatherina ladigesii</i> Ahl, 1936 in Pattunuang and Batu Puteh Rivers, South Sulawesi]	171
Muhammad Nur, M. Fadjar Rahardjo, Charles P.H. Simanjuntak, Djumanto, Krismono Morphometric and meristic characteristics of an endemic Pirik Fish <i>Lagusia micracanthus</i> Bleeker, 1860 in the rivers of Maros and Wallanae Cenrana Watersheds [Karakteristik morfometrik dan meristik ikan endemik pirik, <i>Lagusia micracanthus</i> Bleeker, 1860 pada sungai-sungai di Daerah Aliran Sungai (DAS) Maros dan DAS Wallanae Cenrana]	189

