

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 19 Nomor 3 Oktober 2019



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 19 Nomor 3 Oktober 2019

Dewan Penyunting

Ketua	: M. F. Rahardjo
Anggota	: Agus Nuryanto Achmad Zahid Angela Mariana Lusiastuti Charles P.H. Simanjuntak Djumanto Endi Setiadi Kartamihardja Haryono Kadariusman 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 seredeng, Rasbora bankanensis (Bleeker, 1853)
(Foto: Ilham Zulfahmi)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Selamat bertemu penulis dan pembaca *Jurnal Iktiologi Indonesia* pada edisi nomor terakhir tahun 2019. Edisi ini memuat 12 artikel yang menampilkan berbagai dimensi ikan dan perikanan. Artikel pertama dilaporkan oleh Ngaddi *et al.* yang mengevaluasi penggunaan *monosodium glutamate* terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan pemanfaatan pakan pada ikan lele. Artikel berikutnya ditulis oleh Fahmi *et al.* yang melakukan upaya pengayaan *Daphnia* sp. dengan glutamin untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami.

Murniasih *et al.* memberikan suplemen glutamin bebas dalam pakan untuk meningkatkan respons fisiologis dan sintasan ikan botia. Masih terkait dengan respons fisiologis ikan, Firman *et al.* mengevaluasi kinerja pembangkit gelembung mikro terhadap respons fisiologis ikan nila dengan kepadatan berbeda pada sistem resirkulasi. Irwan *et al.* menuliskan hasil pengamatan mereka tentang bagaimana performa ikan patin siam generasi ketiga hasil seleksi karakter bobot tubuhnya.

Pada edisi ini banyak ditampilkan tulisan tentang ikan di perairan alami. Maghfiriadi *et al.* membeberkan iktiofauna di Sungai Alas, Aceh. Jusmaldi *et al.* menguraikan keanekaragaman fauna ikan di Anak Sungai Mahakam Hulu, Kalimantan Timur dan status konservasinya. Manangkalangi *et al.* menjelaskan tentang ekologi trofik komunitas ikan di Sungai Nimbai, khususnya interaksi dan kompetisinya dengan ikan pelangi Arfak. Bila tiga tulisan tersebut berkaitan dengan ikan di perairan darat, khususnya sungai; maka ada dua tulisan tentang ikan di laut. Tulisan pertama menggambarkan variasi spatio-temporal kumpulan ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak yang ditulis oleh Putri *et al.*, sedangkan tulisan kedua tentang aplikasi DNA barkoding ikan julung-julung di perairan Laut Maluku Utara oleh Achmad *et al.*

Aspek biologi reproduksi ikan juga dimuat dalam edisi ini. Aspek biologi reproduksi ikan molly di tambak dilaporkan oleh Tamsil dan Hasnidar; dan ikan gabus di Rawa Pening diutarakan oleh Djumanto *et al.*

Penyunting

Evaluasi penggunaan *monosodium glutamat* terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan pemanfaatan pakan pada ikan lele, *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)

[Evaluation of *monosodium glutamate* supplementation on physiological response, growth performance, and feed utilization in North African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822)]

Agustinus Ngaddi¹, Dedi Jusadi^{1✉}, Wasjan¹, Eddy Supriyono¹

¹Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680

Diterima: 19 Desember 2018; Disetujui: 20 Agustus 2019

Abstrak

Penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi pemberian pakan yang ditambah monosodium glutamat terhadap respon fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan pemanfaatan pakan oleh ikan lele *Clarias gariepinus* yang dipelihara dalam media yang mengandung amonia tinggi. Ikan uji sebanyak 100 ekor, bobot rata-rata 11,9±0,3 g, masing-masing dipelihara di dalam sembilan tangki plastik (1×1×1 m³) di kolam percobaan Departemen Budidaya Perairan Institut Pertanian Bogor selama 60 hari. Selama masa pemeliharaan, ikan diberi pakan yang ditambah monosodium glutamat masing-masing sebanyak 0%; 0,87%; dan 1,74%. Setiap perlakuan pemberian monosodium glutamat dilakukan pengulangan tiga kali. Pakan diberikan dua kali sehari secara *at satiation*. Selama masa budi daya tidak dilakukan pergantian air seperti yang dilakukan pembudidaya di kawasan yang sulit air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan monosodium glutamat di pakan menyebabkan terjadinya perubahan respons fisiologis ikan, yaitu penurunan nilai aktivitas enzim alanin transaminase dan kandungan amonia darah, serta peningkatan kadar glutamin usus. Pemberian pakan yang ditambah monosodium glutamat pada tiga dosis yang berbeda menghasilkan kinerja pertumbuhan yang sama. Namun, pemberian pakan yang ditambah monosodium glutamat 0,87% menghasilkan nilai efisiensi pakan paling tinggi. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa penggunaan monosodium {Kata penting: *Clarias gariepinus*, efisiensi pakan, monosodium glutamate, pertumbuhan, respon fisiologis

1

Abstract

A triplicate experiment was conducted to evaluate the supplementation of monosodium glutamate into the diet on physiological responses, growth performances, and feed efficiency of north African catfish *Clarias gariepinus* cultured in high ammonia environment. A hundred fish with an initial body weight of 11.9±0.3 g was rearing for 60 days without any water exchange in nine plastic tanks (1x1x1 m³) at experimental pond of Department of Aquaculture, Bogor Agricultural University. During rearing period, fish were fed on the diet supplemented with 0%, 0.87%, or 1.74 % of monosodium glutamate, two times a day at satiation. Result shows that the supplementation of monosodium glutamate in feed stimulates change in fish physiological responses such as lower Alanin Transaminase monosodium glutamate enzyme activity, lower blood ammonia, and higher intestinal glutamine. Feeding using monosodium glutamate-supplemented feed at three different doses results in the same growth rate. However, the highest feed efficiency of North African catfish was recorded in the treatment of feed supplemented with 0.87% monosodium glutamate. Thus, it can be inferred that the usage of monosodium glutamate may improve physiological response and feed efficiency but does not affect fish growth rate.

Keywords: *Clarias gariepinus*, feed efficiency, growth, monosodium glutamate, physiological response

Pendahuluan

Budi daya ikan lele *Clarias gariepinus* di Indonesia banyak berkembang di wilayah yang minim air. Di wilayah tersebut, budi daya lele dilakukan tanpa pergantian air. Pada kondisi budi

daya yang demikian, keuntungan petani bergantung kepada cara budi daya dan kualitas pakan yang digunakan. Nilai konversi pakan (*food conversion ratio*, FCR) yang diperoleh mencapai 1,1 (hasil wawancara dengan pembudidaya lele di Parung). Nilai FCR ini lebih tinggi dari-

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: siflounder@gmail.com,
dedidj@apps.ipb.ac.id

pada budidaya lele di lokasi dengan sumber air melimpah (FCR = 1,0), atau budi daya lele sistem bioflok (FCR sekitar 0,7-0,8) (Sogbesan *et al.* 2017, Fauji *et al.* 2018). Nilai FCR yang relatif tinggi pada budi daya ikan lele tanpa ganti air akan berimplikasi pada tingginya biaya produksi, sehingga keuntungan pembudidaya relatif lebih rendah. Oleh karena itu, perlu diupayakan peningkatan efisiensi pemanfaatan pakan, agar nilai FCR menurun.

Kolam tempat budi daya ikan lele yang tidak ganti air memiliki kandungan oksigen terlarut di bawah 1 mg L^{-1} , dan total amonia di atas 20 mg L^{-1} (hasil pengukuran pada kolam budi daya di Parung). Tingginya kadar amonia air diduga akibat akumulasi buangan metabolit berupa feses, urin, dan amonia. Proses ekskresi amonia dari tubuh ikan terjadi melalui insang dengan cara difusi dari darah ke air melalui pertukaran ion (Wilkie 2002). Proses ekskresi amonia dari tubuh ikan pada kondisi amonia lingkungan yang tinggi akan terhambat sehingga terjadi peningkatan kadar amonia di dalam tubuh ikan (Chen & Kou 1993). Pada kondisi demikian, terjadi peningkatan aktivitas enzim-enzim *glutamate dehydrogenase* (GDH), *glutamine synthetase* (GS), *alanine aminotransaminase* (ALT), dan *aspartate aminotransaminase* (AST), serta terjadi peningkatan konsentrasi berbagai asam amino bebas non-esensial, terutama aspartat, alanin, glutamat, glutamin, dan taurin (Saha *et al.* 2002). Peningkatan aktivitas berbagai enzim, serta peningkatan jumlah asam amino bebas non-esensial tersebut menyebabkan detoksifikasi amonia yang terjadi melalui jalur pembentukan glutamin dan asam amino bebas. Di sisi lain, peningkatan aktivitas GDH untuk menghasilkan glutamat (Glu) menunjukkan terjadinya peningkatan katabolis-

me asam-asam amino dan protein di berbagai jaringan tubuh (Cooper & Plum 1987, Jürss & Bastrop 1995) untuk memenuhi kebutuhan Glu yang tinggi dalam mengubah amonia menjadi glutamin dengan bantuan GS (Saha *et al.* 2007, Chew & Ip 2014). Peningkatan katabolisme tersebut diduga menyebabkan peran dari berbagai asam amino sebagai pembangun tubuh akan berkurang. Dengan demikian, penambahan Glu di dalam pakan diduga dapat menambah ketersediaan Glu di dalam tubuh ikan, sehingga untuk konversi amonia menjadi Gln, tidak memerlukan Glu hasil katabolisme dari asam amino lain yang ada di dalam tubuh ikan. Namun, penambahan Glu di pakan memiliki biaya yang relatif mahal, sehingga diperlukan alternatif lain untuk menggantikan Glu tersebut. Salah satu sumber pengganti Glu yang dapat digunakan adalah monosodium glutamat (MSG).

MSG merupakan garam dari Glu yang memiliki kandungan Glu sebesar 87,5%. Beberapa penelitian melaporkan bahwa penambahan Glu pada pakan ikan mas *Cyprinus carpio* (Lin & Zhou 2006), grass carp *Ctenopharyngodon idella* (Zhao *et al.* 2015), yuwana *Sparus aurata* (Caballero-Solares *et al.* 2015) dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan, efisiensi pakan, rasio konversi pakan, struktur histologis usus, dan aktivitas enzim pencernaan, retensi protein. Menurut Tapiero *et al.* (2002) dan Newsholme *et al.* (2003), penambahan Glu dapat meningkatkan Gln tubuh yang berperan meningkatkan fungsi-fungsi fisiologis dan pemeliharaan fungsi sel. Dengan demikian, penambahan MSG dalam pakan diharapkan dapat menambah ketersediaan Glu dalam tubuh, sehingga dapat memenuhi kekurangan yang dibutuhkan untuk pertumbuhan, akibat proses konversi amonia menjadi Gln, pada kondisi media pemeliharaan dengan

kandungan amonia tinggi. Oleh sebab itu, penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan MSG dalam pakan terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan dan pemanfaatan pakan pada ikan lele yang dibudidayakan tanpa ganti air.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama empat bulan pada bulan Oktober 2017-Januari 2018. Pemeliharaan ikan dilaksanakan di area Kolam Percobaan Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Kelautan IPB. Analisis proksimat pakan dan kadar amonia darah dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan Departemen Budidaya Perairan IPB. Analisis asam amino pakan dilaksanakan di Laboratorium Saraswanti Indo Genetech Bogor.

Pakan uji

Pakan uji yang digunakan pada penelitian ini adalah pakan komersial untuk ikan lele. MSG ditambahkan ke dalam pakan dengan cara pelapisan. Di dalam penelitian ini, sebagai perlakuan adalah pakan yang ditambah MSG pada tiga dosis yang berbeda, seperti pada Tabel 1. Setiap pakan perlakuan diberikan ke ikan lele di tiga wadah, sehingga penelitian ini menggunakan tiga ulangan. Pakan kontrol adalah pakan komersial yang tidak ditambah MSG. Pakan MSG 0,87% dan 1,74% adalah pakan komersial yang ditambah MSG merek Ajinomoto masing-masing sebanyak 0,87% dan 1,74%. Penambahan MSG sebanyak 0,87% dan 1,74% diharapkan masing-masing setara dengan 0,75% (Zhao *et al.* 2015) dan 1,5% Glu, karena berdasarkan perhitungan berat molekul, di dalam MSG mengandung 87,5% Glu. Selain MSG, setiap pakan per-

lakukan juga ditambah glisin. Glisin ditambahkan ke setiap pakan perlakuan dalam jumlah yang berbeda, sehingga semua pakan perlakuan memperoleh protein yang sama (Tabel 1). Pakan uji yang digunakan menunjukkan iso protein dan iso energi. Kandungan protein pakan uji rata-rata berkisar $28,68 \pm 0,99$ dan total energi berkisar $397,32 \pm 13,81$.

Pakan uji tersebut juga diuji kandungan asam amino dengan menggunakan Highly Performance Liquid Chromatography di Laboratorium PT. Saraswanti Indo Genetech, Bogor. Komposisi asam amino dapat dilihat pada Tabel 2. Asam glutamat pakan meningkat seiring dengan penambahan MSG ke pakan, sedangkan Glisin mengalami penurunan seiring dengan menurunnya jumlah glisin yang ditambahkan akibat peningkatan jumlah MSG pakan.

Pemeliharaan ikan dan pengambilan sampel

Budi daya dilakukan di kawasan Kolam Percobaan Departemen Budidaya Perairan IPB. Ikan uji yang digunakan adalah ikan lele dumbo dengan bobot individu $11,9 \pm 0,3$ g dengan panjang sekitar ± 12 cm. Ikan dibudidayakan di dalam 9 tangki plastik dengan ukuran $1 \times 1 \times 1$ m³ masing-masing tangki diisi ikan sebanyak 100 ekor. Kadar amonia air dinaikkan setelah hari ke tiga pemeliharaan hingga mencapai nilai 20 mg L⁻¹ dengan menambahkan amonium klorida (NH₄Cl) secara bertahap. Kandungan amonia air meningkat seiring dengan waktu pemeliharaan yang mencapai 72,4-73,7 mg L⁻¹ (Tabel 3). Ikan dibudidayakan selama 60 hari, sesuai dengan masa budi daya untuk mencapai ukuran ikan konsumsi. Selama masa budi daya tidak dilakukan pergantian air, serta pakan diberikan secara *ad satiation* pada pagi dan sore hari. Jumlah pakan yang dikonsumsi ikan dicatat setiap harinya

untuk keperluan perhitungan nilai efisiensi pakan (EP). Pemantauan kualitas air yang meliputi suhu, oksigen terlarut, total amonia nitrogen (TAN), dan pH dilakukan setiap 7 hari. Suhu air diukur dengan menggunakan termometer, oksi-

gen terlarut diukur dengan menggunakan DO meter Lutron DO-5510, TAN diukur dengan metode fenat, serta pH diukur dengan menggunakan pH meter Hanna model 98107. Data kualitas air selama penelitian terlihat pada Tabel 3.

Tabel 1 Komposisi pakan dan hasil proksimat (%) pakan perlakuan untuk lele

Bahan	Pakan perlakuan		
	MSG 0 %	MSG 0,87 %	MSG 1,74 %
Pakan komersial	94,35	94,35	94,35
<i>Monosodium glutamat</i>	0,00	0,87	1,74
Glisin	1,75	0,88	0,01
<i>Binder</i>	0,30	0,30	0,30
Kuning telur ayam	0,60	0,60	0,60
Putih telur ayam	3,00	3,00	3,00
Total	100	100	100
Proksimat:			
Air	7,54	5,15	10,71
Abu	9,13	9,56	8,57
Protein	28,67	29,68	27,69
Lemak	6,37	5,80	4,90
Serat kasar	3,91	4,18	4,09
BETN	44,38	45,63	44,04
GE (kkal 100 g ⁻¹)	402,39	407,89	381,69

Keterangan: BETN = Bahan ekstrak tanpa nitrogen, GE = Gross energi (Watanabe 1988), 1 g protein = 5,6 kkal g⁻¹, 1 g lemak = 9,4 kkal g⁻¹, 1 g karbohidrat/BETN = 4,1 g⁻¹.

Tabel 2 Komposisi asam amino (g/100 g) pakan perlakuan

Asam amino (g/kg)	Perlakuan		
	MSG 0%	MSG 0,87%	MSG 1,74%
Histidin	0,68	0,68	0,75
Treonin	1,06	1,06	1,11
Prolin	1,47	1,51	1,48
Tirosin	0,81	0,79	0,89
Leusin	2,03	2,07	2,05
Aspartat	2,20	2,58	2,45
Lisin	1,83	2,00	1,80
Sistin	0,09	0,09	0,10
Arginin	1,66	1,67	1,82
Alanin	1,42	1,51	1,45
Valin	1,19	1,21	1,21
Isoleusin	0,98	1,00	0,99
Fenilalanin	1,29	1,31	1,44
Serin	1,30	1,27	1,33
Metionin	0,56	0,56	0,59
Glisin	3,01	2,34	1,86
Glutamat	4,34	5,51	5,78

Tabel 3 Kualitas air selama penelitian

Parameter	Pakan perlakuan		
	MSG 0 %	MSG 0,87 %	MSG 1,74 %
Suhu (°C)	27-29	27-29	27-29
pH	7-8	7-8	7-8
Oksigen terlarut (mg L ⁻¹)	1,4-1,5	1,4-1,5	1,4-1,5
Total amonia (mg L ⁻¹)	5,0-73,7	5,0-72,5	5,0-73,5

Pada hari ke 60 masa budi daya, ikan dipuaskan selama satu hari, kemudian pada hari ke 61 seluruh ikan ditimbang untuk mengetahui bobot total ikan. Jumlah ikan yang hidup juga dihitung, untuk mengetahui tingkat sintasan. Sebelum pengambilan sampel untuk analisis parameter fisiologis, ikan terlebih dahulu dibius dengan menggunakan pembius *Ocean free special arowana stabilizer* dengan dosis 1 ml L⁻¹ di dalam air yang diberi es. Ikan sebanyak 10 ekor dari tiap ulangan ditimbang bobot tubuh, diambil hati dan ditimbang bobot hati untuk pengukuran indeks hepatosomatik (IHS). Untuk pengujian aktivitas kadar glutamin, sampel usus diambil dari lima ekor ikan dari setiap ulangan. Untuk uji aktivitas enzim *aspartate aminotransferase* (AST) dan *alanin aminotransferase* (ALT) dan amonia darah, darah diambil dari tiga ekor ikan pada setiap ulangan.

Parameter uji

Parameter uji yang diukur untuk mengevaluasi keberhasilan perlakuan di dalam penelitian adalah parameter biologis dan fisiologis ikan. Parameter biologis terdiri atas laju pertumbuhan harian (Zonneveld *et al.* 1976), efisiensi pakan (NRC 2011), jumlah konsumsi pakan, tingkat sintasan, serta indeks hepatosomatik (IHS) (Vangen & Hemre 2003). Respons fisiologis ikan diamati melalui parameter persentase warna hati yang pucat, yakni dengan menghitung jumlah hati ikan yang pucat dibanding total

sampel hati dikalikan 100. Pengukuran aktivitas enzim *alanin aminotransaminase* (ALT) dan *aspartate aminotransaminase* (AST) yakni darah ditambahkan reagen AST dan ALT Liquiform dan diukur berdasarkan prosedur standar UV Kinetik-IFCC pada panjang gelombang 340 nm menggunakan *Vet-Semi Auto Chemistry Analyzer*. Analisis dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Departemen Budidaya Perairan, IPB. Amonia darah diukur dengan metode phenate (APHA 1998), serta glutamin usus diukur menggunakan *Glutamine Determination Kit* dari Abcam, dibaca pada panjang gelombang 450 nm menggunakan Elisa Reader.

Analisis Data

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan tiga perlakuan pakan dan tiga ulangan. Pengaturan dan penempatan tangki pemeliharaan dilakukan secara acak dengan menggunakan bilangan acak (Steel & Torrie 1993). Data yang diperoleh ditabulasi dengan program *Excel MS Office* 2013. Data kinerja pertumbuhan, aktivitas enzim ALT dan AST, indeks hepatosomatik (IHS) dianalisis menggunakan ANOVA pada selang kepercayaan 95% dan jika berbeda nyata dilakukan uji lanjut Duncan dengan bantuan SPSS Versi 22. Data warna hati, glutamin usus, dan amonia darah dibahas secara deskriptif.

Hasil

Uji pertumbuhan dan evaluasi pemanfaatan pakan pada ikan lele yang diberi pakan komersial dengan penambahan MSG yang dibudidayakan tanpa ganti air dapat dilihat pada Tabel 4. Ukuran ikan pada akhir penelitian relatif sama di semua perlakuan, yakni *size* 8 (1 kg berisi 8 ekor ikan). Selama masa budi daya, jumlah ikan yang mati kurang dari 7%, sehingga menghasilkan sintasan yang tinggi di semua perlakuan, yakni antara 93,6-97,0 %. Penambahan MSG di pakan pada berbagai dosis menghasilkan kinerja pertumbuhan, seperti jumlah konsumsi pakan, laju pertumbuhan spesifik, biomassa akhir, dan sintasan yang sama dengan perlakuan tanpa penambahan MSG. Walau demikian, penambahan MSG pada dosis 0,87% menghasilkan perbaikan mutu pakan yang dicirikan dengan nilai efisiensi pakan yang paling tinggi. Pemberian pakan yang ditambah MSG 1,74%, menyebabkan efisiensi pakan menurun, dengan nilai yang sama dengan perlakuan tanpa MSG.

Nilai aktivitas enzim AST dan ALT dapat dilihat pada Gambar 1. Perlakuan MSG 0%, nilai ALT dan AST, keduanya hampir sama. Penambahan MSG di pakan dapat menurunkan nilai ALT ikan dibandingkan AST, yakni dapat menurunkan nilai ALT ikan lebih dari setengahnya. Namun demikian, penurunan nilai ALT pa-

ling besar di perlakuan MSG 0,87%. Adanya penurunan nilai ALT yang sangat besar mengindikasikan bahwa penambahan MSG 0,87% di pakan dapat menurunkan tingkat kerusakan di hati ikan yang mengonsumsi pakan perlakuan tersebut.

Parameter indeks hepatosomatik (IHS) dan warna hati dilakukan untuk mengetahui kondisi hati. Di akhir masa pemeliharaan, terdapat ikan lele yang mengalami kerusakan hati, yang dicirikan dengan warna hati yang pucat (Gambar 2). Di perlakuan MSG 0 %, hati yang pucat mencapai angka $66,7 \pm 23,1\%$. Pemberian pakan yang ditambah MSG 0,87 dan 1,74 % dapat menurunkan hati yang pucat sama jumlahnya, yakni $26,7 \pm 11,5\%$ (Tabel 4). Nilai IHS di semua perlakuan tidak berbeda nyata, walau jumlah hati yang pucat menurun ketika ikan mengonsumsi MSG.

Ammonia darah ikan di perlakuan MSG 0% relatif paling tinggi dibanding ke dua perlakuan lain. Penambahan MSG di pakan dapat menurunkan kadar ammonia darah ikan di perlakuan tersebut (Gambar 3). Glutamin usus ikan meningkat ketika mengonsumsi pakan yang ditambah MSG. Kadar glutamin diperlakukan MSG nilainya 5,5 sampai 6 kali lebih besar dari perlakuan MSG 0 % (Gambar 4).

Tabel 4 Kinerja pertumbuhan dan efisiensi ikan lele setelah diberi perlakuan penambahan MSG di pakan

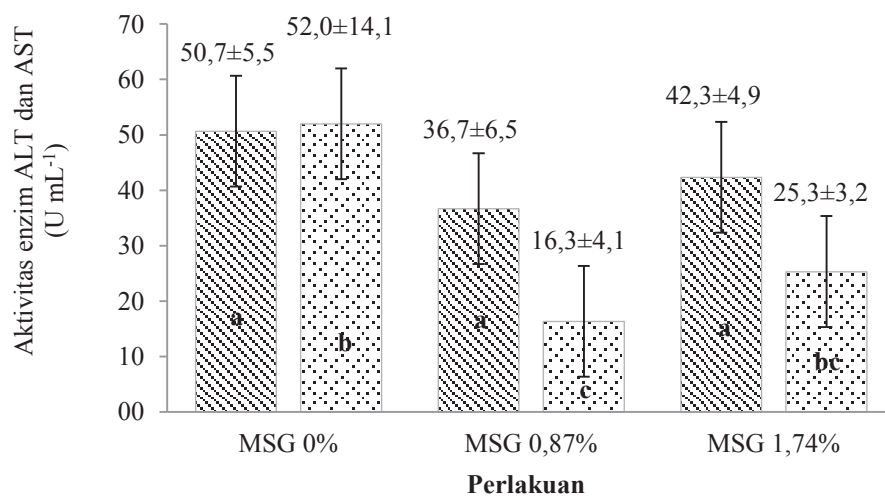
Parameter	MSG 0 %	MSG 0,87 %	MSG 1,74 %
Bobot individu awal (g)	$11,9 \pm 6,0^a$	$11,6 \pm 0,1^a$	$11,7 \pm 0,4^a$
Bobot individu akhir (g)	$119,9 \pm 6,8^a$	$121,1 \pm 5,6^a$	$118,3 \pm 3,7^a$
Biomassa akhir (g)	$11.630,0 \pm 7083^a$	$11.327,6 \pm 245,4^a$	$11.084,3 \pm 726,5^a$
Jumlah konsumsi pakan (g ikan ⁻¹)	$118,7 \pm 5,1^a$	$113,6 \pm 6,2^a$	$119,1 \pm 2,4^a$
Laju pertumbuhan spesifik (%)	$3,79 \pm 0,07^a$	$3,79 \pm 0,05^a$	$3,74 \pm 0,15^a$
Sintasan (%)	$97,0 \pm 3,0^a$	$93,6 \pm 4,5^a$	$93,6 \pm 4,7^a$
Efisiensi pakan (%)	$91,0 \pm 2,4^{ab}$	$96,4 \pm 3,5^b$	$89,5 \pm 3,5^a$

Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata $\pm$ simpangan baku. Huruf cetak atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($P < 0.05$).

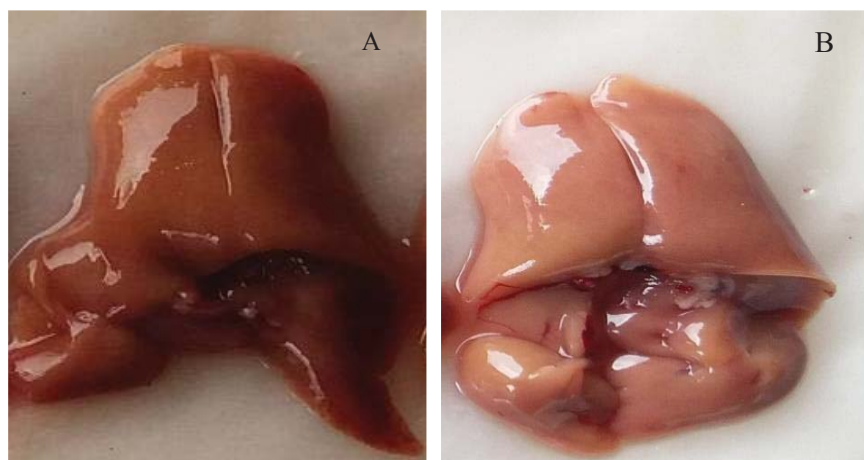
Pembahasan

Budi daya ikan di media tanpa ganti air menyebabkan kadar total amonia air tinggi, yakni 72,4-73,7 mg L⁻¹ (Tabel 3). Tingginya nilai amonia di air menyebabkan terjadi akumulasi sisa hasil metabolisme dan amonia dalam jaringan dan tubuh sehingga kadar amonia dalam darah juga meningkat (Wright *et al.* 2007, Sinha *et al.* 2013). Apabila kadar amonia di air tinggi

maka akan terjadi proses perubahan gradien difusi pada insang yang menyebabkan terhentinya ekskresi amonia yang ada di dalam tubuh (Randall & Tsui 2002). Hegazi & Hasanein (2010) melaporkan paparan kadar TAN air (5-10 mg L⁻¹) menyebabkan terjadinya peningkatan kadar amonia dalam plasma yuwana ikan nila. Ikan yang terpapar ammonia tinggi dapat menyebabkan penurunan laju pertumbuh-



Gambar 1 Aktivitas enzim *alanin aminotransferase* (ALT) dan *aspartate amoninotranferase* (AST) pada plasma ikan lele setelah diberi perlakuan penambahan MSG di pakan selama 60 hari. (▨) AST; (▤) ALT

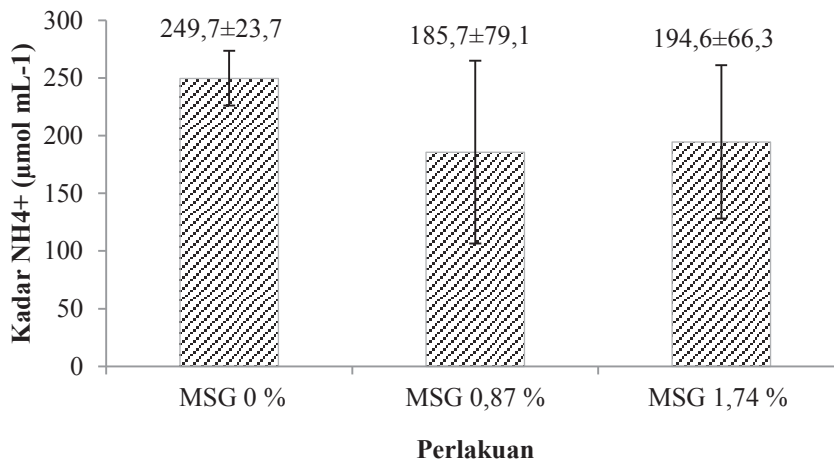


Gambar 2 Warna hati yang normal (A) dan abnormal, yakni warna menjadi pucat (B) pada ikan lele setelah diberi pakan perlakuan selama 60 hari

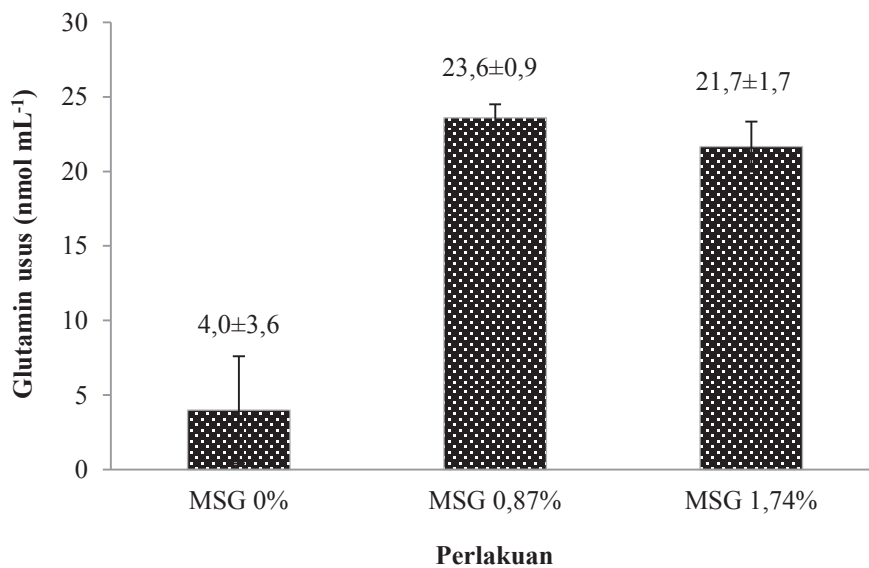
Tabel 4 Nilai hepatosomatik indeks dan presentase jumlah warna hati pucat setelah diberi perlakuan penambahan MSG di pakan selama 60 hari

Parameter	Pakan perlakuan		
	MSG 0 %	MSG 0,87 %	MSG 1,74 %
IHS (%)	2,38±0,38 ^a	2,08±0,27 ^a	2,06±0,44 ^a
Warna hati (%)	66,67±23,09	26,67±11,55	26,67±11,55

Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata ± simpangan baku. Huruf cetak atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata ($p>0,05$).



Gambar 3 Kadar NH_4^+ pada darah ikan lele setelah diberi perlakuan penambahan MSG di pakan selama 60 hari



Gambar 4 Kadar glutamin di usus ikan lele setelah diberi perlakuan penambahan MSG di pakan selama 60 hari

an, sistem imun, serta perubahan histopatologi pada epitel insang (Randall & Tsui 2002). Menurut Rose (2006), amonia pada konsentrasi tinggi akan bersifat toksik dan dapat memengaruhi fisiologis dan proses metabolisme. Kadar amonia tinggi terjadi peningkatan katabolisme protein (Miron *et al.* 2008).

Menurut Li *et al.* (2018) hati merupakan organ utama yang terlibat dalam proses detoksifikasi amonia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ikan lele yang dibudidayakan pada air dengan kandungan amonia yang tinggi memiliki ukuran hati yang lebih besar dibandingkan dengan ikan yang dibudidayakan pada air dengan kandungan amonia rendah (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa budi daya ikan lele di air dengan kandungan amonia tinggi menyebabkan terjadinya kerusakan hati ikan (Choudhury & Saha 2012). Ikan pada perlakuan MSG 0% memiliki hati yang pucat dengan persentase sebesar 66,7%. Pemberian pakan yang ditambah MSG menurunkan persentase hati yang pucat yakni menjadi 26,7%.

Fenomena turunnya tingkat kerusakan hati seiring dengan penurunan aktivitas enzim ALT di plasma ikan. Indikasi kerusakan hati dapat diketahui dengan mengukur aktivitas enzim transaminase ALT (Lemaire *et al.* 1991, Al-Mamary *et al.* 2002). Pemberian pakan yang ditambah MSG 0,87% dapat menurunkan aktivitas ALT 1/3 dari nilai ALT di perlakuan MSG 0%. Pemberian MSG 1,74% di pakan, menurunkan aktivitas ALT setengah dari nilai di perlakuan MSG 0%. Penurunan nilai ALT menunjukkan bahwa terjadi perbaikan fungsi hati setelah ikan diberi pakan mengandung MSG. Penurunan nilai ALT yang lebih dominan karena enzim ALT merupakan enzim indikator baik atau rusaknya hati (de la Torre *et al.* 2000). Pada

kondisi amonia air yang tinggi, terjadi peningkatan aktivitas GDH untuk menghasilkan glutamat (Glu) akibat terjadinya peningkatan katabolisme asam-asam amino dan protein di berbagai jaringan tubuh (Cooper & Plum 1987, Jürss & Bastrop 1995) untuk memenuhi kebutuhan Glu yang tinggi dalam mengubah amonia menjadi glutamin dengan bantuan GS (Saha *et al.* 2007, Chew & Ip 2014). Penambahan MSG di dalam pakan menyebabkan ketersediaan Glu di tubuh meningkat, sehingga aktivitas GDH tidak meningkat. Aktivitas GDH yang tidak naik pada dasarnya mengindikasikan tidak terjadinya peningkatan beban kerja hati, yang bisa dilihat dari menurunnya aktivitas ALT bila dibanding dengan perlakuan tanpa penambahan MSG.

Pemberian pakan yang ditambah MSG 0,87 dan 1,74% mampu menurunkan kandungan amonia darah ikan. Hal ini menunjukkan bahwa MSG dapat berperan dalam menyumbang peningkatan kebutuhan Glu untuk mengikat amonia darah membentuk glutamin (Saha *et al.* 2007). Berdasarkan hasil pengamatan bahwa ada peningkatan kadar glutamin pada usus ikan yang diberi pakan penambahan MSG (Gambar 4). Menurut Wang & Wals (2000), peningkatan Gln pada organ ikan merupakan hasil reaksi detoksifikasi.

Berdasarkan uraian di atas bahwa pemberian pakan yang ditambah MSG 0,87% lebih efektif dalam menurunkan nilai aktivitas enzim ALT pada plasma dibandingkan dengan MSG 0% dan 1,74%. Peningkatan jumlah MSG yang dikonsumsi (MSG 1,74 %), menyebabkan nilai ALT lebih tinggi dari perlakuan MSG 0,87%. Hal ini menjadi indikasi bahwa perlakuan MSG 1,74 % melebihi kebutuhan ikan akan MSG. Kelebihan dosis MSG tersebut diduga memberikan

efek negatif terhadap ikan. Peningkatan nilai ALT pada perlakuan tersebut diduga bahwa MSG dapat meningkatkan stres oksidatif sehingga nilai aktivitas enzim tersebut meningkat, seperti hasil penelitian Zhao *et al* (2015) pada ikan *grass carp*. Penelitian Farombi & Onyema (2006) membuktikan bahwa penambahan MSG yang berlebih dari kebutuhan pada hewan akan bersifat racun pada berbagai organ seperti ginjal, timus, otak, dan hati. Menurut Diniz *et al*. (2004), efek metabolik dan toksik MSG pada dosis tinggi dapat menginduksi peningkatan stres oksidatif pada tikus.

Perubahan nilai aktivitas enzim ALT dari perlakuan MSG 0% ke perlakuan MSG 1,74 %, berkorelasi dengan nilai efisiensi pakan. Penurunan aktivitas ALT di perlakuan MSG 0,87%, menyebabkan peningkatan nilai efisiensi pakan. Peningkatan kandungan MSG menjadi 1,74% di pakan menyebabkan nilai efisiensi pakan yang menurun mendekati nilai efisiensi pakan pada perlakuan tanpa penambahan MSG (MSG 0%). Pada perlakuan MSG 0,87%, konsumsi MSG dari pakan dapat memenuhi kebutuhan ikan akan glutamat untuk detoksifikasi amonia menjadi glutamin, serta optimal dalam menurunkan beban kerja hati (nilai ALT paling rendah). Keadaan ini berdampak pada lebih tingginya nilai efisiensi pakan di perlakuan tersebut. Di sisi lain, perlakuan MSG 1,74% diduga toksik akibat dosis yang berlebih seperti telah dijelaskan dalam uraian sebelumnya. Berbeda dengan ikan *grass carp* (Zhao *et al*. 2015), peningkatan nilai efisiensi pakan di penelitian ini tidak menyebabkan peningkatan pertumbuhan ikan. Diduga, kondisi ammonia yang tinggi di media budi daya lele menjadi alasan pertumbuhan tidak meningkat. Penambahan MSG di pakan baru memperbaiki kondisi fisiologis ikan lele.

Simpulan

Pemberian pakan yang ditambah MSG dengan dosis 0,87% pada ikan lele yang dibudidayakan dalam air tergenang dapat meningkatkan nilai efisiensi pakan dan respons fisiologis yang dicirikan dengan menurunnya nilai ALT, amonia darah, jumlah hati pucat. Penambahan MSG pada dosis tersebut belum dapat meningkatkan pertumbuhan ikan lele.

Persantunan

Penelitian ini dibiayai oleh Direktorat Riset dan Pengembangan Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi dan Pendidikan Tinggi sesuai dengan surat penugasan pelaksanaan program penelitian nomor: 011/SP2H/LT/DRPM/IV/2017.

Daftar pustaka

- Al-Mamary M, Al-Habori M, Al-Aghbari AM, Baker MM. 2002. Investigation into the toxicological effects of *Catha edulis* leaves: a short term study in animals. *Phytotherapy Research*, 16(2): 127-132.
- [APHA] American Public Health Association. 1998. *Standard methods for the examination of water and waste water*. American Public Health Association (APHA). American Water Works Association (AWWA) and Water Pollution Control Federation (WPCF). 20th ed. Washington. 4: 114 p.
- Caballero-Solares A, Viegas I, Salgado MC, Siles AM, Sáez A, Metón I, Baanante IV, Fernández F. 2015. Diets supplemented with glutamate or glutamine improve protein retention and modulate gene expression of key enzymes of hepatic metabolism in gilthead seabream (*Sparus aurata*) juveniles. *Aquaculture*, 444: 79-87.
- Chen JC, Kou YZ. 1993. Accumulation of ammonia in the haemolymph of *Penaes monodon* exposed to ambient ammonia. *Aquaculture*, 109(2): 177-185.

- Chew SF, Ip YK. 2014. Excretory nitrogen metabolism and defence against ammonia toxicity in air-breathing fishes. *Journal of Fish Biology*, 84(3): 603-638.
- Choudhury MG, Saha N. 2012. Influence of environmental ammonia on the production of nitric oxide and expression of inducible nitric oxide synthase in the freshwater air-breathing catfish (*Heteropneustes fossilis*). *Aquatic Toxicology*, 116-117: 43-53.
- Cooper AJ, Plum F. 1987. Biochemistry and physiology of brain ammonia. *Physiological Reviews*, 67(2): 440-519.
- de la Torre FR, Salibián A, Ferrari L. 2000. Biomarkers assessment in juvenile *Cyprinus carpio* exposed to waterborne cadmium. *Environmental Pollution*, 109(2): 277-282.
- Diniz YS, Fernandes AAH, Campos KE, Mani F, Ribas BO, Novelli ELB. 2004. Toxicity of hypercaloric diet and monosodium glutamate: oxidative stress and metabolic shifting in hepatic tissue. *Food and Chemical Toxicology*, 42(2): 313-319.
- Farombi EO, Onyema OO. 2006. Monosodium glutamate-induced oxidative damage and genotoxicity in the rat: modulatory role of vitamin C, vitamin E and quercetin. *Human and Experimental Toxicology*, 25(5): 251-259.
- Fauji H, Budiardi T, Ekasari J. 2018. Growth performance and robustness of African catfish *Clarias gariepinus* (Burchell) in biofloc-based nursery production with different stocking densities. *Aquaculture Research*, 49(3): 1339-1346.
- Hegazi MM, Hasanein SS. 2010. Effects of chronic exposure to ammonia concentrations on brain monoamines and ATPases of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 151(4): 420-425.
- Jürss K, Bastrop R. 1995. Amino acid metabolism in fish. In: Hochachka PW, Mommsen TP (eds.). *Biochemistry and Molecular Biology of Fishes*, Volume 4. Elsevier, Amsterdam. pp. 159-189.
- Lemaire P, Draï P, Mathieu A, Lemaire S, Carrière S, Giudicelli J, Lafaurie M. 1991. Changes with different diets in plasma enzymes (GOT, GPT, LDH, ALP) and plasma lipids (cholesterol, triglycerides) of sea-bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquaculture*, 93(1): 63-75.
- 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*, 213: 55-61.
- Lin Y, Zhou XQ. 2006. Dietary glutamine supplementation improves structure and function of intestine of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture*, 256(1-4): 389-394.
- Miron DS, Moraes B, Becker AG, Crestani M, Spanevello R, Loro VL, Baldisserotto B. 2008. Ammonia and pH effects on some metabolic parameters and gill histology of silver catfish, *Rhamdia quelen* (Heptapteridae). *Aquaculture*, 277(3-4): 192-196.
- Newsholme P, Procopio J, Lima MMR, Pithon-Curi TC, Curi R. 2003. Glutamine and glutamate—their central role in cell metabolism and function. *Cell Biochemistry and Function*, 21(1): 1-9.
- [NRC] National Research Council. 2011. *Nutrient requirements of fish and shrimp*. The National Academies Press, Washington, D.C. 376 p.
- Randall DJ, Tsui TKN. 2002. Ammonia toxicity in fish. *Marine Pollution Bulletin*, 45(1-12): 17-23.
- Rose C. 2006. Effect of ammonia on astrocytic glutamate uptake/release mechanisms. *Journal of Neurochemistry*, 97(s1): 11-15.
- Saha N, Datta 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*, 133(2): 235-250.
- Saha N, Datta S, Kharbuli ZY, Biswas K, Bhattacharjee A. 2007. Air-breathing catfish, *Clarias batrachus* upregulates glutamine synthetase and carbamyl phosphate synthetase III during exposure to high external ammonia. *Comparative Biochemistry and Physiology Part C*, 146(1): 1-10.

- mistry and Physiology Part B*, 147(3): 520-530.
- Sinha AK, Giblen T, AbdElgawad H, De Rop M, Asard H, Blust R, De Boeck G. 2013. Regulation in amino acid metabolism as a defensive strategy in the brain of three freshwater teleosts in response to high environmental ammonia exposure. *Aquatic Toxicology*, 130-131: 86-96.
- Sogbesan OA, Ahmed YM, Ajiola KO. 2017. Growth performance, nutrient utilization, somatic indices and cost benefit analyses of african basil leaf additive diets on *Clarias gariepinus* (Burchell, 1822) fingerlings. *Journal of Animal Research and Nutrition*, 2(1): 10.
- Steel RDG, Torrie JH. 1993. *Principles and procedures of statistics. A biometrical approach*. McGraw-Hill Book Company Inc., New York, NY, 633 p.
- Tapiero H, Mathé G, Couvreur P, Tew KD. 2002. II. Glutamine and glutamate. *Bio-medicine and Pharmacotherapy*, 56(9): 446-457.
- Vangen B, Hemre GI. 2003. Dietary carbohydrate, iron and zinc interaction in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 219(1-4): 597-611.
- Wang Y, Walsh PJ. 2000. High ammonia tolerance in fishes of the family Batrachoididae (Toadfish and Midshipmen). *Aquatic Toxicology*, 50(3): 205-219.
- Wilkie MP. 2002. Ammonia excretion and urea handling by fish gills: present understanding and future research challenges. *Journal of Experimental Zoology*, 293(3): 284-301.
- Wright PA, Steele SL, Huitema A, Bernier NJ. 2007. Induction of four glutamine synthetase genes in brain of rainbow trout in response to elevated environmental ammonia. *Journal of Experimental Biology*, 210(16): 2905-2911.
- Zhao Y, Hu Y, Zhou XQ, Zeng XY, Feng L, Liu Y, Jiang WD, Li SH, Li DB, Wu XQ, Wu CM, Jiang J. 2015. Effects of dietary glutamate supplementation on growth performance, digestive enzyme activities and antioxidant capacity in intestine of grass carp (*Ctenopharyngodon idella*). *Aquaculture Nutrition*, 21(6): 935-941.
- Zonneveld N, Huisman EA, Boon JH. 1976. *Prinsip-prinsip budidaya ikan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

Pengayaan *Daphnia* sp. dengan glutamin untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami *Osphronemus goramy* Lacepede, 1801

[Enrichment *Daphnia* sp. with glutamin to improve the performance of the growth and survival rate of gurami *Osphronemus goramy* Lacepede, 1801 larvae]

Rizkan Fahmi¹, Mia Setiawati², Mas Tri Djoko Sunarno³, Dedi Jusadi⁴

¹Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
rizkanfahmi@gmail.com

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680
miasetiawati25@yahoo.com

³Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan
Jl. Sempur No.1, Bogor 16154
mastrimm@yahoo.co.id

⁴Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan – Institut Pertanian Bogor
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680
siflounder@gmail.com

Diterima: 2 Juli 2019; Disetujui: 3 September 2019

Abstrak

Penelitian dilakukan dengan tujuan mengevaluasi efektivitas pemberian *Daphnia* sp. sebagai pakan alami yang diperkaya dengan berbagai dosis glutamin untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap yang terdiri atas empat perlakuan dan tiga ulangan. Perlakuan ditentukan berdasarkan dosis glutamin yang berbeda yaitu 0, 25, 50, dan 75 mg L⁻¹. Pakan uji diberikan pada larva ikan gurami yang ditebar 60 ekor ikan setiap akuarium (40 x 30 x 30 cm³) selama 21 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva ikan gurami yang diberi pakan *Daphnia* sp. dengan pengayaan menggunakan glutamin dosis 25-75 mg L⁻¹ memberikan pengaruh signifikan terhadap kinerja pertumbuhan dan sintasan dibandingkan dengan kontrol (0 glutamin). Respon fisiologi aktivitas enzim protease dan aktivitas antioksidan menunjukkan kinerja yang lebih baik pada perlakuan penambahan glutamin dibandingkan dengan kontrol. Disimpulkan bahwa pengayaan *Daphnia* sp. menggunakan glutamin mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami. Dosis optimal untuk meningkatkan sintasan larva ikan gurami adalah 25 mg L⁻¹.

Kata penting: glutamin, ikan gurami, kinerja pertumbuhan, sintasan

Abstract

This study aimed to evaluate the effectiveness of giving *Daphnia* sp. as a natural feed enriched with the doses of glutamine to increase growth performance and survival rate of larvae. This study used a completed randomized design which consisted of four treatments, namely 0, 25, 50, dan 75 mg L⁻¹ and three replications. The test feed was given to larvae stocked with 60 fish/aquarium (40 cm x 30 cm x 30 cm) for 21 days. The results showed that significant on growth performance and survival rate were revealed on larvae fed with *Daphnia* sp. which enriched by glutamine dose of 25-75 mg L⁻¹. The physiological response of protease enzyme and antioxidant activity showed that better performance was found in the treatment with addition of glutamine rather than control. In short, enrichment of *Daphnia* sp. using glutamine can improve the growth performance and survival rate of goramy larvae. The optimal dose of glutamine for improving the survival of gorami larvae is 25 mg L⁻¹.

Keywords: giant gourami, glutamine, growth performance, survival rate

Pendahuluan

Ikan gurami (*Osphronemus goramy*) sebagai ikan konsumsi merupakan salah satu ikan budi daya yang banyak digemari oleh masyarakat karena mengandung protein yang cukup

tinggi dan memiliki nilai ekonomis tinggi. Produksi ikan gurami tahun 2014 mencapai 118.776 ton dan tahun 2016 meningkat menjadi 149.553 ton (DJPB 2017). Produksi ikan gurami terus mengalami peningkatan, sehingga sangat men-

janjikan untuk dikembangkan atau dibudidaya, namun yang menjadi kendala pembenih saat ini adalah rendahnya pertumbuhan dan sintasan larva sehingga terbatasnya ketersediaan benih. Upaya dan teknik budi daya melalui penelitian terus dilakukan untuk meningkatkan produksi ikan gurami (Suprayudi & Setiawati 2003, Sari *et al.* 2004, Setiawati *et al.* 2007, Amornsakun *et al.* 2014, Lucas *et al.* 2015, Nugroho *et al.* 2015, Raharjo *et al.* 2016, Pranata *et al.* 2017, Andriani *et al.* 2019).

Stadia larva merupakan fase yang paling kritis dalam siklus hidup ikan. Larva memanfaatkan cadangan makanan (kuning telur) sebagai energi untuk perkembangan seperti sirip, mata, mulut, dan saluran pencernaan (Effendi 2004). Kematian pada larva ikan diduga akibat cadangan makanan mulai habis serta kandungan nutrisi pada pakan tidak sesuai untuk kebutuhan larva. Kurangnya kandungan nutrisi pada pakan menyebabkan larva ikan menjadi lemah dan perkembangan tidak sempurna sehingga mengalami kematian.

Pakan alami merupakan pakan awal terbaik bagi larva ikan. *Daphnia* sp. merupakan salah satu pakan alami yang baik untuk larva karena ukurannya sesuai dengan bukaan mulut larva, mudah dicerna dan mempunyai kadar protein kurang lebih 50% bobot kering (Mokoginta *et al.* 2003). Peningkatan pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami dapat dilakukan melalui penyediaan pakan alami yang cukup dan berkualitas. Upaya yang dapat ditempuh untuk menghasilkan kualitas larva ikan gurami yaitu melalui peningkatan nutrisi *Daphnia* sp. sebagai pakan alami dengan pengayaan menggunakan glutamin.

Glutamin merupakan asam amino non esensial yang secara kuantitatif merupakan asam

amino bebas yang banyak ditemukan dalam plasma darah dan otot dibandingkan asam amino bebas lain (Tapiero *et al.* 2002, News-holme *et al.* 2003). Glutamin berperan dalam sintesis protein dan metabolisme sel (Wu *et al.* 2011, Brosnan & Brosnan 2013). Pengayaan pakan alami berupa rotifer dengan glutamin dosis 50 mg L⁻¹ meningkatkan sintasan dan kandungan nutrisi pakan pada larva ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* (Jusadi *et al.* 2015). Penambahan 2% glutamin dalam pakan meningkatkan nilai kinerja pertumbuhan, struktur dan fungsi usus yuwana ikan *Sciaenops ocellatus* (Cheng *et al.* 2011). Liu *et al.* (2015) melaporkan penambahan 1% glutamin pada pakan dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan, aktivitas enzim pencernaan, antioksidan dan mengurangi stres hipoksia pada post larva ikan *Cynoglossus semilaevis*. Penambahan 1,2% glutamin dalam pakan meningkatkan kinerja pertumbuhan dan aktivitas enzim pencernaan pada yuwana ikan giant carp *Cyprinus carpio* (Lin & Xiao 2006). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi efektivitas pemberian *Daphnia* sp. sebagai pakan alami yang diperkaya dengan berbagai dosis glutamin untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami (*Osphronemus goramy* Lac.).

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai dengan Oktober 2018 di Laboratorium Nutrisi Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Rancangan penelitian

Rancangan yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap menggunakan empat perlakuan dan lima ulangan. Perlakuan ditentukan berdasarkan dosis glutamin yang berbeda yaitu 0, 25, 50, dan 75 mg L⁻¹.

Pakan uji dan pengayaan

Pakan uji yang digunakan adalah pakan alami berupa *Daphnia* sp. berasal dari Laboratorium Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Depok. Sebelum digunakan sebagai pakan uji, *Daphnia* sp. dikultur secara massal dan terkontrol dalam bak fiber dengan volume 100 L dan akuarium volume 50 L masing-masing tiga buah. Media kultur *Daphnia* sp. diperoleh secara komersial, merk *Monodon plus* dengan kandungan *Lactobacillus* sp.: $6,0 \times 10^7$ CFU mL⁻¹, *Bacillus* sp.: $1,2 \times 10^9$ CFU mL⁻¹, *Actinomyces* sp.: $1,0 \times 10^6$ CFU mL⁻¹, *Azotobacter* sp.: $4,9 \times 10^7$ CFU mL⁻¹, *Saccharomyces* sp.: $7,4 \times 10^3$ CFU mL⁻¹ dan *Rhodospseudomonas* sp.: < 30 MPN mL⁻¹. Pemanenan dilakukan setiap tiga jam sebelum pengayaan, kemudian menghitung jumlah kepadatan untuk dilakukan pengayaan.

Prosedur pengayaan *Daphnia* sp. dilakukan berdasarkan Jusadi et al. (2015) dengan ca-

ra: (a) bahan pengkaya yang ditambahkan antara lain kontrol: 0,1 g kuning telur, 0,25 g ragi roti, dan masing-masing perlakuan yaitu glutamin: 0,1 g kuning telur, 0,25 g ragi roti dan 25 mg L⁻¹, 50 mg L⁻¹, 75 mg L⁻¹ glutamin. Bahan dimasukkan ke dalam 200 mL air untuk diemulsikan dengan blender selama 3-5 menit. (b) campuran bahan pengkaya tersebut kemudian dimasukkan ke dalam 4 wadah plastik berkapasitas 25 L dan mengisi air sebanyak 10 L untuk setiap perlakuan. (c) larutan pengkaya kemudian diambil dan dimasukkan ke dalam wadah plastik sebanyak 20 mL. (d) *Daphnia* sp. hasil panen dihitung dan ditebar ke dalam wadah plastik. (e) *Daphnia* sp. diperkaya selama tiga jam, kemudian setelah diperkaya *Daphnia* sp. diberikan pada larva gurami.

Analisis proksimat *Daphnia* sp. dilakukan pada akhir penelitian. Tujuan dari analisis proksimat adalah untuk mengetahui kadar protein kasar, kadar lemak kasar, kadar air, kadar abu, dan kadar serat kasar. Metode analisis proksimat mengikuti prosedur sesuai dengan AOAC (1999). Hasil analisis proksimat pakan uji disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1 Komposisi proksimat *Daphnia* sp. yang diperkaya glutamin

Komposisi (% bobot basah)	Dosis pengayaan glutamin (mg L ⁻¹)			
	0	25	50	75
Kadar protein kasar	4,38	4,62	4,89	5,14
Kadar lemak kasar	3,13	3,72	3,30	2,97
Kadar air	90,77	88,68	88,89	88,9
Kadar abu	1,54	1,89	1,85	1,85
Kadar serat kasar	0,19	1,09	1,07	1,15

Wadah dan ikan uji

Wadah yang digunakan untuk pemeliharaan larva adalah akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³. Akuarium yang digunakan sebanyak 20 unit. Setiap akuarium diisi air sebanyak 24 L berupa air sumur bor yang telah ditampung dalam tandon selama tiga hari. Pengelolaan kualitas air dilakukan dengan melakukan penggantian air. Penggantian air dilakukan tiga hari sekali sebanyak 60% dengan menggunakan selang air yang telah diselubungi kain kasa pada ujung selang.

Ikan uji yang digunakan dalam penelitian ini adalah larva ikan gurami dengan panjang total $8,00 \pm 0,00$ mm dan bobot tubuh $17,00 \pm 0,00$ mg. Ikan uji berasal dari Instalasi Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan, Cijeruk, Bogor. Larva berumur dua hari sebanyak 3.000 ekor diadaptasikan terhadap kondisi lingkungan dan pakan selama delapan hari dalam akuarium volume 24 L dengan padat tebar 60 ekor.

Uji pertumbuhan

Larva ikan gurami yang telah diadaptasikan ditebar secara acak ke dalam 20 akuarium dengan padat tebar 60 ekor 24 L⁻¹ dan diberi pakan uji secara *at satiation* (sampai ikan kenyang) pada pukul 09.00, 12.00, 15.00, 18.00 dan 21.00 WIB selama 21 hari. Kepadatan *Daphnia* sp. yang diberikan ke larva yaitu sekitar 4.500 ekor dalam setiap pemberian pakan (lima kali). Perhitungan kepadatan *Daphnia* sp. dilakukan dengan cara pengambilan menggunakan pipet tetes. Pemantauan kualitas air dilakukan dengan mengukur suhu, konsentrasi oksigen terlarut, dan pH air. Pengukuran suhu dilakukan dengan menggunakan termometer, oksigen ter-

larut menggunakan DO meter, dan pH air menggunakan pH meter.

Pada akhir pemeliharaan, jumlah ikan dihitung, diukur panjang total individu dan ditimbang bobot tubuh individu. Pengukuran panjang larva dengan cara mengambil sepuluh ekor secara acak dari setiap perlakuan. Pengukuran menggunakan kertas milimeter block mulai dari ujung mulut sampai ujung ekor larva. Penimbangan bobot ikan dilakukan menggunakan timbangan analitik merk Kern: ABS 220-4 Analytical Balance dengan ketelitian lima desimal masing-masing sepuluh ekor larva diambil secara acak dari setiap perlakuan. Analisis aktivitas enzim protease dan aktivitas enzim Superoksida Dismutase (SOD) dilakukan pada akhir penelitian. Ikan diambil secara acak dan ditimbang mencapai $\pm 0,5$ g dari setiap akuarium.

Parameter penelitian

Analisis proksimat pakan uji dilakukan di Laboratorium Nutrisi Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Analisis aktivitas enzim protease dilakukan di Laboratorium Fakultas Perternakan, Institut Pertanian Bogor. Analisis aktivitas enzim protease mengikuti metode Bergmeyer & Grassi (1983). Analisis aktivitas enzim superoksida dismutase (SOD) dilakukan di Laboratorium Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Depok. Analisis aktivitas SOD ditentukan dengan metode Misra & Fridovich (1972).

Laju pertumbuhan harian ikan dihitung menggunakan persamaan Han *et al.* (2014).

$$LPH = \frac{(\ln W_t - \ln W_0)}{t} \times 100$$

Keterangan: LPH = laju pertumbuhan harian (%). W_t = bobot ikan pada akhir pemeliharaan (mg), W_0 = bobot ikan pada awal pemeliharaan (mg), t = lama pemeliharaan (hari)

Sintasan ikan uji dihitung berdasarkan persamaan berikut (Han et al. 2014):

$$\text{Sintasan} = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan: N_t = Jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor), N_0 = Jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Analisis statistik

Parameter penelitian dianalisis menggunakan sidik ragam (ANOVA) dan bila terdapat pengaruh perlakuan dilakukan uji lanjut *Duncan's Multiple Range Test* pada taraf kepercayaan 95%. Uji statistik menggunakan perangkat lunak SPSS versi 16.

Hasil

Hasil pengamatan kinerja pertumbuhan larva ikan gurami setelah dilakukan pemberian pakan uji selama 21 hari disajikan pada Tabel 2. Sintasan dan respons fisiologis larva ikan gurami disajikan dalam bentuk grafik batang. Panjang total tubuh, bobot tubuh, dan laju pertumbuhan harian bobot larva ikan gurami pada akhir

pemeliharaan terendah secara nyata pada perlakuan kontrol (0 mg L⁻¹; P<0,05), namun pengayaan glutamin pada dosis 25-75 mg L⁻¹ tidak berbeda secara nyata (P>0,05; Tabel 2).

Sintasan larva ikan gurami dipengaruhi secara nyata oleh pengayaan penambahan glutamin (P<0,05; Gambar 1). Nilai sintasan tertinggi secara nyata terdapat pada pengayaan glutamin 25 mg L⁻¹ dan terendah terdapat pada perlakuan kontrol (P<0,05). Sintasan pada pengayaan 50 mg L⁻¹ dan 75 mg L⁻¹ tidak berbeda secara nyata (P>0,05).

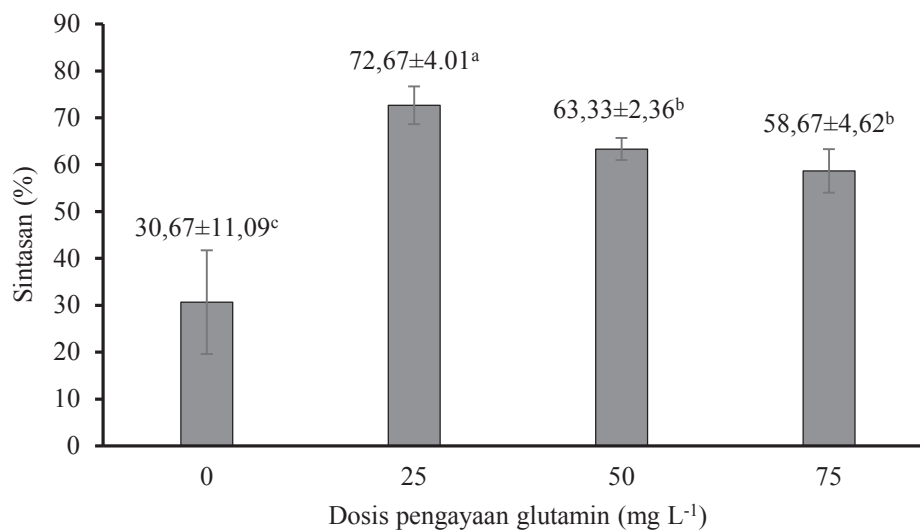
Aktivitas protease tertinggi secara nyata terdapat pada penambahan glutamin 25-75 mg L⁻¹ (P>0,05) dan nilai terendah pada perlakuan kontrol (0 mg L⁻¹) (P<0,05; Gambar 2).

Hasil pengamatan aktivitas SOD larva ikan gurami setelah pemberian pakan uji selama 21 hari ditampilkan pada Gambar 3. Pengayaan *Daphnia* sp. sebagai pakan alami larva ikan gurami tidak memberikan pengaruh secara nyata terhadap aktivitas SOD (P>0,05).

Tabel 2 Kinerja pertumbuhan larva ikan gurami yang diberi pakan uji selama 21 hari

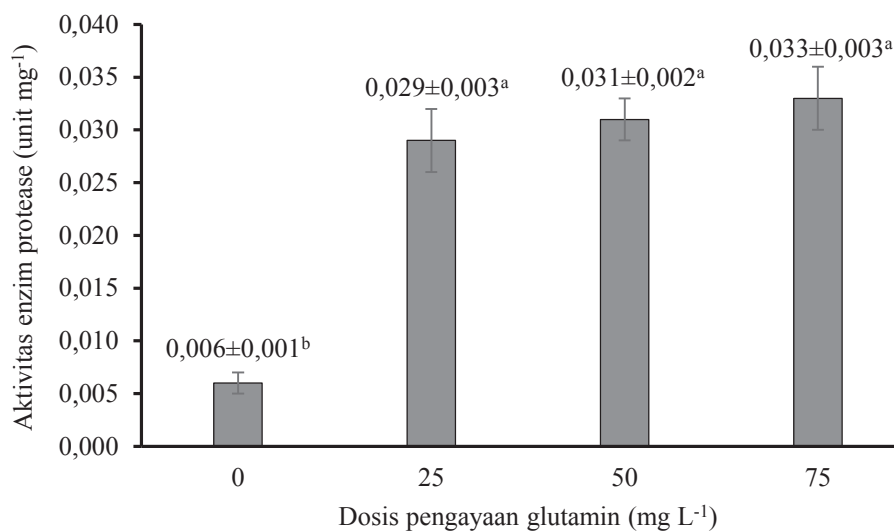
Parameter	Dosis pengayaan glutamin (mg L ⁻¹)			
	0	25	50	75
Pt (mm)	11,80±0,45 ^b	14,00±0,71 ^a	14,20±0,45 ^a	14,60±0,55 ^a
Wt (mg)	76,24±9,62 ^b	114,62±6,32 ^a	120,80±4,28 ^a	124,00±8,58 ^a
LPH (%)	7,43±0,70 ^c	9,06±0,23 ^b	9,38±0,17 ^{ab}	9,61±0,17 ^a

Keterangan: huruf yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan adanya pengaruh nyata antar perlakuan (P<0,05). Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. Pt: panjang ikan akhir, Wt: bobot ikan akhir, LPH: laju pertumbuhan harian



Keterangan: Huruf berbeda disamping simpangan baku menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P<0,05$)

Gambar 1 Sintasan larva ikan gurami pada akhir pemeliharaan pada berbagai dosis pengayaan glutamin

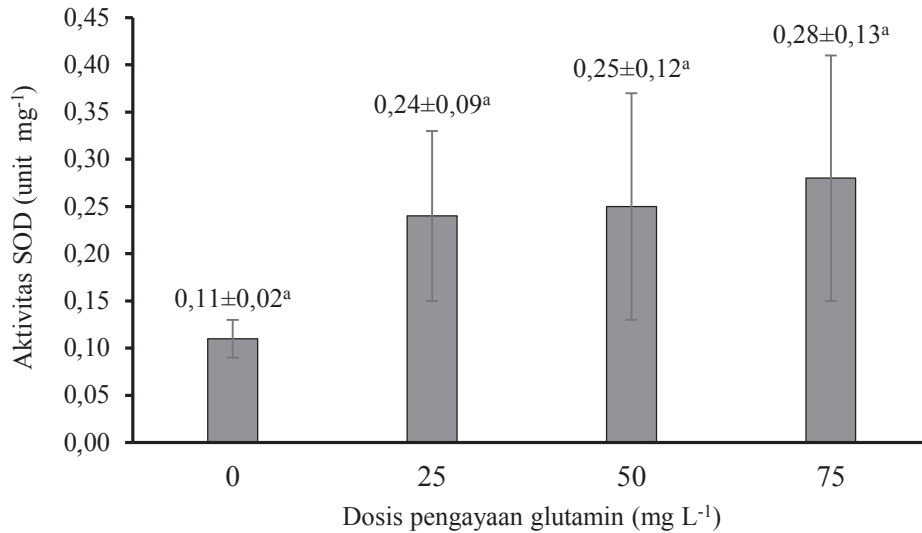


Keterangan: Huruf berbeda disamping simpangan baku menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P<0,05$)

Gambar 2 Aktivitas protease larva ikan gurami pada berbagai dosis pengayaan glutamin

Kisaran parameter kualitas air media pemeliharaan larva ikan gurami selama penelitian yaitu suhu 27,7-29,7 °C, pH 7,9-8,4 dan oksigen terlarut 7,0-7,5 mg L⁻¹. Kondisi kualitas air selama penelitian berada dalam kisaran yang layak

untuk pertumbuhan ikan gurami. Amornsakun *et al.* (2014) melaporkan bahwa kisaran parameter kualitas air untuk penetasan dan mendukung untuk pertumbuhan larva ikan gurami. Suhu 28-30 °C, pH 7-9, dan oksigen terlarut 6-8 mg L⁻¹.



Keterangan: Huruf berbeda disamping simpangan baku menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($P < 0,05$)

Gambar 3 Aktivitas SOD larva ikan gurami pada berbagai dosis pengayaan glutamin

Pembahasan

Pengayaan *Daphnia* sp. dengan menggunakan glutamin dapat meningkatkan kinerja pertumbuhan larva ikan. Larva ikan gurami yang diberi *Daphnia* sp. diperkaya glutamin 25-75 mg L⁻¹ menghasilkan panjang total tubuh 14,00-14,60 mm, lebih tinggi dibandingkan kontrol 11,80 mm ($P < 0,05$). Pertumbuhan larva ikan sangat dipengaruhi oleh kualitas pakan (Saputra *et al.* 2018). Kandungan nutrisi pada *Daphnia* sp. berdampak terhadap kinerja pertumbuhan larva ikan gurami. *Daphnia* sp. yang diperkaya glutamin memiliki kadar protein 4,62-5,14%, lebih tinggi dibandingkan kontrol (4,38%).

Aktivitas protease pada pemberian glutamin secara nyata lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol ($P < 0,05$; Gambar 2). Meningkatnya aktivitas protease sejalan dengan tingginya nilai protein dalam pakan. Berdasarkan kondisi tersebut, protein yang terdapat dalam *Daphnia* sp. mampu dicerna dan dimanfaatkan secara baik oleh larva ikan gurami untuk pertumbuhan. Peningkatan pencernaan protein dan aktivitas

protease diduga disebabkan oleh penambahan glutamin dalam pakan (Andriani *et al.* 2019). Hasil ini sesuai dengan penelitian Hong *et al.* (2014) yang menyebutkan bahwa penambahan glutamin dalam pakan ikan mas mampu meningkatkan enzim protease seiring bertambahnya dosis glutamin pada pakan.

Usus adalah organ pencernaan utama untuk memproses pencernaan pakan dan penyerapan nutrisi. Penyerapan nutrisi dipengaruhi oleh kondisi diameter usus di antaranya panjang dan bobot usus (Yandes *et al.* 2003). Permukaan vili yang lebih luas dapat meningkatkan penyerapan nutrisi untuk proses metabolisme (Qiyu *et al.* 2011). Glutamin merupakan asam amino non esensial yang berperan dalam sintesis protein dan metabolisme sel (Wu *et al.* 2011). Pengayaan menggunakan glutamin pada penelitian ini diduga dapat meningkatkan diameter usus larva ikan gurami. Andriani *et al.* (2019) melaporkan bahwa suplementasi glutamin 3% dalam pakan yuwana ikan gurami meningkatkan diameter usus sebesar 95% dibandingkan dengan tanpa suplementasi glutamin (kontrol).

Pohlenz *et al.* (2012) juga melaporkan bahwa suplementasi glutamin 2% dalam pakan yuwana ikan lele dapat meningkatkan tinggi vili.

Pengayaan *Daphnia* sp. dengan glutamin dosis 25-75 mg L⁻¹ untuk pakan larva ikan gurami meningkatkan laju pertumbuhan harian bobot mencapai 9,06-9,61% lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (7,43%). Cheng *et al.* (2012) menjelaskan penambahan glutamin 1% dalam pakan yuwana ikan *hybrid striped bass* menghasilkan laju pertumbuhan harian sebesar 3,81%. Penambahan glutamin 2% dalam pakan yuwana ikan *Sparus aurata* dapat meningkatkan laju pertumbuhan harian sebesar 2,60% (Coutinho *et al.* 2016). Andriani *et al.* (2019) lebih lanjut melaporkan bahwa penambahan glutamin 1-3% dalam pakan yuwana ikan gurami meningkatkan laju pertumbuhan harian sebesar 4,17-4,30% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol (3,10%). Asam amino diperlukan untuk pertumbuhan ikan terutama pada stadia larva yang memerlukan asam amino yang tinggi dibandingkan ikan stadia dewasa, karena tingginya kebutuhan energi dan laju pertumbuhan (Dabrowski *et al.* 2003). Green *et al.* (2002) menjelaskan bahwa asam amino bebas yang melimpah untuk dikonsumsi ikan memberikan peluang terhadap asam amino esensial dalam tubuh untuk pembentukan jaringan tubuh sehingga tidak dikatabolis menjadi energi dalam tubuh.

Pengayaan *Daphnia* sp. dengan glutamin sebagai pakan alami mampu meningkatkan sintasan pada larva ikan gurami (Gambar 1). Pengayaan *Daphnia* sp. dengan glutamin 25 mg L⁻¹ dapat meningkatkan sintasan larva sebesar 72,67% lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Hal tersebut mengindikasikan bahwa penambahan glutamin dosis 25 mg L⁻¹

dalam bahan pengkaya *Daphnia* sp. dianggap lebih baik karena pemanfaatan nutrisi dalam pakan lebih efisien sehingga mampu meningkatkan sintasan larva ikan gurami. Liu *et al.* (2015) melaporkan bahwa penambahan 0,5% glutamin dalam pakan pasca larva ikan *Cynoglossus semilaevis* menghasilkan sintasan 48,89%. Jusadi *et al.* (2015) menjelaskan bahwa pemberian 50 mg L⁻¹ asam amino bebas glutamin dan taurin pada pakan larva ikan kerapu bebek *Cromileptes altivelis* menghasilkan nilai sintasan sebesar 19,2% dan 24,5%. Hal ini menunjukkan bahwa pengayaan *Daphnia* sp. dengan asam amino bebas berupa glutamin dapat meningkatkan sintasan pada larva ikan, khususnya gurami. Besar kecilnya sintasan ikan dipengaruhi oleh faktor internal yang meliputi jenis kelamin, keturunan, umur, reproduksi, ketahanan terhadap penyakit dan faktor eksternal meliputi kualitas air, padat penebaran, jumlah dan komposisi kelengkapan asam amino dalam pakan (Nugroho *et al.* 2015). Penurunan sintasan pada perlakuan penambahan glutamin dosis 50 mg L⁻¹ dan 75 mg L⁻¹ diduga sudah melebihi kebutuhan optimal larva ikan gurami, sehingga berefek pada penurunan sintasan. Kondisi serupa juga ditemukan pada pascalarva ikan *Cynoglossus semilaevis* (Liu *et al.* 2015) dan yuwana ikan *Sparus aurata* (Coutinho *et al.* 2016). Pohlenz *et al.* (2012) menjelaskan bahwa kelebihan glutamin dapat mengurangi katabolisme asam amino lain sehingga peluang asam amino lainnya dalam ketersediaan sebagai sumber energi untuk pertumbuhan lebih sedikit.

Penambahan glutamin dalam pakan meningkatkan kemampuan antioksidan secara enzimatis melalui peningkatan aktivitas SOD. Hong *et al.* (2014) melaporkan bahwa penambahan glutamin dalam pakan ikan mas dapat

meningkatkan aktivitas SOD. Kondisi serupa ditemukan juga pada ikan sea bream *Sparus aurata* (Coutinho et al. 2016). Ighodaro & Akinloye (2018) menyatakan bahwa SOD merupakan enzim antioksidan endogen paling kuat dalam sel yang bertindak sebagai komponen sistem pertahanan garis depan terhadap senyawa radikal bebas *reactive oxygen species* (ROS). Dalam penelitian ini, penambahan glutamin dalam pakan larva ikan gurami tidak memberikan pengaruh nyata terhadap aktivitas SOD.

Simpulan

Pengayaan *Daphnia* sp. menggunakan glutamin mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami. Dosis optimal untuk meningkatkan sintasan larva ikan gurami adalah 25 mg L⁻¹.

Daftar pustaka

- Amornsakun T, Kullai S, Hassan A. 2014. Some aspects in early life stage of giant gourami, *Osphronemus goramy* (Lacepede) larvae. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 36(5): 493-498.
- Andriani Y, Setiawati M, Sunarno MTD. 2019. Kecernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami, *Osphronemus gouramy* Lacepede, 1801 yang diberi pakan dengan penambahan glutamin. *Jurnal Ikhtologi Indonesia*, 19(1): 1-11.
- [AOAC] Association of Official Analytical Chemists. 1999. *Official methods of analysis of AOAC international*. 16th ed. AOAC International. USA.
- Bergmeyer HU, Grassi M. 1983. *Methods of enzymatic analysis*. Vol. V: *Enzymes 3: Peptidases, proteinases and their inhibitors*. VCH Verlagsgesellschaft MBH, Weinheim.
- Brosnan JT, Brosnan ME. 2013. Glutamate: a truly functional amino acid. *Amino Acids*, 45(3): 413-418.
- Cheng Z, Buentello A, Gatlin III DM. 2011. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, immune responses and intestinal structure of red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 319(1-2): 247-252.
- Cheng Z, Gatlin III MD, Buentello A. 2012. Dietary supplementation of arginine and/or glutamine influences growth performance, immune responses and intestinal morphology of hybrid striped bass (*Morone chrysops* × *Morone saxatilis*). *Aquaculture*, 362-363: 39-43.
- Coutinho F, Castro C, Rufino-Palomares E, Ordóñez-Grande B, Gallardo MA, Oliva-Teles A, Peres H. 2016. Dietary glutamine supplementation effect on amino acid metabolism, intestinal nutrient absorption capacity and antioxidant response of gilthead sea bream *Sparus aurata* juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 191: 9-17.
- Dabrowski K, Lee KJ, Rinchard J. 2003. The smallest vertebrate, teleost fish, can utilize synthetic dipeptide-based diets. *The Journal of Nutrition*, 133(12): 4225-4229.
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2017. *Statistik perikanan budidaya Indonesia*. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta.
- Effendi I. 2004. *Pengantar akuakultur*. Penebar Swadaya. Jakarta. 188 p.
- Green JA, Hardy RW, Brannon EL. 2002. The optimum dietary essential: nonessential amino acid ratio for rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*), which maximizes nitrogen retention and minimizes nitrogen excretion. *Fish Physiology and Biochemistry*, 27(1-2): 109-115.
- Han Y, Koshio S, Jiang Z, Ren T, Ishikawa M, Yokoyama S, Gao J. 2014. Interactive effects of dietary taurine and glutamine on growth performance, blood parameters and oxidative status of Japanese flounder *Paralichthys olivaceus*. *Aquaculture*, 434: 348-354.
- Hong X, Qing Z, Chang-an W, Zhi-gang Z, Ling L, Lian-sheng W, Jin-nan L, Qi-you X. 2014. Effect of dietary alanine-glutamine supplementation on growth performance, development of intestinal tract, antioxidant status and plasma non-specific immunity of young mirror carp (*Cyprinus carpio* L.). *Journal of North-*

- east Agricultural University (English Edition), 21(4): 37-46.
- Ighodaro OM, Akinloye OA. 2018. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria Journal of Medicine*, 54(4): 287-293.
- Jusadi D, Aprilia T, Suprayudi MA, Yaniharto D. 2015. Pengkayaan rotifer dengan asam amino bebas untuk larva kerapu bebek *Cromileptes altivelis*. *Ilmu Kelautan*, 20(4): 207-214.
- Lin Y, Xiao QZ. 2006. Dietary glutamine supplementation improve structure and function of intestine of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture*, 256(1-4): 389-394.
- Liu J, Mai K, Xu W, Zhang Y, Zhou H, Ai Q. 2015. Effects of dietary glutamine on survival, growth performance, activities of digestive enzyme, antioxidant status and hypoxia stress resistance of half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis* Günther) post larvae. *Aquaculture*, 446: 48-56.
- Lucas WGF, Kalesaran OJ, Lumenta C. 2015. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva gurami (*Osphronemus gouramy*) dengan pemberian beberapa jenis pakan. *Jurnal Budidaya Perairan*, 3(2): 19-28.
- Misra HP, Fridovich I. 1972. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and a simple assay for superoxide dismutase. *Journal of Biological Chemistry*, 247(10): 3170-3175.
- Mokoginta I, Jusadi D, Pelawi TL. 2003. Pengaruh pemberian *Daphnia* sp. yang diperkaya dengan sumber lemak yang berbeda terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan larva ikan nila, *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 2(1): 7-11.
- Newsholme P, Lima MMR, Procopio J, Pithon-Curi TC, Doi SQ, Bazotte RB, Curi R. 2003. Glutamine and glutamate as vital metabolites. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research*, 36(2): 153-163.
- Nugroho II, Subandiyono, Herawati VE. 2015. Tingkat pemanfaatan *Artemia* sp. beku, *Artemia* sp. awetan dan cacing sutera untuk pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva gurami (*Osphronemus gouramy*, Lac.). *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 4(2): 117-124.
- Qiyoun 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* ♀ × *Huso dauricus* ♂). *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2): 721-726.
- Pohlenz C, Buentello A, Bakke AM, Gatlin III DM. 2012. Free dietary glutamine improves intestinal morphology and increases enterocyte migration rates, but has limited effects on plasma amino acid profile and growth performance of channel catfish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 370-371: 32-39.
- Pranata A, Raharjo EI, Farida. 2017. Pengaruh padat tebar terhadap laju pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan gurame (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Ruaya*, 1(5): 1-6.
- Raharjo EI, Hasan H, Darmawan. 2016. Pergantian pakan terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup larva ikan gurami (*Osphronemus gouramy*). *Jurnal Ruaya*, 1(4): 13-17.
- Saputra A, Jusadi D, Suprayudi MA, Supriyono E, Sunarno MTD. 2018. Pengaruh frekuensi pemberian *Moina* sp. sebagai pakan awal pada pemeliharaan larva ikan gabus *Channa striata* dengan sistem air hijau. *Jurnal Riset Akuakultur*, 13(3): 239-249.
- Sari DWK, Hardaningsih I, Rustadi. 2004. Perkembangan embrio dan larva gurami (*Osphronemus goramy* Lac.) bastar, bluesafir, dan bule. *Jurnal Perikanan*, 6(2): 56-61.
- Setiawati M, Azwar NR, Mokoginta I, Affandi R. 2007. Kebutuhan mineral seng (Zn) untuk benih ikan gurame (*Osphronemus gourami*, Lac.). *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 6(2): 161-169.
- Suprayudi MA, Setiawati M. 2003. Kebutuhan ikan gurame (*Osphronemus gouramy* Lac.) akan mineral fosfor. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 2(2): 67-71.

- Tapiero H, Mathé G, Couvreur P, Tew KD. 2002. II. Glutamine and glutamate. *Bio-medicine and Pharmacotherapy*, 56(9): 446- 457.
- Wu G, Bazer FW, Johnson GA, Knabe DA, Burghardt RC, Spencer TE, Li XL, Wang JJ. 2011. Important roles for L-glutamine in swine nutrition and production. *Journal of Animal Science*, 89(7): 2017-2030.
- Yandes Z, Affandi R, Mokoginta I. 2003. Pengaruh pemberian selulosa dalam pakan terhadap kondisi biologis benih ikan gurami (*Osphronemus gouramy* Lac). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(1): 27-33.

Iktiofauna di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya, Kawasan Ekosistem Leuser, Subulussalam, Aceh

[Ichthyofauna of Alas River, around Soraya Research Station, Leuser Ecosystem Area,
Subulussalam, Aceh]

Furqan Maghfiriadi¹, Ilham Zulfahmi^{1,2✉}, Epa Paujiah³, M. Ali Sarong⁴

¹Pusat Kajian dan Konservasi Akuatik, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,
Kota Pelajar dan Mahasiswa, Darussalam, Banda Aceh 23111,
surel: furqandmaghfiriadi@gmail.com

²Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi,
Universitas Islam Negeri Ar-Raniry, Kota Pelajar dan Mahasiswa, Darussalam, Banda Aceh 23111,
surel: ilhamgravel@yahoo.com

³Program Studi Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan,
Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati, Jalan AH. Nasution, No. 105, Cibiru, Bandung 40614,
surel: epapaujiah@uinsgd.ac.id

⁴Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Teuku Umar,
Jalan Alue Peunyareng, Meureubo, Kabupaten Aceh Barat 23681,
surel: alisarong@utu.ac.id

Diterima: 17 April 2019; Disetujui: 10 September 2019

Abstrak

Kajian iktiofauna diperlukan dalam rangka mengungkap keanekaragaman ikan, investigasi keberadaan ikan asli dan ikan asing, inventarisasi jenis-jenis ikan yang berpotensi sebagai ikan konsumsi dan hias, serta menjadi bagian dari upaya menemukan ikan jenis baru. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji komposisi ikan air tawar di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya, Kawasan Ekosistem Leuser, Subulussalam, Aceh. Penelitian ini dilakukan mulai Juli hingga September 2018. Pengambilan contoh ikan dilakukan di enam stasiun penelitian dengan menggunakan alat tangkap berupa jaring insang, jala, pancing, serok dan sudu. Sebanyak 339 individu ikan yang tergolong kedalam 20 jenis, delapan famili dan tiga ordo berhasil dikoleksi selama penelitian. Cyprinidae merupakan famili ikan yang paling banyak ditemukan. Enam belas jenis ikan yang dikoleksi berpotensi dijadikan sebagai ikan konsumsi. Ikan asing yang ditemukan berjumlah dua jenis yaitu ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*). Terdapat satu jenis ikan yang diduga berpotensi sebagai ikan jenis baru yaitu sing-sing (*Hemibagrus* sp.). Hasil penelitian ini berpotensi dimanfaatkan sebagai data dasar dalam rangka pengambilan kebijakan pengelolaan Kawasan Ekosistem Leuser di masa mendatang.

Kata penting: Cyprinidae, ikan asing, ikan hias, iktiofauna, keanekaragaman

Abstract

The ichthyofaunal study is needed to reveal the diversity of fish, investigate the existence of native and introduced fish, inventory some species that are potential as consumed and ornamental fishes, and to be a part of the effort to find new species. This study aimed to determine the composition of freshwater fish in the Alas River around Soraya Research Station, Leuser Ecosystem Area, Subulussalam, Aceh. Research was conducted from July to September 2018. Fish sampling was carried out at six research stations using selective gill nets, throwing net, hook, tray net, and scoop net. A total of 339 individual's fish belonging to 20 speies, eight families and three orders was collected from sampling location. Cyprinidae was the predominant family found in the Alas River. As many of 16 fish species has the potential as consumption fish. Two introduced fishes were collected, namely tilapia (*Oreochromis niloticus*) and Amazon sailfin catfish (*Pterygoplichthys pardalis*). One fish species is thought to have the potential as a new species, i.e. catfish (*Hemibagrus* sp.). The result of this study can be used as a basic data for policy decision making in order to develop management program of Leuser ecosystem in the future.

Keywords: Cyprinidae, diversity, ichthyofauna, introduction fish, ornamental fish

✉ Penulis korespondensi
Alamat surel: ilhamgravel@yahoo.com

Pendahuluan

Kawasan Ekosistem Leuser (KEL) merupakan bentang alam yang terletak antara Danau Laut Tawar di Provinsi Aceh dan Danau Toba di Provinsi Sumatera Utara. Luas kawasan mencapai 2,5 juta Ha yang meliputi Taman Nasional Gunung Leuser, Suaka Margasatwa, Hutan Lindung dan Cagar Alam (Consortium SAFEGE 2014). KEL berperan penting menjaga kestabilan sistem penyangga kehidupan (*life support system*) dan menyuplai air bagi masyarakat di kedua provinsi tersebut. Djufri (2015) mengungkapkan bahwa KEL juga memiliki keanekaragaman flora dan fauna yang tinggi. Jumlah flora dalam KEL diperkirakan mencapai 3.500 jenis termasuk di antaranya *Rafflesia* (*Rafflesia atjehensis*, *R. micropylora*, dan *Rhizanthus zippelii*), sedangkan keanekaragaman faunanya meliputi mamalia, aves, reptilia, amphibia, ikan dan berbagai jenis avertebrata. Meskipun demikian, upaya untuk mengungkap keanekaragaman ikan di KEL masih tergolong rendah jika dibandingkan dengan fauna dari subfilum lainnya.

Penelitian keanekaragaman ikan di KEL telah dilakukan oleh beberapa peneliti sebelumnya, di antaranya Wirjoatmodjo (1987), Defira & Muchlisin (2004), Hadiaty (2005), dan Haryono (2006). Dari hasil penelitian Hadiaty (2005), diketahui bahwa banyak ikan jenis baru ditemukan pada berbagai sungai dalam kawasan KEL yang belum teridentifikasi. Ikan jenis tersebut sangat memungkinkan bersifat endemik hingga perlu dijaga kelestariannya.

Saat ini, penelitian terkait iktiofauna dan kaitannya dengan pengelolaan habitat menjadi sebuah tantangan besar (Dudgeon *et al.* 2006). Chalar (2009) menyatakan bahwa kajian iktiofauna merupakan komponen penting dari eko-

sistem yang saling berhubungan dengan aturan dan fungsi ekosistem lainnya. Selain itu, kajian ini juga diperlukan dalam rangka inventarisasi serta acuan dasar pengambilan kebijakan konservasi pada suatu wilayah perairan (Simanjuntak *et al.* 2011). Selain bernilai ekonomis, ikan juga memiliki sensitivitas yang tinggi terhadap perubahan kuantitatif dan kualitatif habitat perairan sehingga berpotensi dijadikan sebagai bioindikator untuk menilai kesehatan lingkungan perairan (Laffaille *et al.* 2005, Sarkar *et al.* 2008, Chovanec *et al.* 2003, Darwall & Vie 2005).

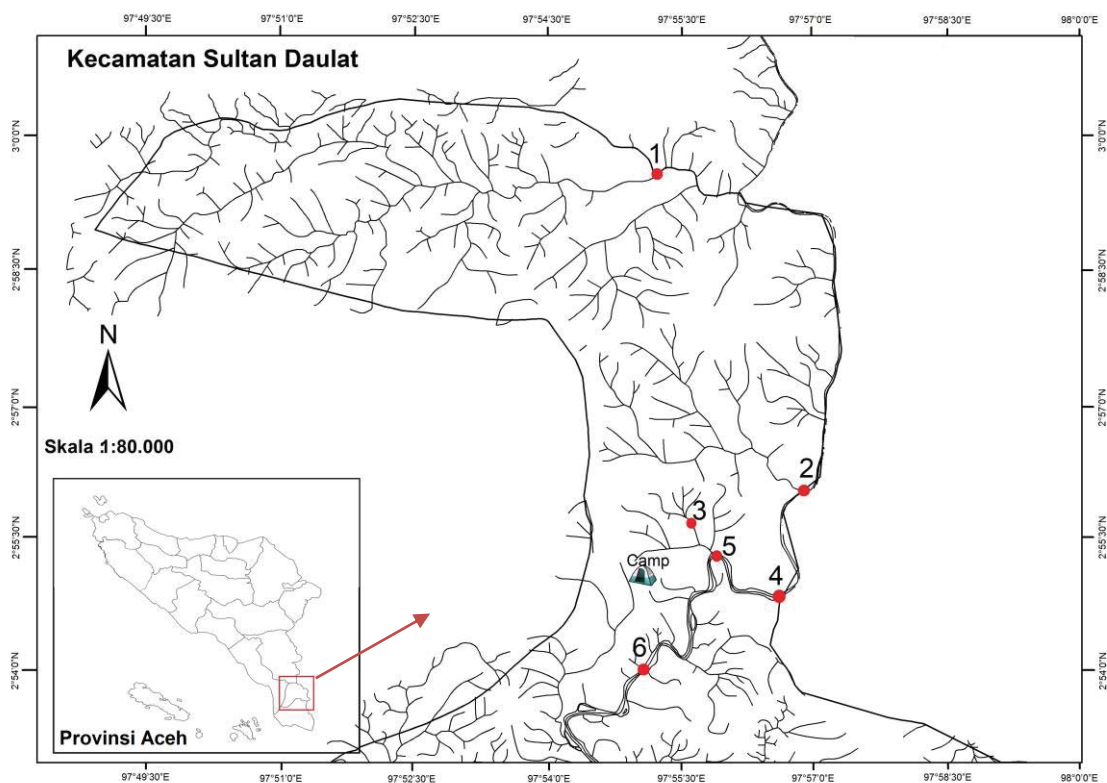
Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya diketahui bahwa komposisi jenis ikan air tawar di KEL cenderung menurun. Sungai Alas merupakan salah satu sungai di KEL yang mengalami penurunan jenis ikan air tawar dalam rentang waktu 17 tahun. Wirjoatmodjo (1987) melaporkan jumlah jenis ikan yang teridentifikasi pada tahun 1987 di Sungai Alas berjumlah 12 jenis ikan, sedangkan pada tahun 2004 jumlah jenis ikan yang berhasil teridentifikasi di sungai ini menurun menjadi sembilan jenis ikan (Defira & Muchlisin 2004). Penurunan jenis ikan tersebut diduga berkaitan erat dengan kerusakan lingkungan yang terjadi di sepanjang daerah aliran sungai dalam KEL.

Pascadama Aceh sampai dengan sekarang, pemerintah telah bekerja sama dengan berbagai lembaga swadaya masyarakat pemerhati lingkungan untuk merestorasi dan merehabilitasi flora fauna dalam KEL. Ditambah lagi upaya untuk meminimalkan kerusakan hutan dan daerah aliran sungai akibat penjarahan, pembalakan liar, maupun pembukaan lahan juga terus ditingkatkan. Dengan demikian, tidak tertutup kemungkinan jumlah jenis ikan air tawar yang ada di KEL, khususnya Sungai Alas dapat

kembali meningkat. Meningkatkan keragaman jenis ikan dan kelompok avertebrata akibat program restorasi dan rehabilitasi kawasan telah pernah dilaporkan terjadi di beberapa lokasi diantaranya di Sungai Ume, Swedia Utara (Lepori *et al.* 2005), kawasan ekosistem terumbu karang Kalimantan Timur (Novak *et al.* 2013) dan perairan daratan Hutan Harapan Jambi (Sukmono *et al.* 2013). Penelitian ini bertujuan mengkaji komposisi ikan air tawar di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya, Kawasan Ekosistem Leuser, Subulussalam, Aceh.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilaksanakan mulai tanggal 10 Juli sampai dengan 22 September 2018. Pengambilan contoh ikan dilakukan pada enam stasiun di sepanjang aliran Sungai Alas dengan tipologi habitat yang berbeda. Deskripsi tiap stasiun penelitian disajikan pada Tabel 1, sedangkan peta stasiun penelitian disajikan pada Gambar 1. Tahap identifikasi contoh ikan dilakukan di Laboratorium Terpadu Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.



Gambar 1 Peta Lokasi dan Stasiun Penelitian (Sumber: Peta rupa bumi indonesia, Peta administrasi Aceh, Citra Google Earth 2019). Keterangan: 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 merupakan stasiun penelitian

Tabel 1 Profil stasiun penelitian

Stasiun	Lokasi	Deskripsi stasiun
1	Bengkung 02°59'39,60" LU 097°55'22,77" BT	Lebar sungai berkisar sepuluh meter dengan kisaran kedalaman sungai lebih dari lima meter, arus relatif deras, substrat berupa pasir berbatuan, kecerahan rendah dengan warna air kehijauan, pH berkisar 7,3-7,7 dan oksigen terlarut berkisar 6,1-6,7 mg L ⁻¹ , suhu air 24°C, tutupan vegetasi di sekitar sungai berupa pohon besar dan liana (<i>Uncaria glabrata</i>).
2	Ruam 02°56'01,26" LU 097°56'51,17" BT	Lebar sungai berkisar 60 meter dengan kisaran kedalaman sungai lebih dari 10 meter, arus relatif deras, substrat berupa pasir berlumpur, kecerahan rendah dengan warna air kuning kehijauan, pH berkisar 7,5-8,3 dan oksigen terlarut berkisar 6,0-6,8 mg L ⁻¹ , suhu air 25°C, tutupan vegetasi di sekitar sungai berupa pohon besar dan liana (<i>U. glabrata</i>).
3	Anak sungai sekitar stasiun penelitian Soraya 02°55'24,58" LU 097°55'42,78" BT	Lebar sungai berkisar enam meter dengan kedalaman sungai satu meter, arus relatif lambat, substrat berbatu, kecerahan tinggi dengan warna air kehijauan, pH berkisar 7,0-7,4 oksigen terlarut berkisar 6,0-6,6 mg L ⁻¹ , suhu air 26°C, vegetasi dominan di sekitar sungai berupa liana (<i>U. glabrata</i>), lumut dan pohon.
4	Sembelin 02°54'48,72" LU 097°56'33,87" BT	Lebar sungai berkisar 50 meter dengan kedalaman sungai 10 meter, arus relatif deras, substrat berbatu, kecerahan tinggi dengan warna air kehijauan, pH berkisar 7,0-7,9 dan oksigen terlarut berkisar 5,9-6,6 mg L ⁻¹ , suhu air 26°C, vegetasi tumbuhan dominan di sekitar sungai berupa liana (<i>U. glabrata</i>) dan pohon besar.
5	Lae Soraya 02°55'19,28" LU 097°55'51,06" BT	Lebar sungai berkisar 60 meter dengan kedalaman sungai 10 meter, arus relatif deras, substrat berlumpur dan berbatu, kecerahan rendah dengan warna air kuning kecokelatan, pH berkisar 7,89-8,22 dan oksigen terlarut berkisar 5,9-6,4 mg L ⁻¹ , suhu air 27°C, vegetasi dominan di sekitar sungai berupa liana (<i>U. glabrata</i>) dan pohon besar.
6	Pulau Sidulah 02°54'10,89" LU 097°55'10,32" BT	Lebar sungai berkisar 60 meter dengan kedalaman sungai 10 meter, arus relatif deras, substrat pasir berlumpur, kecerahan rendah dengan warna air kuning kecokelatan, pH berkisar 7,1-7,6 dan oksigen terlarut berkisar 6,0-6,7 mg L ⁻¹ , suhu air 27°C, vegetasi dominan di sekitar sungai berupa liana (<i>U. glabrata</i>) dan pohon besar.

Pengambilan contoh ikan mengacu pada penelitian Haryono (2006) dan Sukmono *et al.* (2013). Penangkapan ikan melalui penebaran jala dilakukan sebanyak 15 kali pada setiap stasiun pengambilan contoh, sedangkan pemasangan jaring insang dilakukan pada pukul 09.00-15.00 dan diangkat setiap dua jam sekali. Jaring insang yang digunakan mempunyai panjang

bentangan 30 m dan tinggi 1 m. Ukuran mata jaring yang digunakan adalah 0,5 inci, 1 inci, dan 1,5 inci dengan jarak antarjaring sejauh 50 m. Pada area sungai yang tertutup vegetasi, penangkapan ikan dilakukan dengan menggunakan sudu (*tray net*) dan serok (*scoop net*).

Contoh ikan yang tertangkap dikelompokkan berdasarkan ciri-ciri morfologis yang

sama dan masing-masing jenis dihitung jumlahnya. Sebelum diawetkan, setiap contoh ikan dalam keadaan segar difoto dengan kepala menghadap ke kiri (Sukmono *et al.* 2013). Dari tiap jenis ikan diambil satu ekor sebagai contoh untuk kemudian dimasukkan ke dalam botol koleksi berisi formalin 4%, dan diberi label (Saain 1984). Identifikasi contoh ikan dilakukan berdasarkan kecocokan karakter morfometrik mengacu kepada buku identifikasi Allen *et al.* (1990), Kottelat *et al.* (1993), Rachmatika (2004), Haryono (2006), Tan & Kottelat (2009) dan laman resmi *fishbase* (Froese & Pauly 2019). Potensi pemanfaatan ikan yang dikoleksi, baik untuk kebutuhan konsumsi dan hias mengacu pada pendapat Muchlisin (2013). Potensi ikan konsumsi ditentukan melalui hasil wawancara dengan masyarakat sekitar terkait rasa, ketersediaan dan harga ekonomisnya, sedangkan potensi ikan hias mengacu pada warna sisik dan sirip, morfologi, pola warna tubuh, dan tingkah laku.

Hasil

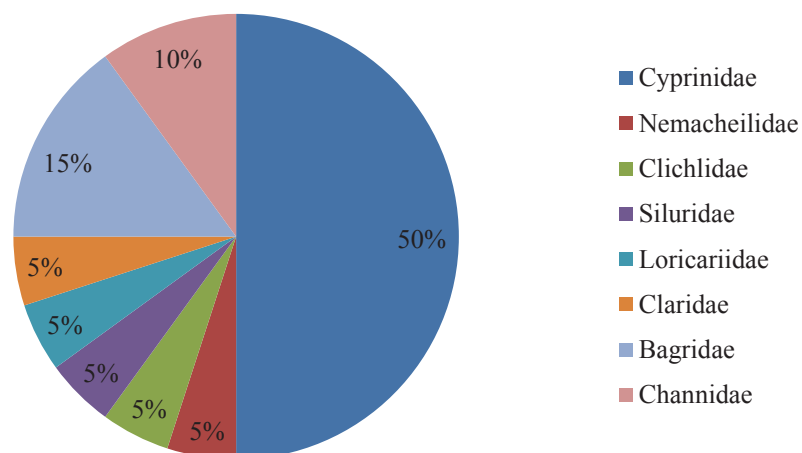
Penelitian di Sungai Alas KEL berhasil mengoleksi 20 jenis ikan yang tergolong dalam delapan famili dan tiga ordo dengan total individu sebanyak 339 individu. Jenis ikan yang paling banyak dikoleksi adalah ikan serendeng (*Rasbora sumatrana*) sebanyak 57 individu, diikuti oleh ikan jurung (*Tor tambra*) sebanyak 35 individu, serta ikan baung (*Hemibagrus caveatus*), dan ikan temabu (*Hemibagrus nemurus*), yaitu masing-masing sebanyak 31 individu. Ikan bujuk (*Channa lucius*), ikan lele batu (*Clarias teijsmani*), dan ikan kebar (*Hampala macrolepidota*) merupakan jenis ikan yang paling sedikit tertangkap yaitu masing-masing sebanyak tiga individu (Tabel 2).

Ditinjau dari sebaran famili, Cyprinidae merupakan famili yang paling dominan ditemukan yaitu sebanyak 10 jenis (50%), diikuti famili Bagridae sebanyak 3 jenis (15%) dan famili Channidae sebanyak dua jenis (10%). Famili Nemacheilidae, Cichlidae, Siluridae, Loricariidae, dan Clariidae terwakili oleh masing-masing satu jenis atau 5% dari total famili (Gambar 2). Berdasarkan perolehan ikan per stasiun penelitian, diketahui bahwa stasiun 5 memiliki perolehan koleksi terbanyak yaitu 99 individu, sedangkan perolehan koleksi paling sedikit diperoleh pada stasiun 2 yaitu sebanyak 36 individu. Stasiun 2 juga memiliki perolehan jumlah spesies yang lebih rendah dibanding stasiun lainnya, walaupun demikian, jumlah famili ikan yang ditemukan di stasiun ini lebih tinggi dari stasiun 4. Koleksi famili terbanyak diperoleh dari stasiun 5 dan 6 yaitu sebanyak empat famili, diikuti dengan stasiun 1, 2 dan 3 masing-masing sebanyak tiga famili, sedangkan stasiun 4 hanya diperoleh dua famili (Gambar 3).

Di antara 20 spesies yang ada di Sungai Alas KEL, 18 spesies adalah ikan asli Indonesia, sedangkan dua sepsis lainnya dikategorikan ikan asing yaitu nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*). Ditinjau dari status konservasi IUCN, ikan yang berhasil dikoleksi di Sungai Alas KEL digolongkan ke dalam tiga kategori yaitu: berisiko rendah (*least concern*) sebanyak 10 spesies, informasi kurang (*data deficient*) sebanyak dua spesies, dan belum dievaluasi (*not evaluated*) sebanyak delapan spesies. Berdasarkan potensinya, sebagian besar jenis ikan berpotensi dijadikan sebagai ikan konsumsi (16 jenis), delapan jenis berpotensi dijadikan sebagai ikan hias, dan empat jenis berpotensi sebagai ikan hias sekaligus konsumsi (Tabel 3).

Tabel 2 Spesies ikan yang dikoleksi di Sungai Alas

Ordo	Famili	No	Spesies	Nama lokal	Total (spesimen)
Cypriniformes	Cyprinidae	1	<i>Mystacoleucus marginatus</i>	cekudun	4
		2	<i>Oliotius oligolepis</i>	gaman	12
		3	<i>Puntius brevis</i>	kopras	21
		4	<i>Cyclocheilichthys armatus</i>	gar-gar	9
		5	<i>Tor tambra</i>	jurung	35
		6	<i>Osteochilus vittatus</i>	seleng	9
		7	<i>Osteochilus serokan</i>	pahitan	8
		8	<i>Rasbora bankanensis</i>	seredeng	30
		9	<i>Rasbora sumatrana</i>	sulung panjang	57
		10	<i>Hampala macrolepidota</i>	kebaro	3
	Nemacheilidae	11	<i>Nemacheilus fasciatus</i>	incir	12
Perciformes	Cichlidae	12	<i>Oreochromis niloticus</i>	nila	9
	Channidae	13	<i>Channa striata</i>	bace	4
		14	<i>Channa lucius</i>	bujuk	3
Siluriformes	Siluridae	15	<i>Kryptopterus geminus</i>	bale-bale	24
	Loricariidae	16	<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	sapu-sapu	6
	Clariidae	17	<i>Clarias teijsmani</i>	lele batu	3
	Bagridae	18	<i>Hemibagrus nemurus</i>	temabu	31
		19	<i>Hemibagrus</i> sp.	sing-sing	28
		20	<i>Hemibagrus caveatus</i>	baung	31

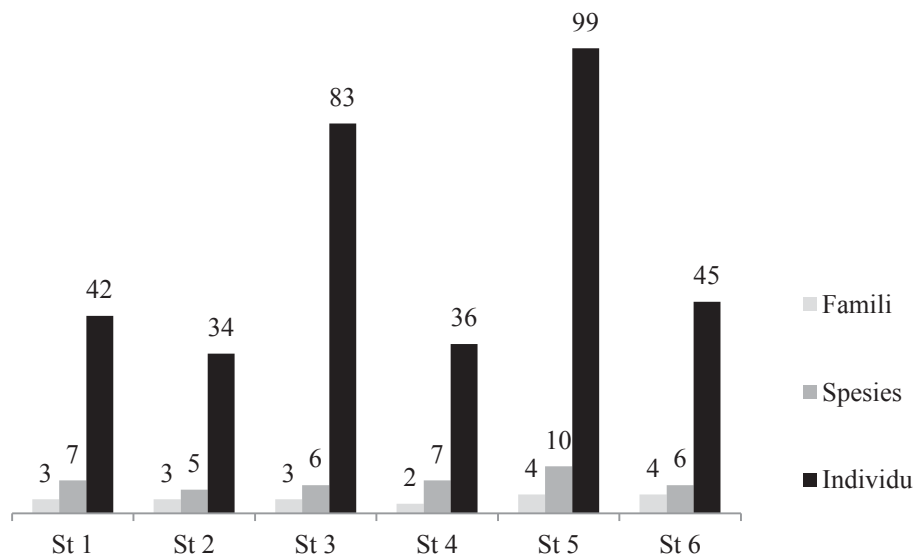


Gambar 2 Persentasi famili ikan yang ditemukan di lokasi penelitian

Tabel 3 Perolehan koleksi pada setiap stasiun penelitian, status IUCN beserta potensinya

ORDO								
Famili								
Spesies	St 1	St 2	St 3	St 4	St 5	St 6	IUCN	Potensi
CYPRINIFORMES								
Cyprinidae								
<i>Mystacoleucus marginatus</i>	0	0	0	0	4	0	LC	K
<i>Oliotius oligolepis</i>	0	0	12	0	0	0	NE	H
<i>Puntius brevis</i>	0	0	21	0	0	0	LC	H & K
<i>Cyclocheilichthys armatus</i>	0	0	0	3	6	0	LC	K
<i>Tor tambra</i>	15	0	0	0	20	0	DD	K
<i>Osteochilus vittatus</i>	4	0	0	5	0	0	LC	K
<i>Osteochilus serokan</i>	0	0	0	8	0	0	DD	K
<i>Rasbora bankanensis</i>	0	0	30	0	0	0	NE	H
<i>Rasbora sumatrana</i>	0	9	5	7	22	14	NE	H & K
<i>Hampala macrolepidota</i>	3	0	0	0	0	0	LC	H & K
Nemacheilidae								
<i>Nemacheilus fasciatus</i>	0	0	12	0	0	0	NE	H
PERCIFORMES								
Cichlidae								
<i>Oreochromis niloticus</i>	0	0	0	0	0	9	LC	K
Channidae								
<i>Channa striata</i>	0	0	0	0	4	0	LC	K
<i>Channa lucius</i>	0	0	0	0	3	0	LC	K
SILURIFORMES								
Siluridae								
<i>Kryptopterus geminus</i>	0	12	0	0	12	0	LC	K
Loricariidae								
<i>Pterygoplichthys pardalis</i>	2	0	0	0	0	4	NE	H
Clariidae								
<i>Clarias teijsmani</i>	0	0	3	0	0	0	NE	K
Bagridae								
<i>Hemibagrus nemurus</i>	6	3	0	7	11	6	LC	K
<i>Hemibagrus sp.</i>	7	4	0	4	7	6	NE	H & K
<i>Hemibagrus caveatus</i>	5	6	0	2	10	8	NE	K
Jumlah	42	34	83	36	99	45		

* H dan K = hias dan konsumsi, DD = data deficient, NE = not evaluated, LC = least concern



Gambar 3 Distribusi famili, spesies dan individu pada setiap stasiun penelitian

Pembahasan

Kajian iktiofauna diperlukan dalam rangka mengungkap keanekaragaman ikan, investigasi keberadaan ikan asli dan ikan asing, inventarisasi jenis-jenis ikan berpotensi konsumsi dan hias, serta menjadi bagian dari upaya menemukan ikan jenis baru (Hadiaty 2005, Hadiaty 2011, Hadiaty & Sauri 2017). Sukmono *et al.* (2013) mengungkapkan bahwa hasil kajian iktiofauna sangat diperlukan sebagai dasar kegiatan restorasi dan konservasi perairan. Di samping itu, hasil kajian ini diharapkan dapat digunakan oleh pihak berwenang terkait sebagai dasar pengelolaan sumber daya perairan khususnya di KEL.

Beberapa peneliti sudah pernah melaporkan profil iktiofauna dalam KEL di antaranya di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Ketambe (Wirjoatmodjo 1987), Sungai Lembang sekitar Stasiun Penelitian Suaq Balimbing (Hadiaty 2005), Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya (Defira & Muchlisin 2004) serta Sungai

Bahorok sekitar Stasiun Penelitian Bukit Lawang (Haryono 2006). Penelitian di perairan sekitar Stasiun Penelitian Ketambe berhasil mengoleksi 12 jenis ikan (Wirjoatmodjo 1987), 53 jenis di perairan sekitar Stasiun Penelitian Suaq Balimbing (Hadiaty 2005), sembilan jenis ikan di Sungai Alas sekitar Stasiun penelitian Soraya (Defira & Muchlisin 2004), dan 32 jenis ikan di Sungai Bahorok sekitar Stasiun penelitian Bukit Lawang (Haryono 2006).

Berdasarkan jenisnya, sebanyak 13 jenis ikan yang berhasil dikoleksi dalam penelitian ini belum pernah dilaporkan keberadaannya di perairan KEL lainnya, sedangkan tujuh jenis lainnya sudah pernah dilaporkan. Adapun jenis ikan yang tidak ditemukan di perairan KEL lainnya ialah cekudun (*Mystacoleucus marginatus*), kopras (*Puntius brevis*), seleng (*Osteochilus vittatus*), seredeng (*Rasbora bankanensis*), incir (*Nemacheilus fasciatus*), gar-gar (*Cyclocheilichthys armatus*), nila (*Oreochromis niloticus*), bale-bale (*Kryptopterus geminus*), sapu-sapu

(*Pterygoplichthys pardalis*), lele batu (*Clarias teijsmani*), temabu (*Hemibagrus nemurus*), sing-sing (*Hemibagrus* sp.), dan bujuk (*Channa lucius*). Sebaliknya, jenis ikan yang juga dilaporkan keberadaannya di perairan KEL lainnya ialah ikan sulung panjang (*Rasbora sumatrana*), gaman (*Oliotius oligolepis*), jurung (*Tor tambra*), pahitan (*Osteochilus serokan*), baung (*Hemibagrus caveatus*), bace (*Channa striata*), dan kebaro (*Hampala macrolepidota*) (Defira & Muchlisin 2004, Hadiaty 2005).

Perbedaan komposisi jenis ikan antarkawasan perairan dalam KEL tersebut sering dikaitkan dengan perbedaan morfologi dan parameter fisik kimiawi air sungai serta topografi lahan di sekitar daerah aliran sungai (Harrison & Whitfield 2006, Brinda *et al.* 2010, Nicolas *et al.* 2010). Secara morfologis, sungai sekitar Stasiun Penelitian Suaq Balimbing cenderung berdekatan dengan wilayah hilir serta berukuran lebih lebar. Menurut Payne (1986), perairan hilir cenderung memiliki keanekaragaman jenis ikan yang lebih tinggi disebabkan ketersediaan ruang yang cukup (baik untuk ikan demersal maupun ikan pelagis). Selain itu, perairan hilir juga memiliki ketersediaan makanan yang lebih banyak, tidak hanya bagi ikan air tawar tetapi juga bagi ikan estuari lainnya. Berdasarkan parameter fisik kimiawi air, Sungai Alas di sekitar Stasiun Penelitian Ketambe memiliki arus yang lebih cepat dibandingkan dengan Sungai Alas di sekitar Stasiun Penelitian Soraya. Topografi lahan di daerah aliran sungai sekitar Stasiun Penelitian Ketambe juga masih didominasi oleh vegetasi alami, sedangkan di daerah aliran sungai sekitar Stasiun Penelitian Soraya terdapat beberapa lokasi yang telah mengalami alih fungsi lahan menjadi perkebunan kelapa sawit.

Secara temporal, penelitian ini berhasil mengoleksi lebih banyak jenis ikan dibanding dengan penelitian terdahulu terkait iktiofauna di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya. Pada tahun 2004, Defira & Muchlisin (2004) hanya berhasil mengoleksi sembilan jenis ikan, sedangkan dalam penelitian ini berhasil dikoleksi hingga 20 jenis ikan. Meningkatnya jumlah jenis ikan yang berada di kawasan ini diduga tidak terlepas dari berbagai upaya pemerintah bersama dengan lembaga swadaya masyarakat di bidang lingkungan hidup yang telah melakukan restorasi dalam KEL melalui program reforestasi lahan bekas perkebunan sawit. Disamping itu, upaya edukasi konservasi kepada masyarakat sekitar juga terus ditingkatkan di antaranya melalui sosialisasi penggunaan alat tangkap ikan ramah lingkungan. Sebagai informasi, walaupun KEL termasuk ke dalam kawasan hutan lindung, akan tetapi akibat konflik bersenjata dan alasan keamanan, upaya perlindungan terhadap kawasan ini sempat terabaikan. Hal ini kemudian berdampak pada banyaknya hutan yang dikonversi menjadi perkebunan sawit, meningkatnya penebangan liar, perburuan satwa langka, serta penangkapan ikan tidak ramah lingkungan seperti dengan menggunakan racun dan sengatan listrik.

Kail *et al.* (2015) mengungkapkan bahwa terdapat pengaruh positif kegiatan restorasi terhadap kelimpahan dan keanekaragaman jenis ikan. Pengaruh tersebut dapat bersifat langsung maupun tidak langsung. Secara langsung, adanya aktivitas restorasi dan rehabilitasi seperti penanaman pohon di sekitar daerah aliran sungai dan pemasangan bronjong untuk menahan longsor tanah dapat berdampak pada meningkatnya kecerahan perairan. Dengan demikian beberapa jenis ikan yang mencari makan

dengan mengandalkan penglihatan dapat kembali hadir ke daerah tersebut. Secara tidak langsung, adanya perubahan kondisi sosial ekonomi dan persepsi masyarakat di sekitar Sungai Alas yang tidak lagi menggunakan alat tangkap ikan tidak ramah lingkungan diduga juga ikut memengaruhi kehadiran berbagai jenis ikan lain.

Berdasarkan kategori status konservasi IUCN, ikan di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya terbagi atas tiga kategori yaitu: sebanyak sepuluh jenis (50%) tergolong kedalam beresiko rendah (*least concern*), delapan jenis (40%) tergolong kedalam belum dievaluasi (*not evaluated*), dan dua jenis (10%) tergolong kedalam informasi kurang (*data deficient*). Dibandingkan dengan hasil penelitian iktiofauna di Hutan Harapan Jambi pada tahun 2013, kategori IUCN di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya masih lebih sedikit. Kategori IUCN di Hutan Harapan Jambi terbagi atas lima kategori IUCN yaitu: sebanyak 74 jenis (60%) tergolong kedalam belum dievaluasi (*not evaluated*), 41 jenis (33,3%) tergolong ke dalam beresiko rendah (*least concern*), empat jenis (3,25%) tergolong ke dalam informasi kurang (*data deficient*), tiga jenis (2,4%) tergolong ke dalam hampir terancam (*near threatened*), dan satu jenis (0,8%) tergolong kedalam genting atau terancam (*endangered*) (Sukmono *et al.* 2013). Saat ini mayoritas status IUCN terhadap hasil kajian iktiofauna di Indonesia didominasi oleh kategori belum dievaluasi (*not evaluated*). Hal ini me-

nunjukkan bahwa kajian iktiologi di Indonesia masih perlu mendapat banyak perhatian. Hadiaty *et al.* (2019) mengungkapkan bahwa saat ini penelitian iktiofauna di Indonesia masih cenderung menghadapi banyak kendala di antaranya terbatasnya dana penelitian, minimnya peralatan pendukung serta kesulitan beradaptasi dengan keberagaman suku dan budaya di Indonesia.

Dilihat dari potensi pemanfaatannya oleh manusia, sebanyak 16 jenis (57%) ikan yang berhasil dikoleksi berpotensi dijadikan sebagai ikan konsumsi, empat jenis (29%) berpotensi sebagai ikan hias, dan delapan jenis (14%) berpotensi sebagai ikan konsumsi sekaligus ikan hias. Beberapa jenis ikan konsumsi bernilai ekonomis tinggi yaitu ikan jurung (*Tor tambra*), kebaro (*Hampala macrolepidota*), pahitan (*Osteochilus serokan*), dan seleng (*Osteochilus vittatus*). Berdasarkan hasil wawancara dengan nelayan setempat diketahui bahwa harga ikan jurung berkisar antara Rp. 150.000-170.000 per kg, ikan kebaro berkisar antara Rp. 60.000-90.000 per kg, sedangkan ikan pahitan, dan seleng berkisar antara Rp. 50.000-70.000 per kg. Ikan sing-sing (*Hemibagrus sp.*) dan seredeng (*Rasbora bankanensis*) (Gambar 4 dan 5) merupakan dua jenis ikan berpotensi hias yang paling sering ditemukan di Sungai Alas. Ikan ini berpotensi menjadi ikan hias dikarenakan mempunyai pola warna yang menarik.



Gambar 4 *Rasbora bankanensis*



Gambar 5 *Hemibagrus* sp.

Ada dua spesies ikan asing yang dikoleksi pada penelitian ini yaitu ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*). Keberadaan ikan nila telah banyak dilaporkan keberadaannya baik pada perairan KEL maupun perairan daratan lainnya di Indonesia seperti Sungai Bahorok sekitar Stasiun Penelitian Bukit Lawang (Haryono 2006), perairan sekitar Stasiun Penelitian Suaq Balimbing, perairan sekitar Stasiun Penelitian Ketambe (Hadiaty 2005), dan Sungai Cisadea, Jawa Barat (Paujiah *et al.* 2013). Berdasarkan hasil penelusuran, ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) tidak dijumpai di perairan KEL lainnya, walaupun demikian ikan ini dilaporkan telah sering dijumpai di beberapa

perairan lain di Indonesia di antaranya Sungai Cimanuk, Kabupaten Garut (Yuanda *et al.* 2012), Sungai Cidanau, Banten (Abdurahim *et al.* 2004), dan perairan Ciliwung (Elfidasari *et al.* 2016).

Jumlah ikan asing yang ditemukan di Sungai Alas masih lebih sedikit dibandingkan dengan Sungai Bahorok sekitar Stasiun Penelitian Bukit Lawang yaitu sebanyak empat jenis (Haryono 2006) serta Sungai Ciliwung dan Cisdane yaitu sebanyak tujuh jenis ikan (Hadiaty 2011). Keberadaan ikan asing khususnya ikan nila kemungkinan berasal dari aktivitas budidaya ikan di sekitar sungai oleh pengelola kebun yang sengaja dilepas atau terlepas akibat limbah air ketika terjadi hujan. Terkait kehadiran

ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*) ke Sungai Alas masih perlu dilakukan kajian lebih lanjut. Menurut Hadiaty (2011), keberadaan ikan-ikan asing tersebut perlu diwaspadai karena berpotensi mengganggu keberadaan ikan asli.

Potensi ditemukannya ikan jenis baru dalam KEL sudah pernah diungkapkan sebelumnya. Kajian iktiofauna yang dilakukan oleh Hadiaty (2005), di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Ketambe dan Sungai Lembang sekitar Stasiun Penelitian Suaq Balimbing berhasil menemukan tujuh jenis ikan yang berpotensi sebagai jenis baru yaitu *Cyclocheilichthys* sp., *Homaloptera* sp., *Clarias* sp., *Leiocassis* sp., *Ompok* sp., *Glyptothorax* sp.1 dan *Glyptothorax* sp. Pada penelitian ini, diduga terdapat satu jenis ikan yang berpotensi sebagai ikan jenis baru yaitu sing-sing (*Hemibagrus* sp.) (Gambar 5). Ikan ini memiliki perbedaan morfologis dengan ikan dari genus yang sama seperti *Hemibagrus caveatus* berupa perbedaan warna dan corak tubuh. Ikan sing-sing (*Hemibagrus* sp.) memiliki warna kuning cerah dan cenderung tidak memiliki corak tubuh, sedangkan *Hemibagrus caveatus* memiliki warna abu-abu dan corak berupa garis-garis hitam di bagian tubuhnya. Namun demikian, diperlukan kajian lebih lanjut baik secara morfologis maupun molekuler untuk memastikan bahwa ikan tersebut merupakan jenis baru.

Simpulan

Kajian iktiofauna di Sungai Alas sekitar Stasiun Penelitian Soraya berhasil mengoleksi sebanyak 20 spesies yang termasuk kedalam tiga ordo dan delapan famili. Cryprinidae merupakan famili ikan yang paling ditemukan. Berdasarkan potensinya, 16 jenis (57%) yang dikoleksi berpotensi dijadikan sebagai ikan konsum-

si. Jumlah ikan asing yang ditemukan sebanyak dua jenis yaitu ikan nila (*Oreochromis niloticus*) dan ikan sapu-sapu (*Pterygoplichthys pardalis*). Terdapat satu jenis ikan yang diduga sebagai ikan jenis baru yaitu sing-sing (*Hemibagrus* sp.).

Persantunan

Penelitian ini dibiayai oleh Forum Konservasi Leuser (FKL) melalui program Penelitian Kawasan Ekosistem Leuser tahun 2018 (SK No. 4/RST/FKL/II/2018). Ucapan terima kasih penulis haturkan kepada Muhammad Isa dan Yusha Fitra Dani selaku Koordinator Lapangan dan Manager Stasiun Penelitian Soraya yang telah memfasilitasi penginapan dan sarana pendukung pengambilan sampel. Terima kasih pula kepada Ibu Renny Kurnia Hadiaty (Almh.) yang menyempatkan ikut serta membantu proses identifikasi jenis ikan. Kepada Rusdi, Tami, Apong, Awi, Tambo, Mansur dan Kartini yang ikut membantu bekerjasama, senasib sepenanggungan membantu pelaksanaan penelitian ini.

Daftar pustaka

- Abdurahim A, Wargasasmita S, Soewelo IS. 2004. Kelimpahan dan sebaran longitudinal ikan-ikan di Sungai Cidanau, Banten. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4(2): 57-60.
- Allen G, Coates D, Kaiola P, Burgess W. 1990. *Studies on freshwater fishes of New Guinea and Northern Australia*. Western Australian Museum. 206 p.
- Brinda S, Srinivasan M, Balakrishnan S. 2010. Studies on diversity of fin fish larvae in Vellar Estuary, southeast coast of India. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 2(1): 44-50.
- Chalar G. 2009. The use of phytoplankton patterns of diversity for algal bloom management. *Limnologia*, 39(3): 200-208.

- Chovanec A, Hofer R, Schiemer F. 2003. Fish as bioindicators. In: Markert BA, Breure AM, Zechmeister HG (eds). *Bioindicators and biomonitoring: principles, concept and applications*. Elsevier, Amsterdam. pp 639-676.
- Consortium SAFEGE. 2014. *An appraisal of the Aceh Provincial spatial plan and options for review specific*. Contract No: 2014/349451. Consortium SAFEGE, Brussels, Belgium.
- Darwall WRT, Vie J-C. 2005. Identifying important sites for conservation of freshwater biodiversity: extending the species-based approach. *Fisheries Management and Ecology*, 12(5): 287-293.
- Defira CN, Muchlisin ZA. 2004. Populasi Ikan di Sungai Alas Stasiun Penelitian Soraya Kawasan Ekosistem Leuser Simpang Kiri Kabupaten Aceh Singkil, *Jurnal Ilmiah MIPA*, 7(1): 61-67.
- Djufri. 2015. Ekosistem Leuser di Provinsi Aceh sebagai laboratorium alam yang menyimpan kekayaan biodiversitas untuk diteliti dalam rangka pencarian bahan baku obat-obatan. In: Setyawan AD, Sugiyarto, Pitoyo A, Sutomo, Widiastuti A, Windarsih G, Supatmi (eds.). *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(7): 1543-1552.
- Dudgeon D, Arthington AH, Gessner MO, Kawabata ZI, Knowler DJ, L  v  que C, Naiman RJ, Prieur-Richard AH, Soto D, Stiassny MLJ, Sullivan CA. 2006. Freshwater biodiversity: importance, threats, status and conservation challenges. *Biological Reviews*, 81(2): 163-182.
- Elfidasari D, Qoyyimah FD, Fahmi MR, Puspitasari RL. 2016. Variasi ikan sapu-sapu (Loricariidae) berdasarkan karakter morfologi di perairan Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, 3(4): 221-225.
- Froese R, Pauly D (eds.). 2019. Fishbase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org. version (08/2019).
- Hadiaty RK. 2005. Keanekaragaman jenis ikan di Suag Belimbing dan Ketambe, Taman Nasional Gunung Leuser, Provinsi Nanggroe Aceh Darussalam. *Jurnal Biologi Indonesia*, 3(9): 379-388.
- Hadiaty RK. 2011. Diversitas dan hilangnya jenis-jenis ikan di Sungai Ciliwung dan Sungai Cisadane. *Berita Biologi*, 10(4): 491-504.
- Hadiaty RK, Sauri S. 2017. Iktiofauna air tawar Pulau Enggano, Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(3): 273-287.
- Hadiaty RK, Rahardjo MF, Allen GR. 2019. Iktiofauna di pulau-pulau kecil dan terumbu karang serta jenis-jenis baru ikan air tawar di perairan Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 167-186.
- Harrison TD, Whitfield AK. 2006. Temperature and salinity as primary determinants influencing the biogeography of fishes in South African estuaries. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 66(1-2): 335-345.
- Haryono. 2006. Iktiofauna di Danau Semayang-Melintang kawasan Mahakam Tengah, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(1): 75-78.
- Kail J, Brabec K, Poppe M, Januschke, K. 2015. The effect of river restoration on fish, macroinvertebrates and aquatic macrophytes: a meta-analysis. *Ecological Indicators*, 58: 311-321.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition Ltd., Hong Kong. 221 p.
- Laffaille P, Acou A, Gullouet J, Legault A. 2005. Temporal change in European eel, *Anguilla anguilla*, stock in a small catchment after installation of fish passes. *Fisheries Management and Ecology*, 12(2): 123-129.
- Lepori F, Palm D, Br  nn  s E, Malmqvist B. 2005. Does restoration of structural heterogeneity in streams enhance fish and macroinvertebrate diversity? *Ecological Applications*, 15(6): 2060-2071.
- Muchlisin ZA. 2013. Potency of freshwater fishes in Aceh waters as a basis for aquaculture development program. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(1): 91-96.
- Nicolas D, Lobry J, Le Pape O, Bo  t P. 2010. Functional diversity in European estuaries: relating the composition of fish assemblages to the abiotic environment. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 88(3): 329-338.

- Novak V, Santodomingo N, Rösler A, Di Martino E, Braga JC, Taylor PD, Johnson KG, Renema W. 2013. Environmental reconstruction of a late Burdigalian (Miocene) patch reef in deltaic deposits (East Kalimantan, Indonesia). *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 374: 110-122.
- Paujiah E, Solihin DD, Affandi R. 2013. Struktur trofik komunitas ikan di Sungai Cisa-dea Kabupaten Cianjur, Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(2): 133-143.
- Payne AI. 1986. *The ecology of tropical lakes and rivers*. John Wiley & Sons, Chister. 301 pp.
- Pielou EC. 1975. *Ecological diversity*. John Wiley & Sons. New York. 165 p.
- Rachmatika I. 2004. *Fish fauna of the Gunung Halimun National Park, West Java*. Bina-mitra, Jakarta. 126 p.
- Saanin H. 1984. *Taksonomi dan kunci identifikasi ikan 1*. Binacipta. Jakarta. 245 pp.
- Sarkar UK, Pathak AK, Lakra WS 2008. Conservation of freshwater fish resources of India: new approaches, assessment and challenges, *Biodiversity and Conservation*, 17(10): 2495-2511.
- Simanjuntak CPH, Sulistiono, Rahardjo MF, Zahid A. 2011. Iktiodiversitas di Perairan Teluk Bintuni, Papua Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 11(2): 107-126.
- Sukmono T, Solihin DD, Rahardjo MF, Affandi R. 2013. Iktiofauna di perairan hutan tropis dataran rendah, Hutan Harapan Jambi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 13(2): 161-174.
- Tan HH, Kottelat M. 2009. The fishes of the Batang Hari drainage, Sumatra, with description of six new species. *Ichthyological Exploration of Freshwaters*, 20(1): 13-69.
- Wirjoatmodjo S. 1987. The river ecosystem in the forest area at Ketambe, Gunung Leuser National Park, Aceh, Indonesia. *Advances in Limnology*, 28: 239-246.
- Yuanda MA, Dhahiyat Y, Herawati T. 2012. Struktur komunitas ikan di hulu Sungai Cimanuk Kabupaten Garut. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 3(3): 229-236.

Aspek biologi reproduksi ikan molly, *Poecilia latipinna* (Lesueur 1821) di tambak Bosowa Kabupaten Maros

[Reproductive biology of sailfin molly, *Poecilia latipinna* (Lesueur, 1821) in tambak Bosowa Kabupaten Maros]

Andi Tamsil dan Hasnidar

Jurusan Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan
Universitas Muslim Indonesia, Jl. Urip Sumoharjo Km. 05, Makassar 90231.
andi.tamsil@umi.ac.id
hasnidar.yasin@umi.ac.id

Diterima: 16 Juli 2018; Disetujui: 10 September 2019

Abstrak

Ikan molly, *Poecilia latipinna* adalah salah satu ikan hias asing di Indonesia. Ikan ini telah ditemukan masuk di areal pertambakan di Kabupaten Maros Sulawesi Selatan sebagai hama. Penelitian bertujuan untuk mengidentifikasi spesies dan mengamati aspek biologi reproduksinya. Penelitian berlangsung dari November 2017-April 2018 di areal pertambakan Bosowa Isuma Kabupaten Maros. Pengambilan sampel menggunakan jaring insang. Sampel dipisahkan untuk tujuan identifikasi dan pengamatan biologi reproduksinya. Untuk pengamatan biologi reproduksi sampel dipisahkan berdasarkan jenis kelamin dengan mengamati morfologi tubuh. Pengukuran panjang total menggunakan mistar geser dan penimbangan bobot dengan timbangan analitik. Gonad diawetkan dalam larutan formalin 4% digunakan untuk penentuan tingkat kematangan gonad dan fekunditas. Hasil identifikasi menunjukkan bahwa ikan molly yang ditemukan adalah jenis *Poecilia latipinna* (Lesueur 1821). Sebaran ukuran panjang ikan jantan dan betina adalah 26-76 dan 31-66 mm dengan rata-rata 51 dan 46 mm. Nisbah kelamin secara keseluruhan dan yang matang gonad (TKG IV) antara ikan jantan dan betina adalah 1 : 2 dan 1 : 10; pola pertumbuhan jantan dan betina adalah allometrik negatif dan isometrik; memijah sepanjang tahun dengan puncak pemijahan pada bulan Januari. Jumlah larva yang akan dilahirkan (*larval fecundity*) berkisar 12-111 ekor dengan rata-rata ± 32 ekor larva/induk.

Kata penting: betina, biologi reproduksi, ikan molly, jantan

Abstract

Sailfin molly, *Poecilia latipinna* is one of the alien ornamental fishes in Indonesia. This fish has been found in the aquaculture area in Maros Regency, south Sulawesi as a pest. The research aimed to identify species and observe aspects of reproductive biology of sailfin molly. The study was conducted in the Bosowa Isuma aquaculture area, in Maros Regency from November 2017 to April 2018. Fish was captured using a gillnet. The catches were separated for fish identifying and reproductive biology purposes. For the observation of reproductive biology, the samples were separated by sex according to external morphology. Measurement of total length and weight using calliper (mm) and analytical scales (g), respectively. The gonads preserved in the 4% formalin solution, used for determination of gonad developmental stages and fecundity. Identification results showed that the molly fish found in the ponds was *Poecilia latipinna* (Lesueur 1821). The length distribution of male and female fish was 26-76 and 31-66 mm with a mean of 51 and 46 mm, respectively. Overall, sex ratio and mature gonads between male and female fish were 1: 2 and 1:10; the growth patterns of male and female were negative allometrics and isometric, respectively. This fish is spawn throughout the year with the peak of spawning in January. The number of larvae to be born (*larval fecundity*) ranges from 12-111 individuals with an average of ± 32 larva/female.

Keywords: female, male, reproductive biology, sailfin molly

Pendahuluan

Ikan molly *Poecilia latipinna* (Lesueur 1821) adalah salah satu jenis ikan hias asing di Indonesia. Ikan ini berasal dari Meksiko (Shipp 1986), tersebar secara luas ke seluruh dunia termasuk Indonesia (Koutsikos *et al.* 2018). Famili Poeciliidae selain terkenal sebagai ikan hias

juga dimanfaatkan sebagai pengendali hayati nyamuk, khususnya nyamuk demam berdarah (Castleberry & Cech 1990, Linden & Cech 1990, Honski *et al.* 1994), dan sumber protein (makanan) di beberapa negara meskipun ukurannya kecil (Al-Ghanim 2005). Karena populer sebagai ikan hias dan agen pengendali hayati

nyamuk demam berdarah maka ikan molly diintroduksi di seluruh dunia (Courtenay & Meffe 1989, Froese & Pauly 2014).

Ikan molly umumnya berukuran kecil (Robins & Ray 1986), namun dapat mencapai panjang 15 cm (Rohde *et al.* 1994). Lama hidupnya kurang lebih tiga tahun dan melakukan proses reproduksi kurang lebih 15 bulan (Froese & Pauly 2014). Ikan molly mempunyai fekunditas tinggi, periode kehamilan pendek, dan proses reproduksinya cepat (Lockwood *et al.* 2007). Selain itu musim reproduksi umumnya berlangsung panjang yaitu kurang lebih tujuh bulan (Johnson 2008). Untuk membedakan jantan dan betina dapat diamati dari bentuk tubuhnya (dimorfisme seksual). Ikan jantan memiliki sirip punggung yang lebih panjang dan lebih tinggi dan bisa diperpanjang seperti layar, betina memiliki sirip punggung bundar yang lebih kecil (Boschung & Mayden 2004). Jantan dewasa juga dapat dibedakan dengan kehadiran gonopodium, modifikasi dari sirip dubur menjadi batang seperti organ persetubuhan yang digunakan untuk fertilisasi internal (Page & Burr 1991, Rohde *et al.* 1994, Boschung & Mayden 2004).

Ikan molly hidup di daerah beriklim sedang dan tropis (Meffe & Snelson 1989), dapat menoleransi kisaran salinitas yang luas atau eurihalin (Beck *et al.* 2003), tetapi habitat alaminya di perairan payau (Johnson 1981). Ikan molly juga sangat toleran terhadap perairan yang kekurangan oksigen (Timmerman & Chapman 2004, Nordlie 2006) dan bahkan pada perairan tercemar (Felley & Daniels 1992, Gonzales *et al.* 2005). Ikan ini bersifat omnivora, pemakan alga (Chick & Mlvor, 1997), avertebrata kecil termasuk larva nyamuk (Rohde *et al.* 1994), dan telah dijadikan sebagai bio-

kontrol populasi nyamuk (FLMNH 2005). Dengan kemampuan adaptasi lingkungan yang tinggi tersebut, ikan molly sukses hidup pada lingkungan baru.

Petani tambak di Kabupaten Maros mengeluhkan hadirnya jenis ikan-ikan kecil di saluran tambak dan jika lolos masuk ke dalam petakan tambak budi daya maka akan menjadi kompetitor makanan, ruang, oksigen serta dapat memangsa larva-larva udang dan ikan peliharaannya. Untuk mencegah masuknya ke dalam petakan tambak budi daya maka petani memasang jaring di pintu-pintu pemasukan air. Hasil wawancara petani tambak setempat, ikan ini sangat mudah berkembangbiak sehingga cepat melimpah. Ikan ini ditangkap dengan menggunakan jaring dan dikumpulkan di pematang dan mereka memanfaatkannya sebagai pakan ternak (itik) dan jika berlebih dibuang begitu saja. Petani tambak tidak mengetahui secara pasti jenis ikan tersebut, kapan dan bagaimana ikan ini ada di areal pertambakan mereka.

Di Sulawesi Selatan, ikan molly, *P. latipinna* dijadikan sebagai pakan ikan arowana dan ikan-ikan karnivora lainnya. Karena ikan molly dimanfaatkan sebagai pakan alami, maka pembudidaya ikan hias memelihara ikan ini pada tempat-tempat tertentu dan diduga inilah awal mula ikan ini menyebar di perairan umum termasuk hadirnya ikan ini di areal pertambakan di Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. Gamradt & Kats (1996), Goodsell & Kats (1999), Economidis *et al.* (2000), Leyse *et al.* (2004), dan Segev *et al.* (2009) mengatakan bahwa introduksi spesies *Poecilia* memberikan dampak negatif terhadap spesies ikan asli khususnya ikan endemik melalui mekanisme pemangsaan, kompetisi makanan dan habitat. Ikan molly pemakan segala sehingga dapat memangsa larva

ikan dan udang, berkembangbiak dengan cepat sehingga menjadi penyaing makanan dan ruang bagi organisme di lingkungan yang baru.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi jenis spesies Famili Poeciliidae yang ada di tambak Kabupaten Maros, mengamati aspek biologi reproduksinya meliputi sebaran frekuensi panjang, nisbah kelamin, hubungan panjang bobot, tingkat kematangan gonad, dan fekunditas.

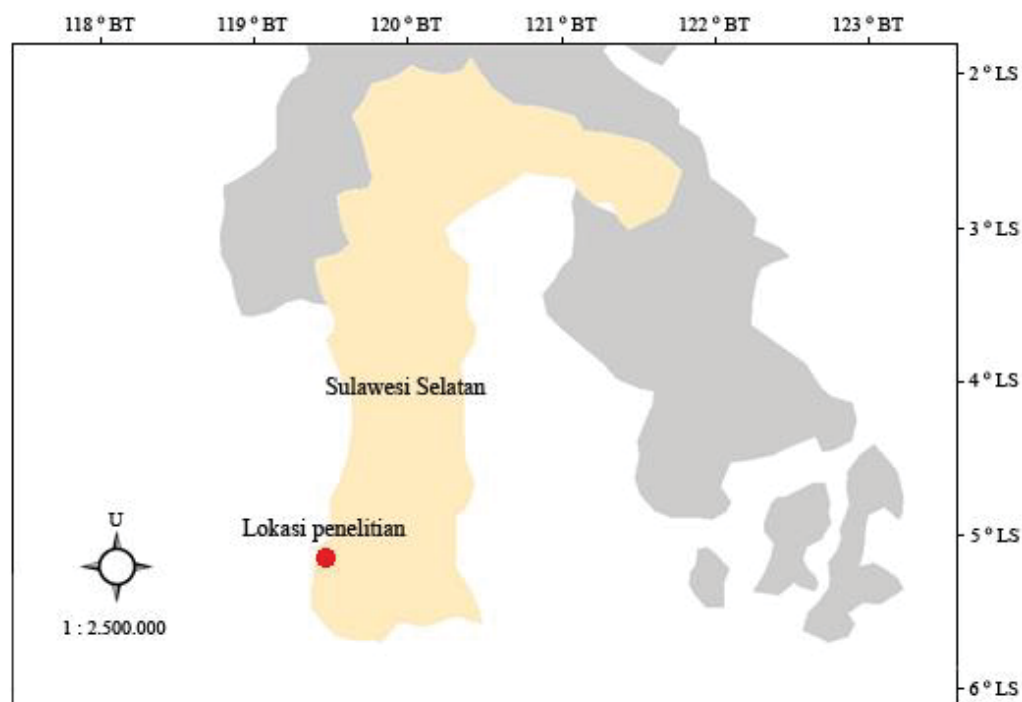
Bahan dan metode

Pengambilan sampel ikan dilakukan satu kali setiap bulan, selama enam bulan mulai November 2017 sampai April 2018, di areal pertambakan PT. Bosowa Isuma yang terletak di Desa Mattirotasi, Kecamatan Maros Baru Kabupaten Maros Sulawesi Selatan (Gambar 1).

Pengambilan sampel ikan menggunakan jaring insang berukuran mata jaring 1 mm. Sam-

pel ikan yang tertangkap dikumpulkan kemudian dibersihkan/dicuci dan ditiriskan, selanjutnya dimasukkan dalam kotak pendingin dan diberi es batu. Pengamatan sampel dilakukan di Laboratorium Rekayasa Biota dan Lingkungan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan (FPIK) Universitas Muslim Indonesia (UMI).

Ikan sampel yang akan diidentifikasi terlebih dahulu direndam dalam larutan formalin 10% selama satu minggu. Setelah satu minggu sampel dikeluarkan dari larutan formalin lalu dicuci dan direndam dalam air selama 3 jam. Selanjutnya ikan direndam ke dalam larutan alkohol 70%. Ikan yang sudah diawetkan dalam alkohol dibungkus kain kasa dengan dibasahi alkohol dimasukkan dalam plastik dan dikirim ke Laboratorium Ikan, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi LIPI Cibinong, untuk keperluan identifikasi.



Gambar 1 Peta lokasi pengambilan sampel ikan molly di areal pertambakan PT. Bosowa Isuma terletak di Desa Mattirotasi, Kecamatan Maros Baru Kabupaten Maros Sulawesi Selatan.

Ikan sampel yang akan diamati aspek biologi reproduksinya dipisahkan berdasarkan jenis kelamin dengan mengamati bentuk tubuh. Pengukuran panjang total menggunakan mistar geser berketelitian 0,1 mm, dan penimbangan bobot tubuh menggunakan timbangan analitik berketelitian 0,01 gram. Gonad diawetkan dalam larutan formalin 4%, untuk digunakan dalam penentuan Tingkat Kematangan Gonad (TKG) dan fekunditas larva.

Hubungan panjang bobot dianalisis dengan menggunakan rumus Hile (1963) in Effendie (1979) yaitu :

$$W = aL^b$$

Keterangan: W= bobot tubuh ikan (gram); L= panjang total ikan (mm); a,b = konstanta.

Pola pertumbuhan ikan molly dapat ditentukan dari nilai konstanta b hubungan panjang bobot ikan tersebut. Jika $b=3$, maka pertumbuhannya bersifat isometrik (pertambahan panjang sebanding dengan pertambahan bobot). Jika b tidak sama dengan 3 maka hubungan yang terbentuk adalah allometrik (pertambahan panjang tidak sebanding dengan pertambahan bobot). Apabila $b>3$, maka hubungannya bersifat allometrik positif yaitu pertambahan bobot lebih dominan daripada pertambahan panjangnya, sedangkan jika $b<3$, maka hubungan yang terbentuk bersifat allometrik negatif yaitu pertambahan panjang lebih dominan daripada pertambahan bobotnya (Effendie 1979).

Penentuan nisbah kelamin dilakukan dengan menghitung jumlah ikan jantan dan ikan betina yang tertangkap dengan menggunakan rumus, yaitu:

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

Keterangan: X = nisbah kelamin, J= jumlah ikan jantan (ekor), B= jumlah ikan betina (ekor).

Tingkat kematangan gonad ikan jantan dan betina ditentukan berdasarkan ciri-ciri morfologis meliputi warna, bentuk, ukuran gonad, posisi gonad di dalam rongga perut (Effendie 1979). Ikan molly adalah ovovivipar, di dalam gonadnya berkembang telur sebelum dibuahi, telur terbuahi, embrio dan larva, maka kematangan gonad dibagi dua yaitu 1) perkembangan telur sebelum dibuahi dan 2) perkembangan telur setelah dibuahi sampai menjadi larva sebelum dilahirkan (dipijahkan).

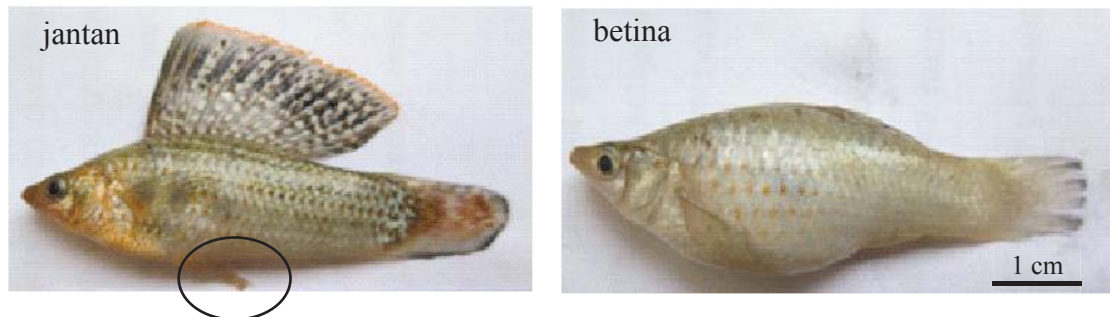
Fekunditas ikan molly adalah jumlah larva yang ada di dalam gonad sebelum dipijahkan (*larval fecundity*), dan metode yang digunakan adalah menghitung langsung larva di dalam gonad (Effendie 1979).

Hasil

Identifikasi

Berdasarkan hasil identifikasi (Kottelat *et al.* 1993) ikan molly yang ditemukan sebagai hama di tambak Kabupaten Maros adalah sebagai berikut. Ordo: Cyprinodontiformes, famili: Poeciliidae, spesies: *Poecilia latipinna*.

Deskripsi: bentuk tubuh lonjong dan relatif memanjang, dengan panjang total 24,6-56,5 mm. Kepala kecil dengan bagian atasnya relatif rata, mulut kecil dengan bagian ujung cenderung mengarah ke atas. Sirip punggung ikan jantan terlihat besar dan lebar dibandingkan dengan betina, sirip punggung berwarna keabuan dihiasi bintik-bintik hitam. Pangkal sirip ekor lebar, dan bentuk sirip ekor membulat. Warna tubuh abu-abu gelap pada bagian atas, sedangkan warna bagian perut terlihat lebih muda. Jumlah jari-jari sirip punggung 14-15 jari-jari; jumlah jari-jari sirip anal yaitu 8-10 jari-jari; linea lateralis dengan 27-30 sisik (Gambar 2).



Gambar 2 Ikan molly jantan dan betina (tanda O = gonopodium)

Ikan molly bersifat dimorfisme dan dikromatisme seksual. Dimorfisme seksual yaitu ikan jantan dan betina dapat dibedakan berdasarkan bentuk morfologinya, ikan jantan ukuran tubuhnya lebih langsing dan betina lebih gemuk. Sirip punggung ikan jantan lebih panjang dan tinggi dan bisa diperpanjang seperti layar sehingga ikan ini disebut juga *sailfin molly*, sedangkan sirip punggung betina lebih kecil dan pendek. Selain itu ikan molly jantan dewasa mempunyai gonopodium yaitu modifikasi dari sirip dubur, digunakan untuk memasukkan sperma ke dalam tubuh ikan betina. Dikromatisme seksual yaitu perbedaan jantan dan betina dari warna tubuhnya, ikan jantan bewarna lebih cemerlang dan betina lebih pucat.

Sebaran frekuensi panjang

Hasil pengukuran sebaran frekuensi panjang ikan molly jantan menunjukkan bahwa ukuran panjang ikan yang tertangkap berkisar antara 26-76 mm. Proporsi terbesar didapatkan pada ukuran 51 mm sebanyak 112 ekor atau 31% dan terkecil pada ukuran 71 mm sebanyak 1 ekor atau 0,3% (Gambar 3 A). Ukuran panjang ikan betina yang tertangkap berkisar antara 31-66 mm, yang proporsi terbesarnya didapatkan pada ukuran 46 mm sebanyak 271 ekor atau

39% dan terkecil pada ukuran 31 mm sebanyak 1 ekor atau 0,1% (Gambar 3 B).

Nisbah kelamin

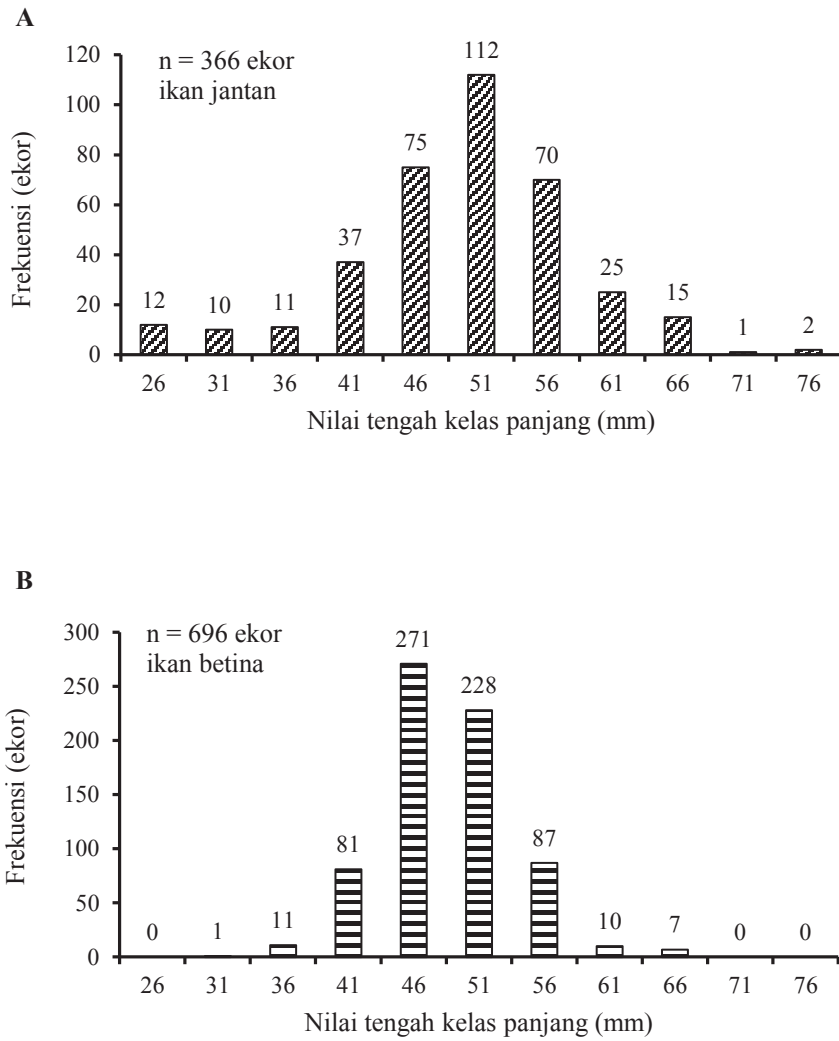
Nisbah kelamin antara ikan molly jantan dan betina dari seluruh sampel ikan pada penelitian ini adalah 34,46% : 65,54% atau 1 : 2 (Gambar 4). Nisbah kelamin antara ikan jantan dan betina dari ikan yang dalam keadaan matang gonad (TKG IV) adalah 9,35% : 90,65% atau 1 : 10 (Gambar 5).

Hubungan panjang bobot

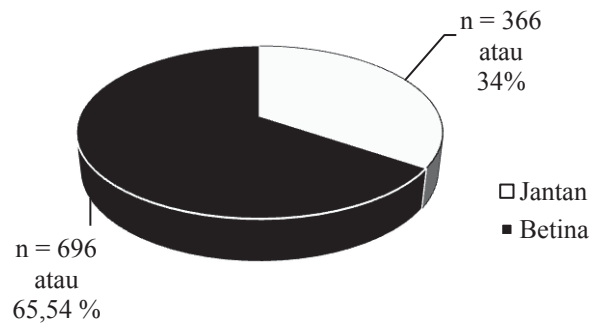
Berdasarkan hasil analisis hubungan panjang-bobot ikan molly jantan diperoleh model hubungan: $W = 3 \times 10^{-5} L^{2,88}$, betina diperoleh model hubungan $W = 3 \times 10^{-5} L^{3,02}$ (Gambar 6).

Tingkat kematangan gonad (TKG)

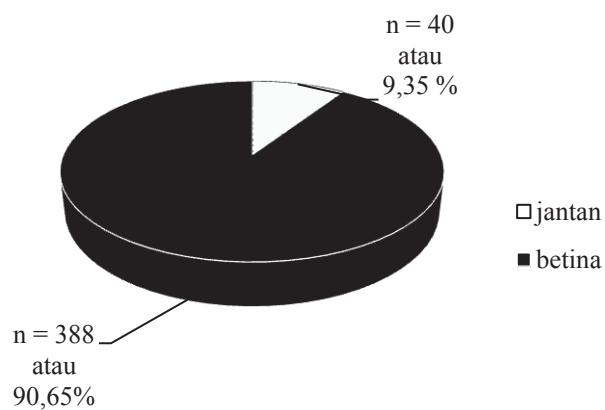
Kriteria TKG Ikan molly dibagi dua, yaitu (1) perkembangan telur sebelum dibuahi (Tabel 1) dan (2) perkembangan telur setelah dibuahi sampai menjadi larva sebelum dipijahkan (Tabel 2 dan Gambar 7). Kriteria tersebut berdasarkan petunjuk penentuan TKG menurut Effendie (1979), yang dimodifikasi sesuai dengan hasil pengamatan peneliti pada ikan molly yang ovovivipar.



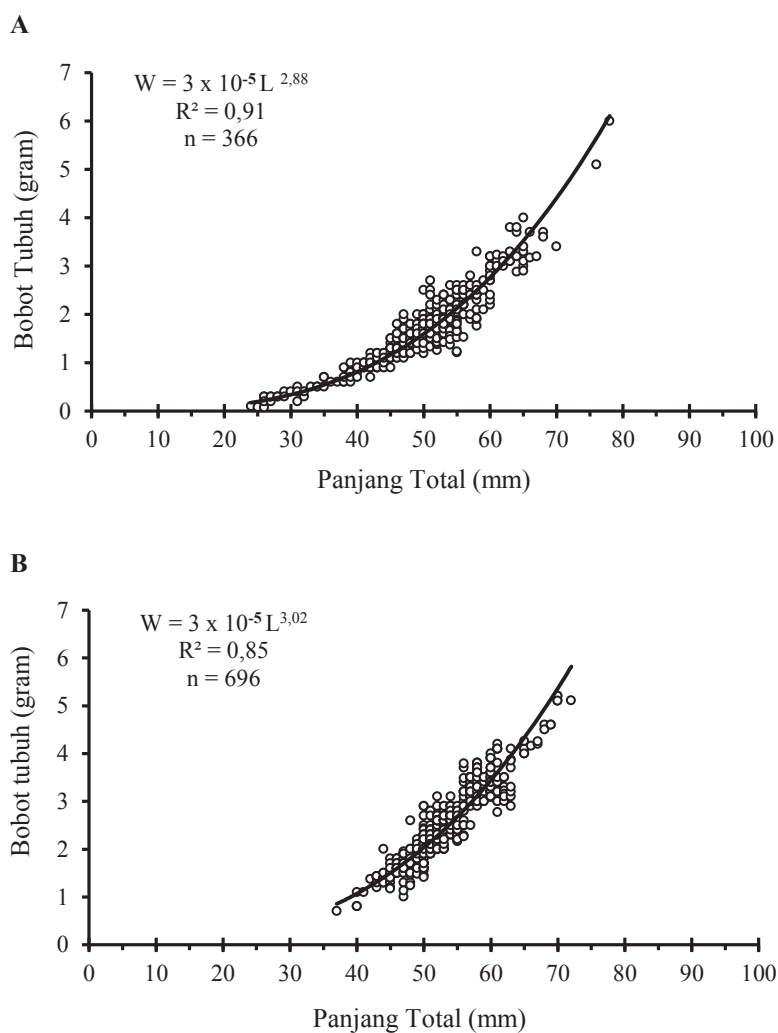
Gambar 3 Penyebaran frekuensi panjang ikan molly jantan (A) dan betina (B)



Gambar 4 Persentase antara ikan molly jantan dan betina



Gambar 5 Persentase antara ikan molly jantan dan betina pada TKG IV



Gambar 6 Hubungan panjang bobot ikan molly jantan (A) dan betina (B)

Tabel 1 Tingkat kematangan gonad ikan molly betina dan jantan

TKG	Ikan betina	Ikan jantan
I (belum berkembang)	Ovarium berukuran sangat kecil, memanjang seperti benang, telur nampak seperti cairan kuning muda	Testes berukuran sangat kecil, memanjang seperti benang.
II (perkembangan awal)	Ovarium berukuran lebih besar dari pada tingkat I, warna kuning muda, telur tidak dapat dilihat dengan mata, keadaan telur kecil, transparan	Testes berukuran lebih besar dari tingkat I, warna testes putih
III (perkembangan akhir)	Ovarium berwarna kuning tua sampai orange, berbutir-butir, pembuluh darah terlihat di bagian atasnya, memanjang sampai 2/3 bagian dari rongga perut, telur mudah terlihat. Keadaan telur dalam ukuran sedang dan berwarna tidak terang, bebas dari folikel	Testes berukuran lebih besar, salah satu bagian berukuran lebih besar, berisi cairan putih
IV (masak)	Ovarium berwarna orange tua, pembuluh darah jelas, mengisi hampir $\frac{3}{4}$ bagian rongga perut, telur jelas terlihat.	Testes berukuran lebih besar daripada tingkat III, berisi cairan kental warna putih susu
V (Telur terbuahi)	Telur dalam ovarium telah terbuahi menjadi zygot, nampak bintik mata pada setiap telur yang terbuahi, warna zygot transparan	Testes berkerut, cairan sperma sudah dikeluarkan

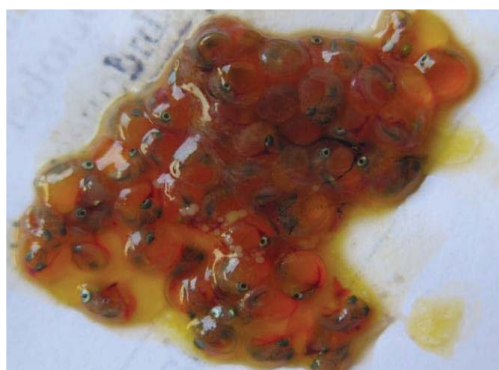
Tabel 2 Perkembangan embrio sampai menjadi larva sebelum dipijahkan

Tingkat perkembangan larva	Kriteria
I (embrio)	Terjadi zygot, terlihat bintik mata pada setiap butir telur
II (embrio berkembang)	Zygot telah berkembang menjadi embrio ikan, nampak notochor, kuning telur masih banyak
III (pralarva)	Embrio berkembang menjadi anak ikan, kuning telur masih ada tetapi jumlahnya sedikit
IV (pascalarva)	Anak ikan yang siap dipijahkan/dilahirkan, kuning telur habis diserap
V (Salin)	Ditemukan telur dan anak ikan sisa yang tidak sempat dipijahkan atau dilahirkan



I. Embrio

Terjadi zygot, terlihat bintik mata pada setiap butir telur



II. Embrio berkembang

Zygot telah berkembang menjadi embrio ikan, nampak notochor, kuning telur masih banyak



III. Pralarva

Embrio berkembang menjadi anak ikan, kuning telur masih ada tapi jumlahnya sedikit



IV. Pascalarva

Anak ikan yang siap dipijahkan/dilahirkan, kuning telur sudah habis terserap



V. Salin

Ditemukan telur dan larva sisa yang tidak sempat dipijahkan/dilahirkan

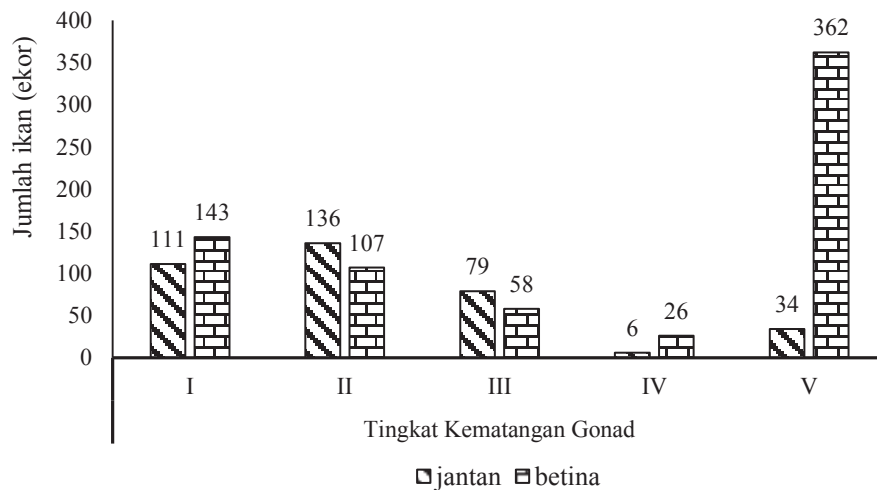
Gambar 7 Perkembangan embrio sampai menjadi larva sebelum dipijahkan

Hubungan antara jumlah ikan molly jantan dan betina dengan TKG menunjukkan bahwa ikan molly ditemukan berada pada semua tingkatan TKG yaitu I-V. Ikan molly jantan ditemukan jumlah tertinggi pada TKG II, sedangkan ikan molly betina pada TKG V (Gambar 8).

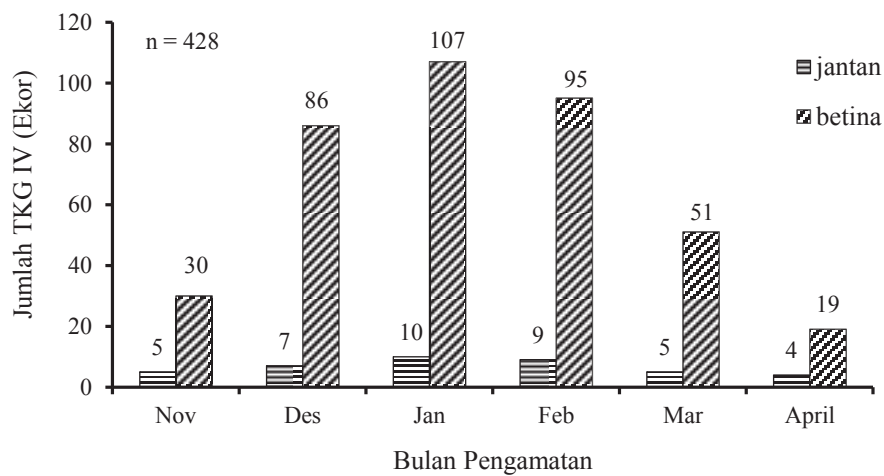
Jumlah ikan baik jantan maupun betina yang matang gonad (TKG IV) mulai meningkat pada bulan Desember, tertinggi pada bulan

Januari dan mulai menurun pada bulan Februari (Gambar 9).

Berdasarkan frekuensi ikan yang matang gonad hubungannya dengan ukuran panjang menunjukkan bahwa baik ikan jantan maupun betina sudah ada yang matang gonad pada ukuran 41 mm, namun jumlah paling banyak matang gonad pada ikan jantan yaitu ukuran 56 mm, dan betina ukuran 51 mm (Gambar 10).

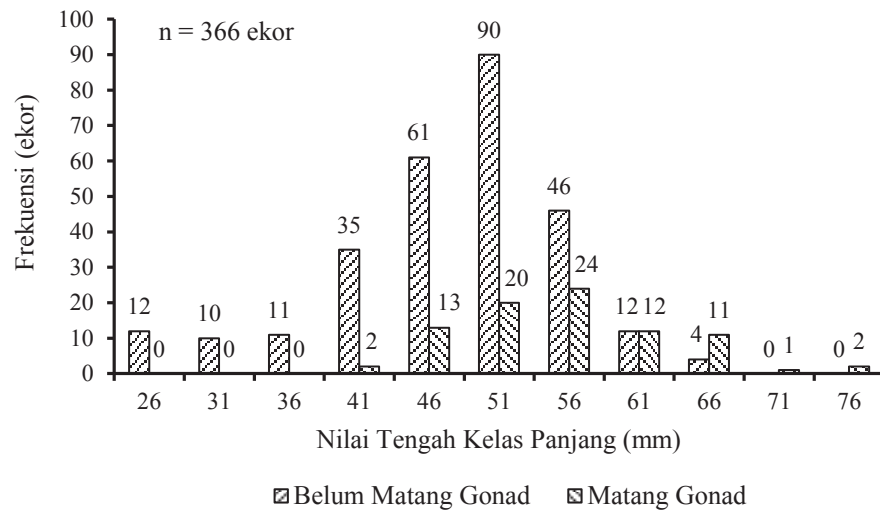


Gambar 8 Jumlah ikan molly jantan dan betina berdasarkan tingkat kematangan gonad

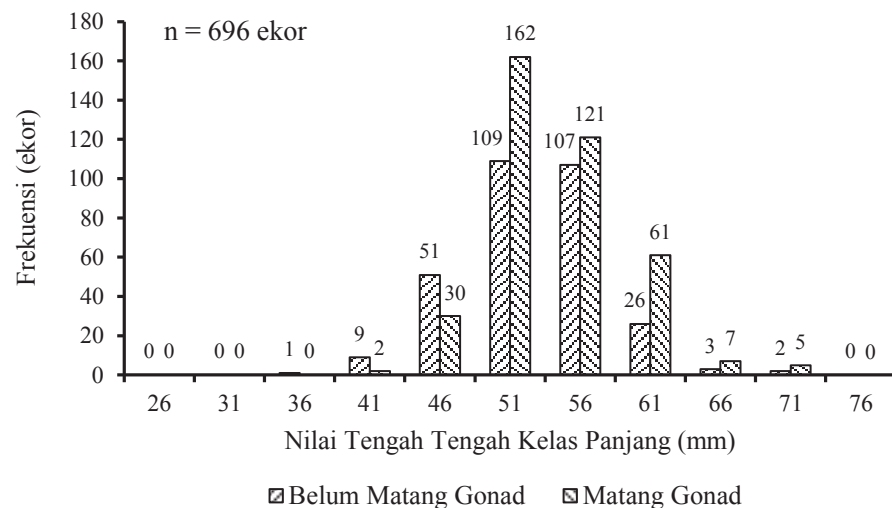


Gambar 9 Distribusi TKG IV jantan dan betina pada bulan November 2017-April 2018

A



B



Gambar 10 Distribusi ikan molly jantan (A) dan betina (B) yang matang dan belum matang gonad

Pembahasan

Sebaran ukuran panjang ikan molly jantan lebih besar daripada ikan betina, dan proporsi terbesar yang tertangkap pada ikan jantan lebih besar yaitu ukuran 51 mm sebesar 31% daripada ikan betina ukuran 46 mm sebesar 39%. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa ukuran ikan jantan relatif lebih panjang daripada ikan betina. Hal tersebut berbeda dengan yang ditemukan pada kerabatnya, yaitu ikan guppy

Poecilia reticulata yang ukuran jantan lebih kecil daripada betina (Panjaitan *et al.* 2016), dan ikan *Gambusia holbrooki* betina yang dapat mencapai ukuran maksimal 8 cm dan jantan 3,5 cm (Johnson 2008). Pertumbuhan ikan jantan lebih besar daripada betina dapat disebabkan oleh energi yang dihasilkan dari pakan pada ikan jantan sepenuhnya dimanfaatkan untuk pertumbuhan, sedangkan pada ikan betina sebagian energi pakan selain untuk tumbuh diguna-

kan untuk reproduksi, perkembangan gonad, dan produksi telur. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebanyak 52% ikan betina yang tertangkap dalam keadaan mengandung anaknya.

Nisbah kelamin

Nisbah kelamin antara ikan molly jantan dan betina secara keseluruhan yang diperoleh adalah 34,46% : 65,54% atau 1 : 2 (Gambar 4). Nisbah kelamin tersebut menunjukkan bahwa populasi ikan jantan yang tertangkap lebih kecil jumlahnya dibandingkan dengan populasi ikan betina. Hal yang sama pada spesies *P. latipinna* yang dilaporkan oleh Al-Akel *et al.* (2010) dan spesies *P. velifera* (Sanguansil & Lheknim 2010). Namun berbeda pada spesies *P. reticulata* yang dilaporkan oleh Panjaitan *et al.* (2016) yaitu nisbah jantan dan betina sama (1:1). Perbedaan nisbah kelamin tersebut diduga karena perbedaan lingkungan. Rahardjo (2006) menyatakan bahwa nisbah kelamin di daerah tropis seperti Indonesia bersifat variatif dan dapat menyimpang dari 1:1.

Nisbah kelamin antara ikan molly jantan dan betina berdasarkan pada jumlah ikan yang matang gonad (TKG IV) adalah informasi penting untuk menilai potensi rekrutmen. Nisbah kelamin ikan jantan dan betina matang gonad (TKG IV) yang diperoleh pada penelitian ini adalah 9,35% : 90,65% atau 1 : 10 (Gambar 5). Ikan jantan sangat kurang ditemukan matang gonad diduga terkait dengan tingkah laku reproduksi ikan molly. Ikan molly betina yang matang gonad tidak selalu membutuhkan pasangan dalam perkawinan karena ikan betina dapat menyimpan sperma di dalam tubuhnya. Sperma tersebut dapat membuahi telur yang matang di dalam tubuh induk betina, tanpa kehadiran ikan jantan. Hal tersebut sejalan dengan yang dike-

mukakan oleh Farr (1989) bahwa ikan molly betina memiliki kemampuan untuk menyimpan sperma dalam waktu yang lama sehingga dapat hamil berulang kali dengan hanya satu kali kawin.

Hubungan panjang bobot

Ikan molly jantan memiliki pola pertumbuhan allometrik negatif, sedangkan ikan molly betina memiliki pola pertumbuhan isometrik (Gambar 6). Erguden (2013) melaporkan pola pertumbuhan ikan *Gambusia holbrooki* jantan adalah allometrik negatif dan betina isometrik, selanjutnya Patimar *et al.* (2011) pada ikan yang sama pola pertumbuhan ikan jantan allometrik negatif dan betina allometrik positif. Adanya perbedaan pola hubungan panjang bobot dipengaruhi oleh musim, habitat, kematangan gonad, jenis kelamin, makanan, kepenuhan lambung, kesehatan, teknik pengawetan, dan variasi tahunan terhadap kondisi lingkungan (Bagenal & Tesch 1978, Froese 2006).

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa ikan molly jantan memiliki bentuk tubuh cenderung lebih kurus dibandingkan ikan betina yang isometrik yaitu penambahan panjang dan bobot tubuh hampir seimbang. Pertambahan bobot yang relatif lebih besar pada ikan betina dibandingkan ikan jantan diduga karena ikan betina yang tertangkap cenderung lebih banyak dalam keadaan matang gonad dan mengandung anak dalam perutnya. Menurut Boschung & Mayden (2004), pada ikan ovovivipar bentuk tubuh ikan betina dewasa cenderung lebih besar daripada ikan jantan, terutama mereka yang mengandung anak di dalam perutnya.

Ikan tidak selalu memiliki pola pertumbuhan yang sama. Hubungan panjang bobot yang berbeda dapat dipengaruhi oleh beberapa

faktor antara lain tingkat kematangan gonad, usia, jenis kelamin (Dulcic *et al.* 2003), musim dan habitat (Froese 2006), kondisi lingkungan perairan (Ali *et al.* 2001), faktor makanan dan ukuran tubuh (Ebrahim & Ouraji 2012). Selanjutnya Froese (2006) mengemukakan bahwa secara umum nilai b tergantung pada kondisi biologis ikan seperti perkembangan gonad dan ketersediaan makanan (Froese 2006) dan juga kondisi fisiologis dan kondisi lingkungan seperti suhu, pH, salinitas, letak geografis, dan teknik sampling (Jenning *et al.* 2001).

Tingkat Kematangan Gonad (TKG)

Tingkat perkembangan ovarium dan testis ikan molly ditentukan dan diklasifikasikan kedalam lima tingkatan berdasarkan kondisi morfologis dan posisi gonad dalam rongga perut (Effendie 1979). Pertelaan tingkat perkembangan ikan molly dikemukakan pada Tabel 1. Pengamatan tingkat perkembangan gonad ikan molly (*P. latipinna*) telah dilaporkan pula oleh Al-Akel *et al.* (2010), baik jantan maupun betina diklasifikasikan kedalam lima tahap perkembangan berdasarkan kondisi morfologi gonad merujuk pada Pusey *et al.* (2001).

Ikan molly adalah ikan yang pembuahan telurnya terjadi di dalam tubuh induk sehingga perkembangan embrio atau larva di dalam perut sebelum dipijahkan diamati pula dalam penelitian ini. Perkembangan embrio tersebut diklasifikasikan kedalam lima tahap berdasarkan morfologi embrio dan kuning telurnya. Tahap perkembangan I dan II diklasifikasikan sebagai embrio karena telur baru saja dibuahi, kuning telur masih sangat banyak; perkembangan III dan IV diklasifikasikan sebagai larva karena bentuk tubuh sudah menyerupai ikan dan kuning telur sudah hampir habis terserap. Tahap perkem-

banagan V, larva sudah dilahirkan dan gonad berkerut, berisi telur dan larva sisa yang tidak sempat dilahirkan (Tabel 2). Ikan ovovivipar dalam proses perkembangan embrio dan larvanya tidak menerima makanan tambahan dari induknya (Wydoski & Whitney 2003). Larva yang dipijahkan berukuran kecil dan beratnya hanya berkisar 1,2 hingga 1,3 mg (Johnson 2008).

Jumlah ikan molly jantan dan betina pada masing-masing TKG bervariasi, jumlah ikan jantan dan betina tertinggi yaitu pada TKG II dan V (Gambar 8). Berdasarkan variasi TKG tersebut memberikan dugaan bahwa ikan molly mempunyai musim pemijahan yang panjang. Menurut Johnson (2008) ikan yang termasuk dalam famili Poeciliidae mempunyai musim reproduksi yang panjang yaitu sekitar 7 bulan, bahkan pada suhu yang cocok reproduksinya dapat berlangsung sepanjang tahun.

Berdasarkan jumlah ikan jantan dan betina yang matang gonad (TKG IV) hubungannya dengan waktu pengamatan menunjukkan bahwa baik ikan molly jantan maupun betina jumlah ikan yang matang gonad mulai meningkat pada bulan Desember, tertinggi pada bulan Januari dan mulai menurun pada bulan Februari. Jadi meskipun waktu pemijahan ikan molly panjang namun aktifitas reproduksi tertinggi terjadi dari bulan Januari (Gambar 10). Pada spesies *P. velivera* bereproduksi terus menerus sepanjang tahun dengan dua puncak pemijahan, yaitu pada bulan Maret-Mei dan Agustus-Desember (Sanguansil & Lheknim 2010).

Ikan molly adalah ikan yang berukuran kecil dan berdasarkan sebaran frekuensi panjang ikan jantan dan betina yaitu berkisar antara 26-76 mm dan 31-66 mm. Karena berukuran kecil maka ukuran terkecil matang gonad ikan jantan maupun betina juga relatif kecil, yaitu 41 mm

(Gambar 9). Ukuran tersebut masih lebih besar dibanding kerabatnya yaitu ikan betina *Gambusia holbrooki* matang gonad pada ukuran panjang sekitar 20 mm, bahkan dapat matang pada ukuran panjang yang lebih kecil yaitu 10-20 mm jika berada pada kondisi stres (Johnson 2008). Tetapi lebih besar pada spesies *P. velivera* yaitu matang gonad pada jantan dan betina pada ukuran 18,8 dan 17,1 mm (Sanguansil & Lheknim 2010). Ikan dalam famili Poeciliidae umumnya berukuran kecil dan berumur relatif pendek, sehingga ukuran kematangannya juga kecil. Menurut Froese dan Pauly (2014), ikan molly berumur kurang lebih tiga tahun, kerabatnya yaitu ikan guppy *P. reticulata* betina berumur 2 tahun dan jantan lebih pendek yaitu 1 tahun (Johnson 2008), ikan *G. affinis* betina berumur sekitar 6 bulan-1,5 tahun, dan jantan berumur rata-rata jauh lebih pendek, meskipun perkiraan yang tepat belum tersedia (Haynes & Cashner 1995).

Fekunditas

Fekunditas ikan molly adalah jumlah larva ikan yang akan dikeluarkan pada saat pemijahan (*larval fecundity*). Hasil pengamatan menunjukkan bahwa jumlah larva yang ada di dalam gonad ikan betina yaitu antara 12-111 ekor, dengan rata-rata 32 larva/ekor induk. Semakin besar ukuran induk cenderung jumlah larva yang dikandungnya semakin banyak. Menurut Rohde *et al.* (1994), jumlah anak yang dapat dilahirkan ikan molly dapat mencapai 141 ekor, jumlah ini dapat bertambah bergantung kepada ukuran induk betina (Boschung & Mayden 2000).

Simpulan

Ikan yang ditemukan sebagai hama di tambak Kabupaten Maros adalah ikan molly

(*Poecilia latipinna* Lesueur 1821). Sebaran ukuran panjang ikan jantan lebih besar daripada ikan betina, rata-rata panjang ikan jantan dan betina yaitu 51 mm dan 46 mm. Nisbah kelamin secara keseluruhan antara ikan jantan dan betina adalah 1:2, sedangkan nisbah kelamin antara jantan dan betina yang matang gonad (TKG IV) adalah 1:10. Pola pertumbuhan ikan molly jantan adalah allometrik negatif dan betina isometrik. Ikan molly memijah sepanjang tahun dengan puncak pemijahan pada bulan Januari. Jumlah larva yang akan dilahirkan berkisar 12-111 ekor dengan rata-rata ± 32 ekor larva/induk.

Persantunan

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

Daftar pustaka

- Ali M, Salam A, Iqbal F. 2001. Effect of environmental variables on body composition parameters of *Channa punctata*. *Journal of Research Science*, 12(2): 200-206.
- Al-Ghanim KA. 2005. Ecology of sailfin molly, *Poecilia latipinna* (Lesueur, 1821) in Wadi Haneefah stream, Riyadh, Saudi Arabia. Ph.D. Thesis. King Saud University, Riyadh, KSA. 505 p.
- Al-Akel AS, Al-Misned F, Al-Balawi HA, Al-Ghanim KA, Ahmad Z, Annazri H. 2010. Reproductive biology of sailfin molly, *Poecilia latipinna* (Lesueur, 1821) in Wadi Haneefah Stream, Riyadh, Saudi Arabia. *Pakistan Journal of Zoology*, 42(2): 169-176.
- Bagenal TB, Tesch FW. 1978. Age and growth. In: Bagenal T. (ed.). *Methods for assessment of fish production in freshwater*. 3rd ed. Handbook No. 3, Blackwell Science Publications, Oxford, pp.101-136.
- Beck C, Blumer L, Brown T. 2003. Effects of salinity on metabolic rate in black

- mollies. In: O'Donnell M. (ed). Tested studies for laboratory teaching. *Proceedings of the 24th Workshop/Conference of the Association for Biology Laboratory Education*. 24: 211-222.
- Boschung HT, Mayden RL. 2004. *Fishes of Alabama*. Smithsonian Books, Washington, D.C. 736 p.
- Castleberry DT, Cech JJ. 1990. Mosquito control in wastewater: a controlled and quantitative comparison of pupfish (*Cyprinodon nevadensis amargosae*), mosquito fish (*Gambusia affinis*) and guppies (*Poecilia reticulata*) in Sago pondweed marshes. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6(2): 223-228.
- Chick JH, Milvor CC. 1997. Habitat selection by three littoral zone fishes: effects of predation pressure, plant density and macrophyte type. *Ecology of Freshwater Fish*, 6(1): 27-35.
- Courtenay WR, Meffe GK. 1989. Small fishes in strange places: A review of introduced poeciliids. In: Meffe GK, Snelson Jr FF. (eds). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, New Jersey. pp. 319-331.
- Dulcic J, Pallaoro A, Cetinic P, Kraljevic M, Soldo A, Jardas I. 2003. Age, growth and mortality of picarel, *Spicara smaris* L. (Pisces: Centrarchidae), from the eastern Adriatic (Croatian coast). *Journal of Applied Ichthyology*, 19(1): 10-14.
- Ebrahim IG, Ouraji H. 2012. Growth performance and body composition of kutum fingerlings, *Rutilus frisii kutum* (Kamenskii 1901), in response to dietary protein levels. *Turkish Journal of Zoology*, 36(4): 551-558.
- Economidis PS, Dimitriou E, Pagoni R, Michaloudi E, Natsis L. 2000. Introduced and translocated fish species in the inland waters of Greece. *Fisheries Management and Ecology*, 7(3): 239-250.
- Effendie MI. 1979. *Metode biologi perikanan*. Yayasan Dwi Sri, Bogor. 112 p.
- Erguden SA. 2013. Age, growth, sex ratio and diet of eastern mosquitofish *Gambusia holbrooki* Girard, 1859 in Seyhan Dam Lake (Adana/Turkey). *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, 12(1): 204-218.
- Farr JA. 1989. Sexual selection and secondary sexual differentiation in poeciliids: determinants of male mating success and the evolution of female mating choice. In: Meffe GK, Snelson Jr. FF (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall, New Jersey.
- Felley JD, Daniels GL. 1992. Life history of the sailfin molly (*Poecilia latipinna*) in two degraded waterways in southwestern Louisiana. *Southwestern Naturalist*, 37(1): 16-21.
- Florida Museum of Natural History (FLMNH) website at: http://www.flmnh.ufl.edu/fish/gallery/descript/sailfinMolly/sailfin_molly.html. Diakses 10 Februari 2019.
- Froese R. 2006. Cubelaw, condition factor and weight-length relationships: history, meta-analysis and recommendations. *Journal of Applied Ichthyology*. 22(4): 241-253.
- Froese R, Pauly D (eds.). 2014. Fishbase. World Wide Web electronic publication. www.fishbase.org. version (08/2018)
- Gamradt SC, Kats LB. 1996. Effects of introduced crayfish and mosquito fish on California newts. *Conservation Biology*, 10(4): 1155-1162.
- Goodsell JA, Kats LB. 1999. Effect of introduced mosquitofish on Pacific treefrogs and the role of alternative prey. *Conservation Biology*, 13(4): 921-924.
- Gonzalez RJ, Cooper J, Head D. 2005. Physiological responses to hyper-saline waters in sailfin mollies (*Poecilia latipinna*). *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 142(4): 397-403.
- Haynes JL, Cashner RC. 1995. Life history and population dynamics of the western mosquitofish: a comparison of natural and introduced populations. *Journal of Fish Biology*, 46(6): 1026-1041.
- Homski D, Goren M, Gasith A. 1994. Comparative evaluation of the larvivorous fish *Gambusia affinis* and *Aphanis dispar* as mosquito control agents. *Hydrobiologia*, 284(2): 137-146.
- Jennings S, Kaiser MJ, Reynolds JD. 2001. *Marine fisheries ecology*. Blackwell Sciences, Oxford. 432 p.

- Johnson FN. 1981 The use of fish in studying the behavioral effects of lithium. *Pharmacopsychiatry*, 14(6): 208-12.
- Johnson L. 2008. Pacific northwest aquatic invasive species profile: western mosquito fish (*Gambusia affinis*). Diakses 12 Februari 2019.
- Kottelat M, Whitten A.J, Kartikasari SN, Wirjatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Editions. Jakarta, 221 p.
- Koutsikos N, Vardakas L, Kalogianni E, Economou AN. 2018. Global distribution and climatic match of a highly traded ornamental freshwater fish, the sailfin molly *Poecilia latipinna* (Lesueur, 1821). *Knowledge & Management of Aquatic Ecosystems*, 419(23): 11.
- Leyse KE, Lawler SP, Strange T. 2004. Effects of an alien fish, *Gambusia affinis*, on an endemic California fairy shrimp, *Lindneriella occidentalis*: implications for conservation of diversity in fishless waters. *Biology Conservation*, 118(1): 57-65.
- Linden AL, Cech JJ. 1990. Prey selection by mosquitofish (*Gambusia affinis*) in California rice fields: effects of vegetation and prey species. *Journal of the American Mosquito Control Association*, 6(1): 115-120.
- Lockwood JL, Hoopes MF, Marchetti MP. 2007. *Invasion ecology*. Blackwell Publishing. California, USA. 428 p.
- Meffe GK, Snelson Jr FF. 1989. An ecological overview of poeciliid fishes. In: Meffe GK, Snelson Jr FF (eds.). *Ecology and evolution of livebearing fishes (Poeciliidae)*. Prentice Hall. Engelwood Cliffs, New Jersey, USA. 13-31.
- Page LM, Burr BM. 1991. *A field guide to freshwater fishes of North America North of Mexico*. Houghton Mifflin Company, New York. 432 p.
- Patimar R, Ghorbani M, Gol-Mohammadi A, Azimi-Glugahi H. 2011. Life history pattern of mosquitofish *Gambusia holbrooki* (Girard, 1859) in the Tajan River (Southern Caspian Sea to Iran). *Chinese Journal of Oceanology and Limnology*, 29(1): 167-173.
- Panjaitan Y, Sucahyo K, Rondonuwu FS. 2016. Struktur populasi ikan guppy (*Poecilia reticulata* Peters) di Sungai Gajah Putih, Surakarta, Jawa Tengah. *Bonorowo Wetlands*, 6(2): 103-109.
- Pusey BJ, Arthington AH, Bird JA, Close PG. 2001. Reproduction in three species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from rainforest streams in northern Queensland, Australia. *Ecology of Freshwater Fish*, 10(2): 75-87.
- Rahardjo MF. 2006. Biologi reproduksi ikan blama *Nibea soldado* (Lac.) (Famili Scianidae) di perairan pantai Mayangan Jawa Barat. *Ichthyos*, 5(2): 63-68.
- Robins CR, Ray GC. 1986. *A field guide to Atlantic coast fishes of North America*. Houghton Mifflin Company, Boston. 357 p.
- Rohde FC, Arndt RG, Lindquist DG, Parnell JF. 1994. *Freshwater fishes of the Carolinas, Virginia, Maryland and Delaware*. Univ. North Carolina Press. Chapel Hill, North Carolina and London, England. 222 p.
- Sanguansil S, Lheknim V. 2010. The occurrence and reproductive status of Yucatan molly *Poecilia velifera* (Regan, 1914) (Poeciliidae; Cyprinodontiformes): an alien fish invading the Songkhla Lake Basin, Thailand. *Aquatic Invasions*, 5(4): 423-430.
- Segev O, Mangel M, Blaustein L. 2009. Deleterious effects by mosquitofish (*Gambusia affinis*) on the endangered fire salamander (*Salamandra infraimmaculata*). *Animal Conservation*, 12(1): 29-37.
- Shipp RL. 1986. Dr. Bob Shipp's guide to fishes of the Gulf of Mexico. 20th Century Printing Co. Mobile, Alabama. 256 p.
- Timmerman CM, Chapman LJ. 2004. Hypoxia and interdemarc variation in *Poecilia latipinna*. *Journal of Fish Biology*. 65(3): 635-650.
- Wydoski RS, RL Whitney. 2003. *Inland fishes of Washington*. University of Washington Press, Seattle. 384 p.

Keanekaragaman, potensi, dan status konservasi fauna ikan di Anak Sungai Mahakam Hulu, Kalimantan Timur

[Diversity, potentiality, and conservation status of fish fauna in the upper Mahakam's tributaries, East Kalimantan]

Jusmaldi*, Nova Hariani, Norbeta Doq

Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman Samarinda
Jln. Barong Tongkok, Kampus Gunung Kelua Samarinda 75123

*Surel: aldi_jus@yahoo.co.id

Diterima: 29 Juli 2019; Disetujui: 17 September 2019

Abstrak

Keanekaragaman, potensi, dan status konservasi fauna ikan di anak Sungai Mahakam Hulu, Kalimantan Timur belum diketahui. Tujuan penelitian ini adalah mengungkap tingkat keanekaragaman spesies dan mengidentifikasi potensi serta status konservasi fauna ikan di anak Sungai Mahakam hulu, Kalimantan Timur. Pengambilan contoh ikan dilakukan di empat anak sungai, meliputi Sungai Tepai, Sungai Pahangai, Sungai Danum Parai, dan Sungai Meraseh selama satu bulan dengan menggunakan berbagai alat tangkap. Hasil penelitian menunjukkan total ikan yang tertangkap sebanyak 820 individu, terdiri atas 26 spesies, 7 famili, dan 4 ordo. Famili Cyprinidae adalah paling dominan ditemukan di semua anak sungai. Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener pada empat anak sungai bervariasi dan berkisar antara 1,749-2,087. Keanekaragaman ikan tertinggi tercatat di Sungai Maraseh diikuti oleh Sungai Pahangai, Sungai Danum Parai, dan Sungai Tepai. Keanekaragaman ikan terendah di Sungai Tepai diduga disebabkan oleh perbedaan tipe substrat, kecepatan air, dan kedalaman air dibandingkan dengan Sungai Maraseh, Sungai Pahangai, Sungai Danum Parai. Koefisien kesamaan spesies ikan antar empat anak sungai berkisar 0,606–0,842 dan terendah ditemukan antara Sungai Tepai dan Sungai Danum Parai. Sebagian besar spesies ikan dimanfaatkan oleh masyarakat lokal sebagai ikan konsumsi. Spesies *Syncrossus hymenophysa* dan *Gastromyzon lepidogaster* berpotensi sebagai ikan hias. Berdasarkan status daftar merah IUCN ditemukan enam spesies berisiko rendah, dua spesies kurang data, satu spesies hampir terancam, satu spesies terancam dan sebanyak 16 spesies tidak ditemukan dalam daftar.

Kata penting: ikan air tawar, keanekaragaman, konservasi, Mahakam hulu, potensi

Abstract

Diversity, potentiality and conservation status of fish fauna in upper Mahakam's tributaries of east Kalimantan is unknown. The purposes of this study were to analysis species diversity, determine potentiality and conservation status of fish fauna in upper Mahakam's tributaries, east Kalimantan. Fish sampling with purposive method was conducted in four tributaries, i.e Tepai River, Pahangai River, Danum Parai River, and Meraseh River for one month. Fishes were collected by several gears type. The results of this research showed that the total number of fish caught was 820 individuals; consist of 26 species, 7 families, and 4 orders. The Cyprinidae was the most dominant family found in all tributaries. The Shannon-Wiener diversity index in four tributaries were varied and ranging from 1.749-2.087. The highest fish diversity was recorded at Maraseh River followed by Pahangai River, Danum Parai River, and Tepai River. The low fish diversity was discovered at Tepai River may be due to differences in substrate type, water velocity, and water depth as compared to the Maraseh River, Pahangai River, Danum Parai River. The fish species similarity coefficient between four tributaries ranged from 0.606-0.842 and the highest dissimilarity was found between Tepai River and Danum Parai River. Almost all fishes categorized as edible fish for local consumption. *Syncrossus hymenophysa* and *Gastromyzon lepidogaster* have potential as ornamental fish. Regarding IUCN red list status, six fish species were grouped into least concern status, two species as data deficient, one species as near threatened, one species as endangered species and 16 other species were not on the list.

Keywords: conservation, diversity, freshwater fishes, potentiality, upper Mahakam

Pendahuluan

Sungai Mahakam merupakan sungai terpanjang di Provinsi Kalimantan Timur yang

membentang sekitar 920 km dari hilir sampai ke hulu. Luas wilayah yang dilalui Sungai Mahakam mencapai 77095,51 km² atau sekitar 41%

dari luas wilayah Provinsi Kalimantan Timur dan terbagi ke dalam tujuh sub Daerah Aliran Sungai (subDAS), yaitu subDAS Mahakam Hilir, subDAS Kedang Kepala dan Kedang Rantau, subDAS Belayan, subDAS Danau Melintang dan Danau Semayang, subDAS Seberang Muara, subDAS Kedang Pahu, dan subDAS Mahakam Hulu (Soetopo 2007). SubDAS Mahakam Hulu merupakan aliran sungai yang terletak di bagian hulu Sungai Mahakam dan terdiri atas beberapa anak sungai seperti: Sungai Tepai, Sungai Pahangai, Sungai Meraseh, dan Sungai Danum Parai yang secara administratif berada di Kabupaten Mahakam Ulu. Sungai-sungai tersebut memiliki kondisi air yang jernih, arus mengalir cukup deras dengan substrat dasar berupa pasir, kerikil dan batu, sehingga kondisi ini memungkinkan berkembangnya beragam jenis fauna ikan air tawar yang unik serta dengan pola adaptasi yang khusus dibandingkan dengan ikan yang hidup pada arus yang sedang dan tenang.

Informasi keberadaan spesies ikan air tawar di aliran Sungai Mahakam di bagian hulu masih sedikit diketahui, sementara laporan terini terfokus di kawasan Sungai Mahakam bagian tengah dan hilir. Christensen (1992) dalam penelitiannya selama tahun 1982-1987 di lima ekosistem di perairan Sungai Mahakam menemukan 147 spesies ikan dan menyatakan famili Cyprinidae paling dominan. Kottelat (1995) melakukan survei jenis ikan di aliran Sungai Mahakam mulai dari Kecamatan Melak di bagian hulu hingga kota Samarinda di bagian hilir menemukan 174 spesies ikan dan 9% di antaranya adalah spesies endemik. Penelitian Haryono (2006) di kawasan Sungai Mahakam bagian tengah (Danau Semayang-Melintang) menemukan 15 spesies ikan. Selanjutnya pene-

litian Nasution *et al.* (2008) di Sungai Muara Kaman dan Danau Semayang menemukan 19 dan 24 spesies ikan. Penelitian terakhir dari Suyatna *et al.* (2017) yang melakukan survei jenis ikan di Sungai Mahakam bagian tengah hingga hilir menemukan 44 spesies ikan.

Jenis-jenis ikan di bagian hulu sungai memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai produk unggulan suatu daerah, sebagai upaya untuk menggabungkan usaha konservasi dan pembangunan ekonomi bagi masyarakat lokal. Jenis ikan yang memiliki nilai ekologis dan bersifat endemik seperti *Gastromyzon psiloetron* dan *Ompok miostoma* (Tan 2006, Jusmaldi *et al.* 2019); jenis langka dan bernilai ekonomis seperti *Tor tambroides* (Haryono & Subagja 2008, KKP 2012), serta *Homaloptera stephensoni* dan *Syncrossus hymenophysa* yang memiliki bentuk dan warna tubuh menarik sehingga berpotensi untuk dikembangkan menjadi ikan hias budi daya (Froese & Pauly 2019, Kristianti *et al.* 2017).

Sampai saat ini informasi tentang keragaman spesies, potensi dan status konservasi fauna ikan di bagian hulu Sungai Mahakam khususnya di Sungai Tepai, Sungai Pahangai, Sungai Meraseh, dan Sungai Danum Parai belum diketahui. Di sisi lain ikan di sungai-sungai tersebut dimanfaatkan oleh masyarakat lokal guna memenuhi kebutuhan hidup. Mengingat peranan penting ikan-ikan yang ada di Sungai Tepai, Sungai Pahangai, Sungai Meraseh, dan Sungai Danum Parai bagi masyarakat lokal serta potensinya untuk dikembangkan sebagai ikan hias dan ikan budi daya, maka perlu dilakukan penelitian ini dengan tujuan untuk menganalisis tingkat keanekaragaman dan mengidentifikasi potensi serta status konservasi fauna ikan di empat anak sungai tersebut. Hasil

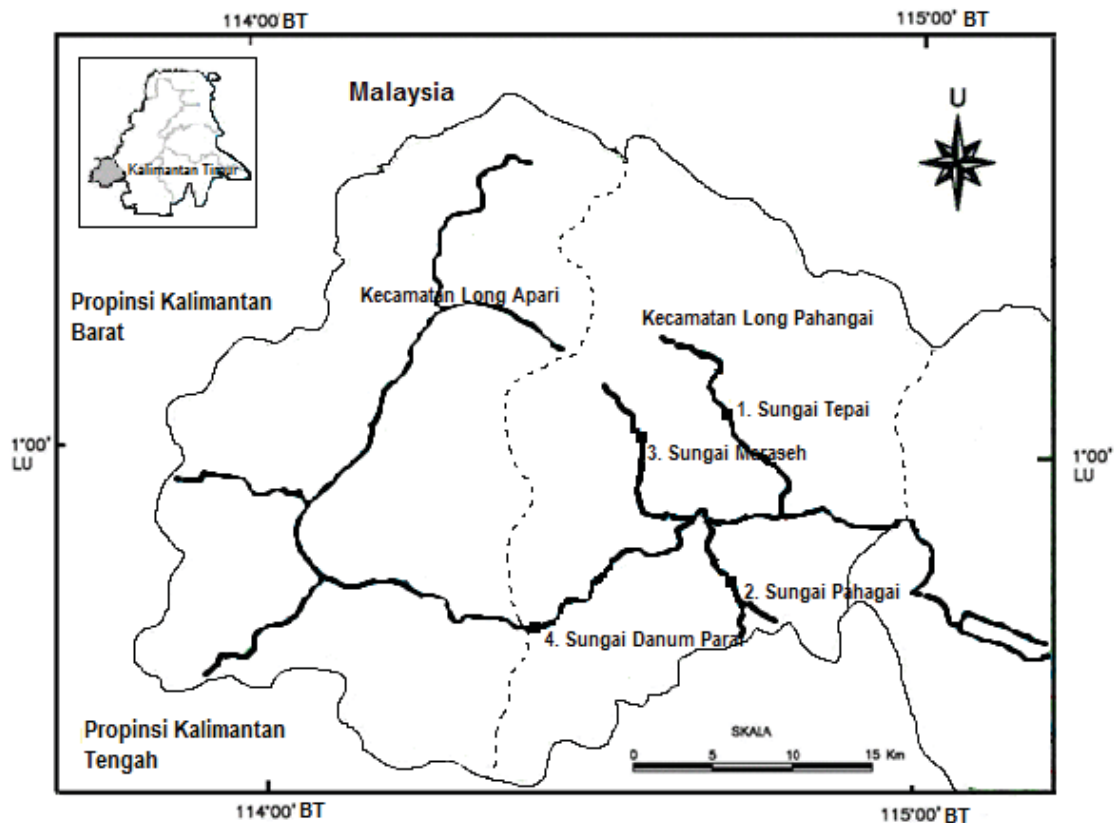
penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai informasi dasar dalam merumuskan kebijakan pembangunan bidang perikanan di kawasan ini.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juli sampai dengan bulan Agustus 2018. Penangkapan dan pengumpulan contoh ikan dilakukan di empat anak Sungai Mahakam bagian hulu, Kecamatan Long Pahangai, meliputi: Sungai Tepai, Sungai Pahangai, Sungai Danum Parai, dan Sungai Meraseh, dengan ketinggian 292-330 m dpl (di atas permukaan laut) (Gambar 1).

Pengumpulan, pengawetan, dan identifikasi contoh ikan

Pengumpulan contoh ikan dilakukan di masing-masing anak sungai. Tempat penangkapan ditentukan berdasarkan metoda *purposive sampling*. Penangkapan contoh ikan dilakukan selama satu bulan di empat anak sungai dengan menggunakan alat tangkap jaring insang eksperimental dan alat tambahan berupa serokan dan mata kail merk Vfox Chinu Plus nomor 2. Jaring insang eksperimental berukuran mata jaring 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 inci dengan panjang 10 m dan tinggi 1,5 m dipasang selama tujuh hari di tiap anak sungai. Pengambilan contoh ikan dilakukan dua kali sehari dengan cara jaring insang



Gambar 1 Lokasi pengambilan contoh ikan di Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Ulu
Keterangan: 1 = Stasiun Sungai Tepai, 2 = Stasiun Sungai Pahagai, 3 = Stasiun Sungai Meraseh, 4 = Stasiun Sungai Danum Parai

dipasang pada pagi hari mulai pukul 06.00-10.00 WITA dan siang hari pukul 12.00-16.00 WITA. Pengecekan dilakukan setiap dua jam sekali agar ikan yang tertangkap dalam kondisi hidup. Serokan digunakan untuk menangkap ikan yang berada pada pinggir sungai di sekitar celah bebatuan.

Ikan yang tertangkap di masing-masing anak sungai, dihitung jumlah individu tiap spesies dan ditimbang bobotnya, selanjutnya dicatat nama lokal dan pemanfaatannya oleh masyarakat sekitar. Contoh ikan yang mewakili tiap spesies didokumentasikan menggunakan kamera digital merk Nikon dan dikoleksi. Contoh ikan kemudian dimasukkan ke dalam wadah yang berisi formalin 10% dan diberi label. Proses identifikasi spesies menggunakan buku kunci identifikasi *Freshwater Fishes of Western Indonesia and Sulawesi* (Kottelat et al. 1993), dilakukan di Laboratorium Biologi Dasar FMIPA Universitas Mulawarman Samarinda dengan cara melakukan pengukuran morfometrik dan penghitungan meristik. Setiap spesies ikan yang sudah teridentifikasi selanjutnya diperiksa status konservasinya dalam daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) pada situs <https://www.iucnredlist.org>. Data spesies, jumlah individu, dan bobot ikan yang diperoleh selanjutnya dianalisis.

Kondisi lingkungan

Pengukuran variabel lingkungan pada masing-masing anak sungai meliputi: suhu air, pH, oksigen terlarut (menggunakan alat ukur kualitas air digital merk Lutron), kecerahan air (menggunakan keping sechi), kecepatan arus (menggunakan meteran dan bola pingpong), kedalaman sungai (menggunakan tongkat me-

teran), lebar sungai (menggunakan pita meteran), dan pengamatan substrat dasar sungai. Pengukuran kondisi lingkungan dilakukan secara *in situ* sebanyak tiga kali di masing-masing anak sungai.

Analisis data

Indeks keanekaragaman spesies dihitung menggunakan indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener dengan rumus sebagai berikut: (Magurran 1998)

$$H' = - \sum_{i=1}^s p_i \ln(p_i)$$

dan

$$p_i = \frac{B_i}{\sum_{i=1}^s B_i}$$

Keterangan: H' = indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener, p_i = proporsi bobot individu spesies ke- i , B_i = bobot individu masing-masing spesies (gram)

Magurran (1998) menyatakan indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener berkisar antara 1,5-3,5 dan jarang melampaui 4.

Indeks kemerataan individu spesies dihitung dengan rumus sebagai berikut Magurran (1998):

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan: E = indeks kemerataan individu spesies, H' = indeks keanekaragaman spesies Shannon-Wiener, S = jumlah spesies

Kisaran indeks kemerataan individu spesies antara 0-1, jika nilai E mendekati 1 maka kelimpahan antarspesies relatif sama.

Indeks dominansi dihitung menggunakan indeks dominansi Simpson dengan rumus sebagai berikut (Magurran 1998):

$$C = \sum_{i=1}^S (p_i)^2$$

Keterangan: C = indeks dominansi Simpson, p_i = proporsi bobot individu spesies ke- i , S = jumlah spesies.

Indeks dominansi Simpson dinyatakan sebagai C hingga 1. Semakin besar nilai C, maka ada spesies yang kelimpahannya mendominasi dalam sampel.

Indeks kesamaan komunitas dihitung dengan menggunakan koefisien Sorensen, dengan rumus (Magurran 1998):

$$CCs = \frac{2C}{S_1 + S_2}$$

Keterangan: CCs = koefisien Sorensen, C = jumlah spesies yang ditemukan di kedua komunitas, S_1 = jumlah spesies di komunitas S_1 , S_2 = jumlah spesies di komunitas S_2 .

Indeks CCs berkisar 0-1 (0 = tidak ada spesies yang ditemukan pada kedua komunitas; 1 = semua spesies ditemukan pada kedua komunitas).

Dendrogram pengelompokan antarsungai dianalisis menggunakan analisis *cluster variables* dibantu dengan perangkat lunak *Minitab* versi 22 for Windows.

Hasil

Komposisi, kelimpahan individu, dan bobot spesies ikan

Komposisi, kelimpahan, dan bobot spesies ikan di empat anak sungai di Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Ulu diperlihatkan pada Tabel 1. Jumlah total ikan yang dikoleksi dari keempat sungai berjumlah 820 individu, terdiri atas 26 spesies, tujuh famili dan

empat ordo. Jumlah spesies ikan tertinggi ditemukan di Sungai Meraseh (20 spesies) diikuti Sungai Pahangai (18 spesies), Sungai Danum Parai (17 spesies), dan Sungai Tepai (16 spesies). Famili ikan dengan jumlah spesies terbanyak ditemukan pada famili Cyprinidae (20 spesies), sedangkan pada enam famili lain (Boitiidae, Balitoridae, Bagridae, Sisoridae, Channidae, dan Osphronemidae) masing-masing ditemukan satu spesies.

Kelimpahan individu spesies tertinggi ditemukan pada spesies *Amblyrhynchichthys truncatus* (n=172 individu) diikuti *Luciosoma pellegrinii* (n=131 individu), *Epalzeorhynchos kalopterus* (n=95 individu), dan *Barbonymus schwanenfeldii* (n=73 individu), sedangkan kelimpahan individu rendah (kurang dari lima individu) ditemukan pada spesies *Balantiocheilus melanopterus*, *Leptobarbus melanotaenia*, *Osteochilus kahajanensis*, *Syncrossus hymenophysa*, *Bagarius yarrelli*, *Channa striata* dan *Osphronemus septemfasciatus*.

Biomassa atau bobot individu tiap spesies ikan dalam penelitian ini tidak selalu berkorelasi positif dengan kelimpahannya. Ikan yang memiliki biomassa tertinggi ditemukan pada spesies *Amblyrhynchichthys truncatus*, *Barbonymus schwanenfeldii*, *Osteochilus borneensis*, dan *Epalzeorhynchos kalopterus*, sedangkan beberapa spesies lainnya memiliki biomassa rendah (kurang dari 500 gram) termasuk *Gastromyzon lepidogaster*, *Syncrossus hymenophysa*, *Rasbora tornieri*, *Rasbora argyrotaenia*, *Osteochilus kahajanensis*, *Lobocheilos kajanensis*, dan *Balantiocheilos melanopterus*.

Tabel 1 Komposisi, kelimpahan, dan bobot spesies ikan yang tertangkap di empat anak Sungai di Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Ulu

No	Ordo/Famili/Spesies	Anak Sungai/ Kelimpahan				Jumlah (individu)	Bobot (gram)
		I	II	III	IV		
1	Cypriniformes						
	Cyprinidae						
	<i>Albulichthys albuloides</i>	-	-	7	-	7	1.281
	<i>Amblyrhynchichthys truncatus</i>	49	40	77	6	172	26.901
	<i>Barbonymus schwanenfeldii</i>	7	-	-	66	73	9.519
	<i>Balantiocheilos melanopterus</i>	-	-	2	2	4	260
	<i>Barbonymus balleroides</i>	12	6	9	16	43	774
	<i>Epalzeorhynchus kalopterus</i>	13	40	35	7	95	7.619
	<i>Garra</i> sp.	3	5	11	-	19	4.395
	<i>Hampala macrolepidota</i>	2	3	5	1	11	1.379
	<i>Labiobarbus lineatus</i>	10	8	32	1	51	816
	<i>Labiobarbus leptocheilus</i>	4	2	1	5	12	537
	<i>Lobocheilos kajanensis</i>	2	2	1	-	5	267
	<i>Luciosoma pellegrinii</i>	4	13	105	9	131	5.764
	<i>Leptobarbus melanotaenia</i>	-	-	-	1	1	540
	<i>Osteochilus borneensis</i>	-	1	5	19	25	7.663
	<i>Osteochilus kahajanensis</i>	-	-	1	-	1	124
	<i>Parachela ingerkongi</i>	6	1	19	-	26	889
	<i>Rasbora argyrotaenia</i>	-	1	13	10	24	256
	<i>Rasbora tornieri</i>	-	12	-	1	13	143
	<i>Schismatorhynchus heterorhynchus</i>	1	34	3	-	38	646
	<i>Tor tambroides</i>	10	2	5	3	20	6.240
	Botiidae						
	<i>Syncrossus hymenophysa</i>	1	2	-	-	3	61
	Balitoridae						
	<i>Gastromyzon lepidogaster</i>	-	3	3	-	6	39
2	Siluriformes						
	Bagridae						
	<i>Hemibagrus nemurus</i>	1	9	13	8	31	6.169
	Sisoridae						
	<i>Bagarius yarrelli</i>	2	-	-	-	2	950
3	Anabantiformes						
	Channidae						
	<i>Channa striata</i>	-	-	1	3	4	1.085
4	Perciformes						
	Osphronemidae						
	<i>Osphronemus septemfasciatus</i>	-	-	-	3	3	804
Total kelimpahan dan bobot		127	184	348	161	820	85.120
Total spesies		16	18	20	17	26	

Keterangan: I = Sungai Tepai, II = Sungai Pahangai, III = Sungai Meraseh, IV = Sungai Danum Parai

Indeks keanekaragaman, pemerataan, dan dominansi spesies

Indeks keanekaragaman, indeks pemerataan, dan dominansi ditemukan bervariasi di masing-masing anak sungai. Nilai indeks keanekaragaman berkisar 1,749-2,087, indeks pemerataan berkisar 0,631-0,697 dan indeks dominansi berkisar 0,193-0,285. Indeks keanekaragaman ikan tertinggi ditemukan di Sungai Meraseh, diikuti oleh Sungai Pahangai, Sungai Danum Parai, dan Sungai Tepai. Nilai indeks pemerataan yang diperoleh pada masing-masing anak sungai sebanding dengan nilai indeks keanekaragamannya, namun nilai indeks pemerataan tersebut berbanding terbalik dengan nilai indeks dominansinya (Tabel 2).

Kesamaan spesies dan pengelompokan antar-anak sungai di Kecamatan Long Pahangai

Nilai koefisien kesamaan spesies antar anak sungai berkisar mulai dari 0,606–0,842. Sungai yang memiliki nilai koefisien kesamaan spesies paling tinggi ditemukan antara Sungai Pahangai dan Sungai Meraseh (CCs = 0,842), sedangkan koefisien kesamaan spesies yang terendah ditemukan antara Sungai Tepai dan Sungai Danum Parai (CCs = 0,606) (Tabel 3).

Analisis dendrogram pengelompokan antar anak sungai berdasarkan kesamaan kehadiran spesies yang ditemukan menunjukkan Sungai Tepai, Sungai Pahangai, dan Sungai Meraseh berada dalam satu kelompok sungai yang sama, sedangkan Sungai Danum Parai adalah kelompok sungai berbeda (Gambar 2).

Tabel 2 Nilai indeks keanekaragaman, pemerataan dan dominansi spesies ikan di empat anak Sungai di Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Ulu

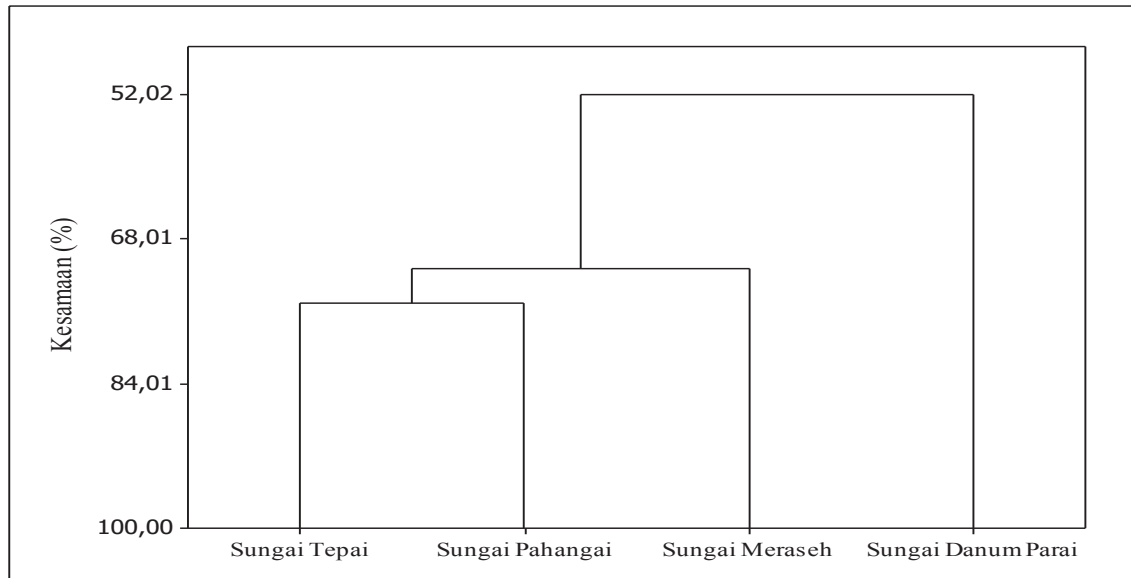
No	Parameter	Anak sungai			
		I	II	III	IV
1	Indeks Keanekaragaman (H')	1,749	1,896	2,087	1,879
2	Indeks Pemerataan (E)	0,631	0,656	0,697	0,663
3	Indeks Dominansi (C)	0,285	0,229	0,193	0,239

Keterangan: I = Sungai Tepai, II = Sungai Pahangai, III = Sungai Meraseh, IV = Sungai Danum Parai

Tabel 3 Koefisien kesamaan spesies antar anak Sungai di Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Ulu

Koefisien Sorensen	I	II	III	IV
I	-	0,824	0,722	0,606
II		-	0,842	0,629
III			-	0,703
IV				-

Keterangan: I = Sungai Tepai, II = Sungai Pahangai, III = Sungai Meraseh, IV = Sungai Danum Parai



Gambar 2 Dendrogram pengelompokan antarsungai di Kecamatan Long Pahangai

Status konservasi, potensi, dan pemanfaatan spesies ikan

Status konservasi spesies ikan berdasarkan daftar merah IUCN ditemukan: ada dua spesies kurang data, enam spesies berisiko rendah, satu spesies hampir terancam, satu spesies terancam, dan 16 spesies ikan belum terdaftar. Wawancara dengan masyarakat lokal dan nelayan setempat (suku dayak Bahau) menunjukkan hampir semua spesies ikan dimanfaatkan oleh masyarakat di Kecamatan Long Pahangai sebagai ikan konsumsi. Selain dikonsumsi, ada 13 spesies ikan diperdagangkan di pasar karena bernilai ekonomis. Spesies ikan tersebut adalah

Barbonymus schwanenfeldii, *Epalzeorhyncos kalopterus*, *Garra* sp., *Hampala macrolepidota*, *Luciosoma pellegrinii*, *Leptobarbus melanotaenia*, *Osteochilus borneensis*, *Osteochilus kahajanensis*, *Tor tambroides*, *Hemibagrus nemurus*, *Bagarius yarrelli*, *Channa striata*, dan *Osphronemus septemfasciatus*. Ada dua spesies ikan ditemukan berpotensi sebagai ikan hias akuarium. Spesies tersebut adalah *Syncrossus hymenophysa* (seku) dan *Gastromyzon lepidogaster* (dekat) (Tabel 4). Beberapa spesies ikan endemik Borneo, ikan konsumsi, dan ikan hias bernilai ekonomis didokumentasikan seperti terlihat pada Gambar 3.

Tabel 4 Status konservasi ikan, potensi dan pemanfaatannya oleh masyarakat lokal di Kecamatan Long Pahangai Kabupaten Mahakam Ulu

No	Spesies	Nama lokal (Dayak Bahau)	Potensi dan manfaat	Daftar merah IUCN*
1	<i>Albulichthys albuloides</i>	Mujuk Baq Using/ Mujuk Jangil	K	Berisiko rendah
2	<i>Amblyrhynchichthys truncatus</i>	Mujuk/Pasak	K	Tidak terdaftar
3	<i>Barbonymus schwanenfeldii</i>	Halaap	K, D	Berisiko rendah
4	<i>Balantiocheilos melanopterus</i>	Belukung	K	Terancam
5	<i>Barbonymus balleroides</i>	Hanyah	K	Tidak terdaftar
6	<i>Epalzeorhynchoceros kalopterus</i>	Palau	K, D	Tidak terdaftar
7	<i>Garra</i> sp.	Telurai	K, D	Tidak terdaftar
8	<i>Hampala macrolepidota</i>	Dungaan	K, D	Berisiko rendah
9	<i>Labiobarbus lineatus</i>	Telaruq	K	Tidak terdaftar
10	<i>Labiobarbus leptocheilus</i>	Turing	K	Tidak terdaftar
11	<i>Lobocheilos kajanensis</i>	Mepaq	K	Tidak terdaftar
12	<i>Luciosoma pellegrinii</i>	Lalaang	K, D	Tidak terdaftar
13	<i>Leptobarbus melanotaenia</i>	Belihau	K, D	Tidak terdaftar
14	<i>Osteochilus borneensis</i>	Dukih	K, D	Tidak terdaftar
15	<i>Osteochilus kahajanensis</i>	Palau belaaq	K, D	Tidak terdaftar
16	<i>Parachela ingerkongi</i>	Leaudit	K	Tidak terdaftar
17	<i>Rasbora argyrotaenia</i>	Seluang	K	Tidak terdaftar
18	<i>Rasbora tornieri</i>	Aleh/Tukmak	K	Tidak terdaftar
19	<i>Schismatorhynchoceros heterorhynchoceros</i>	Tulam	K	Tidak terdaftar
20	<i>Tor tambroides</i>	Nyaraan/Ilap	K, D	Kurang data
21	<i>Syncrossus hymenophysa</i>	Seku	H	Tidak terdaftar
22	<i>Gastromyzon lepidogaster</i>	Dekat	H	Kurang data
23	<i>Hemibagrus nemurus</i>	Tikan	K, D	Berisiko rendah
24	<i>Bagarius yarrelli</i>	Kuyur	K, D	Hampir terancam
25	<i>Channa striata</i>	Dayau	K, D	Berisiko rendah
26	<i>Osphronemus septemfasciatus</i>	Been	K, D	Berisiko rendah

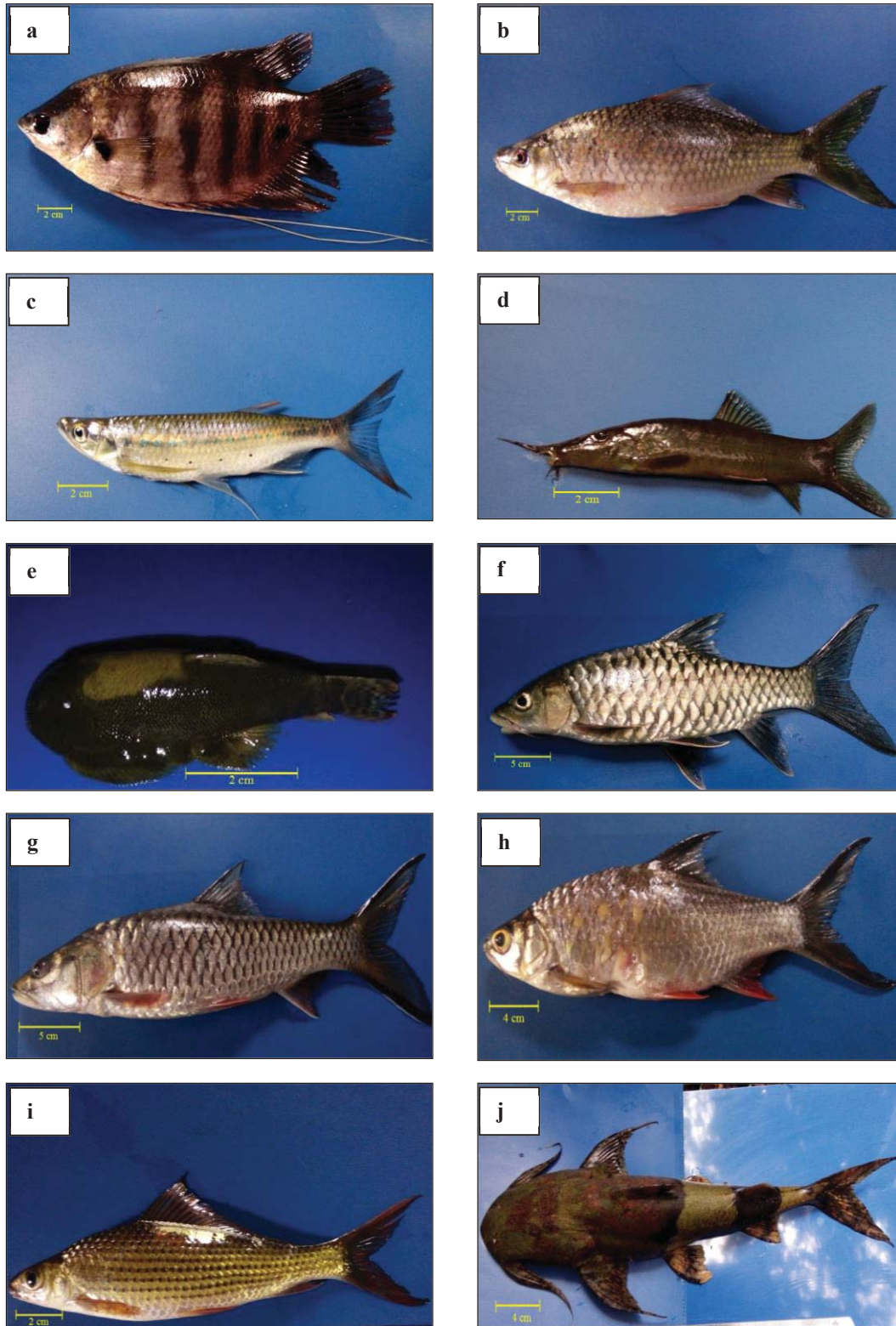
Keterangan: K= konsumsi, D = diperdagangkan, H = ikan hias

*Daftar merah IUCN (*International Union for Conservation of Nature and Natural Resources*) berdasarkan website : www.iucnredlist.org (IUCN 2019)

Kondisi perairan

Kondisi perairan di empat anak sungai sedikit bervariasi. Pengukuran suhu air berkisar 25-26°C, oksigen terlarut berkisar 5,0-7,7 mg L⁻¹, pH netral cenderung ke arah basa berkisar 6,9-7,2, dan daya tembus cahaya terendah 70 cm dan tertinggi 90 cm. Kecepatan arus berkisar 0,52-1,21 m det⁻¹. Kedalaman sungai berkisar 2-

2,8 m, lebar sungai berkisar 15-25 m dan tipe substrat dasar berbatu, kerikil, dan berpasir. Musim selama pengambilan sampel memasuki awal musim kemarau dan keadaan cuaca umumnya cerah dan sesekali mendung serta kadang-kadang terjadi gerimis disertai hujan (Tabel 5).



Gambar 3 Beberapa spesies ikan endemik Borneo (a-c), ikan hias (d-e), dan ikan konsumsi (f-j) yang ditemukan di anak Sungai di Kecamatan Long Pahangai Kabupaten Mahakam Ulu. a. been (*Osphronemus septemfasciatus*), b. dukih (*Osteochilus borneensis*), c. Lalaang (*Luciosoma pellegrinii*), d. seku (*Syncrossus hymenophysa*), e. dekat (*Gastromyzon lepidogaster*), f. nyaraan/ilap (*Tor tambroides*), g. dungan (*Hampala macrolepidota*), h. halaap (*Barbonymus schwanenfeldii*), i. Turing (*Labiobarbus leptocheilus*), j. kuyur (*Bagarius yarrelli*).

Tabel 5 Kondisi lingkungan dan substrat perairan di empat anak sungai di Kecamatan Long Pahangai, Kabupaten Mahakam Ulu

No	Parameter	Anak sungai			
		I	II	III	IV
1	Suhu (°C)	25-26	25-26	25-26	26
2	Oksigen terlarut (mgL ⁻¹)	5,0-6,3	6,4-7,2	5,8-6,2	6,5-8,7
3	pH	7,1-7,2	7,0-7,2	6,9-7,1	6,9-7,1
4	Daya tembus cahaya (cm)	80	83	70	80
5	Kecepatan arus (mdt ⁻¹)	0,52-0,61	0,92-0,85	0,73-0,80	1,03-1,21
6	Kedalaman sungai (m)	2,8	1,5	1,7	2
7	Lebar sungai (m)	25	20	19	15
8	Substrat dasar sungai	Batu dan berpasir	Batu	Batu	Batu dan kerikil, berpasir

Keterangan: I = Sungai Tepai, II = Sungai Pahangai, III = Sungai Meraseh, IV = Sungai Danum Parai

Pembahasan

Penelitian terkait keanekaragaman spesies ikan di Sungai Mahakam khususnya di bagian hulu sungai belum pernah dilaporkan. Jika hasil penelitian ini dibandingkan dengan penelitian lainnya di wilayah Borneo seperti di Kalimantan Barat, Sabah, dan Sarawak dengan kondisi lingkungan dan ketinggian lokasi yang hampir sama menunjukkan penemuan jumlah spesies tergolong rendah dan famili paling dominan adalah Cyprinidae.

Penelitian Adis *et al.* (2017) di aliran Riam Banangar Kabupaten Landak Kalimantan Barat menemukan 21 spesies dan sembilan famili, selanjutnya dikatakan bahwa famili Cyprinidae paling dominan (12 spesies) dan diikuti oleh famili Bagridae (dua spesies). Samat (1990) melakukan survei populasi ikan di Kinibalu Park, Sabah Borneo menemukan 22 spesies dan lima famili ikan, dengan rincian 11 spesies dari Cyprinidae, delapan spesies dari Gastromyzontidae; sedangkan famili Anguillidae, Bagridae, dan Cobitidae masing masing satu spesies. Nyanti (1999) melakukan survei ikan di Kelabit Highlands, Sarawak Borneo menemukan 24 spesies dan tujuh famili ikan, serta

dikatakan bahwa spesies ikan didominasi oleh Cyprinidae (57,9%) dan Balitoridae (38,2%).

Jumlah spesies yang tergolong rendah dan famili dominan adalah Cyprinidae juga dilaporkan oleh beberapa peneliti dari luar Pulau Borneo. Penelitian Ahmad *et al.* (2018) di cagar alam Hutan Ulu Kenas, Perak, Semenanjung Malaysia melaporkan 27 spesies, 11 famili dan lima genera, dan famili ikan paling dominan adalah Cyprinidae (12 spesies) diikuti famili Bagridae (tiga spesies) dan famili lainnya masing-masing satu atau dua spesies. Singh & Agarwal (2013) meneliti di Sungai Laster di Himalaya tengah India menemukan 21 spesies, tiga famili dan delapan genera, dan famili ikan paling dominan adalah Cyprinidae diikuti famili Cobitidae dan Sisoridae.

Dominansi famili Cyprinidae di kawasan hulu sungai dapat digantikan dengan famili lain apabila pengambilan contoh ikan berada di lokasi ketinggian yang lebih tinggi. Dalam penelitian ini ketinggian lokasi pengambilan contoh ikan berada di ketinggian 292-330 m dpl dan famili ikan dominan adalah Cyprinidae. Berbeda dengan yang dilaporkan oleh Rahim *et al.* (2002) pada ketinggian lebih dari 600 m dpl di kawasan

hulu Sungai Taman Nasional Range Crocker, Borneo yang mencatat famili ikan paling dominan adalah Gastromyzontidae (59,5%).

Spesies ikan paling dominan ditemukan dalam penelitian ini adalah famili Cyprinidae. Paling dominannya famili Cyprinidae tersebut disebabkan famili ini memiliki jumlah spesies paling banyak dan penyebaran paling luas dibandingkan dengan famili lain, termasuk di Sungai Mahakam, pulau Borneo dan di dunia seperti yang dilaporkan oleh banyak peneliti.

Christensen (1992) menyatakan famili Cyprinidae paling banyak ditemukan di lima ekosistem perairan di Sungai Mahakam yaitu sebanyak 32% dari 147 spesies ikan. Selanjutnya Sulaiman & Mayden (2012) mengemukakan bahwa Cypriniformes adalah kelompok ikan paling beragam di Borneo, yang mencakup lima famili (Cyprinidae, Gyrinocheilidae, Balitoridae, Cobitidae, Paedocyprididae), dan di antara kelima famili tersebut famili Cyprinidae adalah paling dominan (28 genera). Hal senada dilaporkan oleh Rashid *et al.* (2015) dalam penelitiannya di Sungai Tembeling dan Sungai Pahang Malaysia yang menemukan famili Cyprinidae paling dominan. Penelitian Nguyen & De Silva (2006) mencatat ikan air tawar di kawasan Asia didominasi oleh famili Cyprinidae (sekitar 1000 spesies), diikuti Famili Balitoridae dan Cobitidae (sekitar 400 spesies), Gobiidae (sekitar 300 spesies), Bagridae (sekitar 100 spesies), dan Osphronemidae (sekitar 85 spesies). Nelson (2006) mengidentifikasi ikan air tawar ordo Cypriniformes di dunia dan menemukan ada enam famili, 321 genera dan sekitar 3268 spesies, dan di antara enam famili tersebut Cyprinidae merupakan kelompok terbesar mencakup 220 genera dan 2420 spesies. Kottelat (1995) menekankan bahwa Cyprinidae merupakan fa-

mili ikan air tawar yang memiliki spesies terbanyak di seluruh dunia, kecuali di wilayah Australia, Madagaskar, Selandia Baru, dan Amerika Selatan.

Jumlah spesies ikan di bagian hulu Sungai Mahakam dalam penelitian ini sebanyak 26 spesies. Penemuan jumlah spesies ini lebih rendah dibandingkan dengan penelitian Suyatna *et al.* (2017) di bagian tengah Sungai Mahakam (29 spesies), namun lebih tinggi dibandingkan dengan bagian hilir Sungai Mahakam (15 spesies).

Lebih rendahnya penemuan jumlah spesies ikan di bagian hulu dibandingkan di bagian tengah Sungai Mahakam disebabkan oleh adanya perbedaan ketinggian, faktor lingkungan, dan kompleksitas habitat. Perbedaan faktor lingkungan yang dimaksud adalah kecepatan arus, suhu air, pH, dan substrat dasar, sedangkan kompleksitas habitat meliputi perbedaan lebar dan kedalaman sungai, jenis vegetasi, serta ketersediaan mikrohabitat seperti rawa banjiran dan danau.

Arunkumar & Manimekalan (2018) meneliti fauna ikan air tawar di bagian barat dan selatan Sungai Ghats, India dan menyimpulkan bahwa keanekaragaman dan kelimpahan spesies ikan akan semakin menurun dengan bertambahnya ketinggian. Hal senada dikemukakan oleh Suryaningsih *et al.* (2018) dalam penelitiannya tentang keanekaragaman dan sebaran longitudinal ikan air tawar di Sungai Klawing, Jawa Tengah, Indonesia yang mencatat keanekaragaman ikan di sungai menurun secara bertahap dari hilir ke hulu. Lebih lanjut Simanjuntak (2012) dalam penelitiannya di Sungai Asahan bagian hulu dan anak sungainya menyatakan keragaman spesies ikan meningkat secara bertahap seiring dengan kompleksitas habitat yang

tersedia. Higgins (2009) mengutarakan bahwa kecepatan arus, ketersediaan habitat, dan suhu memengaruhi struktur fungsional komunitas ikan; sementara struktur substrat dan lebar sungai memengaruhi struktur taksonomi ikan.

Jumlah spesies ikan di bagian hulu Sungai Mahakam lebih tinggi jika dibandingkan dengan bagian hilirnya. Hal ini disebabkan kondisi perairan di bagian hilir Sungai Mahakam dipengaruhi oleh fluktuasi salinitas akibat pasang surut air laut, yang menjadi faktor pembatas bagi jenis ikan air tawar di bagian hilir. Bruno *et al.* (2013) menerangkan bahwa persebaran spesies ikan air tawar di pesisir laguna Argentina dibatasi oleh fluktuasi salinitas, yang menjadi penentu utama persebaran spasialnya karena berkaitan dengan tekanan osmosis organisme tersebut.

Jumlah individu ikan paling tinggi ditemukan pada spesies *Amblyrhynchichthys truncatus* (n=172 individu), diikuti *Luciosoma pellegrinii* (n=131 individu), *Epalzeorhynchoceros kaloterus* (n=95 individu) dan *Barbonymus schwanefeldii* (n=73 individu). Tingginya jumlah individu spesies *Amblyrhynchichthys truncatus* karena ikan ini termasuk spesies peruyaya. Roberts & Baird (1995) mengamati tentang ekologi ikan di air terjun wilayah Rhone Sungai Mekong di bagian selatan Laos pada bulan Desember 1993 hingga Februari 1994. Mereka menemukan 29 spesies ikan anggota Famili Cyprinidae yang beruaya, dan salah satu spesies tersebut adalah *Amblyrhynchichthys truncatus*.

Saat penangkapan pada awal musim kemarau (Juli dan Agustus) kemungkinan *Amblyrhynchichthys truncatus* sedang beruaya dari danau dan rawa banjiran yang terdapat di kawasan bagian tengah menuju ke bagian hulu Sungai Mahakam. Sama seperti yang dikemukakan oleh

Baird & Flaherty (2004) di Sungai Mekong bahwa larva *Amblyrhynchichthys truncatus* kemungkinan mengapung di hilir sungai dan memasuki lahan basah sebagai habitat perawatan selama musim penghujan, sebelum beruaya menuju hulu pada awal musim kemarau. Rainboth (1996) juga melaporkan di Sungai Mekong bahwa spesies *Amblyrhynchichthys truncatus* beruaya menuju hutan yang terendam banjir dan kembali ke sungai pada bulan Oktober dan November ketika banjir menyurut.

Masih sedikit diketahui tentang biologi spesies *Luciosoma pellegrinii* di alam. Ikan ini merupakan ikan endemik Borneo yang tersebar di DAS Kapuas Kalimantan Barat, DAS Mahakam Kalimantan Timur, DAS Sungai Kinabatangan Kalimantan Utara, hingga negara bagian Sabah di Malaysia (Inger & Chin 1962, Roberts 1989, Kottelat 1995, Martin-Smith & Tan 1998). *Luciosoma pellegrinii* terkadang berlimpah secara lokal, yang biasanya ditemukan di air yang dalam dan berarus lambat. Ikan ini sangat aktif dan bergerak konstan, memakan material yang jatuh ke sungai, dan melompat dari air jernih untuk memangsa material yang menggantung di atas sungai (Martin-Smith & Tan 1998).

Spesies *Barbonymus schwanefeldii* adalah spesies ikan air tawar yang tersebar luas di Asia termasuk Kalimantan, Sumatra, dan Semenanjung Malaysia (Froese & Pauly 2019). Ikan ini hidup di sungai dan danau dengan pH berkisar antara 6,5 hingga 7,0 dan suhu berkisar antara 20,4 hingga 33,7 °C (Kusmini *et al.* 2015). Beberapa laporan menunjukkan bahwa *Barbonymus schwanefeldii* adalah ikan yang beruaya ke hulu sungai dipicu oleh hujan pertama dan naiknya permukaan air. Ketika menemukan anak sungai, kanal atau aliran, ikan ini bergerak ke hulu dan akhirnya ke area

banjiran; dan ketika air surut ikan ini beruaya kembali ke kanal dan sungai (Froese & Pauly 2019).

Komposisi dan persebaran spesies ikan sangat dipengaruhi oleh faktor fisik, kimiawi, dan biologis perairan (Sriwidodo *et al.* 2013). Sungai Tepai memiliki jumlah spesies paling rendah (16 spesies) dan indeks keanekaragaman 1,749; jika dibandingkan dengan Sungai Meraseh yang memiliki jumlah spesies lebih banyak (20 spesies) dan indeks keanekaragaman 2,087; Sungai Pahangai (18 spesies dan indeks keanekaragaman 1,869), dan Sungai Danum Parai (17 spesies dan indeks keanekaragaman 1,879). Perbedaan jumlah spesies dan indeks keanekaragaman ikan pada empat anak sungai tersebut disebabkan oleh adanya perbedaan tipe substrat dasar, kecepatan arus, dan kedalaman perairan di masing-masing anak sungai.

Tipe substrat dasar perairan dan kecepatan arus dapat memengaruhi spesies ikan yang hidup di dalamnya. Sebagian besar spesies ikan yang ditemukan di anak sungai Kecamatan Long Pahangai adalah spesies ikan yang beradaptasi dengan cara hidup menempel pada substrat batu dan kerikil, memiliki bentuk tubuh rata di bagian ventral, serta posisi sirip dada dan perut ke arah lateral. Selain itu ada beberapa spesies ikan beradaptasi hidup pada arus air yang mengalir cepat, memiliki bentuk tubuh seperti torpedo (*fusiform*) dengan batang ekor yang kuat untuk berenang melawan arus. Spesies tersebut sebagian besar termasuk ke dalam famili Cyprinidae, Balitoridae, Sisoridae, dan Channidae.

Adanya perbedaan tipe substrat yang berbatu, berkerikil dan berpasir serta arus yang mengalir lebih lambat seperti di anak Sungai Tepai dan Sungai Danum Parai mengakibatkan be-

berapa spesies ikan yang cara hidupnya menempel pada substrat batu atau kelompok ikan yang hidup di dasar perairan tidak ditemukan atau kelimpahannya menjadi sangat rendah, contohnya spesies *Gastromyzon lepidogaster*, *Garra* sp., *Balantiocheilos melanopterus*, *Schismatorhynchus heterorhynchus*, dan *Lobocheilos kajanensis*. Namun sebaliknya spesies ikan yang cara hidupnya menempel pada substrat batu dan spesies yang memiliki bentuk tubuh seperti torpedo dengan batang ekor yang kuat, seperti spesies *Epalzeorhynchus kalopterus*, *Luciosoma pellegrinii*, *Labiobarbus lineatus*, *Hemibagrus nemurus*, *Rasbora argyrotaenia*, dan *Rasbora tornieri* banyak ditemukan di anak Sungai Pahangai dan Meraseh yang memiliki tipe substrat dasar batu dan arus air yang mengalir lebih cepat.

Perbedaan kedalaman antaranak sungai juga berpengaruh pada kehadiran spesies ikan. Anak Sungai Tepai memiliki kedalaman air 2,8 m dibandingkan anak Sungai Meraseh memiliki kedalaman air 1,7 m. Perbedaan kedalaman sungai ini memengaruhi intensitas cahaya matahari yang masuk ke dasar perairan serta konsentrasi oksigen terlarut di dalam air. Pada perairan yang dalam, intensitas cahaya matahari tidak mampu menembus hingga ke dasar perairan, sehingga mengakibatkan konsentrasi oksigen terlarut rendah dan kondisi ini akan memengaruhi kehadiran spesies ikan terutama penghuni dasar perairan.

Li *et al.* (2012) menyatakan kekayaan spesies dan kelimpahan ikan secara spasial terkait dengan variabilitas habitat dan keberadaan mikrohabitat, komposisi substrat, dan kedalaman perairan. Beberapa penelitian menemukan bahwa variasi faktor lingkungan, seperti oksigen terlarut dan pH (Thirumala *et al.* 2011), kedalaman air (Harvey & Stewart 1991), kecepatan

arus (Magoulick 2004) dapat memengaruhi kehadiran dan keanekaragaman spesies ikan.

Keterkaitan variasi lingkungan dengan kehadiran dan keanekaragaman spesies ikan diteliti oleh Guo *et al.* (2018) di Sungai Ganjiang Cina menggunakan *Redundancy analysis* (RA). Mereka menyatakan secara umum variabel kekeruhan, oksigen terlarut, dan kedalaman air memengaruhi sebaran dan komposisi komunitas ikan secara nyata ($p < 0,05$). Sementara penelitian lainnya Huang *et al.* (2019) menganalisis korelasi komunitas ikan dengan habitat dan variabel lingkungan di hulu Sungai Lijiang Cina. Mereka mengungkapkan bahwa ketinggian tempat, kecepatan arus, konduktivitas, kekeruhan, kedalaman, dan lebar sungai memiliki korelasi nyata dengan komposisi komunitas ikan.

Indeks keanekaragaman merupakan salah satu indeks ekologis yang umum digunakan untuk mengevaluasi kondisi suatu ekosistem perairan. Nilai indeks keanekaragaman spesies ikan relatif berbeda di masing-masing anak sungai di Kecamatan Long Pahangai. Indeks keanekaragaman tertinggi tercatat di Sungai Maraseh yang menunjukkan jumlah spesies ikan penghuni sungai ini lebih tinggi dibandingkan dengan tiga anak sungai lainnya. Tingginya jumlah spesies di anak Sungai Maraseh disebabkan oleh adanya perbedaan faktor fisik sungai seperti jenis substrat, kecepatan arus, dan kedalaman air yang memengaruhi kehadiran spesies ikan. Huang *et al.* (2019) menyatakan setiap spesies ikan memilih variabel lingkungan yang berbeda, karena adanya perbedaan persyaratan ekologis masing-masing spesies tersebut.

Indeks pemerataan spesies ikan relatif sama dan tidak ditemukan adanya spesies ikan yang mendominasi, mengindikasikan kualitas air di empat anak sungai Kecamatan Long Pa-

hangai tidak jauh berbeda dan masih baik untuk mendukung kehidupan ikan. Hal ini sesuai dengan hasil pengukuran kondisi lingkungan perairan diempat anak sungai tersebut seperti suhu, oksigen terlarut, dan pH yang menunjukkan kondisi perairan baik dan ideal bagi kehidupan ikan (Tabel 5).

Terjaganya kondisi perairan di empat anak sungai Kecamatan Long Pahangai disebabkan oleh kearifan lokal masyarakat suku Dayak Bahau. Adanya peraturan adat yang melindungi perairan dan hutan di kawasan Kecamatan Long Pahangai dari segala macam bentuk ancaman kerusakan seperti penebangan hutan, pembukaan lahan, serta pelarangan penangkapan ikan di sungai dengan menggunakan racun dan listrik. Menurut Paller *et al.* (2013) aktivitas antropogenik seperti pembukaan lahan dan perubahan habitat dapat menyebabkan penurunan kualitas perairan dan berpengaruh negatif terhadap keanekaragaman dan keberadaan ikan air tawar di dalam sungai.

Dendrogram *cluster analysis* menunjukkan Sungai Tepai, Sungai Pahangai, dan Sungai Maraseh berada dalam satu kelompok sungai dan terpisah dengan Sungai Danum Parai (Gambar 2). Pengelompokan anak sungai ini dapat dipahami, secara geografis letak anak sungai Danum Parai lebih jauh ke bagian hulu Sungai Mahakam dibandingkan tiga anak sungai lainnya, sehingga perbedaan letak geografis ini akan memengaruhi kondisi lingkungan sungai seperti yang terlihat dari kecepatan arus, tipe substrat, kedalaman, dan lebar sungai. Jenkins *et al.* (2010) menyatakan beberapa mekanisme yang telah lama dipahami sebagai penentu persebaran ikan di sungai di daerah tropis antara lain faktor alam meliputi faktor biogeografis, posisi geografis, dan topografi daerah tangkapan hujan.

Spesies ikan yang selalu hadir atau ditemukan pada empat anak sungai berjumlah sembilan spesies. Ikan yang selalu hadir tersebut merupakan kelompok ikan dari famili Cyprinidae yang diketahui memiliki sebaran yang luas, sementara *Hemibagrus nemurus* (famili Bagridae) merupakan ikan penghuni sungai-sungai besar, dan telah digambarkan sebagai predator oportunistik yang memakan ikan dan avertebrata perairan dan darat (Rachmatika 2003). Namun spesies ini juga dapat menempati berbagai habitat perairan. Rachmatika *et al.* (2005) meneliti di Sungai Seturan Malinau tengah, Borneo menyatakan *Hemibagrus nemurus* merupakan ikan omnivora pemakan ikan, udang, kepiting, serangga, dan tumbuhan air; serta menempati berbagai habitat seperti: sungai mengalir deras, substrat berbatu, berpasir, berlumpur, dan kolam-kolam berair keruh bekas tebanan. Petsut & Kulabtong (2015) melakukan survai ikan air tawar di bagian hulu Sungai Wang, Thailand Utara menemukan sebanyak 16 spesies ikan dan salah satu spesies ikan tersebut adalah *Hemibagrus nemurus*.

Dua spesies ikan memiliki nilai ekonomis penting adalah *Osphronemus septemfasciatus* dan *Tor tambroides*. *Osphronemus septemfasciatus* hanya ditemukan di Sungai Danum Parai dan dikenal sebagai ikan gurami Mahakam. Ikan ini dideskripsi pertama kali berdasarkan spesimen dari Sungai Mahakam. *Osphronemus septemfasciatus* memiliki tujuh garis vertikal di tubuhnya dan lebih jelas terlihat pada individu muda (Roberts 1992). Menurut penelitian Rachmatika (2010) di perairan Provinsi Kalimantan Barat dinyatakan bahwa *Osphronemus septemfasciatus* tergolong ikan yang jarang ditemukan di alam. Habitat ikan ini mensyaratkan kandungan oksigen cukup, air

jernih, kecepatan arus lambat sampai sedang, bersubstrat pasir, kerikil, batu, dan potongan tumbuhan, landai dan pinggirannya berupa vegetasi hutan primer, atau hutan primer dan semak belukar. Gurami Mahakam ini adalah ikan konsumsi bernilai ekonomis cukup tinggi bagi masyarakat di kawasan hulu Sungai Mahakam dan sangat berpotensi untuk dijadikan ikan budi daya lokal.

Tor tambroides, merupakan ikan konsumsi bernilai ekonomis tinggi dengan tekstur daging yang tebal dan lezat, sehingga banyak digemari masyarakat lokal di kawasan hulu Sungai Mahakam. Instalasi Penelitian Plasma Nutfah Perikanan Air Tawar, Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Air Tawar, Bogor menjual ikan tor dengan harga Rp 500.000,00 hingga Rp 1.000.000,00 kg⁻¹ (Subagja & Radona 2017). Selain itu *Tor tambroides* dikenal sebagai ikan konsumsi dan untuk olah raga memancing (Desai 2003). Ikan ini dapat tumbuh dengan laju pertumbuhan normal di habitat aslinya seperti di air yang dingin dan bersih, serta ketersediaan buah-buah pada pohon tumbuh di tepi sungai di hulu dan sangat berpotensi untuk dibudidayakan (Soon *et al.* 2014).

Selain ikan konsumsi, ada dua spesies ikan yang ditemukan dan umum diperdagangkan di luar negeri sebagai ikan hias. Apabila kedua spesies ikan ini dibudidayakan akan menjadi produk yang bernilai ekonomis bagi masyarakat lokal. Spesies tersebut adalah *Syncrossus hymenophysa* (seku) dan *Gastromyzon lepidogaster* (dekati) (KKP 2013).

Status konservasi ikan dalam daftar merah IUCN, ada dua spesies ikan kurang data, enam spesies beresiko rendah, satu spesies hampir terancam, satu spesies terancam, dan 16 spesies ikan tidak ditemukan dalam daftar. Dari 16

spesies ikan yang tidak ada di dalam daftar merah IUCN, ditemukan tujuh spesies ikan yang masih sedikit diketahui informasi biologis dan siklus hidupnya. Spesies tersebut adalah *Labio-barbus lineatus*, *Lobocheilos kajanensis*, *Leptobarbus melanotaenia*, *Osteochilus borneensis*, *Osteochilus kahajanensis*, *Parachela ingerkongi*, dan *Schismatorhynchus heterorhynchus* (Froese & Pauly 2019). Spesies yang dari status IUCNnya kategori terancam (*Balantiocheilos melanopterus*) juga belum diketahui informasi biologi reproduksi dan siklus hidupnya (Froese & Pauly 2019), sementara ini spesies tersebut dimanfaatkan sebagai ikan konsumsi oleh masyarakat lokal.

Data IUCN memasukkan *Bagarius yarelli* sebagai spesies yang statusnya hampir terancam. *Bagarius yarelli* hanya ditemukan di Sungai Tepai, merupakan sungai paling lebar dan dalam dibandingkan tiga sungai lainnya. Menurut Froese & Pauly (2019) *Bagarius yarelli* dikenal sebagai lele raksasa atau *goonch raksasa*, merupakan spesies lele berukuran besar genus *Bagarius* yang ditemukan di sungai di Asia Selatan, namun tersebar juga di Asia Tenggara (Sumatera dan Kalimantan). Habitat spesies ini ditemukan pada sungai besar, termasuk sungai dengan arus yang cepat, dan tidak pernah dilaporkan di sungai kecil.

Data status konservasi daftar merah IUCN di atas mengindikasikan bahwa sebagian besar spesies ikan di bagian hulu Sungai Mahakam kurang diketahui informasi biologisnya atau belum ada data yang tersedia untuk menilai risiko kepunahannya. Diperlukan penelitian lebih lanjut untuk menganalisis kelimpahan populasi, ekologi dan siklus reproduksi ikan tersebut di alam terutama spesies yang statusnya terancam dan endemik agar tetap lestari.

Simpulan

Ikan yang mendiami anak Sungai Mahakam Hulu terdiri atas 26 spesies, 7 famili, dan 4 ordo. Spesies terbanyak ditemukan pada famili Cyprinidae. Keanekaragaman ikan di Sungai Meraseh relatif lebih tinggi dibandingkan dengan tiga anak sungai yang lain, meskipun indeks kemerataan relatif sama dan tidak ada spesies yang mendominasi di empat anak sungai tersebut. Spesies *Osphronemus septemfasciatus* dan *Tor tambroides* berpotensi sebagai ikan budi daya konsumsi dan bernilai ekonomis tinggi, sedangkan spesies *Syncrossus hymenophysa* dan *Gastromyzon lepidogaster* berpotensi sebagai ikan hias dan diperdagangkan. Sebagian besar spesies ikan di bagian hulu Sungai Mahakam berdasarkan daftar merah IUCN masih kurang diketahui informasi biologinya atau belum tersedia data menilai risiko kepunahannya. Pengelolaan dan perlindungan sungai-sungai di kawasan hulu Sungai Mahakam sangat penting dilakukan mengingat sebagai wilayah beruayanya ikan ke arah hulu dan habitat berbagai spesies unik penghuni asli kawasan tersebut. Diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai status populasi dan daur hidup spesies ikan yang statusnya terancam dan endemik untuk menjaganya agar tetap lestari.

Daftar pustaka

- Adis MA, Setyawati TR, Yanti AH. 2017. Keanekaragaman jenis ikan arus deras di aliran Riam Banangar Kabupaten Landak. *Jurnal Protobiont*, 3(2): 209-217.
- Arunkumar AA, Manimekalan A. 2018. Freshwater fish fauna of rivers of the southern Western Ghats, India. *Earth System Science Data*, 10: 1735-1752.
- Ahmad AB, Ahmad MF, Amzari WM, Rizal Syed A. 2018. Freshwater fishes of Ulu Kenas Forest Reserve and its surrounding

- areas, Perak, Peninsular Malaysia. *Malayan Nature Journal*, 70(4): 489-497.
- Baird IG, Flaherty MS. 2004. Beyond national borders: important Mekong River medium sized migratory carps (Cyprinidae) and fisheries in Laos and Cambodia. *Asian Fisheries Science*, 17(3): 279-298.
- Bruno DO, Barbini SA, de Astarloa JMD, Martos P. 2013. Fish abundance and distribution patterns related to environmental factors in a Choked Temperate Coastal Lagoon (Argentina). *Brazilian Journal of Oceanography*, 61(1): 43-53.
- Christensen MS. 1992. Investigations on the ecology and fish fauna of the Mahakam River in East Kalimantan (Borneo), Indonesia. *Internationale Revue der gesamten Hydrobiologie*, 77(4): 593-608.
- Desai VR. 2003. Synopsis of biological data on the Tor mahseer *Tor tor* (Hamilton, 1822). FAO Fisheries Synopsis. No. 158. Rome, FAO. 2003. 36 p.
- Froese R, Pauly D. Editors. 2019. Fishbase. World wide web electronic publication. www.fishbase.org, version (02/2019).
- Guo Q, Liu X, Ao X, Qin J, Wu X, Ouyang S. 2018. Fish diversity in the middle and lower reaches of the Ganjiang River of China: Threats and conservation. *PLoS ONE*, 13(11): e0205116.
- Haryono. 2006. Iktio fauna di Danau Semayang-Melintang kawasan Mahakam Tengah, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 6(1): 75 -78.
- Haryono, Subagja J. 2008. Populasi dan habitat ikan tambra, *Tor tambroides* (Bleeker, 1854) di perairan kawasan Pegunungan Muller Kalimantan Tengah. *Biodiversitas*, 9(4): 306-309.
- Harvey BC, Stewart AJ. 1991. Fish size and habitat depth relationships in headwater streams. *Oecologia*, 87(3): 336-342.
- Higgins CL. 2009. Spatiotemporal variation in functional and taxonomic organization of stream-fish assemblages in central Texas. *Aquatic Ecology*, 43(4): 1133-1141.
- Huang J, Huang L, Wu Z, Mo Y, Zou Q, Wu N, Chen Z. 2019. Correlation of fish assemblages with habitat and environmental variables in a headwater stream section of Lijiang River, China. *Sustainability*, 11(35): 1-14.
- Inger RF, Chin PK. 1962. *The freshwater fishes of North Borneo. Fieldiana Zoology Volume 45*. Chicago Natural History Museum. Chicago. 268 p.
- Jenkins AP, Jupiter SD, Qauqau I, Atherton J. 2010. The importance of ecosystem-based management for conserving migratory pathways on tropical high islands: a case study from Fiji. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 20(2): 224-238.
- Jusmaldi, Solihin DD, Rahardjo MF, Affandi R, Gustiano R. 2019. Biologi reproduksi ikan lais *Ompok miostoma* (Vailant, 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 13-29.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi*. Periplus edition in collaboration with the Ministry of Environment, Republic of Indonesia. Jakarta. 221 p.
- Kottelat M. 1995. The fishes of the Mahakam River, east Borneo: an example of the limitations of zoogeographic analyses and the need for extensive surveys in Indonesia. *Tropical Biodiversity*, 2(3): 401-426.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan. 2012. *Ikan air tawar langka di Indonesia*. Kementrian Kelautan dan Perikanan, Direktorat Jendral Kelautan, Pesisir dan Pulau Pulau Kecil, Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan, Jakarta, 75 hal.
- [KKP] Kementerian Kelautan dan Perikanan 2013. *Ornamental fish and aquatic plants Indonesia directory*. Balai Penelitian dan Pengembangan Budidaya Ikan Hias. Depok. 45 hal.
- Kristianti D, Yanti AH, Setyawati TR. 2017. Jenis jenis ikan arus deras di hulu Sungai Mentuka Kecamatan Nanga Taman Kabupaten Sekadau. *Jurnal Protobiont*, 6(3): 118-122.
- Kusmini II, Gustiano R, Mulyasari, Iskandariah, Huwoyon GH. 2015. Ikan lokal tengadak (*Barbonymus scwanenfeldii*) asal Kali-

- mantan sebagai andalan untuk ikan budi daya. In: Rahardjo MF, Zahid A, Hadiaty RK, Krismono, Manangkalangi E, Hadie W, Haryono, Supriyono E. (Editor). 2015. *Prosiding Seminar Nasional Ikan 8 Jilid 2*. Bogor 3-4 Juni 2014. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 395 hal
- Li J, Huang L, Zou L, Kano Y, Sato T, Yahara T. 2012. Spatial and temporal variation of fish assemblages and their associations to habitat variables in a mountain stream of north Tiaoxi River, China. *Environmental Biology of Fishes*, 93(3): 403-417.
- Magurran AE. 1998. *Ecological diversity and its measurement*. Princeton University Press. New Jersey. 192 p.
- Magoulick DD. 2004. Effects of predation risk on habitat selection by water column fish, benthic fish and crayfish in stream pools. *Hydrobiologia*, 527(1): 209-221.
- Martin-Smith K, Tan HH 1998. Diversity of freshwater fishes from eastern Sabah: annotated checklist for Danum Valley and a consideration of inter- and intra-catchment variability. *The Raffles Bulletin of Zoology*, 46(2): 573-604.
- Nasution SH, Oktaviani D, Dharmadi, Hartoto DI. 2008. Komunitas ikan dan faktor kondisi beberapa ikan putihan di Sungai Muara Kaman dan Danau Semayang. *Limnotek*, 15(1): 10-21.
- Nelson SJ. 2006. *Fish of the world*. John Wiley & Sons. America. 601 p.
- Nguyen TTT, de Silva SS. 2006. Freshwater finfish biodiversity and conservation: an asian perspective. *Biodiversity and Conservation*, 15(11): 3543-3568.
- Nyanti L. 1999. Freshwater fishes from Bario, Kelabit Highlands, Sarawak. Article 4, ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation (ARBEC), on line at <http://www.arbec.com.my/pdf/art4sepoct99.pdf>.
- Paller VGV, Corpuz MNC, Ocampo PP. 2013. Diversity and distribution of freshwater fish assemblages in Tayabas River, Quezon (Philippines). *Philippine Journal of Science*, 142(1): 55-67.
- Petsut N, Kulabong S. 2015. Field survey of freshwater fishes in Upper Wang River, North Thailand. *Biodiversity Journal*, 6(2): 513-516.
- Rachmatika I. 2003. *Fish Fauna of the Gunung Halimun National Park, West Java*. Biodiversity Conservation Project LIPI-JICA-PHKA. Bogor. 126 p.
- Rachmatika I, Nasi R, Sheil D, Wan M. 2005. *A first look at the fish species of the middle Malinau: taxonomy, ecology, vulnerability and importance*. Center for International Forestry Research (CIFOR), Jakarta. 34 p.
- Rachmatika I. 2010. Taksonomi dan habitat ikan gurame sungai, *Osphronemus septemfasciatus* Roberts, 1992. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(2): 145-151.
- Rahim KAA, Long SM, Abang F. 2002. A survey of freshwater fish fauna in the upper rivers of Crocker Range National Park Sabah, Malaysia. ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation (ARBEC), online at <http://www.arbec.com.my/pdf/art9julysep02.pdf>
- Rainboth WJ. 1996. *Fishes of the Cambodian Mekong. FAO species identification field guide for fishery purposes*. FAO, Rome. 265 p.
- Rashid ZA, Asmyni M, Amal MNA. 2015. Fish diversity of Tembeling Pahang Rivers, Pahang, Malaysia. *The Journal of Biodiversity Data*, 11(5): 1-6.
- Roberts TR. 1989. *The freshwater fishes of western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia)*. Memoirs of the California Academy of Sciences. California. 210 p.
- Roberts TR. 1992. Systematic revision of the Southeast Asian anabantoid fish genus *Osphronemus*, with descriptions of two new species. *Ichthyological Exploration of Freshwater*, 2(4): 351-360.
- Roberts TR, Baird IG. 1995. Traditional fisheries and fish ecology on the Mekong River At Rhone Waterfalls in Southern Laos, *Natural History Bulletin of the Siam Society*. 43: 219-262.
- Samat A. 1990. Taburan dan populasi ikan air tawar di beberapa altitud di Taman Kinabalu Sabah, Malaysia. *Pertanika*, 13(3): 341-348.

- Simanjuntak CPH. 2012. Keragaman dan distribusi spasio-temporal iktiofauna Sungai Asahan bagian hulu dan anak sungainya. In: Simanjuntak CPH et al. (Editor). 2012. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VII*. Makasar, 12 Juni 2012. pp. 43-60.
- Singh G, Agarwal NK. 2013. Fish diversity of Laster stream, a major tributary of river Mandakini in Central Himalaya (India) with regard to altitude and habitat specificity of fishes. *Journal of Applied and Natural Science*, 5(2): 369-374.
- Soetopo T. 2007. Banjir dan Dinamika Pengelolaan DAS Mahakam. In: Herry Y (Editor). *Pengelolaan DAS: dari wacana akademis hingga praktek lapangan*. LIPI Press, Jakarta. 179 hal.
- Soon LK, Lihan S, Dasthagir FFG, Mikal KM, Collick F, Ng K H. 2014. Microbiological and physicochemical analysis of water from empurau fish (*Tor tambroides*) farm in Kuching, Sarawak, Malaysian Borneo. *International Journal of Scientific & Technology Research*, 3(6): 285-292.
- Sriwidodo DWE, Budiharjo A, Sugiyarto. 2013. Keanekaragaman jenis ikan di kawasan inlet dan outlet Waduk Gajah Mungkur Wonogiri. *Bioteknologi*, 10(2): 43-50.
- Subagja J, Radona D. 2017. Produktivitas pasca-larva ikan semah *Tor douronensis* (Valenciennes, 1842) pada lingkungan ex situ dengan padat tebar berbeda. *Jurnal Riset Akuakultur*, 12 (1): 41-48.
- Sulaiman ZH, Mayden RL. 2012. Cypriniformes of Borneo (Actinopterygii, Otophysi): An extraordinary fauna for integrated studies on diversity, systematics, evolution, ecology, and conservation. *Zootaxa*, 3586: 359-376.
- Suryaningsih S, Sukmaningrum S, Simanjuntak SBI, Kusbiyanto. 2018. Diversity and longitudinal distribution of freshwater fish in Klawing River, Central Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 19(1): 85-92.
- Suyatna I, Syahrir M, Mislana, Wijaya YI, Abdunnur A. 2017. A survey on marine fish species in River of Mahakam East Kalimantan, Indonesia. *Omni-Akuatika*, 13(2): 89-98.
- Tan HH. 2006. *The Borneo suckers. Revision of the torrent loaches of Borneo (Balitoridae): Gastromyzon, Neogastromyzon*. Natural History Publications (Borneo) in association with Raffles Museum of Biodiversity Research. Kota Kinabalu, Sabah, Malaysia, 245 p.
- Thirumala S, Kiran BR, Kantaraj GS. 2011. Fish diversity in relation to physicochemical characteristics of Bhadra reservoir of Kar-nataka, India. *Pelagia Research Library*, 2(5): 34-47

Performa ikan patin siam, *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878 generasi ketiga hasil seleksi karakter bobot tubuh di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam, Jambi

[Performance of the third generation striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878 as results of the selection for bodyweight character in Freshwater Aquaculture Fisheries Center, Sungai Gelam, Jambi]

Irwan¹, Dinar Tri Soelistyowati², Odang Carman², Ronny Rachman Noor³

¹Program Studi Ilmu Akuakultur, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor
irwantanjung78@gmail.com

²Departemen Budidaya Perairan, FPIK-IPB
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680
sdinarts@yahoo.com, odangcarman@gmail.com

³Departemen Ilmu Produksi dan Teknologi Peternakan, Fakultas Peternakan-IPB
Jl. Agatis, Babakan, Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680
ronny_noor@yahoo.com

Diterima: 14 Juli 2019; Disetujui: 24 September 2019

Abstrak

Seleksi ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) telah dilakukan di BPBAT Sungai Gelam untuk meningkatkan pertumbuhan dengan metode seleksi individu. Sampai tahun 2018, seleksi tersebut telah menghasilkan tiga generasi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa generasi ketiga galur pertumbuhan (G_3Ps) pada tahap reproduksi, pertumbuhan benih, dan ukuran konsumsi dibandingkan dengan populasi dasar generasi kedua (G_2Ds). Sebanyak 10 pasang induk G_3Ps dan G_2Ds dipijahkan kemudian benih yang dihasilkan dibesarkan selama 120 hari pada media dengan pergantian air secara berkala (perlakuan pertama: T_1) dan tanpa pergantian air (perlakuan kedua: T_2). Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah telur per gram adalah 1600 ± 124 butir pada G_3Ps , berbeda nyata dengan G_2Ds yaitu 1490 ± 101 butir. Benih G_3Ps umur 40 hari memiliki bobot tubuh lebih besar dibandingkan G_2Ds dengan respons seleksi sebesar 32,25%, sedangkan sintasan dan efisiensi pakan tidak berbeda nyata. Pada tahap pembesaran ukuran konsumsi, antar perlakuan tidak berbeda nyata dan tidak ada interaksi antargalur dan perlakuan untuk karakter bobot tubuh, panjang baku, sintasan dan efisiensi pakan ($p > 0,05$). Karakter bobot tubuh G_3Ps lebih besar dibandingkan dengan G_2Ds dengan respons seleksi total untuk tiga generasi sebesar 18,41% pada T_1 dan 42,6% pada T_2 . Dengan demikian respons seleksi per generasi sebesar 6,14% pada T_1 dan 14,20% pada T_2 yang diukur pada umur 162 hari dari menetas. Disimpulkan bahwa terjadi perbaikan pada karakter bobot tubuh untuk galur pertumbuhan generasi ketiga (G_3Ps) hasil program seleksi di BPBAT Sungai Gelam baik pada lingkungan baik (T_1) maupun lingkungan buruk (T_2).

Kata penting: galur pertumbuhan, respons seleksi, seleksi individu

Abstract

Selective breeding of striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) has been conducted at BPBAT Sungai Gelam to produce a growth line with mass selection method. Until 2018, the selective breeding program has produced three generations. Therefore, it was necessary to evaluate the performance of the third generation growth line (G_3Ps) at the reproductive, seed and grow-out phase compared to the second generation the base population (G_2Ds). A total of 10 pairs of broodstock (G_3Ps and G_2Ds) were spawned then the seeds were raised for 120 days in the media with regular water exchange (first treatment: T_1) and without water exchange (second treatment: T_2). The results showed that the number of eggs per gram of G_3Ps (1600 ± 124 eggs g^{-1}) was significantly different from G_2Ds (1490 ± 101 eggs g^{-1}). The bodyweight of G_3Ps seeds at aged 40 days larger than G_2Ds with selection response is 32.25%, while survival and feed efficiency were not significantly different. At the grow-out phase, between treatments were not significantly different and there was no interaction between lines and treatments for all the characters measured ($p > 0.05$). The bodyweight of G_3Ps was larger than the G_2Ds with response selection 18.41% in T_1 and 42.6% in T_2 . The control used was the base population so that the selection response obtained was an accumulation of three generations. Thus the selection response per generation was 6.14% in T_1 and 14.20% in T_2 measured at 162 days from hatching. It can be concluded that there is an improvement in the character of bodyweight for the third generation of growth line (G_3Ps) as results of the selection at BPBAT Sungai Gelam both in good (T_1) and bad environment (T_2).

Keywords: growth line, mass selection, selection response

Pendahuluan

Ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) merupakan komoditas air tawar yang penting di Indonesia. Produksi ikan patin siam pada tahun 2016 menempati urutan ke empat setelah ikan nila (*Oreochromis niloticus*), mas (*Cyprinus carpio*), dan lele (*Clarias gariepinus*) dalam kelompok ikan air tawar (DJPB 2016). Ikan patin siam memiliki kemampuan mengambil oksigen dari udara (Lefevre *et al.* 2011, 2013) sehingga dapat hidup dan tumbuh pada media yang rendah oksigen (Phuong *et al.* 2017). Dengan kemampuan tersebut, jutaan lahan marjinal seperti rawa atau rawa gambut yang ada di Indonesia dapat dimanfaatkan untuk budi daya ikan patin siam. Selain itu, ikan patin siam juga dapat memanfaatkan pakan buatan dengan kandungan protein yang rendah (Nguyen 2013) sehingga biaya produksi menjadi rendah. Dengan demikian ikan patin siam dapat dijadikan sumber protein hewani yang murah bagi masyarakat, karena beberapa keunggulan tersebut maka upaya perbaikan dari sisi teknologi produksi, pakan, maupun penyediaan benih yang unggul harus terus dilakukan untuk meningkatkan produktivitas ikan patin siam.

Benih merupakan salah satu mata rantai dalam akuakultur dan kualitasnya sangat menentukan keberhasilan usaha akuakultur. Benih yang unggul secara genetik dapat dihasilkan melalui program seleksi dan sampai sekarang masih dominan digunakan pada banyak spesies akuakultur (Gjedrem *et al.* 2012). Heritabilitas yang tinggi untuk karakter penting secara ekonomi, fekunditas yang tinggi, serta interval generasi yang relatif singkat pada sebagian besar spesies ikan akan menghasilkan kemajuan genetik yang cepat (Gjedrem *et al.* 2012).

Pembentukan galur pertumbuhan melalui seleksi paling banyak dikembangkan dalam program pemuliaan karena memiliki manfaat ekonomi yang besar (Janssen *et al.* 2017). Manfaat ekonomi dari galur pertumbuhan yaitu siklus produksi menjadi lebih singkat karena ikan tumbuh lebih cepat dan lebih efisien dalam pemanfaatan pakan yang merupakan penyumbang terbesar terhadap biaya produksi (Gjedrem & Baranski 2009). Rerata respons seleksi untuk karakter bobot tubuh berbagai spesies ikan yang telah dimulihkan relatif tinggi yaitu sebesar 12,7% per generasi (Gjedrem & Robinson 2014).

Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam (BPBAT Sungai Gelam) melakukan pemuliaan ikan patin siam mulai tahun 2009 untuk menghasilkan galur unggul pertumbuhan dengan menggunakan metode seleksi individu dengan bobot tubuh sebagai karakter yang diseleksi. Pada tahun 2018 telah diperoleh galur pertumbuhan generasi ketiga (G₃Ps). Penelitian ini bertujuan mengevaluasi performa G₃Ps yang meliputi aspek reproduksi, benih dan pembesaran pada kualitas air yang berbeda dan menggunakan populasi dasar generasi kedua (G₂Ds) sebagai pembanding.

Bahan dan metode

Waktu dan tempat penelitian

Penelitian ini dilaksanakan mulai dari bulan Agustus 2018 sampai dengan Februari 2019, bertempat di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam (BPBAT Sungai Gelam) Desa Sungai Gelam, Kecamatan Sungai Gelam, Kabupaten Muaro Jambi, Provinsi Jambi.

Bahan percobaan

Bahan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah induk ikan patin siam hasil program seleksi yang dilakukan oleh BPBAT Sungai Gelam Jambi, terdiri atas galur pertumbuhan generasi ketiga (G₃Ps) dan populasi dasar generasi kedua (G₂Ds) yang digunakan sebagai kontrol.

Populasi Dasar

BPBAT Sungai Gelam telah mendatangkan benih patin siam ukuran 1,5-2,0 inci dari tujuh daerah di Indonesia (Riau, Jambi, Lampung, Bekasi, Subang, Bogor, dan Mandiangin) pada bulan Januari-Februari 2009 dan Vietnam serta Kamboja pada bulan September 2009. Tujuh daerah di Indonesia tersebut dipilih karena merupakan sentra produksi benih patin siam. Benih patin siam yang berasal dari Vietnam merupakan hasil produksi unit usaha pembenihan patin siam, sedangkan benih yang dari Kamboja merupakan hasil tangkapan dari alam. Benih-benih tersebut dipelihara secara terpisah sampai dewasa, kemudian dipijahkan untuk membentuk populasi dasar. Jumlah induk betina yang dipijahkan dari masing-masing daerah (Riau, Jambi, Lampung, Bekasi, Subang, Bogor, Mandiangin) sebanyak tiga ekor yang dibuahi oleh gabungan sperma jantan dari seluruh daerah (Riau, Jambi, Lampung, Bekasi, Subang, Bogor, Mandiangin, Vietnam dan Kamboja). Larva yang dihasilkan dari pemijahan tersebut dicampur secara proporsional dan dipelihara sampai dewasa. Populasi ini selanjutnya disebut sebagai populasi dasar yang diberi notasi G_iDs (G_i: generasi ke i; Ds: populasi dasar) yang akan digunakan untuk program seleksi ikan patin siam di BPBAT Sungai Gelam. Bobot tubuh rerata betina G₁Ds pada umur 16 bulan sebesar 1,010±0,3556 kg dan jantan sebesar

0,8663±0,2483 kg. Karena G₁Ds telah menua maka dilakukan peremajaan terhadap populasi dasar memijahkan G₁Ds dan kemudian anaknya diambil secara acak dan dibesarkan menjadi induk untuk menggantikan G₁Ds. Oleh karena itu, pada penelitian ini kontrol yang digunakan adalah populasi dasar generasi kedua (G₂Ds).

Galur pertumbuhan (Ps)

Pembentukan galur pertumbuhan menggunakan metode seleksi individu. Generasi pertama galur pertumbuhan (G₁Ps) diseleksi dari generasi pertama populasi dasar (G₁Ds) berdasarkan karakter bobot. G₁Ps diseleksi dari 4500 ekor populasi dasar (G₁Ds) dan diperoleh induk betina G₁Ps sebanyak 149 ekor (proporsi terseleksi 6%) dan jantan sebanyak 84 ekor (proporsi terseleksi 6%). Seleksi dilakukan pada umur 16 bulan dengan nilai diferensial seleksi untuk betina sebesar 833 gram dan jantan sebesar 563 gram.

Generasi kedua galur pertumbuhan (G₂Ps) diseleksi dari 12000 ekor anakan hasil pemijahan 15 pasang induk G₁Ps. Pemijahan dilakukan dalam dua tahap. Pemijahan tahap pertama terdiri atas tujuh pasang induk dan tahap kedua terdiri atas delapan pasang yang dilakukan pada bulan Desember 2013. Seleksi untuk memperoleh G₂Ps dari anakan G₁Ps dilakukan dalam dua tahap. Seleksi tahap pertama pada umur 12 bulan dengan proporsi terseleksi 50% dan seleksi tahap kedua pada umur 22 bulan dengan proporsi terseleksi sebesar 10%. Diperoleh induk betina G₂Ps sebanyak 92 ekor dan jantan sebanyak 35 ekor.

Generasi ketiga galur pertumbuhan (G₃Ps) diseleksi dari 7500 ekor anakan hasil pemijahan 20 pasang G₂Ps yang dilakukan pada bulan Desember 2015. Seleksi dilakukan dalam dua tahap, tahap pertama pada umur 14 bulan

dengan proporsi terseleksi sebesar 50% dan seleksi tahap kedua pada umur 24 bulan dengan proporsi terseleksi sebesar 20%. Diperoleh induk betina G₃Ps sebanyak 150 ekor dan jantan sebanyak 50 ekor. Dengan demikian, sampai bulan Januari 2018 telah diperoleh tiga generasi untuk galur pertumbuhan sampai pada ukuran dewasa.

Prosedur penelitian

Pemeliharaan dan pemijahan Induk

Induk populasi dasar (G₂Ds) dipelihara dalam dua unit kolam dengan luasan masing-masing 240 m² dan kedalaman air 1,2 m. Jumlah induk betina yang dipelihara sebanyak 85 ekor dan jantan sebanyak 25 ekor untuk masing-masing kolam. Induk galur pertumbuhan (G₃Ps) dipelihara pada dua kolam dengan ukuran 150 m² dan kedalaman air 1,2 m. Jumlah betina yang dipelihara sebanyak 75 ekor dan jantan 25 ekor untuk masing-masing kolam. Induk diberi pakan buatan dengan kandungan protein 48% yang diperkaya dengan vitamin E (dosis 300 mg kg⁻¹ pakan) dan minyak jagung (dosis 1,3%). Jumlah pakan yang diberikan sebesar 1,3% dari biomassa induk yang dipelihara dengan frekuensi pemberian pakan dua kali sehari yaitu pagi dan sore hari.

Pemijahan induk dilakukan secara buatan menggunakan hormon sGnRHa+domperidone. Pemijahan dilakukan dalam dua tahap yaitu pemijahan tahap pertama (blok 1: B₁) dan pemijahan tahap kedua (blok 2: B₂). Jumlah pasang induk yang dipijahkan untuk setiap blok sebanyak lima pasang untuk G₃Ps dan kontrol dengan interval waktu antara B₁ dan B₂ selama tujuh hari. Telur ditetaskan dengan sistem corong yang mengacu pada SNI 7982:2014 (SNI 2014). Karakter yang diukur pada tahap ini yaitu in-

deks somatik telur (IST), diameter telur yang diovasikan, jumlah telur per gram, derajat pembuahan, dan derajat penetasan.

IST merupakan nisbah antara biomassa telur yang diovasikan dengan biomassa induknya yang dihitung menggunakan rumus sebagai berikut:

$$IST = \frac{BT}{BTI} \times 100$$

Keterangan: IST = indeks somatik telur (%), BT = bobot telur yang diovasikan (g), BTI = bobot tubuh induk (g).

Pengukuran diameter telur dilakukan pada telur yang diovasikan. Pengukuran diameter telur menggunakan perangkat lunak ImageJ. Jumlah telur per gram dihitung dengan cara menimbang telur yang baru diovasikan sebanyak 0,100-0,200 g kemudian dihitung jumlah telurnya dan selanjutnya konversi untuk mengetahui jumlah telur per gram. Telur yang tidak dibuahi yaitu telur yang berwarna putih (*opaque*) setelah 8 jam pembuahan. Derajat pembuahan dihitung menggunakan persamaan berikut ini:

$$DPB = \frac{JTB}{JTT} \times 100$$

Keterangan: DPB = derajat pembuahan (%), JTB = jumlah telur yang dibuahi, JTT = jumlah telur yang ditetaskan (g).

Derajat penetasan merupakan nisbah antara jumlah telur yang menetas dibandingkan dengan jumlah telur yang dibuahi yang dihitung setelah 24 jam dari pembuahan menggunakan rumus sebagai berikut.

$$DPT (\%) = \frac{JTM}{JTB} \times 100$$

Keterangan: DPT = derajat penetasan (%), JTB = jumlah telur yang dibuahi, JTM = jumlah telur yang menetas (g).

Pemeliharaan larva dan pendederan

Larva dari setiap induk dipelihara secara terpisah di panti benih (*hatchery*) menggunakan akuarium (volume air 100 L) dengan padat tebar 25 ekor L⁻¹ selama 15 hari. Larva diberi pakan naupli artemia sampai umur enam hari, dengan frekuensi lima kali sehari secara *at satiation*. Selanjutnya sampai umur 15 hari, diberi pakan *Tubifex* sp. dengan frekuensi empat kali sehari secara *at satiation*. Penggantian air dari hari 5-7 sebanyak 50% per hari, selanjutnya penggantian sebanyak 100% per hari. Pada hari ke 16, dilakukan pemanenan untuk penjarangan dan dilanjutkan ke tahap pendederan. Pendederan merupakan lanjutan dari kegiatan pemeliharaan larva, dilakukan pada tempat dan wadah yang sama dengan yang digunakan untuk pemeliharaan larva. Benih dipelihara selama 25 hari dengan sistem air mengalir (debit air 0,5-0,8 L menit⁻¹) selama 24 jam. Jumlah benih yang dipelihara untuk setiap induk sebanyak 500 ekor dengan padat tebar 5 ekor L⁻¹. Benih diberi pakan buatan dengan kandungan protein 40-42%, frekuensi pemberian pakan dua kali sehari secara *at satiation*. Parameter yang diukur yaitu bobot tubuh, panjang baku, sintasan dan efisiensi pakan. Bobot tubuh ditimbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,01 g, panjang baku diukur menggunakan penggaris dengan ketelitian 1 mm, dan sintasan dihitung pada akhir kegiatan pemeliharaan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Sintasan (\%)} = \frac{N_t}{N_o} \times 100$$

Keterangan: N_o = jumlah ikan pada awal penelitian, N_t = jumlah ikan pada akhir penelitian.

Efisiensi pakan dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{EP (\%)} = \left\{ \frac{[(W_t + \text{BM}) - W_o]}{P} \right\} \times 100$$

Keterangan: EP = efisiensi pakan (%), P = jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g), W_o = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g), BM = bobot ikan yang mati selama pemeliharaan (g), W_t = biomassa ikan pada waktu akhir pemeliharaan (g).

Pembesaran

Benih dibesarkan pada dua perlakuan yang terdiri atas dua blok (B₁ dan B₂) untuk masing-masing perlakuan. Perlakuan pertama mencerminkan lingkungan yang baik (T₁: lingkungan baik) untuk budi daya patin siam yaitu dipelihara dalam bak beton yang berada dalam ruangan dengan sistem air mengalir (debit air 5-6 L menit⁻¹) dan diberi aerasi. Perlakuan kedua mencerminkan lingkungan yang buruk (T₂: lingkungan buruk) untuk budi daya patin siam yaitu tanpa penggantian air, berada di luar ruangan dan tanpa aerasi. Wadah yang digunakan yaitu bak beton berukuran 5x8x1 m³ yang disekat menggunakan jaring sehingga menjadi 15 bagian (setiap bagian berukuran 2,6x1x1 m³). Jumlah benih yang ditebar per unit ulangan sebanyak 50 ekor, kemudian dilakukan penjarangan setelah 70 hari masa pemeliharaan menjadi 35 ekor. Ikan diberikan pakan buatan bersifat apung dengan kandungan protein 32-34%. Frekuensi pemberian pakan dua kali sehari secara *at satiation*. Kegiatan pembesaran dilakukan selama 120 hari. Parameter yang diukur yaitu bobot tubuh, panjang baku, sintasan, dan efisiensi pakan. Cara penghitungan sintasan dan efisiensi sama seperti pada sub bab pemeliharaan larva dan pendederan.

Parameter kualitas air yang diukur yaitu oksigen terlarut, pH, dan suhu menggunakan Lutron WA-2017SD, TAN (total amonia nitrogen) menggunakan alat HANNA HI 83203, dan kecerahan menggunakan cakram Secchi.

Analisis data

Data yang diperoleh pada tahap pemijahan, pemeliharaan larva, dan pendederan dianalisis menggunakan ANOVA dengan model (1), sedangkan data yang diperoleh pada tahap pembesaran dianalisis menggunakan ANOVA dengan model (2). Kedua model statistik tersebut mengacu pada Steel & Torrie (1980).

Data yang diperoleh pada tahap pemijahan, pemeliharaan larva, pendederan dan pembesaran ditabulasi menggunakan microsoft office excel 2007 dan dianalisis sidik ragam (*analysis of variance*, ANOVA) menggunakan SAS 9.4 for windows.

$$Y_{ij} = \mu + B_i + G_j + \epsilon_{ij} \quad (1)$$

Keterangan: Y_{ij} rata-rata dari sifat yang diamati pada periode pemijahan (blok) ke i dan galur ke j ($i = 1, 2$; $j = 1, 2$), μ adalah rata-rata sifat yang diamati dari populasi, B_i adalah pengaruh tahap pemijahan ke i , G_j adalah pengaruh galur ke j dan ϵ_{ij} adalah galat dari sifat yang diamati pada periode ke i dan galur ke j .

$$Y_{ijk} = \mu + B_i + G_j + T_k + GT_{jk} + \epsilon_{ijk} \quad (2)$$

Keterangan: Y_{ijk} adalah rata-rata sifat yang diamati, μ adalah rata-rata populasi dari parameter yang diamati, B_i adalah pengaruh tahap pemijahan (blok) ($i = 1, 2$), G adalah pengaruh galur ke j ($j = 1, 2$), T_k adalah pengaruh perlakuan ke k ($k = 1, 2$), GT_{jk} adalah interaksi antara galur ke j dan perlakuan ke k ($k = 1, 2$) dan ϵ_{ijk} adalah galat pada pengamatan ke ijk .

Respons seleksi mengukur kemajuan dari suatu program seleksi dihitung menggunakan persamaan (3) yang mengacu pada Gjedrem (2005). Kontrol yang digunakan untuk mengu-

kur respons seleksi karakter galur pertumbuhan generasi ketiga (G_3Ps) adalah populasi dasar generasi kedua (G_2Ps) sehingga besaran respons yang diperoleh merupakan respons total untuk tiga generasi.

$$R = \bar{x}_s - \bar{x}_d \quad (3)$$

Keterangan: R = respons seleksi, $\bar{x}_s$ = rerata karakter populasi terseleksi dan $\bar{x}_d$ = rerata karakter populasi dasar/kontrol.

Hasil

Performa reproduksi

Parameter kinerja reproduksi galur pertumbuhan generasi ketiga (G_3Ps) dan populasi dasar generasi kedua (G_2Ds) sebagai kontrol disajikan pada Tabel 1. Bobot induk betina dan jumlah telur per gram G_3Ps lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol (G_2Ds) ($P < 0,05$) sedangkan bobot induk jantan, indeks somatik telur (IST), diameter telur (saat ovulasi), derajat pembuahan, dan derajat penetasan telur tidak berbeda nyata.

Performa benih

Sintasan dan efisiensi pakan benih umur 40 hari antara G_3Ps dan G_2Ds tidak berbeda nyata, sedangkan bobot tubuh rerata G_3Ps lebih besar dibandingkan kontrol dengan respons seleksi sebesar 32,25% (Tabel 2). Demikian juga panjang baku dan panjang total galur pertum-

Tabel 1 Performa reproduksi (rerata $\pm$ simpangan baku) patin siam galur pertumbuhan generasi ketiga (G_3Ps) dan kontrol (populasi dasar generasi kedua: G_2Ds)

Karakter	Kontrol	G_3Ps
Bobot induk betina (kg)	4,51 $\pm$ 0,80 ^a	5,27 $\pm$ 0,64 ^b
Bobot induk jantan (kg)	3,22 $\pm$ 0,33 ^a	3,61 $\pm$ 0,32 ^a
Indeks somatik telur (%)	15,51 $\pm$ 4,15 ^a	14,29 $\pm$ 4,13 ^a
Diameter telur (mm)	1,236 $\pm$ 0,084 ^a	1,263 $\pm$ 0,066 ^a
Jumlah telur per gram (butir)	1490 $\pm$ 101 ^a	1600 $\pm$ 124 ^b
Derajat pembuahan (%)	71,03 $\pm$ 17,36 ^a	67,88 $\pm$ 10,93 ^a
Derajat penetasan (%)	69,25 $\pm$ 16,89 ^a	62,14 $\pm$ 13,58 ^a

Angka dengan huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P > 0,05$).

buhan lebih panjang jika dibandingkan kontrol dengan respons seleksi sebesar 14,27% dan 14,41% secara berurutan.

Performa produksi

Pemeliharaan pada tahap pembesaran dilakukan selama 120 hari. Perlakuan yang diberikan (T_1 dan T_2) tidak berbeda nyata dan tidak ada interaksi antara galur dan perlakuan untuk semua karakter yang diukur (bobot tubuh, panjang baku, sintasan dan efisiensi pakan). Akan tetapi antara G_3Ps dan kontrol berbeda nyata ($P<0,05$) untuk karakter bobot tubuh sementara untuk karakter yang lain tidak berbeda nyata (Tabel 3).

Respons seleksi G_3Ps untuk karakter yang diukur disajikan pada Tabel 3. Respons seleksi karakter bobot tubuh bernilai positif dan

lebih besar pada T_2 (42,60%) dibandingkan dengan T_1 (18,41%), sedangkan respons seleksi karakter sintasan dan efisiensi pakan sangat kecil.

Data oksigen terlarut dan suhu pada tahap pembesaran disajikan pada Gambar 1, sedangkan pH, kecerahan, dan TAN disajikan pada Gambar 2. Oksigen terlarut, suhu, dan pH relatif stabil pada T_1 dibandingkan dengan T_2 . Nilai pH pada T_2 sangat fluktuatif dengan kisaran 6,50-9,87 sementara pada T_1 pada kisaran 6,03-7,10. Oksigen terlarut pada T_2 sangat rendah pagi hari ($<1 \text{ mg L}^{-1}$) sedangkan pada T_1 terendah pada nilai $4,18 \text{ mg L}^{-1}$. TAN pada T_1 pada kisaran yang rendah ($0,45\text{-}0,99 \text{ mg L}^{-1}$) sedangkan pada T_2 terus meningkat seiring bertambahnya waktu pemeliharaan dengan kisaran $0,33\text{-}3,65 \text{ mg L}^{-1}$.

Tabel 2 Performa benih (rerata $\pm$ simpangan baku) patin siam galur pertumbuhan generasi ketiga (G_3Ps) dan kontrol (generasi kedua populasi dasar: G_2Ds) umur 40 hari

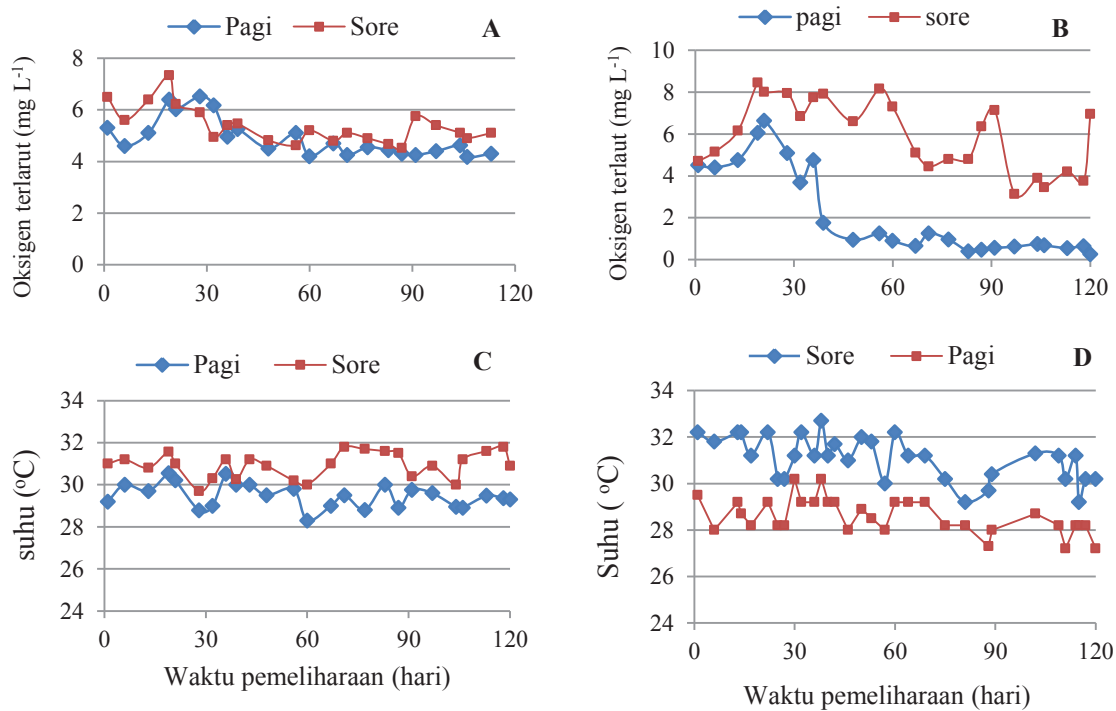
Karakter	Kontrol	G_3Ps	Respons seleksi (%)
Bobot tubuh (g)	$0,93\pm0,23^a$	$1,23\pm0,30^b$	32,25
Panjang baku (mm)	$40,21\pm2,88^a$	$45,95\pm3,66^b$	14,27
Panjang total (mm)	$48,08\pm3,47^a$	$55,01\pm4,39^b$	14,41
Sintasan (%)	$83,85\pm21,66^a$	$85,99\pm20,09^a$	2,55
Efisiensi pakan (%)	$177,46\pm51,02^a$	$173,02\pm33,21^a$	-2,50

Angka dengan huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$).

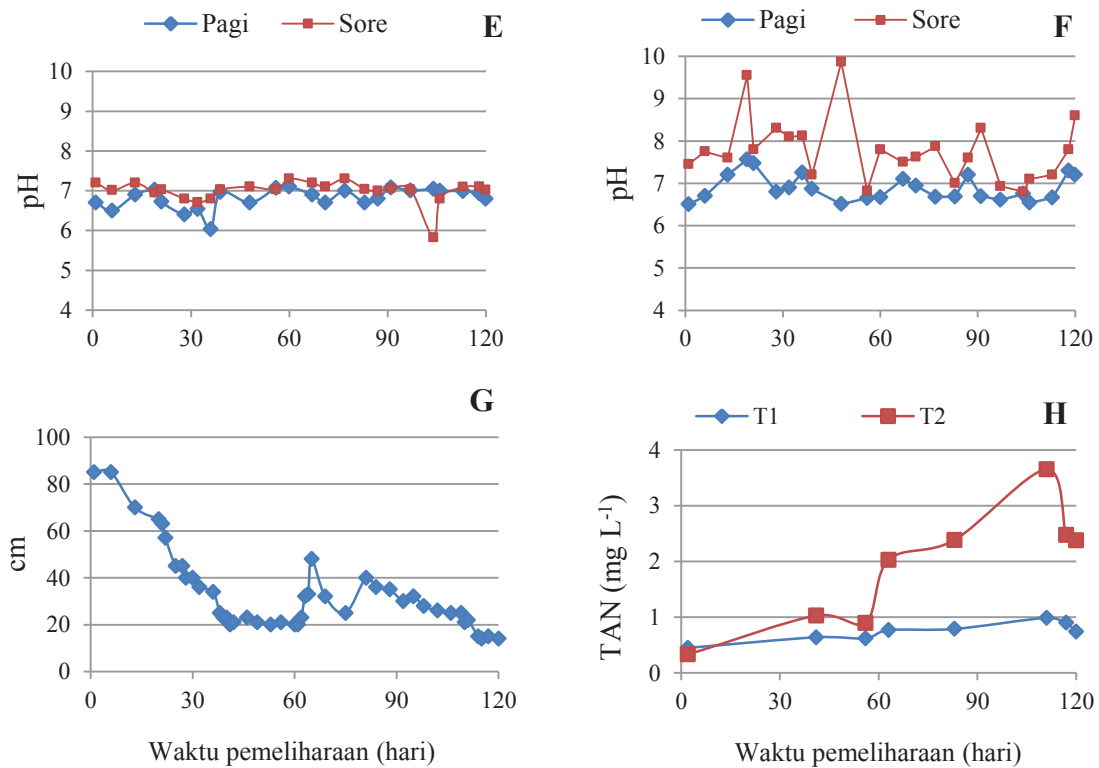
Tabel 3 Performa produksi (rerata $\pm$ simpangan baku) patin siam galur pertumbuhan generasi ketiga (G_3Ps) dan kontrol (generasi kedua populasi dasar: G_2Ds) umur 162 hari dari menetas

Karakter	Perlakuan	Kontrol	G_3Ps	Respons seleksi (%)
Bobot tubuh (g)	T_1	$175,02\pm 54,80^a$	$207,23\pm 42,10^a$	18,41
	T_2	$171,29\pm48,91^a$	$244,27\pm76,71^b$	42,60
Panjang baku (cm)	T_1	$21,77\pm2,30^a$	$22,50\pm1,50^a$	3,35
	T_2	$21,92\pm1,84^a$	$23,74\pm2,62^a$	8,28
Sintasan (%)	T_1	$97,71\pm3,76^a$	$97,73\pm3,75^a$	0,02
	T_2	$98,29\pm1,48^a$	$97,43\pm2,50^a$	-0,87
Efisiensi pakan (%)	T_1	$98,96\pm5,30^a$	$96,76\pm8,85^a$	-2,22
	T_2	$102,60\pm9,31^a$	$97,22\pm7,12^a$	-5,27

Angka dengan huruf tika atas yang sama pada baris yang sama menunjukkan tidak berbedanyata($P>0,05$). T_1 : Ikan dipelihara dalam ruangan dengan sistem air mengalir. T_2 : Ikan dipelihara di luar ruangan dan tanpa pergantian air.



Gambar 1 Parameter kualitas air media pemeliharaan pada lingkungan baik (T₁): oksigen terlarut (A) dan suhu (C); lingkungan buruk (T₂): oksigen terlarut (B) dan suhu (D) yang diukur pada pagi (06.00-08.00 WIB) dan sore (16.00-17.00 WIB) hari.



Gambar 2 Parameter kualitas air media pemeliharaan pada lingkungan baik (T₁): pH (E) dan TAN (H); lingkungan buruk (T₂): pH (F), kecerahan (G) dan TAN (H) yang diukur pada pagi (06.00-08.00 WIB) dan sore (16.00-17.00 WIB) hari.

Pembahasan

Nilai suhu, pH, oksigen terlarut, dan TAN pada T_1 berada pada kisaran yang layak untuk budi daya ikan patin siam (Vu *et al.* 2016). Sebaliknya oksigen terlarut pada T_2 sangat rendah ($< 1 \text{ mg L}^{-1}$) pada pagi hari. Namun demikian, patin siam dapat hidup pada kondisi hipoksia karena memiliki gelembung renang yang berfungsi mengambil oksigen dari udara (Browman & Kramer 1985). Akan tetapi kondisi hipoksia akan meningkatkan frekuensi pengambilan oksigen dari udara yang membutuhkan energi sehingga dapat mengurangi laju pertumbuhan ikan patin siam (Lefevre *et al.* 2013). Fluktuasi pH yang tinggi pada T_2 sore hari akibat fotosintesis oleh fitoplankton yang tumbuh subur karena melimpahnya nutrisi. Nilai pH yang tinggi dapat mengubah keseimbangan NH_4^+ menjadi NH_3 yang lebih bersifat toksik bagi ikan sehingga pH yang tinggi berbahaya jika kandungan TAN juga cukup tinggi pada media pemeliharaan. Nilai TAN pada T_2 lebih tinggi dibandingkan dengan T_1 . Namun demikian, performa produksi $G_3\text{Ps}$ pada T_2 cukup baik karena tidak berbeda nyata dengan yang dipelihara pada lingkungan baik (T_1).

Performa reproduksi sangat penting dalam usaha pembenihan ikan, oleh karena itu perlu dilakukan evaluasi dampak seleksi terhadap performa reproduksi. Hasil penelitian ini menunjukkan seleksi individu berdasarkan karakter bobot tubuh yang telah dilakukan untuk membentuk galur pertumbuhan sampai generasi ketiga tidak berdampak negatif terhadap performa reproduksi. Karakter IST (indeks somatik telur), diameter telur, derajat pembuahan, dan derajat penetasan tidak berbeda dengan kontrol, namun terdapat kenaikan jumlah telur per gram pada $G_3\text{Ps}$ dibandingkan dengan kontrol (Tabel 1).

Hamzah *et al.* (2014a) melaporkan bahwa seleksi berdasarkan karakter pertumbuhan pada ikan nila juga tidak berdampak negatif terhadap performa reproduksi dan ada korelasi genetik yang positif (0,75-0,92) antara jumlah telur, jumlah larva, dan bobot larva. Tan *et al.* (2017) melaporkan ada korelasi genetik yang positif (0,90 $\pm$ 0,19) antara bobot badan dan jumlah telur pada udang *Litopenaeus vannamei*, yang menunjukkan bahwa perbaikan pada karakter bobot tubuh dapat meningkatkan jumlah telur yang dihasilkan. Selain itu, seleksi karakter bobot tubuh juga dapat mempercepat usia dewasa pada ikan nila (Longalong *et al.* 1999), dengan demikian dapat mempercepat siklus reproduksi, mempersingkat interval generasi sehingga kemajuan genetik yang signifikan akan lebih cepat dicapai.

Pertumbuhan merupakan karakter yang dianggap penting dalam program seleksi karena memiliki dampak ekonomi yang besar (Gjedrem & Rye 2016, Janssen *et al.* 2017). Peluang keberhasilan program seleksi untuk karakter pertumbuhan cukup besar karena heritabilitas bobot tubuh berkisar dari sedang hingga tinggi seperti pada ikan *Cyprinus carpio* 0,25 $\pm$ 0,04-0,39 $\pm$ 0,06 (Nguyen *et al.* 2013), ikan *Oncorhynchus mykiss* 0,28 $\pm$ 0,08-0,43 $\pm$ 0,14 (Leeds *et al.* 2016). Bahkan pada ikan *Oreochromis niloticus* strain GIFT generasi ke 10 masih memiliki heritabilitas sebesar 0,24 $\pm$ 0,031 (Hamzah *et al.* 2014b).

Hasil penelitian ini menunjukkan program seleksi pada ikan patin siam galur pertumbuhan generasi ketiga ($G_3\text{Ps}$) menghasilkan respons seleksi yang positif dan relatif tinggi untuk karakter bobot tubuh. Respons seleksi karakter bobot tubuh sebesar 18,41% yang dipelihara pada lingkungan baik (T_1) dan 42,60% pada lingkungan buruk (T_2) yang diukur pada umur 162 hari dari menetas (Tabel 3). Respons per

generasi berkisar 6,13%-14,20% untuk karakter bobot tubuh. Respons seleksi pada penelitian ini lebih rendah dibandingkan dengan patin siam hasil seleksi di BPPI Sukamandi yang memperoleh respons seleksi untuk karakter bobot tubuh sebesar 18,54% (Tahapari *et al.* 2018). Perbedaan ini mungkin disebabkan oleh perbedaan populasi dasar, metode seleksi yang digunakan atau ukuran ikan saat respons seleksi diukur. Pada penelitian ini, respons seleksi diukur pada umur 162 hari sedangkan pada program seleksi di BPPI Sukamandi diukur pada umur di atas satu tahun. Menurut Chevassus *et al.* (2004) dan Leeds *et al.* (2016) besaran respons dimungkinkan meningkat jika dilakukan pengukuran pada ukuran yang lebih besar. Pada program seleksi ikan patin siam di Vietnam diperoleh respons seleksi rerata dari lima generasi sebesar 9,3% (Nguyen *et al.* 2019). Respons seleksi per generasi untuk karakter bobot tubuh pada spesies yang lain seperti ikan nila berkisar antara 6,64% dan 14,20% (Rezk *et al.* 2009, Thodesen *et al.* 2012, Bentsen *et al.* 2017, Hamzah *et al.* 2017, dan Nugroho *et al.* 2017) dan ikan *Oncorhynchus mykiss* 11,9% (Leeds *et al.* 2016).

Perlakuan media pemeliharaan (T_1 dan T_2) tidak berbeda secara signifikan dan juga tidak ada interaksi antara galur dan perlakuan untuk semua karakter yang diukur (bobot tubuh, panjang baku, sintasan, dan efisiensi pakan). Hal ini menunjukkan G_3Ps dapat tumbuh baik pada lingkungan yang baik (T_1) maupun pada lingkungan yang buruk (T_2). Dengan demikian pembentukan galur pertumbuhan dengan menyeleksi karakter bobot tubuh tidak berdampak negatif terhadap kemampuan G_3Ps untuk tumbuh dengan baik pada lingkungan yang buruk. Hal ini diduga disebabkan oleh gen-gen yang dibutuhkan untuk bertahan hidup dalam ling-

kungan buruk ikut terseleksi, karena calon induk galur pertumbuhan dari generasi pertama sampai dengan generasi ketiga diproduksi pada kolam “tadah hujan” yaitu pergantian air hanya terjadi pada musim hujan sehingga pada musim kemarau kualitas memburuk karena tidak ada pergantian air. Hasil penelitian ini sejalan dengan yang dilaporkan oleh Premachandra *et al.* (2017) pada ikan *Seriola lalandi* dan Ngoet *et al.* (2016) pada ikan tilapia. Dengan demikian G_3Ps dapat dibudidayakan pada kolam tadah hujan yang merupakan wadah yang umum digunakan untuk budi daya ikan patin siam di Indonesia.

Efisiensi pakan merupakan karakter penting dalam industri akuakultur karena pakan merupakan komponen terbesar dari biaya produksi. Kontribusi pakan terhadap biaya produksi pada industri akuakultur ikan nila di China berkisar 60-70% (Yuan *et al.* 2017). Pada penelitian ini, efisiensi pakan galur pertumbuhan (G_3Ps) tidak berbeda nyata dengan kontrol namun respons seleksi bernilai negatif walaupun relatif rendah (Tabel 3). Ini artinya peningkatan laju pertumbuhan tidak berdampak terhadap peningkatan biaya produksi secara signifikan. Berdasarkan pengamatan di lapangan, nafsu makan galur G_3Ps lebih tinggi dan ini juga terlihat dari jumlah pakan yang dikonsumsi G_3Ps lebih tinggi dibandingkan dengan kontrol. Dengan demikian pertambahan pertambahan bobot tubuh G_3Ps lebih besar dibandingkan dengan kontrol. Pada program seleksi yang lain, kemajuan genetik karakter bobot tubuh memiliki korelasi positif dengan efisiensi pakan, berkisar 0,60-0,90 pada ikan *Salmo salar* (Kolstad *et al.* 2004).

Menurut Gjedrem (2005), heritabilitas arti sempit adalah bagian dari total ragam yang disebabkan oleh perbedaan antara nilai pemuliaan antar individu dalam populasi. Karakter de-

ngan heritabilitas yang tinggi memiliki peluang besar untuk memperoleh respons seleksi yang tinggi. Heritabilitas riil karakter bobot tubuh pada generasi pertama galur pertumbuhan (G_1Ps) sebesar 0,287 dan generasi kedua (G_2Ps) sebesar 0,298 (Diolah dari laporan tahunan BPBAT Sungai Gelam tahun 2016 dan 2017). Menurut Gjedrem (2005) nilai heritabilitas tersebut tergolong tinggi (0,20-0,40), sehingga peluang untuk mendapatkan respons seleksi yang tinggi pada generasi berikutnya cukup besar. Pada program seleksi ikan patin siam di Vietnam, diperoleh heritabilitas dugaan untuk karakter bobot tubuh berkisar $0,24 \pm 0,09$ - $0,34 \pm 0,13$ (Nguyen *et al.* 2012). Heritabilitas karakter bobot tubuh pada ikan *Oncorhynchus mykiss* 0,28-0,43 (Leeds *et al.* 2016), ikan *Lates calcarifer* $0,34 \pm 0,07$ (Yeet *et al.* 2017), dan ikan *Oreochromis niloticus* berkisar 0,24-0,56 (Thodesen *et al.* 2012, Hamzahet *et al.* 2014b, Nguyen *et al.* 2014, de Oliveira *et al.* 2016).

Kemajuan genetik (respons seleksi) untuk karakter dengan nilai heritabilitas yang sedang membutuhkan beberapa generasi guna mencapai kemajuan yang tinggi. Namun demikian, kemajuan genetik yang tinggi dalam waktu relatif singkat dapat dicapai karena interval generasi relatif pendek, pada ikan patin siam 2,167 tahun. Percepatan kemajuan genetik dapat dicapai dengan meningkatkan intensitas seleksi mengingat fekunditas ikan patin siam yang cukup tinggi (Bui *et al.* 2010). Strategi lain yang dapat dilakukan untuk mempercepat kemajuan genetik dengan melakukan seleksi tidak langsung (*indirect selection*) dengan menyeleksi karakter lain yang memiliki heritabilitas tinggi dan korelasi genetik/fenotipik yang positif dengan karakter yang diinginkan. Dalam penelitian ini, bobot tubuh memiliki

korelasi fenotipik yang tinggi dengan panjang baku ($r = 0,96$) namun nilai heritabilitas riil karakter panjang baku masuk kategori sedang (0,22-0,34). Dengan demikian hasilnya tidak akan jauh berbeda dengan seleksi terhadap bobot tubuh, namun dari sisi teknis dapat dipertimbangkan menjadi karakter yang diseleksi karena kemudahan dan akurasi dalam pengukuran panjang dibandingkan bobot tubuh.

Simpulan

Ikan patin siam galur pertumbuhan generasi ketiga (G_3Ps) hasil seleksi di BPBAT Sungai Gelam menghasilkan peningkatan jumlah telur, bobot benih umur 40 hari serta bobot tubuh pada tahap pembesaran dengan respons seleksi lebih tinggi pada lingkungan buruk (T_2) yaitu sebesar 42,60% dibandingkan pada lingkungan baik (T_1) yaitu sebesar 18,41%.

Persantunan

Terima kasih disampaikan kepada Pusat Pendidikan Kementerian Kelautan dan Perikanan atas biaya pendidikan yang telah diberikan dan kepada Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam atas semua materi dan fasilitas penelitian yang telah diberikan.

Daftar pustaka

- Bentsen HB, Gjerde B, Eknath AE, Palada MS, Vera D, Velasco RR, Danting JC, Dionisio EE, Longalong FM, Reyes RA *et al.* 2017. Genetic improvement of farmed tilapias: Response to five generations of selection for increased body weight at harvest in *Oreochromis niloticus* and the further impact of the project. *Aquaculture*, 468: 206-217.
- Browman MW, Kramer DL. 1985. *Pangasius sutchi* (Pangasiidae), an air-breathing catfish that uses the swimbladder as an accessory respiratory organ. *Copeia*, 1985(4): 994-998.

- Bui TM, Phan LT, Ingram BA, Nguyen TTT, Gooley GJ, Nguyen H V, Nguyen PT, Silva SS De. 2010. Seed production practices of striped catfish, *Pangasianodon hypophthalmus* in the Mekong Delta region, Vietnam. *Aquaculture*, 306(1-4): 92-100.
- Chevassus B, Quillet E, Krieg F, Hollebecq M, Mambrini M, Faure A, Labbe L, Hiseux J, Vandeputte M. 2004. Enhanced individual selection for selecting fast growing fish: the "PROSPER" method, with application on brown trout (*Salmo trutta fario*). *Genetics Selection Evolution*, 36(6): 643-661.
- de Oliveira CAL, Ribeiro RP, Yoshida GM, Kunita NM, Rizzato GS, de Oliveira SN, dos Santos A, Nguyen NH. 2016. Correlated changes in body shape after five generations of selection to improve growth rate in a breeding program for Nile tilapia *Oreochromis niloticus* in Brazil. *Journal of Applied Genetics*, 57(4): 487-493.
- [DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2016. Laporan kinerja tahun 2016: DJPB. Jakarta.
- Gjedrem T (editor). 2005. *Selection and breeding programs in aquaculture*. Springer, Dordrech. 364 p.
- Gjedrem T, Baranski M (editor). 2009. *Selective Breeding in aquaculture: an introduction*. Springer, Dordrech. 221 p.
- Gjedrem T, Robinson N, Rye M. 2012. The importance of selective breeding in aquaculture to meet future demands for animal protein: a review. *Aquaculture*, 350-353: 117-129.
- Gjedrem T, Robinson N. 2014. Advances by selective breeding for aquatic species: a review. *Agricultural Sciences*, 5: 1152-1158.
- Gjedrem T, Rye M. 2016. Selection response in fish and shellfish: a review. *Reviews in Aquaculture*, 10(1): 1-12.
- Hamzah A, Ngo PT, Nguyen HN. 2017. Genetic analysis of a red tilapia (*Oreochromis* spp.) population undergoing three generations of selection for increased body weight at harvest. *Journal of Applied Genetics*, 58(4): 509-519.
- Hamzah A, Nguyen NH, Mekaway W, Khaw HL. 2014a. Genetic parameters and correlated responses in female reproductive traits in the GIFT strain. *Aquaculture Research*, 47(5): 1488-1498.
- Hamzah A, Ponzoni R, Nguyen NH, Khaw HL. 2014b. Genetic evaluation of the genetically improved farmed tilapia (GIFT) strain over ten generations of selection in Malaysia. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 37(4): 411-429.
- Janssen K, Chavanne H, Berentsen P, Komen H. 2017. Impact of selective breeding on European aquaculture. *Aquaculture*, 472: 8-16.
- Kolstad K, Grisdale-helland B, Gjerde B. 2004. Family differences in feed efficiency in Atlantic salmon (*Salmo salar*). *Aquaculture*, 241(1-4): 169-177.
- Leeds TD, Vallejo RL, Weber GM, Gonzalez-pena D, Silverstein JT. 2016. Response to five generations of selection for growth performance traits in rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*). *Aquaculture*, 465: 341-351.
- Lefevre S, Do TTH, Nguyen TKH, Wang T, Nguyen TP, Bayley M. 2011. A telemetry study of swimming depth and oxygen level in a pangasius pond in the Mekong Delta. *Aquaculture*, 315(3-4): 410-413.
- Lefevre S, Wang T, Do TTH, Nguyen TKH, Bayley M. 2013. Partitioning of oxygen uptake and cost of surfacing during swimming in the air-breathing catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Journal of Comparative Physiology B*, 183(2): 215-221.
- Longalong FM, Eknath AE, Bentsen HB. 1999. Response to bi-directional selection for frequency of early maturing females in Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 178(1-2): 13-25.
- Ngo PT, Nguyen HN, Nguyen TH, Knibb W, Nguyen HD, Nguyen HN. 2016. Additive genetic and heterotic effects in a 4x4 complete diallel cross-population of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*, Linnaeus 1758) reared in different water temperature environments in Northern Vietnam. *Aquaculture Research*, 47(3): 708-720.

- Nguyen HN, Ponzoni RW, Nguyen HN, Williams JA, Taggart JB, McAndrew BJ, Penman D. 2013. A comparison of communal and separate rearing of families in selective breeding of common carp (*Cyprinus carpio*): responses to selection. *Aquaculture*, 408-409:152-159.
- Nguyen TP. 2013. On-farm feed management practices for striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) in Mekong River Delta, Viet Nam. In M.R. Hasan and M.B. New (eds). *On-farm feeding and feed management in aquaculture*. FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper No. 583. Rome, FAO. pp. 241-267.
- Nguyen HN, Ngo PT, Knibb W, Nguyen HN. 2014. Selection for enhanced growth performance of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) in brackish water (15-20 ppt) in Vietnam. *Aquaculture*, 428-429:1-6
- Nguyen TV, Nguyen VS, Tran HP, Nguyen TV, Nguyen HN. 2019. Genetic evaluation of a 15-year selection program for high growth in striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus*. *Aquaculture*, 509: 221-226.
- Nguyen VS, Klemetsdal G, Ødegård J, Gjøen HM. 2012. Genetic parameters of economically important traits recorded at a given age in striped catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*). *Aquaculture*, 344-349: 82-89.
- Nugroho E, Mayadi L, Budileksono S. 2017. Heritabilitas dan perolehan genetik pada bobot ikan nila hasil seleksi. *Jurnal Ilmu-Ilmu Hayati*, 16(2): 129-135.
- Phuong LM, Huong DTT, Nyenggaard JR, Bayley M. 2017. Gill remodelling and growth rate of striped catfish *Pangasianodon hypophthalmus* under impacts of hypoxia and temperature. *Comparative Biochemistry and Physiology A*, 203: 288-296.
- Premachandra HKA, Hong N, Miller A, Antignana TD, Knibb W. 2017. Genetic parameter estimates for growth and non-growth traits and comparison of growth performance in sea cages vs land tanks for yellowtail kingfish *Seriola lalandi*. *Aquaculture*, 479: 169-175.
- Rezk MA, Ponzoni RW, Ling H, Kamel E, Dawood T, John G. 2009. Selective breeding for increased body weight in a synthetic breed of Egyptian Nile tilapia, *Oreochromis niloticus*: response to selection and genetic parameters. *Aquaculture*, 293(3-4): 187-194.
- [SNI] Standar Nasional Indonesia. 2014. Sarana penetasan telur ikan patin siam (*Pangasianodon hypophthalmus*) dengan sistem corong. SNI 7982:2014. Badan Standardisasi Nasional. Jakarta. 8 p.
- Steel RGD, Torri JH. 1980. *Principles and procedures of statistics: a biometrical approach*. 2nd Ed. McGraw-Hill, New York. 633 p.
- Tahapari E, Darmawan J, Suharyanto. 2018. Genetic improvement of growth trait in Siamese catfish (*Pangasianodon hypophthalmus* Sauvage, 1878) through family selection. *AACL Bioflux*, 11(5): 1648-1657.
- Tan J, Kong J, Cao B, Luo K, Liu N, Meng X, Xu S, Guo Z, Chen G, Luan S. 2017. Genetic parameter estimation of reproductive traits of *Litopenaeus vannamei*. *Journal of Ocean University of China*, 16(1): 161-167.
- Thodesen J, Rye M, Wang YX, Bentsen HB, Gjedrem T. 2012. Genetic improvement of tilapias in China: genetic parameters and selection responses in fillet traits of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) after six generations of multitrait selection for growth and fillet yield. *Aquaculture*, 366-367: 67-75.
- Vu NU, Huynh TG, Truong QP, Morales J, Nguyen TP. 2016. Assessment of water quality in catfish (*Pangasianodon hypophthalmus*) production systems in the Mekong delta. *Can Tho University Journal of Science*, 3: 71-78.
- Ye B, Wan Z, Wang L, Pang H, Wen Y, Liu H, Liang B, Lim HS, Jiang J, Yue G. 2017. Heritability of growth traits in the Asian seabass (*Lates calcarifer*). *Aquaculture and Fisheries*, 2(3): 112-118.
- Yuan Y, Yongming Y, Dai Y, Yunchong G. 2017. Economic profitability of tilapia farming in China. *Aquaculture International*, 25(3): 1253-1264.

Evaluasi kinerja pembangkit gelembung mikro terhadap respons fisiologis ikan nila *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) dengan kepadatan berbeda pada sistem resirkulasi

[Performance evaluation of micro bubble generator on physiological response of Nile tilapia *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) farmed at different densities in recirculating aquaculture system]

Sri Wahyuni Firman¹, Kukuh Nirmala¹, Eddy Supriyono¹, Nurul Taufiqu Rochman²

¹ Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor, Jl. Raya Dramaga, Bogor, Jawa Barat 16680
sriwahyunifirman@gmail.com,
kukuhnirmala@yahoo.com,
eddyupriyonoipb@gmail.com

²Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI) Pusat Inovasi Cibinong, Jawa Barat 16916
ufiq2000@yahoo.com

Diterima: 8 Januari 2019; Disetujui: 24 September 2019

Abstrak

Pembangkit gelembung mikro merupakan suatu alat yang dapat menghasilkan gelembung udara berukuran mikro. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan pembangkit gelembung mikro pada kepadatan yang berbeda terhadap performa produksi dan respons fisiologis ikan nila yang dipelihara dalam sistem resirkulasi. Penelitian ini dilakukan dengan metode eksperimental dengan tiga perlakuan kepadatan yaitu 15 ekor, 30 ekor dan 45 ekor 60 L⁻¹ yang diulang sebanyak tiga kali. Wadah pemeliharaan berukuran 34×42×41 cm³. Ukuran ikan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki panjang 7,44±2,89 cm, serta bobot 10,96±0,53 g. Aplikasi pembangkit gelembung mikro diberikan pada awal hingga akhir pemeliharaan selama 42 hari dengan sistem resirkulasi dan ikan diberi pakan secara *ad satiation*. Hasil evaluasi terhadap respons fisiologis menunjukkan bahwa ikan yang dipelihara hingga kepadatan 45 ekor 60 L⁻¹ tidak menunjukkan adanya perubahan yang mengindikasikan ikan mengalami stress. Performa produksi terbaik adalah pada perlakuan A (15 ekor 60 L⁻¹) dengan laju pertumbuhan spesifik 1,87±0,15% dan nisbah konversi pakan 0,95±0,08.

Kata penting: kualitas air, laju pertumbuhan spesifik, resirkulasi, sintasan

Abstract

Micro-bubble generator is a device to maintain water quality by producing micron-sized bubbles. This study aims to evaluate the application of micro-bubble generator in different density on production performance and physiological response of Nile tilapia reared in recirculating system. An experiment was designated by performing 3 densities, namely 15, 30, and 45 individuals 60 L⁻¹ with 3 replications. Every single unit of experiment applies a 34×42×41 cm³ maintenance container. The length size of fish used in this study was 7.44±2.89 cm and body weight of 10.96 ± 0.53 g. Fish were reared for 42 days in recirculation water system and fed *ad satiation*. The results of the evaluation of the physiological response showed that fish kept at density up to 45 60 L⁻¹ did not show any changes, indicating that fish was in stress condition. The best production performance was in treatment A (15 individuals 60 L⁻¹) with a specific growth rate of 1.87 ± 0.15% and a feed conversion ratio of 0.95 ± 0.08.

Keywords: recirculation, specific growth rate, survival rate, water quality

Pendahuluan

Ikan nila (*Oreochromis niloticus*) merupakan salah satu komoditas unggulan budi daya air tawar di Indonesia. Pengembangan budi daya ikan nila terus dilakukan untuk dapat mempertahankan dan meningkatkan nilai produksi ikan

nila. Teknologi budi daya intensif dengan padat tebar tinggi terhadap ikan nila telah banyak diterapkan. Padat tebar yang tinggi diiringi dengan pemberian pakan yang tinggi akan menyebabkan penumpukan bahan organik dalam wadah. Menurut Alfia *et al.* (2013) akumulasi bahan

organik (pakan dan feses) akan memperburuk kualitas air pemeliharaan yang akhirnya akan berdampak pada kondisi fisiologis, sintasan, dan pertumbuhan ikan.

Kualitas air merupakan faktor penentu keberhasilan budi daya, sehingga perlu perhatian khusus untuk menunjang kestabilan selama proses budi daya. Keberadaan oksigen terlarut merupakan indikator penting baik buruknya kualitas air sehingga ketersediaannya harus selalu tercukupi. Diperlukan teknologi yang dapat meminimalkan limbah dan teknologi yang mencukupi ketersediaan oksigen terlarut. Sistem resirkulasi pada prinsipnya adalah penggunaan kembali air yang telah dikeluarkan dari kegiatan budi daya (Putra *et al.* 2012). Keunggulan sistem resirkulasi adalah penggunaan air lebih hemat, kebutuhan lahan relatif kecil, mudah pengontrolan kualitas air dan merupakan salah satu alternatif dalam menciptakan lingkungan budi daya yang optimal (Budiardi *et al.* 2007). Pembangkit gelembung mikro merupakan suatu teknologi sederhana dan ramah lingkungan yang dapat digunakan untuk mengontrol kualitas air pada sistem resirkulasi yang sangat potensial untuk diterapkan pada sistem budi daya ikan nila.

Pembangkit gelembung mikro merupakan suatu alat yang dapat menghasilkan gelembung udara berukuran mikro dengan diameter kurang dari 100 μm . Menurut Agarwal *et al.* (2011) prinsip kerja pembangkit gelembung mikro, memecah diameter partikel besar menjadi diameter partikel kecil ukuran mikro (10-50 μm) yang dipengaruhi oleh tekanan udara dan debit air. Endo *et al.* (2008) dalam penelitiannya menyatakan bahwa aplikasi pembangkit gelembung mikro dapat menyuplai oksigen untuk kegiatan budi daya ikan secara efisien serta dapat mena-

ikkan kadar oksigen terlarut. Minagawa (2005) menyebutkan bahwa daya apung gelembung mikro ke permukaan akan menurun dengan berkurangnya ukuran diameter. Gelembung mikro yang diameternya kurang dari 50 μm akan memiliki daya apung yang rendah sehingga dapat bertahan lama di dalam perairan budi daya dan juga memiliki tegangan permukaan yang besar sehingga penyebarannya di dalam air dapat terjadi secara horizontal (Tsuge 2014). Teknologi gelembung mikro telah digunakan untuk meningkatkan kadar oksigen terlarut dalam budi daya kerang mutiara (*Pinctada martensii*) (Nobui *et al.* 2002), tiram (*Crassostrea gigas*) (Onari *et al.* 2002), sweetfish (*Plecoglossus altivelis*), dan rainbow trout (*Oncorhynchus mykiss*) (Ebina *et al.* 2013). Wen *et al.* (2011) melaporkan bahwa gelembung mikro juga memiliki kemampuan menurunkan kadar ammonia dalam air budi daya hingga 95%. Pembangkit gelembung mikro juga diyakini mampu menstimulasi kerja bakteri aerob sehingga mampu mendegradasi limbah dalam air media pemeliharaan (Temesgen *et al.* 2017).

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penggunaan pembangkit gelembung mikro pada kepadatan yang berbeda terhadap performa produksi dan respons fisiologis ikan nila yang dipelihara dalam sistem resirkulasi, serta memperoleh padat tebar maksimal pada budi daya ikan nila secara intensif.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan pada bulan Februari hingga September 2017 di kolam Babakan, Departemen Budidaya Perairan, dan Laboratorium Lingkungan Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Penelitian ini dilaku-

kan secara eksperimental menggunakan rancangan acak lengkap (RAL). Terdapat tiga perlakuan dan tiga ulangan dengan kepadatan yang berbeda-beda A (15 ekor 60 L⁻¹), B (30 ekor 60 L⁻¹), C (45 ekor 60 L⁻¹).

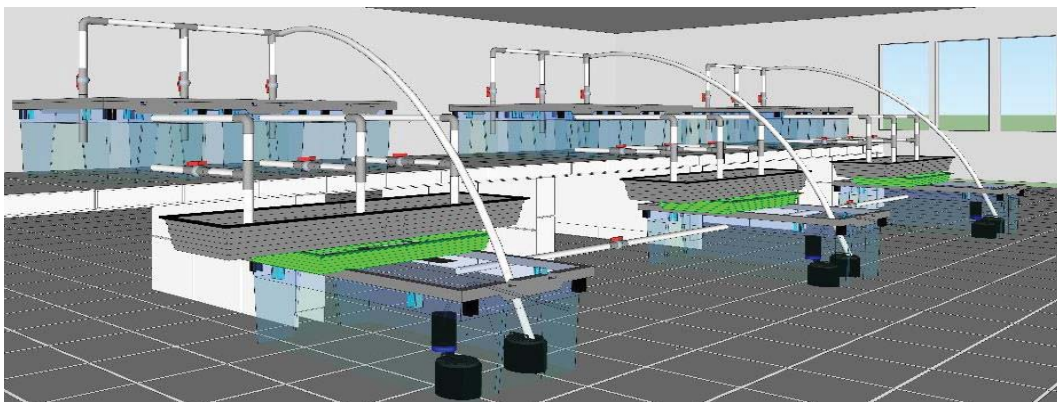
Wadah yang digunakan berupa 9 bak plastik berukuran 34x42x41 cm³ yang dilengkapi sistem resirkulasi (Gambar 1). Wadah diisi air tawar sebanyak 60 liter, penempatan perlakuan pada wadah dilakukan secara acak. Ikan nila diperoleh dari kolam percobaan Departemen Budidaya Perairan Institut Pertanian Bogor dengan rata-rata bobot tubuh 10,96±0,53 g, dan rata-rata panjang total 7,44±2,89 cm. Ikan dipelihara selama 42 hari dan diberi pakan sebanyak tiga kali sehari pada pukul 08.00, 13.00, dan 18.00 WIB secara *ad satiation*.

Penelitian ini menggunakan Lutor (LIPI *Ultrafine Bubble Generator*) produksi BPI (Balai Pengembangan Instrumentasi) LIPI Bandung sebagai pembangkit gelembung mikro. Pembangkit gelembung mikro tersusun atas *nozzle*, selang PU, katup pengatur keluaran udara, dan pompa *submersible* (Resun 9600). Produksi gelembung diatur untuk dapat beroperasi 24 jam dengan debit 0,92 L detik⁻¹ (tegangan 220 volt,

daya 80 watt). Air dialirkan menggunakan pompa celup ke dalam tandon. Busa digunakan sebagai filter fisik media penyaringan air pemeliharaan yang bersirkulasi. Selanjutnya air diaerasi menggunakan pembangkit gelembung mikro selama 24 jam, kemudian air dialirkan dari tandon ke wadah pemeliharaan dengan menggunakan pompa.

Parameter performa produksi yang diamati adalah pertumbuhan, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan. Pengambilan sampel bobot dan panjang ikan setiap dua minggu sekali dengan menggunakan timbangan elektronik (bobot) dan jangka sorong digital (panjang).

Perhitungan nisbah konversi pakan berdasarkan Huisman (1976) dengan cara membagi jumlah total pakan dari awal hingga selesai penelitian (g) dengan jumlah bobot ikan (bobot ikan yang mati selama penelitian ditambah jumlah bobot ikan yang hidup di akhir penelitian kemudian dikurangi jumlah bobot ikan pada awal tebar) dalam satuan gram. Semakin kecil nilai nisbah kurang dari satu, maka nilai konversi pakan menjadi daging semakin baik dan biaya pakan yang dikeluarkan semakin kecil.



Gambar 1 Desain kolam resirkulasi

Pengambilan sampel parameter respon fisiologis dilakukan pada awal, tengah, dan akhir penelitian dengan volume darah total 2 mL (hematologi dan serum) yang berasal dari 10% jumlah total ikan setiap wadah pemeliharaan. Darah ikan diambil dari pembuluh vena di pangkal sirip ekor (tiga ekor secara acak dari setiap wadah) menggunakan *syringe* 1 mL yang telah dicuci dengan antikoagulan (3,8% natrium sitrat). Darah kemudian dimasukkan ke dalam botol khusus pengamatan darah (*tube*). Sampel darah kemudian dipindahkan ke tabung (EDTA dan serum) dan dimasukkan ke boks es (Tripathi *et al.* 2004) kemudian diukur dengan metode tertentu (Burtis & Bruns 2015). Kegiatan ini dilakukan pada awal, tengah dan akhir pemeliharaan (Martin *et al.* 2010).

Parameter respon fisiologis yang diamati yaitu kadar glukosa darah menggunakan metode uji CHOD-PAP (*enzymatic colorimetric test for glucose method with deproteinization*) dengan kit *Glucose liquicolor* (Widada *et al.* 2016), trigliserida dengan cara yang sama dengan kit yang berbeda *Triglyserides liquicolor^{mono}* (Widada *et al.* 2016), total protein serum menggunakan metode uji *photometric colorimetric test* (Yanos *et al.* 2013) dan hemoglobin dengan metode uji ANALYZER MEK-6450K (Andriyoko *et al.* 2009).

Parameter kualitas air yang diamati pada penelitian ini adalah pH diukur menggunakan pH meter, oksigen terlarut diukur menggunakan DO meter, suhu diukur menggunakan termome-

ter (APHA 1998) diukur tiga kali sehari. TAN (total amonia nitrogen), nitrat, nitrit, CO₂ dan TOM (*total organic metter*) diukur menggunakan spektrofotometri, setiap dua minggu sekali.

Hasil

Kinerja produksi

Sintasan dan kinerja pertumbuhan ikan nila yang dipelihara dengan kepadatan berbeda dengan aplikasi pembangkit gelembung mikro disajikan pada Tabel 1. Perbedaan kepadatan ikan nila menunjukkan respons yang bervariasi terhadap beberapa parameter. Nilai sintasan mengalami penurunan dengan meningkatnya kepadatan tebar ($P < 0,05$), namun hasil uji lanjut menunjukkan pada perlakuan kepadatan tertinggi (45 ekor) dan terendah (15 ekor) tidak signifikan. Panjang dan bobot akhir menunjukkan penurunan yang signifikan dengan bertambahnya kepadatan tebar ($P < 0,05$). Variabel laju pertumbuhan spesifik (LPS), panjang mutlak (PM), dan bobot mutlak (BM) mengalami penurunan signifikan dengan meningkatnya padat tebar.

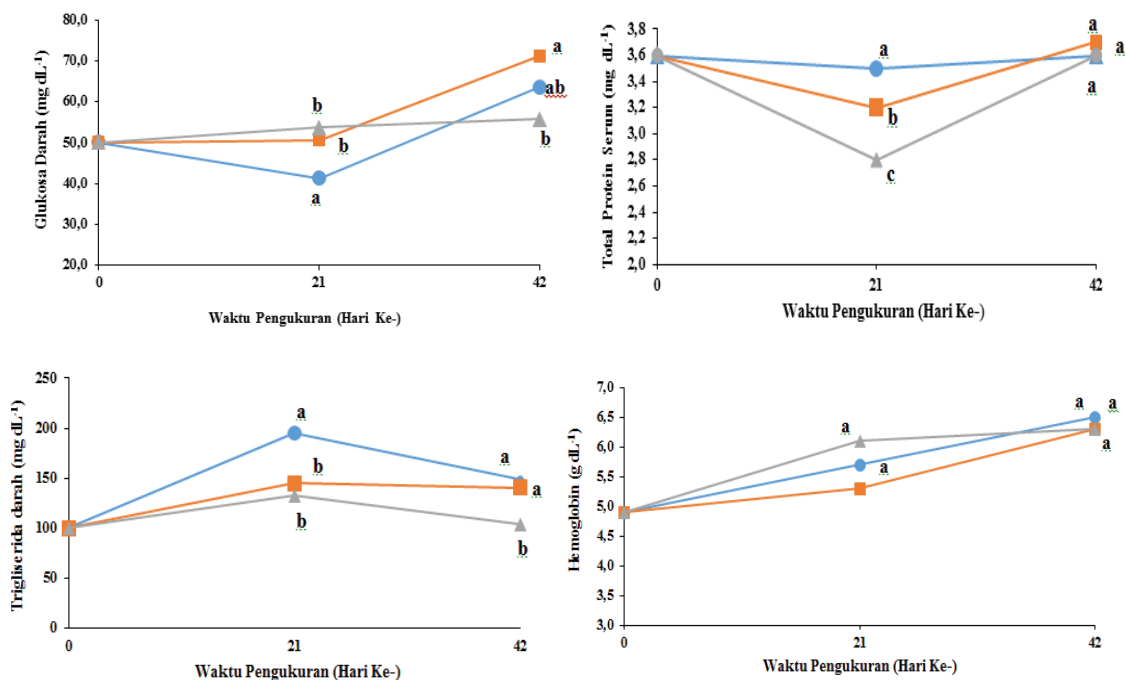
Respons fisiologis

Data hasil pengukuran parameter respons fisiologis ikan nila disajikan pada Gambar 2. Hasil uji statistik menunjukkan perbedaan signifikan nilai glukosa darah, trigliserida, total protein serum, dan hemoglobin perlakuan pada hari ke-21 dan 42.

Tabel 1 Kinerja produksi ikan nila selama 42 hari pemeliharaan

Parameter	Perlakuan		
	A (15 ekor)	B (30 ekor)	C (45 ekor)
Panjang awal (mm)	74,46±0,0a	74,46±0,0a	74,46±0,0a
Panjang akhir (mm)	90,83±2,10a	82,95±0,87b	79,20±0,28c
Bobot awal (g)	10,96±0,0a	10,96±0,0a	10,96±0,0a
Bobot akhir (g)	24,08±1,47a	17,58±0,67b	15,51±0,73c
TKH (%)	93,33±6,67ab	98,89±1,92a	85,93±3,39b
LPS (%)	3,12±0,35a	1,58±0,16b	1,08±0,17c
PM (mm)	16,37±2,10a	8,49±0,87b	4,74±0,28c
BM (g)	13,11±1,47a	6,62±0,67b	4,55±0,73c
NKP	0,95±0,08a	1,44±0,11b	1,65±0,17b

Huruf tika atas yang berbeda pada baris yang sama menunjukkan pengaruh perlakuan berbeda nyata (Duncan, $p>0,05$), LPS (Laju Pertumbuhan Spesifik), PM (Pertumbuhan Mutlak), BM (Bobot Mutlak), NKP (nisbah konversi pakan).



Gambar 2 Uji respons fisiologis (glukosa darah, protein total serum, trigliserida dan hemoglobin). Huruf berbeda pada waktu yang sama menunjukkan perbedaan yang nyata (uji lanjut Duncan; $p<0,05$). —●— = 15 ekor ; —■— = 30 ekor ; —▲— = 45 ekor.

Glukosa darah ikan nila yang dipelihara dengan kepadatan berbeda dengan aplikasi pembangkit gelembung mikro menunjukkan adanya perbedaan nilai yang dihasilkan secara signifikan ($p<0,05$). Pada pengukuran awal, glukosa darah berada pada level $50,0\pm0,0$ mg dL⁻¹. Setelah 21 hari, dua kepadatan tertinggi (30 ekor dan 45 ekor) menunjukkan nilai masing-masing

$50,7\pm3,5$ mg dL⁻¹ dan $53,7\pm3,1$ mg dL⁻¹ yang tidak berbeda secara signifikan. Namun, keduanya berbeda nyata dengan perlakuan kepadatan 15 ekor ($41,3\pm1,5$ mg dL⁻¹). Pada akhir eksperimen, glukosa darah kembali diukur di setiap perlakuan. Nilai yang dihasilkan juga berbeda secara signifikan ($p<0,05$), dengan perlakuan C memiliki nilai terendah ($55,7\pm4,2$ mg dL⁻¹) na-

mun tidak signifikan dengan perlakuan A ($63,7 \pm 4,5$ mg dL⁻¹). Perlakuan B memiliki nilai glukosa darah tertinggi ($71,3 \pm 4,0$ mg dL⁻¹) namun tidak berbeda signifikan dengan perlakuan A.

Hasil pengukuran trigliserida darah ikan nila yang dipelihara dengan kepadatan berbeda dengan aplikasi pembangkit gelembung mikro menunjukkan adanya perbedaan nilai yang dihasilkan secara signifikan ($p < 0,05$). Pengukuran awal menunjukkan nilai level $100,0 \pm 0,0$ mg dL⁻¹. Pada hari ke-21, kadar trigliserida mengalami peningkatan. Dua kepadatan tertinggi (30 ekor dan 45 ekor) menunjukkan nilai yang tidak berbeda signifikan, yaitu $145,0 \pm 10,0$ mg dL⁻¹ dan $132,7 \pm 10,6$ mg dL⁻¹. Namun, kedua perlakuan tersebut jauh lebih rendah dibandingkan perlakuan A (kepadatan 15 ekor, $195,0 \pm 9,0$ mg dL⁻¹). Pada akhir eksperimen, trigliserida darah menurun, khususnya pada perlakuan A dan C. Trigliserida pada perlakuan A dan B, yaitu masing-masing $148,7 \pm 9,5$ mg dL⁻¹ dan $140,7 \pm 7,5$ mg dL⁻¹, tidak berbeda signifikan, namun secara signifikan lebih tinggi dari perlakuan C ($103,7 \pm 7,5$ mg dL⁻¹).

Pengukuran total protein serum pada awal eksperimen menunjukkan nilai $3,6 \pm 0,0$ mg dL⁻¹. Setelah 21 hari, nilai total protein serum secara signifikan semakin kecil dengan meningkatnya kepadatan tebar, yaitu C (45 ekor, $2,8 \pm 0,1$ mg dL⁻¹), B (30 ekor $3,2 \pm 0,2$ mg dL⁻¹) dan A (15 ekor, $3,5 \pm 0,1$ mg dL⁻¹). Pada akhir eksperimen, total protein serum terukur berada pada nilai masing-masing A (15 ekor, $3,6 \pm 0,3$ mg dL⁻¹), B (30 ekor, $3,7 \pm 0,5$ mg dL⁻¹), dan C (45 ekor, $3,6 \pm 0,3$ mg dL⁻¹) yang ketiganya tidak berbeda signifikan. Kadar hemoglobin ikan pada awal penelitian berada pada nilai $4,9$ g dL⁻¹. Pa-

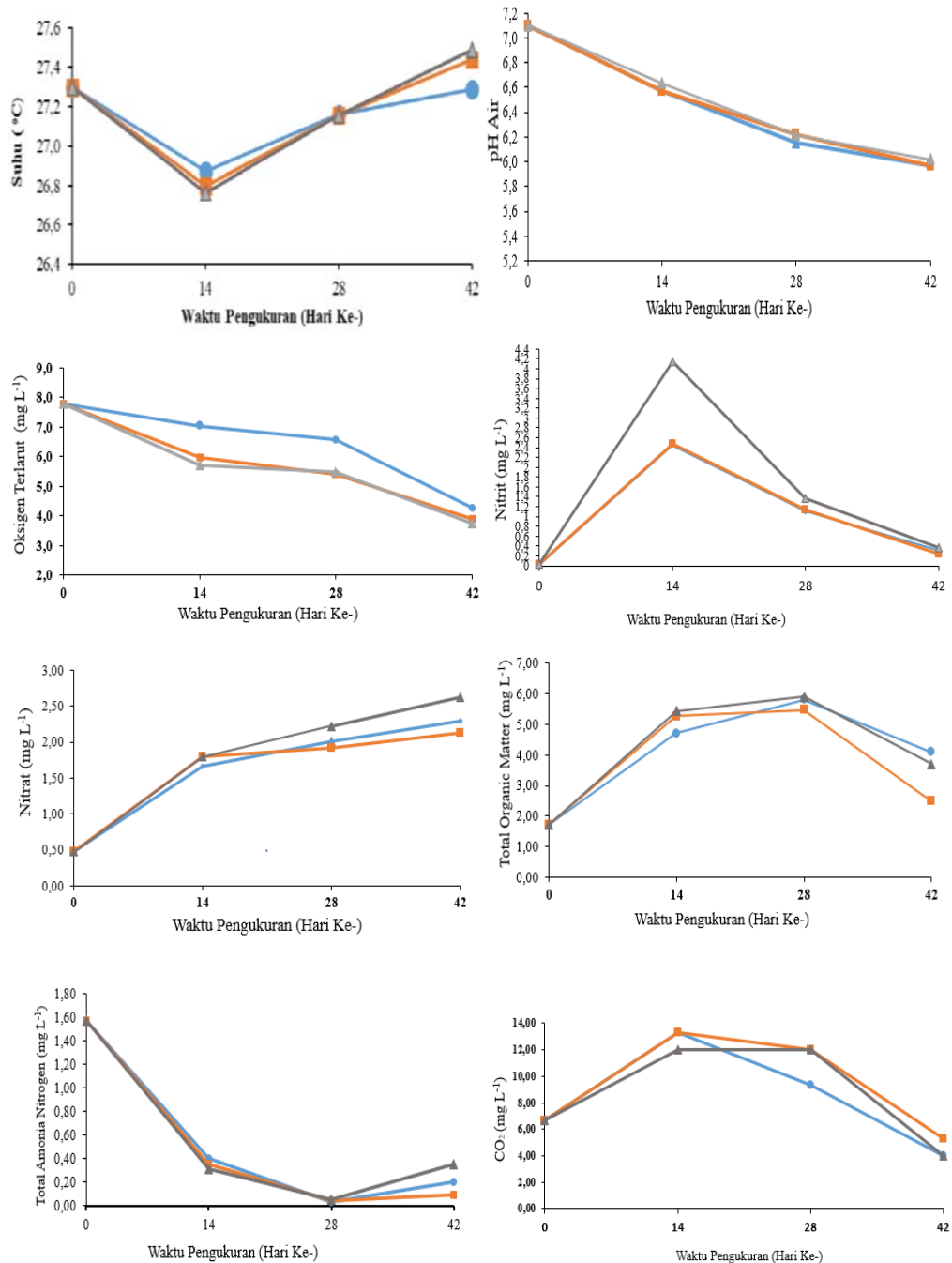
da hari ke-21, nilai hemoglobin dari ketiga perlakuan tidak berbeda signifikan ($p > 0,05$). Hal yang sama juga terjadi pada pengukuran hemoglobin di akhir penelitian.

Kualitas air

Hasil pengukuran kualitas air ditunjukkan pada Gambar 3. Kualitas air pemeliharaan secara umum masih berada dalam kisaran layak untuk mendukung pertumbuhan serta sintasan ikan nila.

Pembahasan

Performa produksi ikan nila pada penelitian ini tampaknya dipengaruhi oleh perbedaan kepadatan. Perlakuan kepadatan A (15 ekor 60 L⁻¹) menunjukkan performa produksi terbaik dibandingkan dua perlakuan kepadatan B (30 ekor 60 L⁻¹) dan C (45 ekor 60 L⁻¹). Nilai tertinggi laju pertumbuhan spesifik di akhir pemeliharaan adalah perlakuan kepadatan A (15 ekor 60 L⁻¹), hal ini menunjukkan semakin rendah kepadatan ikan semakin tinggi laju pertumbuhan spesifiknya. Menurut Ruane & Komen (2003) dampak kepadatan yang rendah, menyebabkan potensi stres rendah sehingga memengaruhi pertambahan bobot tubuh spesifik. Kepadatan yang semakin tinggi dapat memicu *stress*, sehingga menurunkan nafsu makan secara drastis. Selain itu, kompetisi makanan dan ruang gerak dapat menjadi penyebab performa produksi yang semakin rendah (Widiastuti 2009). Nilai sintasan yang diperoleh dari ketiga perlakuan juga berada di atas 80% (SNI 7550:2009). Hal ini mengindikasikan perlakuan kepadatan tebar yang masih dalam rentang yang baik untuk ikan.



Gambar 3 Parameter kualitas air : suhu, pH air, oksigen terlarut, nitrat, nitrit, total organic metter, total amonia nitrogen, CO₂ media pemeliharaan selama 42 hari. Keterangan gambar : ● = 15 ekor ; ■ = 30 ekor ; ▲ = 45 ekor

Nilai nisbah konversi pakan (NKP) menunjukkan pemanfaatan pakan oleh ikan, semakin rendah nilai NKP semakin efisien penggunaan pakan (Widiarto *et al.* 2013). Nilai NKP terbaik diperoleh pada perlakuan A (15 ekor 60

L-1) sebesar $0,95 \pm 0,08$, lebih rendah dibandingkan dua perlakuan lainnya ($p < 0,05$ Tabel 3). Hal ini menunjukkan pemanfaatan pakan yang optimal pada padat tebar yang lebih rendah yang

diduga akibat stres yang lebih minim (Widiastuti 2009).

Glukosa darah menjadi pertimbangan kemungkinan stress pada ikan selama eksperimen. Glukosa darah ikan yang normal berada pada kisaran 32-137 mg dL⁻¹. Jika nilai berada di luar rentang tersebut, maka ikan dapat dikategorikan dalam kondisi *stress* (Mauel *et al.* 2007). Hal ini disebabkan pada kondisi *stress*, terjadi realokasi energi metabolik untuk memperbaiki homeostasis, seperti respirasi, pergerakan, regulasi hidro-mineral, dan perbaikan jaringan (Adiyana *et al.* 2014). Ikan mempunyai kemampuan bertahan hidup selama rentang waktu yang panjang tanpa makan karena menggunakan glikogen dan lemak sebagai cadangan (Rahardjo *et al.* 2011). Ketersediaan glukosa dalam darah sebagai sumber energi menjadi hal yang begitu penting dalam merespons tekanan yang memicu *stress*. Ketika pemicu *stress* muncul, energi yang tersimpan diurai dan dilepaskan sehingga dapat digunakan oleh jaringan. (Schreck *et al.* 2016). Dengan demikian, glukosa darah bisa jadi indikator terjadinya *stress* pada ikan. Ikan uji pada setiap perlakuan memiliki kadar glukosa darah yang berfluktuasi. Pada hari ke-21 pemeliharaan, peningkatan kadar glukosa darah berhasil tercatat meskipun berada pada kondisi normal maupun tidak terlampaui jauh dari pengukuran awal. Pada akhir eksperimen, kadar glukosa darah relatif tidak berbeda, terutama antara dua perlakuan tertinggi terhadap perlakuan terendah. Hal ini menunjukkan selama pemeliharaan ikan tidak mengalami *stress*.

Trigliserida telah digunakan sebagai indikator *stress* pada beberapa penelitian sebelumnya, misalnya pada *Channa punctatus* terhadap stressor logam berat (Javed & Usmani 2015) dan *Heteropneustes fossilis* pada stressor As dan

zeolite (Balasubramaniam & Anil 2013). Trigliserida berfungsi menyediakan energi seluler dan dapat digunakan sebagai indikator status gizi (Levesque *et al.* 2002, Oner *et al.* 2008). Trigliserida dalam darah ikan selama pemeliharaan 100-195,5 mg dL⁻¹. Trigliserida dalam bentuk kompleks senyawa *Triglyceride-rich lipoproteins, very low density lipoprotein* (VLDL) juga dipercaya sebagai komponen sistem imun bawaan non adaptif ketika ikan berada dalam kondisi lingkungan yang tidak mendukung (Javed & Usmani 2015). Pada penelitian ini, kadar trigliserida hingga akhir eksperimen tidak menunjukkan penurunan terhadap nilai awal. Hal ini mengindikasikan tidak adanya pemanfaatan trigliserida akibat respons terhadap stress.

Total protein serum merupakan parameter yang dapat digunakan untuk mengindikasikan kesehatan ikan yang bersifat non destruktif, kuat, mudah diukur, dan murah (Coeurdacier *et al.* 2011). Penurunan total protein serum mengindikasikan infeksi kronis dan rendahnya protein dalam pakan ikan (Hastuti 2007). Hasil pengukuran total protein serum hingga akhir eksperimen menunjukkan nilai yang masih berada pada kisaran normal (2,7-5,0 mg dL⁻¹, Mauel *et al.* 2007). Hal ini menunjukkan tidak terdapat indikasi *stress* pada setiap perlakuan. Total protein serum ikan nila pada semua perlakuan mengalami penurunan pada hari ke-21 dan pemeliharaan di hari ke-42 total protein serum pada semua perlakuan meningkat kembali.

Hemoglobin menentukan tingkat ketahanan tubuh pada ikan dikarenakan hubungannya dengan daya ikat oksigen oleh darah (Nirmala *et al.* 2012). Kemampuan mengikat oksigen dalam darah bergantung kepada jumlah hemoglobin yang terdapat dalam sel darah merah. Rendahnya oksigen dalam darah menye-

babkan laju metabolisme menurun (Broto *et al.* 2017). Kadar hemoglobin ikan nila pada awal pemeliharaan lebih rendah daripada kisaran normal (5,05-8,33 g dL⁻¹; Salasia *et al.* 2001), diduga karena masih dalam proses adaptasi. Namun, kadar hemoglobin meningkat menjadi kisaran normal pada hari ke-21 hingga hari ke-42 pada semua perlakuan.

Kualitas air merupakan indikator penting yang perlu diperhatikan dalam budi daya ikan terutama oksigen terlarut. Penggunaan pembangkit gelembung mikro terbilang cukup efektif dalam penelitian ini yang menunjukkan nilai sintasan yang tinggi pada semua perlakuan padat tebar. Penelitian serupa menunjukkan sintasan dan pertumbuhan yang lebih tinggi pada ikan *sweet fish* (*Plecoglossus altivelis*), dan *rainbow trout* (*Oncorhynchus mykiss*) (Ebina *et al.* 2013). Oksigen terlarut merupakan faktor terpenting dalam menentukan sintasan ikan, pernafasan akan terganggu bila oksigen kurang dalam media pemeliharaan. Kisaran oksigen terlarut selama pemeliharaan 3,8-7,8 mg L⁻¹. Sesuai dengan hasil penelitian Colt *et al.* (2011) oksigen yang menunjang sintasan ikan nila berkisar 3-5,6 mg L⁻¹.

Dalam kondisi normal, nitrit akan diubah oleh bakteri menjadi nitrat, namun jika terjadi keterbatasan oksigen terlarut, reaksi akan terhenti hingga ke tahap nitrit (Durborow *et al.* 1997). Keberadaan nitrit juga bersifat racun karena dapat bereaksi dengan hemoglobin dalam darah, sehingga darah tidak dapat mengangkut oksigen. Menurut Yanbo *et al.* (2006), paparan nitrit pada ikan nila tertinggi mencapai 28,18 mg L⁻¹, mampu menghasilkan methemoglobin yang tinggi namun tidak menyebabkan kematian, dan tingkat sintasan mencapai 85,37%. Hal ini serupa dengan penelitian Zulfahmi & Muliari

(2017) bahwa ikan nila memiliki daya resisten yang lebih tinggi terhadap pencemaran limbah cair kelapa sawit dibandingkan ikan bandeng. Diduga karena ikan nila dapat hidup pada rentang faktor pembatas yang luas sehingga memiliki daya toleransi yang lebih tinggi terhadap polutan dibandingkan jenis ikan lainnya (Zulfahmi *et al.* 2017).

Karbonioksida (CO₂) memengaruhi pH air, karena bereaksi dengan air membentuk asam lemah (asam karbonat). Karbonioksida berbanding terbalik dengan nilai pH. Peningkatan CO₂ di dalam air juga dapat memengaruhi metabolisme ikan, ketika CO₂ masuk ke dalam darah ikan melalui insang.

Total organic matter (TOM) merupakan akumulasi bahan organik yang digunakan sebagai indikator bahwa perairan tersebut layak untuk kegiatan budi daya. Bahan organik akan dimanfaatkan oleh bakteri pengurai dalam proses nitrifikasi. Proses ini terjadi pada kondisi aerob sehingga bakteri membutuhkan oksigen untuk menguraikan nitrit menjadi nitrat. Nilai TOM selama penelitian masih dalam kisaran baku mutu budi daya yakni <20 mg L⁻¹ (Thurman 1985)

Sumber utama amonia pada media pemeliharaan adalah sisa pakan, feses dan hasil ekskresi. Total ammonia nitrogen (TAN) merupakan jumlah amonia terionisasi dan tidak terionisasi dalam air. Amonia terionisasi tidak bersifat toksik bagi ikan sedangkan amonia tidak terionisasi bersifat toksik. Keberadaan keduanya dipengaruhi oleh suhu dan pH. Nilai TAN pada awal pemeliharaan cukup tinggi untuk semua perlakuan berkisar 1,57 mg L⁻¹. Selama pemeliharaan nilai TAN berangsur menurun pada semua perlakuan dengan pola yang sama. Kisaran nilai TAN pada media pemeliharaan dalam kisaran

normal mengacu pada Boyd & Gautier (2000) yaitu kurang dari 5 mg L⁻¹. Nilai TAN yang sesuai dengan baku mutu tersebut mengindikasikan bahwa penggunaan pembangkit gelembung mikro bisa menurunkan kadar TAN di air meskipun terdapat perbedaan kepadatan ikan setiap perlakuan. Hal yang sama dikemukakan oleh Wen *et al.* (2011) bahwa penggunaan gelembung mikro mampu menurunkan kadar amonia dalam media budi daya hingga 95%. Nitrat adalah bentuk utama nitrogen di perairan, nitrat sangat mudah larut dalam air dan bersifat stabil. Nilai nitrat pada wadah penelitian masih dalam kisaran optimum yaitu 0,2-10 mg L⁻¹ (Boyd & Tucker 1998).

Simpulan

Hasil evaluasi terhadap respons fisiologis (glukosa darah, total protein serum, trigliserida, hemoglobin) menunjukkan ikan yang dipelihara hingga kepadatan 45 ekor 60 L⁻¹ tidak menunjukkan adanya perubahan yang mengindikasikan ikan mengalami stress. Kualitas air selama penelitian juga menunjukkan berada pada kisaran yang optimal. Performa produksi terbaik adalah pada perlakuan A (15 ekor 60 L⁻¹) dengan laju pertumbuhan spesifik 1,87±0,15% dan nisbah konversi pakan 0,95±0,08.

Persantunan

Penulis berterimakasih kepada BPI-LIPI Bandung yang telah meminjamkan alat pembangkit gelembung mikro selama penelitian berlangsung.

Daftar pustaka

[APHA] American Public Health Association (USA). 1998. *Standard Method for Examination of Water and Waste Water*, 20th Edition, Washington.

Adiyana K, Supriyono E, Junior M, Thesiana L. 2014. Aplikasi teknologi shelter terhadap respons stress dan kelangsungan hidup pada pendederan lobster pasir *Panulirus homarus*. *Jurnal Kelautan Nasional*, 9(1): 1-9.

Andriyoko B, Lismayanti L, Prihatni D. 2009. Perbandingan kadar hemoglobin antara metode spectrophotometer dengan metode hemocue pada sampel leukositosis. *Indonesian Journal of Clinical Pathology and Medical Laboratory*, 15(3):109-110.

Alfia AR, Arini E, Elfitasari T. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter bioball. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3): 86-93.

Agarwal A, Ng WJ, Liu Y. 2011. Review: Principle and applications of microbubble and nanobubble technology for water treatment. *Chemosphere*, 84(9): 1175-1180.

Balasubramaniam J, Anil K. 2013. Study of effect of sodium arsenite on lipid metabolism of *Heteropneustes fossilis* and the chelating effect of zeolite. *International Journal of Advances in Biosciences and Bioengineering*, 1(1): 22-27

Budiardi T, Gemawaty N, Wahjuningrum D. 2007. Produksi ikan neon tetra *Paracheirodon innesi* ukuran L pada padat tebar 20, 40, dan 60 ekor/liter dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 6(2): 211-215.

Burtis CA, Brunts DE. 2015. *Tietz Fundamental of Clinical Chemistry and Molecular Diagnostics* 7th Edition. Elsevier Saunders.

Boyd CE, Gautier D, 2000. Effluent composition and water quality standards. *Global Aquaculture Advocate*, 3(5): 61-66.

Boyd CE, Tucker CS. 1998. *Pond Aquaculture Water Quality Management*. Springer Science, New York (US). 712 p.

Broto RBIW, Suhandoyo S, Harjana T. 2017. Pengaruh pemberian tepung ikan gabus (*Channa striata*, Bloch) dalam pakan komersial terhadap pertumbuhan dan kadar hemoglobin ikan lele sangkuriang (*Clarias gariepinus*, VAR.). *Jurnal Biologi*, 6(6): 350-357.

- Coeurdacier JL, Dutto G, Gasset E, Blancheton JP. 2011. Is total serum protein a good indicator for welfare in reared sea bass (*Dicentrarchus labrax*). *Aquatic Living Resources*, 24(2): 121-127.
- Colt J, Momoda T, Chitwood R, Fornshell G, Schreck C. 2011. Water quality in tilapia transport: from the farm to the retail store [communication]. *North American Journal of Aquaculture*, 73(4): 426-434.
- Durborow RM, DM Crosby, MW Brunson. 1997. *Nitrite in Fish Pond*. SRAC Publication, Amerika Serikat. 462 p.
- Endo A, Srithongouthai S, Nashiki H, Teshiba I, Iwasaki T, Hama D, Tsutsumi H. 2008. DO-increasing effects of a microscopic bubble generating system in a fish farm. *Marine Pollution Bulletin*, 57(1-5): 78-85.
- Ebina K, Shi K, Hirao M, Hashimoto J, Kawato Y. 2013. Oxygen and air nanobubble water solution promote the growth of plants, fishes, and mice. *PLoS ON*, 8(6): 1-7.
- Hastuti SD. 2007. Evaluation of non-specific defence of Tilapia (*Oreochromis* sp) injected with LPS (*Lipopolysaccharides*) of *Aeromonas hydrophilla*. *Jurnal Protein*, 14(1): 79-84.
- Huisman EA. 1976. Food conversion efficiencies at maintenance and production level of carp, *Cyprinus carpio* and rainbow trout, *Salmo gairdneri*. *Aquaculture*. 9: 259-273.
- Javed M, Usmani N. 2015. Stress response of biomolecules (carbohydrate, protein and lipid profiles) in fish *Channa punctatus* inhabiting river polluted by Thermal Power Plant effluent. *Saudi Journal of Biological Sciences*, 22(2): 237-242.
- Levesque HM, Moon TW, Campbell PGC, Hontela A. 2002. Seasonal variation in carbohydrate and lipid metabolism of yellow perch (*Perca flavescens*) chronically exposed to metals in the field. *Aquatic Toxicology*, 60(3-4): 257-267.
- Martins CIM, Eding EH, Verdegem CJ, Heinsbroek LTN, Schneider O, d'Orbcastel ER, Verreth JAJ, Blancheton JP. 2010. Review: New developments in recirculating aquaculture systems in Europe: A perspective on environmental sustainability. *Aquacultural Engineering*, 43(3): 83-93.
- Mauel MJ, Miller DL, Merrill AL. 2007. Hematologic and plasma biochemical values of healthy hybrid tilapia *Oreochromis aureus* X *Oreochromis nilotica* maintained in a recirculating system. *Journal of Zoo and Wildlife Medicine*, 38(3): 420-424.
- Minagawa H. 2005. Study on micro bubble generation mechanism by sudden enlargement of flow area. In: Proceedings of JSMF Annual Meeting. Osaka, July 2001. Japan Society for Multiphase Flow. Japanese. pp. 127-128
- Nirmala K, YP Hastuti, V Yuniar. 2012. Toksisitas merkuri (Hg) terhadap tingkat kelangsungan hidup, pertumbuhan, gambaran darah dan kerusakan organ pada ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*, 11(1): 38-48.
- Nobui B, Onari H, Onari H, Shimose T, Maeda K. 2002. Study on pearl cultivation by using micro bubble technique. *Proceeding of annual conference of the Japan society of civil engineers*, 7(57): 499-500.
- Onari H, Maeda K, Matsuo K, Yamahara Y, Watanabe K, Ishikawa N. 2002. Effect of micro-bubble technique on oyster cultivation. *Annual Journal of Hydraulic Engineering*, (46): 1163-1168.
- Oner M, Atli G, Canli, M. 2008. Changes in serum biochemical parameters of freshwater fish *Oreochromis niloticus* following prolonged metal (Ag, Cd, Cr, Cu, Zn) exposures. *Environmental Toxicology and Chemistry*, 27(2): 360-366.
- Putra I, Setiyanto DD, Wahjuningrum D. 2012. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila *Oreochromis niloticus* dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1): 56-63.
- Rahardjo MF, Sjafei DS, Ridwan A, Sulistiono. 2011. Iktiologi. Lubuk Agung. Bandung.
- Ruane NM, Komen H. 2003. Measuring cortisol in the water as an indicator of stress caused by increased loading density in common carp (*Cyprinus carpio*). *Aquaculture*, 218(1-4): 685-693.

- Salasia SIO, Sulanjari D, Ratnawati A. 2001. Studi hematologi ikan air tawar. *Biologi* 2(12): 710-723.
- Schreck CB, Tort L, Farrell AP, Brauner CJ. 2016. The Concept of Stress in Fish In: Anthony P. Farrell and Colin J. Brauner (ed). *Fish Physiology volume 35 (Biology of Stress in Fish)*. Academic Press, New York. pp. 406-446.
- Temesgen T, Bui TT, Han M, Kim TI, Park H. 2017. Micro and nanobubble technologies as a new horizon for water-treatment techniques: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*, 246(1): 40-51.
- Thurman EM. 1985. *Organic Geochemistry of Natural Waters*. Martinus Nijhoff, Dr. W. Junk. Academic Publishers. The Netherlands. 497 p.
- Tripathi NK, Latimer KS, Burnley VV. 2004. Hematologic reference intervals for koi (*Cyprinus carpio*), including blood cell morphology, cytochemistry, and ultrastructure. *Veterinary Clinical Pathology*, 33(2): 74-83.
- Tsuge H. 2014. *Micro and Nano-bubbles: Fundamentals and Applications*. Pan Stanford Publishing. Tokyo. 289 p.
- Wen LH, Ismail AB, Menon PM, Saththasivam J, Thu K, Choon NK. 2011. Case studies of microbubbles in wastewater treatment. *Desalination and Water Treatment*, 30(1-3):10-16.
- Widada ST, Martsiningsik MS, Carolina SC. 2016. Gambaran perbedaan kadar kolesterol total metode CHOD-PAP (Cholesterol oxidase-peroxidase aminoantypirin) sampel serum dan sampel plasma EDTA. *Jurnal Teknologi Laboratorium*, 5(1): 41-44.
- Widiastuti IM. 2009. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup (survival rate) ikan mas (*Cyprinus carpio*) yang dipelihara dalam wadah terkontrol dengan padat penebaran yang berbeda. *Media Litbang Sulteng*, 2(2): 126-130.
- Widiarto AS, Purwoko BA, Murwono RD. 2013. Pakan apung artifisial untuk budi daya ikan lele pengaruh naic dan nutrisi terhadap pertumbuhan ikan lele dengan metode FCR (Feed Conversion Ratio). *Jurnal Teknologi Kimia dan Industri*, 2(2): 97-102.
- Yanos AA, Bautista MN, Angelina MRN, del Rosario EJ. 2013. Digital photometric determination of protein using biuret, bradford and bicinhonic acid reagents. *Philippine Science Letters*. 6(2): 168-175.
- Yanbo W, Wenju Z, Weifen L, Zirong X. 2006. Acute toxicity of nitrite on tilapia (*Oreochromis niloticus*) at different external chloride concentrations. *Fish Physiology and Biochemistry*, 32(1): 49-54.
- Zulfahmi I, Affandi R, Lumban Batu DT. 2017. Kondisi biometrik ikan nila, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758) yang terpapar merkuri. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1): 37-48.
- Zulfahmi I, Muliari MI. 2017. Toksisitas limbah cair kelapa sawit terhadap ikan nila (*Oreochromis niloticus* Linneus 1758) dan ikan bandeng (*Chanos chanos* Forskall 1755). *Agricola*, 7(1): 44-55.

Suplementasi glutamin bebas dalam pakan meningkatkan respons fisiologis dan sintasan ikan botia *Chromobotia macracanthus* Bleeker, 1852

[Dietary free glutamine supplementation to increase physiological responses and survival rate of clown loach juvenile, *Chromobotia macracanthus* Bleeker, 1852]

Siti Murniasih¹, Dedi Jusadi², Mia Setiawati², Sri Nuryati²

¹Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Kementerian Kelautan dan Perikanan
s.murniasih@yahoo.com

²Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, IPB University
Jl. Agatis, Kampus IPB, Dramaga, Bogor 16680
siflounder@gmail.com, miasetiawati25@yahoo.com, sri.nuryati@gmail.com,

Diterima: 12 Juni 2019; Disetujui: 24 September 2019

Abstrak

Ikan botia merupakan salah satu spesies asli Indonesia. Permasalahan dalam budi daya ikan ini adalah pertumbuhan yang lambat dan sintasan yang rendah. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi penambahan glutamin bebas dengan beberapa level dosis pada pakan terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan sintasan ikan botia. Penelitian menggunakan rancangan acak lengkap, terdiri atas empat perlakuan dengan enam ulangan. Perlakuan berupa penambahan glutamin bebas pada pakan komersial dengan dosis berbeda yaitu 0, 1, 2, dan 3%. Ikan uji yang digunakan adalah yuwana ikan botia umur 40 hari, dipelihara dalam akuarium berukuran 40x30x30cm³ sebanyak 24 unit dengan padat tebar 50 ekor per akuarium. Pakan diberikan selama 60 hari dengan frekuensi pemberian empat kali sehari secara *at satiation*. Parameter yang diamati meliputi konsentrasi glutamin usus, morfometri vili dan usus, aktivitas protease usus, efisiensi pakan, retensi nutrisi, pertumbuhan, sintasan, aktivitas *superoxide dismutase* (SOD), serta *malon-dialdehyde* (MDA). Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan glutamin bebas 1% menunjukkan nilai paling tinggi untuk parameter panjang dan luas permukaan vili yaitu 320,44±10,39 µm dan 27.046,79±250,54 µm². Dosis 1% menghasilkan pengaruh signifikan terhadap aktivitas protease (13,57±1,92 unit mg protein⁻¹) dibandingkan dosis 0%. Perlakuan dosis 2% menunjukkan aktivitas SOD (0,82±0,07 unit mg protein⁻¹) paling tinggi, sedangkan kadar MDA paling rendah terdapat pada dosis 3% (0,25±0,02 nmol mg protein⁻¹). Konsumsi pakan dengan penambahan glutamin bebas berpengaruh nyata terhadap sintasan dengan nilai tertinggi 97,00±1,00%, tetapi tidak berpengaruh nyata terhadap morfometri usus, efisiensi pakan, retensi nutrisi, dan pertumbuhan. Penambahan glutamin bebas dalam pakan belum mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan, namun mampu meningkatkan respons fisiologis dan sintasan ikan botia.

Kata penting: botia, fisiologis, glutamin bebas, sintasan

Abstract

Clown loach *Chromobotia macracanthus* is one of Indonesian native species and as a key species for ornamental aquaculture. The problem in mass production of this species are the low of growth rate which causes a long period of rearing and low of survival rate. The purpose of the present study was to evaluate free glutamine supplementation at different doses in diet to increase physiological response, growth performance and survival rate of clown loach. Experimental diets contained four different free glutamine levels, viz 0, 1, 2 and 3%. These diets were given to six replicate groups of 50 juvenile clown loaches. The fish were reared in each aquarium with dimensions of 40x30x30 cm³ for 60 days. Fish were fed four times a day at *satiation*. Parameters observed including intestinal glutamine concentration, villous and intestinal morphometry, intestinal protease activity, feed efficiency, nutrient retention, growth performance, survival rate, superoxide dismutase (SOD) activity, and malondialdehyde (MDA). The results showed that supplementation of 1% free glutamine significantly affected the morphometry of villi. The length and surface area of villi at a dose of 1% showed the highest values i.e., 320.44 ± 10.39 µm and 27,046.79 ± 250.54 µm², respectively. The 1% dose also had a significant effect on protease activity (13.57 ± 1.92 mg units of protein⁻¹) compared to the 0% dose. The 2% dose showed the highest SOD activity (0.82 ± 0.07 mg protein⁻¹ unit) and the lowest MDA level was found at a dose of 3% (0.25 ± 0.02 nmol mg protein⁻¹). Feed consumption with the supplementation of free glutamine has a significant effect on survival rate with the highest value reached 97.00 ± 1.00%, but no significant effect on intestinal morphometry, feed efficiency, nutrient retention and growth performance. Dietary with the supplementation of free glutamine is not able to improve growth performance, but can improve the physiological response and survival rate.

Keywords: clown loach, free glutamine, physiological response, survival rate

Pendahuluan

Botia (*Chromobotia macracanthus*) atau lebih dikenal dengan *clown loach* adalah salah satu jenis ikan hias air tawar asli Indonesia dengan wilayah distribusi perairan sungai di Sumatera dan Kalimantan (Kottelat *et al.* 1993). Menurut Slembrouck *et al.* (2012) ikan botia merupakan komoditas utama dalam perdagangan ikan hias air tawar internasional. Pemenuhan kebutuhan ekspor ikan hias botia hasil budi daya perlu dilakukan sehubungan dengan regulasi yang membatasi perdagangan ikan hias hasil tangkapan alam. Produksi massal ikan botia masih dihadapkan pada masalah pertumbuhan ikan yang lambat dan rendahnya sintasan (Permana *et al.* 2015). Upaya peningkatan produksi ikan hias botia dapat dilakukan melalui pendekatan nutrisi dengan penambahan glutamin dalam pakan.

Glutamin adalah salah satu jenis asam amino bebas yang melimpah di dalam plasma dan otot hewan (Wu *et al.* 1994). Glutamin berperan penting sebagai mediator dalam sejumlah proses metabolisme dan sebagai regulator proses fisiologis penting seperti sintesis glikogen, glukogenesis, dan lipolisis (Barbosa *et al.* 2006). Glutamin juga berperan dalam mengatur status oksidatif usus dan menjadi prekursor *glutathione* yang merupakan molekul antioksidan penting (Cheng *et al.* 2011). Glutamin merupakan sumber energi utama untuk proliferasi enterosit, limfosit, dan sel-sel mukosa usus. Metabolisme glutamin usus bergantung pada asupan glutamin pakan, sehingga pemeliharaan fungsi fisiologi usus normal juga bergantung pada ketersediaan nutrisi glutamin (Coutinho *et al.* 2016). Dalam kondisi stres dan kondisi yang berkaitan dengan patologi, jumlah glutamin yang dihasilkan melalui sintesis endogen tidak dapat memenuhi ke-

butuhan tubuh. Kebutuhan glutamin yang tidak tercukupi akan menyebabkan defisiensi dan meningkatkan katabolisme protein tubuh sehingga perlu ditambahkan (Petra *et al.* 2001). Peningkatan konsentrasi glutamin intraseluler mendorong sintesis protein dan menghambat proteolisis pada otot dan enterosit (Xi *et al.* 2011).

Glutamin terdapat dalam bentuk bebas (L-glutamin) dan dipeptida seperti alanyl-glutamin dan glysil-glutamin. Penambahan glutamin dalam bentuk bebas maupun dipeptida dalam pakan menunjukkan peningkatan kinerja pertumbuhan dan kesehatan pada banyak ikan. Pakan dengan penambahan glutamin meningkatkan bobot tubuh, efisiensi pakan, bobot usus, panjang vili, struktur histologi dan aktivitas enzim pencernaan pada ikan jian carp (Lin & Zhou 2006) dan red drum (Cheng *et al.* 2011). Penambahan glutamin bebas 0,5-2% dapat meningkatkan kemampuan antioksidan enzimatik dan resistensi stres (Liu *et al.* 2015). Wang *et al.* (2011) melaporkan bahwa penambahan alanyl-glutamin 0,5-1,0% dalam pakan terbukti meningkatkan pertumbuhan dan fungsi fisiologi larva sturgeon (*Acipenser* sp.), meningkatkan kapasitas antioksidan melalui peningkatan aktivitas enzim *superoxide dismutase* (SOD), dan secara signifikan menurunkan kadar *malondialdehyde* (MDA).

Berdasarkan pentingnya glutamin dalam fungsi fisiologis, pertumbuhan dan status kesehatan ikan, maka penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengevaluasi penambahan glutamin bebas berbagai level dosis dalam pakan terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan sintasan ikan botia (*Chromobotia macracanthus*).

Bahan dan metode

Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Maret-November 2018. Pemeliharaan ikan uji, analisis proksimat, analisis kualitas air, analisis enzim, dan antioksidan dilaksanakan di Balai Riset Budidaya Ikan Hias, Depok, sedangkan pembuatan preparat histologi usus dilaksanakan di Laboratorium Kesehatan Ikan, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah rancangan acak lengkap (RAL), yang terdiri atas empat perlakuan dengan enam ulangan. Perlakuan pada penelitian ini berupa dosis penambahan glutamin bebas (L-Gln) pada pakan yaitu 0%, 1%, 2%, dan 3%.

Pakan uji

Pakan yang digunakan adalah pakan komersial yang ditambah glutamin bebas sesuai

dengan dosis perlakuan. Glutamin yang ditambahkan berupa glutamin bebas (L-Gln) produk komersial dari Gluta Pure, dengan tingkat kemurnian 99%. Pakan juga ditambahkan glisin sehingga semua perlakuan isoprotein dengan kandungan protein 51% (Tabel 1). Glisin dipilih karena tidak berperan sebagai prekursor glutamin dalam metabolismenya dan mempunyai struktur paling sederhana (Buentello & Gatlin 2000).

Penyiapan pakan uji diawali dengan menyiapkan wadah pakan sebanyak empat wadah sesuai dengan jumlah perlakuan. Glutamin bebas dan glisin yang telah ditimbang sesuai dengan dosis pada Tabel 1, dimasukkan ke dalam masing-masing wadah dan dicampurkan secara merata. Setelah itu pakan komersial secara bertahap ditambahkan ke dalam wadah tersebut sambil diaduk menggunakan *mixer* sehingga pakan, glutamin bebas, dan glisin tercampur secara merata. Sebelum diberikan pada ikan, pakan ditimbang dan ditambahkan air sebanyak 2 mL g⁻¹ pakan lalu dibentuk pasta.

Tabel 1 Pakan uji dan hasil analisis proksimat

Komposisi (%)	Dosis penambahan glutamin bebas			
	0%	1%	2%	3%
Pakan komersial	100,00	100,00	100,00	100,00
L-Gln	0,00	1,00	2,00	3,00
Glisin	3,00	2,00	1,00	0,00
Analisis proksimat (% bobot kering)				
Kadar air	5,90	6,00	6,10	6,10
Protein	51,41	51,53	51,82	51,85
Lemak	6,06	5,96	6,28	5,86
Serat kasar	2,23	3,19	1,70	1,92
Kadar abu	13,92	14,47	14,16	15,02
BETN	26,38	24,85	26,02	25,35
GE (kkal 100 g ⁻¹)	452,99	446,47	455,98	449,40
C/P	8,81	8,66	8,80	8,67

Keterangan: BETN = bahan ekstrak tanpa nitrogen, GE = *grossenergy* 1 g protein = 5,6 kkal GE, 1 g karbohidrat/BETN = 4,1 kkal GE, 1 g lemak = 9,4 kkal GE (Watanabe 1988), C/P: perbandingan rasio energi pakan dengan jumlah protein pakan

Penyiapan pakan uji diawali dengan menyiapkan wadah pakan sebanyak empat wadah sesuai dengan jumlah perlakuan. Glutamin bebas dan glisin yang telah ditimbang sesuai dengan dosis pada Tabel 1, dimasukkan ke dalam masing-masing wadah dan dicampurkan secara merata. Setelah itu pakan komersial secara bertahap ditambahkan ke dalam wadah tersebut sambil diaduk menggunakan *mixer* sehingga pakan, glutamin bebas, dan glisin tercampur secara merata. Sebelum diberikan pada ikan, pakan ditimbang dan ditambahkan air sebanyak 2 mL g⁻¹ pakan lalu dibentuk pasta.

Pemeliharaan ikan uji

Ikan uji yang digunakan adalah yuwana ikan botia berumur 40 hari diperoleh dari hasil pemijahan buatan dengan induksi hormonal. Ikan ditebar ke dalam wadah pemeliharaan yang berupa akuarium berukuran 40 x 30 x 30 cm³ sebanyak 24 buah dengan volume air 20 L. Pemeliharaan ikan selama 60 hari dengan kepadatan 50 ekor setiap akuarium pada sistem resirkulasi. Pakan uji diberikan secara satiasi sebanyak empat kali sehari pada pukul 08.00, 12.00, 16.00 dan 20.00 WIB. Sebelum diberikan pakan uji, ikan diadaptasikan dengan pakan kontrol tanpa penambahan glutamin bebas dan atau glisin selama 14 hari. Setiap 90 menit setelah pemberian pakan, sisa pakan disipon, dikeringkan dan ditimbang untuk menghitung konsumsi pakan. Selama pemeliharaan, kualitas air dijaga dengan penggantian air yang dilakukan setiap dua hari sekali sebanyak 75%. Pemantauan kualitas air dilakukan dengan pengukuran parameter suhu, kandungan oksigen terlarut, ammonia, pH, dan nitrit. Parameter suhu diukur menggunakan termometer, oksigen terlarut diukur dengan DO meter, pH diukur dengan pH meter sedangkan

ammonia dan nitrit diukur secara spektrofotometris menggunakan spektrofotometer.

Parameter penelitian

Parameter yang diamati meliputi konsentrasi glutamin usus, morfometri vili dan usus, aktifitas protease usus, efisiensi pakan, retensi nutrien, pertumbuhan, sintasan, aktivitas *super-oxide dismutase* (SOD), serta *malondialdehyde* (MDA). Pengukuran L-Gln dalam usus menggunakan Glutamine Colorimetric Assay Kit dari Abcam (Ab197011). Pembacaan serapan pada panjang gelombang 450 nm menggunakan *Elisa Reader*. Konsentrasi glutamin dinyatakan dalam satuan nmol mL⁻¹.

Morfometri vili diamati dengan membuat preparat histologis usus bagian depan yuwana botia dengan pewarnaan hematoksin eosin. Pengukuran panjang vili dan perhitungan luas permukaan vili berdasarkan metode yang dikembangkan oleh Iji *et al.* (2001) yaitu rata-rata basal vili ditambah dengan rata-rata lebar vili apikal dibagi dengan dua kali rata-rata panjang /tinggi vili.

$$\text{Luas vili} = \frac{(b+c)}{2 \times a}$$

Keterangan: a = panjang/tinggi vili, b = lebar apical vili, c = lebar basal vili

Aktivitas protease dianalisis menggunakan metode Bergmeyer *et al.* (1983). Kasein digunakan sebagai substrat dan tirosin sebagai standar. Penyerapan sampel dibaca pada panjang gelombang 578 nm. Satu unit protease mengekspresikan 1 mM tirosin yang dilepaskan oleh 1 g sampel per menit. Rumus yang digunakan untuk menghitung aktivitas protease adalah sebagai berikut:

$$UA = \frac{AB_{sp} - AB_{bl}}{AB_{st} - AB_{bl}} \times FP \times \frac{1}{T}$$

Keterangan: UA = Jumlah enzim yang dapat menghasilkan 1 µmol tirosin per menit (IU mL⁻¹), AB_{sp} =

absorbansi sampel, ABst = absorbansi standar, Abbl = absorbansi blanko, FP= faktor koreksi, T = waktu inkubasi

Aktivitas enzim protease selanjutnya dinyatakan dalam satuan unit mg^{-1} protein setelah diukur konsentrasi protein terlarut yang diukur dengan pembacaan absorbansi larutan sampel menggunakan alat Nano Drop pada panjang gelombang 280 nm.

Jumlah konsumsi pakan (JKP) setiap hari dihitung berdasarkan selisih pakan yang diberikan dengan sisa pakan. Efisiensi pakan, retensi protein, dan retensi lemak dihitung berdasarkan rumus perhitungan Watanabe (1988) sebagai berikut:

$$\text{EP} = \frac{[(W_t + W_d) - W_0]}{F} \times 100$$

Keterangan: EP = efisiensi pakan (%), W_t =bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g), W_0 =bobot ikan pada awal pemeliharaan (g), W_d =bobot ikan yang mati selama masa pemeliharaan (g), F = jumlah pakan yang diberikan selama pemeliharaan (g)

Retensi nutrien protein dan lemak merupakan prosentase peningkatan nutrien dalam tubuh ikan per unit nutrien yang dikonsumsi.

$$\text{Retensi nutrien} = \frac{\text{NDt} - \text{NDo}}{\text{JND}} \times 100$$

Keterangan: ND_t=jumlah nutrien dalam daging akhir (g), ND_o=Jumlah nutrien dalam daging awal (g), JND= jumlah nutrien yang dikonsumsi

Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi pertumbuhan bobot mutlak dan laju pertumbuhan panjang harian. Pertumbuhan bobot mutlak dihitung menggunakan rumus:

$$\text{PW} = W_t - W_0$$

Keterangan: PW = pertumbuhan bobot mutlak (g), W_t = bobot rata-rata ikan pada akhir pemeliharaan (g), W_0 = bobot ikan pada awal pemeliharaan (g)

Laju pertumbuhan panjang harian dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut:

$$\text{LPPH} = \frac{\text{Ln } L_t - \text{Ln } L_0}{t} \times 100$$

Keterangan: LPPH= laju pertumbuhan panjang harian (%), L_t = Panjang total rata-rata ikan pada akhir peme-

liharaan (cm), L_0 = Panjang total rata-rata ikan pada awal pemeliharaan (cm), t= lama waktu pemeliharaan

Sintasan ikan dihitung pada akhir masa pemeliharaan berdasarkan rumus Huisman (1987):

$$\text{Sintasan} = \frac{N_t}{N_0} \times 100$$

Keterangan: N_t = jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor), N_0 = jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor).

Aktivitas SOD diukur berdasarkan metoda yang dikembangkan oleh Misra & Fridovich (1972). Pengukuran serapan menggunakan spektrofotometer pada menit ke-1, 2, 3, dan 4 setelah penambahan epinefrin 0,003M. Aktivitas SOD dihitung dengan rumus sebagai berikut:

$$A = \frac{B - C}{B} \times 100$$

Keterangan: A= % hambatan, B = Δ abs mnt^{-1} tanpa sampel, C = Δ abs mnt^{-1} sampel

Satuan aktivitas SOD selanjutnya dinyatakan dalam unit mg protein^{-1} dengan pembuatan kurva standar SOD. Kurva standar dibuat dari pengukuran serapan larutan standar yang telah diketahui aktivitasnya. Hasil serapan dikonversi ke dalam bentuk % hambatan (sumbu Y) dan aktivitas SOD dalam unit mg^{-1} protein (sumbu x).

Kadar MDA diukur mengikuti metode Singh *et al.* (2002). Standar yang digunakan adalah TEP (1,1,3,3-tetraetoksipropena). Larutan standar dibuat pada berbagai konsentrasi untuk mendapatkan kurva standar. Serapan supernatan sampel dan larutan standar dibaca pada panjang gelombang 480 nm. Kurva standar dibuat dengan memplotkan nilai serapan (sumbu Y) dengan konsentrasi standar (sumbu x). Kadar MDA sampel yang diperoleh dinyatakan dalam satuan nmol mg^{-1} protein.

Analisis statistik

Data konsentrasi glutamin bebas dalam usus dianalisis secara deskriptif. Data morfometri vili, aktivitas protease, status antioksidan, konsumsi pakan, efisiensi pakan, retensi nutrisi, parameter kinerja pertumbuhan, dan sintasan ikan diuji statistik satu arah dengan *analysis of variance* (ANOVA) menggunakan SPSS versi 21. Perbedaan antarperlakuan diuji lanjut dengan *Duncan's Multiple Range Test* pada selang kepercayaan 95%.

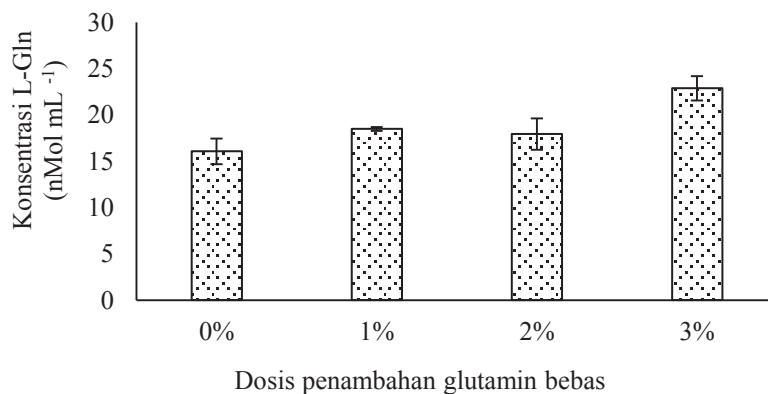
Hasil

Pemberian pakan dengan penambahan glutamin bebas selama 60 hari dapat meningkatkan konsentrasi L-Gln di dalam usus yuana ikan botia. Asupan glutamin bebas menunjukkan penyerapan yang baik oleh usus. Pada ikan

yang tidak diberi tambahan glutamin bebas menunjukkan konsentrasi paling rendah (Gambar 1).

Hasil pengukuran vili ikan botia yang diberi pakan dengan dosis penambahan glutamin bebas berbeda disajikan pada Tabel 2. Penambahan glutamin bebas dalam pakan memberikan pengaruh signifikan terhadap morfometri vili baik panjang maupun luas area permukaan vili.

Nilai rata-rata panjang vili pada dosis 1-3% menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$) namun berbeda nyata dibandingkan dosis 0% ($P<0,05$). Dosis 1% juga menunjukkan luas permukaan vili yang paling tinggi yaitu $27.046,79 \pm 250,5 \mu\text{m}^2$ dan berbeda nyata dibandingkan perlakuan lainnya. Luas vili paling rendah terdapat pada dosis 0% yaitu $20.352,23 \pm 414,36 \mu\text{m}^2$.



Gambar 1 Konsentrasi L-Gln usus ikan botia pada akhir pemeliharaan

Tabel 2 Morfometri vili ikan botia dengan dosis penambahan glutamin bebas berbeda

Dosis penambahan glutamin bebas	Parameter	
	PV (μm)	LV (μm^2)
0%	256,36 $\pm$ 6,11 ^a	20.352,23 $\pm$ 414,36 ^a
1%	320,44 $\pm$ 10,39 ^b	27.046,79 $\pm$ 250,54 ^c
2%	290,17 $\pm$ 12,89 ^{ab}	23.212,68 $\pm$ 798,28 ^b
3%	290,89 $\pm$ 15,17 ^{ab}	21.481,11 $\pm$ 1.751,18 ^b

Keterangan: PV=panjang vili, LV= luas permukaan vili. Nilai yang tertera adalah nilai rata-rata $\pm$ simpangan baku. Huruf tika atas di belakang simpangan baku yang berbeda pada kolom yang sama menunjukkan berbeda nyata ($P<0,05$)

Hasil pengukuran panjang usus, diameter usus, rasio panjang usus dengan panjang total ikan botia disajikan pada Tabel 3. Konsumsi pakan yang ditambah glutamin bebas menunjukkan nilai morfometrik usus yang tidak berbeda nyata antar perlakuan ($P>0,05$).

Pengaruh penambahan glutamin bebas dalam pakan terhadap aktivitas enzim protease usus ikan botia disajikan pada Gambar 2. Aktivitas enzim protease pada dosis glutamin 1%, 2% dan 3% tidak berbeda nyata tetapi lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dosis 0%.

Hasil pengamatan kinerja pertumbuhan dan sintasan ikan botia yang diberi pakan dengan dosis penambahan glutamin bebas berbeda selama 60 hari disajikan pada Tabel 4. Perbedaan

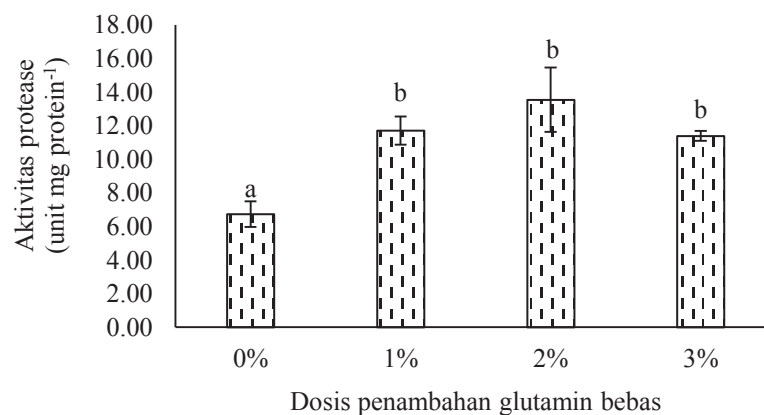
an dosis glutamin tidak berpengaruh nyata terhadap LPPH, JKP, EP, RP dan RL tetapi berpengaruh nyata terhadap sintasan. Sintasan pada dosis glutamin 1%, 2% dan 3% tidak berbeda nyata tetapi lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan dosis 0%.

Aktivitas SOD pada dosis 2% tidak berbeda nyata dengan dosis 3% namun berbeda nyata dibandingkan pada dosis 1% dan 0% (Gambar 3). Ikan botia yang mengkonsumsi pakan dengan penambahan glutamin bebas 3% menghasilkan MDA paling rendah ($0,25 \pm 0,01$ nmol mg protein⁻¹) dan berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Kadar MDA paling tinggi terdapat pada dosis 0% yaitu $0,59 \pm 0,01$ nmol mg protein⁻¹.

Tabel 3 Morfometri usus ikan botia dengan dosis penambahan glutamin bebas berbeda

Dosis penambahan glutamin bebas	Parameter		
	PU (cm)	PU/PT	DU (μ m)
0%	$2,12 \pm 0,04^a$	$0,50 \pm 0,01^a$	$1.387,95 \pm 22,96^a$
1%	$2,27 \pm 0,07^a$	$0,52 \pm 0,02^a$	$1.473,60 \pm 41,14^a$
2%	$2,19 \pm 0,08^a$	$0,51 \pm 0,01^a$	$1.321,26 \pm 8,94^a$
3%	$2,19 \pm 0,04^a$	$0,50 \pm 0,01^a$	$1.384,76 \pm 55,83^a$

Keterangan: PU = panjang usus, PU/PT = rasio panjang usus/panjang tubuh, DU = diameter usus. Nilai yang tertera adalah nilai rata-rata $\pm$ simpangan baku. Tika atas yang sama di belakang nilai simpangan baku pada kolom yang sama menunjukkan tidak berbeda nyata ($P>0,05$)

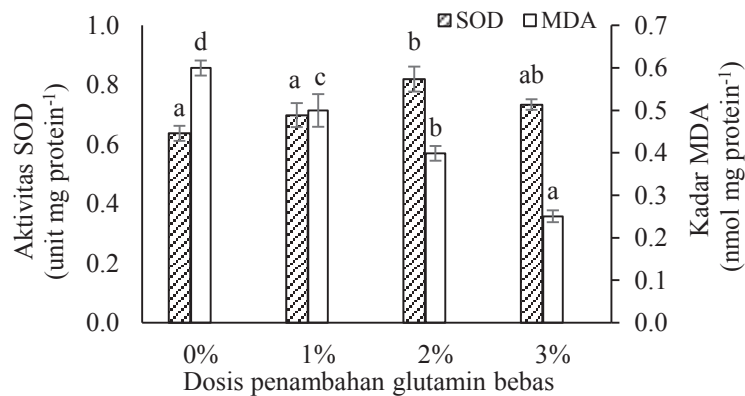


Gambar 2 Aktivitas enzim protease usus ikan botia dengan dosis penambahan glutamin bebas berbeda. Huruf berbeda di atas garis simpangan baku menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($p<0,05$)

Tabel 4 Kinerja pertumbuhan dan sintasan ikan botia dengan dosis penambahan glutamin bebas berbeda

Parameter	Dosis penambahan glutamin bebas			
	0%	1%	2%	3%
PW (g)	0,68±0,04 ^a	0,73±0,13 ^a	0,71±0,08 ^a	0,74±0,13 ^a
LPPH (%)	0,85±0,03 ^a	0,89±0,04 ^a	0,89±0,03 ^a	0,91±0,02 ^a
JKP (g individu ⁻¹)	4,58±0,06 ^a	4,41±0,06 ^a	4,34±0,06 ^a	4,29±0,10 ^a
EP (%)	23,09±1,06 ^a	21,65±2,87 ^a	23,15±1,84 ^a	21,65±6,40 ^a
RP (%)	7,61±0,22 ^a	7,96±0,45 ^a	6,80±1,26 ^a	7,09±1,18 ^a
RL (%)	34,84±7,52 ^a	36,06±8,13 ^a	35,88±7,65 ^a	35,86±2,73 ^a
Sintasan (%)	90,00±2,36 ^a	96,33±1,66 ^b	97,00±1,00 ^b	96,67±1,83 ^b

Keterangan: PW = pertumbuhan bobot mutlak, LPPH = laju pertumbuhan panjang harian, JKP = jumlah konsumsi pakan, EP = efisiensi pakan, RP = retensi protein, RL = retensi lemak. Nilai yang tertera adalah nilai rata-rata±simpangan baku. Huruf tika atas yang sama di belakang nilai simpangan baku pada baris yang sama menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata ($P>0,05$)



Gambar 3 Aktivitas *superoxide dismutase* dan kadar *malondialdehyde* ikan botia dengan dosis penambahan glutamin bebas berbeda. Huruf berbeda di atas garis simpangan baku menunjukkan pengaruh berbeda nyata ($p<0,05$)

Pembahasan

Usus adalah organ utama yang memanfaatkan glutamin (Windmueller & Spaeth 1980). Katabolisme glutamin oleh enterosit usus dimanfaatkan untuk pertahanan, integritas dan fungsi usus. Jiang *et al.* (2009) menyatakan bahwa glutamin memacu proliferasi enterosit pada ikan. Proliferasi sel dalam saluran pencernaan terjadi pada bagian basal lipatan mukosa dan diikuti perpindahan seluler ke ujung lipatan (Bakke-Mckellep *et al.* 2007). Proliferasi dan migrasi membutuhkan ketersediaan energi dan nutrien yang besar. Wu *et al.* 2011 menyatakan bahwa glutamin merupakan sumber energi untuk pembelahan sel-sel, seperti limfosit, entero-

sit, dan sel mukosa usus. Dengan penambahan glutamin bebas, menambah ketersediaan energi untuk proliferasi enterosit. Pembelahan dan perkembangan sel enterosit mengakibatkan bertambahnya panjang dan luas area permukaan vili ikan botia. Peningkatan morfometri vili pada ikan botia tidak menyebabkan peningkatan morfometri usus. Peningkatan ukuran vili juga terjadi pada ikan mirror carp (*Cyprinus carpio*) seiring dengan penambahan level alanin-glutamin 0,75-1,5% (Xu *et al.* 2014). Pada ikan red drum (*Sciaenops ocellatus*) penambahan 2% glutamin menghasilkan rasio panjang usus paling besar dan meningkatkan ukuran mikrovili dan enterosit (Cheng *et al.* 2011).

Peningkatan morfometri vili pada penelitian ini menyebabkan meningkatnya fungsi usus yang ditunjukkan dengan adanya peningkatan aktivitas protease secara signifikan. Penambahan glutamin sebesar 1% sudah mampu meningkatkan aktivitas protease. Hal serupa ditemukan pada penelitian Xu *et al.* (2014) yaitu penambahan glutamin hingga 1,5% meningkatkan aktivitas protease ikan mas (*Cyprinus carpio* L). Hasil penelitian Lin dan Zhou (2006) juga menunjukkan peningkatan aktivitas protease pada usus yuwana ikan *Cyprinus carpio* var. Jian seiring dengan tingkat penambahan glutamin dari 0,4-1,2%.

Peningkatan morfometri vili dan aktivitas enzim protease meningkatkan kapasitas pencernaan protein pada ikan botia, namun demikian belum mampu memberikan efek positif terhadap efisiensi pakan, retensi protein dan lemak. Nilai retensi lemak pada semua level dosis lebih tinggi dibandingkan dengan nilai retensi protein. Hal ini menunjukkan ikan lebih banyak memanfaatkan energi dari protein untuk aktivitasnya, sehingga sedikit protein yang digunakan untuk pertumbuhannya. Parameter bobot dan panjang ikan akhir, serta laju pertumbuhan panjang harian pada penelitian ini belum mampu ditingkatkan dengan penambahan glutamin bebas. Hal ini serupa dengan hasil penelitian Pohlenz *et al.* (2012) pada ikan channel catfish yang diberi penambahan glutamin bebas selama 10 minggu. Coutinho *et al.* (2016) juga melaporkan tidak ada perbedaan pertumbuhan pada ikan gilthead sea bream dengan penambahan glutamin bebas. Penelitian yang menggunakan glutamin dipeptida (alanyl-glutamin) menunjukkan peningkatan pertumbuhan yang signifikan. Penambahan alanyl-glutamin (Aln-Gln) sebanyak 0,75-1,5% meningkatkan bobot tubuh 26,3- 29,36% pada

ikan mirror carp (Xu *et al.* 2014). Pada larva sturgeon (*Acipenser* sp), penambahan sebesar 0,5-1,0% meningkatkan pertumbuhan harian 3,83-4,10% (Wang *et al.* 2011).

Penggunaan glutamin bebas pada ikan botia kurang efektif memengaruhi pertumbuhannya. Hal ini diduga karena glutamin bebas lebih cepat diserap dan lebih cepat pula dilepaskan kembali, sehingga sedikit yang dapat dimanfaatkan untuk memenuhi kebutuhan untuk pertumbuhannya. Tingkat pengangkutan glutamin bebas ke dalam plasma juga rendah, mengindikasikan tingkat ekstraksi yang tinggi pada sel-sel usus, sehingga lebih efektif mendukung fungsi sel usus (Harris *et al.* 2012). Oleh karena glutamin dalam plasma sedikit, pemenuhan kebutuhan sel yang bergantung pada plasma dapat menyebabkan pelepasan glutamin dari otot dan mengurangi cadangan glutamin otot. Boza *et al.* (2000) menyatakan bahwa konsentrasi glutamin lebih rendah dengan penambahan glutamin bebas dibandingkan dalam bentuk dipeptida. Konsekuensinya, penurunan cadangan glutamin otot berpotensi menurunkan sintesis protein sehingga tidak mendukung untuk pertumbuhan.

Meskipun tidak berpengaruh nyata terhadap pertumbuhan, penambahan glutamin bebas pada penelitian ini meningkatkan sintasan hidup ikan botia. Hasil ini selaras dengan penelitian Liu *et al.* (2015) pada larva *Cynoglossus semilaevis*. Penelitian Wang *et al.* (2011) pada hibrid sturgeon juga menunjukkan sintasan lebih tinggi pada ikan yang diberi penambahan glutamin. Peningkatan sintasan ikan botia seiring dengan peningkatan kemampuan antioksidan yang dibuktikan dengan peningkatan aktivitas SOD serta penurunan MDA yang dihasilkan. Aktivitas SOD pada penelitian ini meningkat sedangkan kadar MDA menurun seiring bertambahnya do-

sis penambahan glutamin bebas. Kondisi serupa ditemukan juga pada ikan sturgeon (Wang *et al.* 2011) dan mirror carp (Xu *et al.* 2014). Igodharo & Akinloye (2018) menyatakan bahwa SOD merupakan enzim antioksidan endogen paling kuat dalam sel yang bertindak sebagai komponen sistem pertahanan garis depan terhadap senyawa radikal bebas *reactive oxygen species* (ROS).

ROS dihasilkan selama proses metabolisme. Ketika tingkat ROS mencapai di atas ambang batas, peningkatan peroksidasi lipid terjadi baik pada sel maupun membran organel dan selanjutnya memengaruhi fungsi sel normal. Peroksidasi lipid meningkatkan stress oksidatif melalui produksi radikal yang diturunkan dari lipid itu sendiri yang dapat bereaksi dengan protein dan DNA yang menyebabkan kerusakan (Sharma *et al.* 2012). Peroksidasi lipid menghasilkan produk akhir MDA dalam jumlah tinggi, sehingga dijadikan biomarker utama kerusakan oksidatif. Penambahan glutamin bebas meningkatkan kemampuan antioksidan secara enzimatik melalui peningkatan aktivitas SOD. SOD mengkatalisis pemutusan dua molekul anion superoksida (O_2^-) menjadi hidrogen peroksida (H_2O_2) dan molekul oksigen (O_2), sehingga mengurangi potensi bahaya anion superoksida (Ighodaro & Akinloye 2018). Peningkatan aktivitas SOD berpotensi mengurangi ROS dan menyebabkan menurunnya produksi MDA. Penurunan MDA juga dapat disebabkan oleh peningkatan molekul antioksidan *glutathione* (GSH) sebagai akibat penambahan glutamin bebas. Peningkatan sintasan ikan botia juga diduga karena glutamin menyediakan substrat energi untuk limfosit (Newsholme, 2001) sehingga meningkatkan status kesehatan ikan.

Simpulan

Pemberian pakan dengan penambahan glutamin bebas belum mampu meningkatkan kinerja pertumbuhan pada ikan botia. Penambahan glutamin bebas meningkatkan respons fisiologis dan sintasan ikan botia.

Daftar pustaka

- Bakke-McKellep AM, Penn HM, Salas PM, Refstie S, Sperstad S, Landsverk T, Ringø E, Krogh AS. 2007. Effects of dietary soybean meal, inulin and oxytetracycline on intestinal microbiota and epithelial cell stress, apoptosis and proliferation in the teleost Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *British Journal of Nutrition*, 97(4): 699-713.
- Barbosa R, Guimaraes S, Vasconcelos P, Chaves C. 2006. Metabolic effects of l-alanyl-glutamine in burned rats. *Burns*, 32(6): 721-727.
- Bergmeyer HU, Grossl M, Walter HE. 1983. Samples, reagents, assessment of results Vol. 2, In: Bergmeyer HU (ed). *Methods in enzymatic analysis 3rd edition*. Academic Press, The University of Michigan. 539 p.
- Boza JJ, Maire JC, Bovetto L. 2000. Plasma glutamine response to enteral administration of glutamine in human volunteers (free glutamine versus protein-bound glutamine). *Nutrition*, 16(11-12): 1037-1042.
- Buentello JA, Gatlin DM. 2000. The dietary arginine requirement of channel catfish (*Ictalurus punctatus*) is influenced by endogenous synthesis of arginine from glutamic acid. *Aquaculture*, 188(3-4): 311-321.
- Cheng ZY, Buentello A, Gatlin DM. 2011. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, immune responses and intestinal structure of red drum, *Sciaenops ocellatus*. *Aquaculture*, 319(1-2): 247-252.
- Coutinho F, Castro C, Palomares ER, Grande BO, Gallardo MA, Teles AO, Peres H. 2016. Dietary glutamine supplementation effect on amino acid metabolism, intestinal nutrient absorption capacity and anti-

- oxidant response of gilthead sea bream *Sparatus aurata* juveniles. *Comparative Biochemistry and Physiology Part A*, 191: 9-17.
- Harris R, Hoffman JR, Allsopp A, Routledge NBH. 2012. L-glutamine absorption is enhanced after ingestion of L-alanyl glutamine compared with the free amino acid or wheat protein. *Nutrition Research*, 32(4): 272-277.
- Huisman EA. 1987. *The Principles of Fish Culture Production*. Department of Aquaculture. Wageningen University. Netherlands. 170 p.
- Igodharo OM, Akinloye OA. 2018. First line defence antioxidants-superoxide dismutase (SOD), catalase (CAT) and glutathione peroxidase (GPX): Their fundamental role in the entire antioxidant defence grid. *Alexandria Journal of Medicine*, 54(8): 287-293.
- Iji PA, Saki A, Tivey DR. 2001. Body and intestinal growth of broiler chicks on commercial starter diet. I. intestinal weight and mucosal development. *British Poultry Science*, 42(4): 505-513.
- Jiang J, Zheng T, Zhou XQ, Liu Y, Feng L. 2009. Influence of glutamine and vitamin E on growth and antioxidant capacity of fish enterocytes. *Aquaculture Nutrition*, 15(4): 409-414.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo. 1993. *Freshwater fishes of western Indonesia and Sulawesi*. Hong-kong (HK). Periplus Editions. 221 p.
- Lin Y, Zhou XQ. 2006. Dietary glutamine supplementation improves structure and function of intestine of juvenile Jian carp (*Cyprinus carpio* var. Jian). *Aquaculture*, 256(1-4): 389-394.
- Liu J, Mai K, Xu W, Zhang Y, Zhou H, Ai Q. 2015. Effects of dietary glutamine on survival, growth performance, activities of digestive enzyme, antioxidant status and hypoxia stress resistance of half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis* Günther) post larvae. *Aquaculture*, 446: 48-56.
- Misra HP, Fridovich I. 1972. The role of superoxide anion in the autoxidation of epinephrine and simple assay for superoxide dismutase. *Journal of Biological Chemistry*, 247(12): 3170-3175.
- Newsholme P. 2001. Why is L-glutamine metabolism important to cells of the immune system in health, postinjury, surgery or infection. *Journal of Nutrition*, 131(9 Suppl): 2515-2522.
- Permana A, Priyadi A, Ginanjar R, Hadie W, Alimuddin. 2015. Pemberian rekombinan hormon pertumbuhan ikan kerapu keratang rEIGH secara oral melalui pakan alami pada benih ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker 1852). In: Sugama K, Kristanto AH, Radiarta IN, Lusastuti AM, Kusdiarti, Priono B, Insan I, Dewi RRSPS, Gardenia L (Editor). 2015. *Prosiding Forum Inovasi Akuakultur*. Bogor 8-9 Juni 2015. Pusat Penelitian dan Pengembangan Perikanan Budi daya. Jakarta. pp 303-309.
- Petra GB, Robert JN, Alexander PJH, Sybren M, Paul AM, Van L. 2001. Glutamine alimentation in catabolic state. *Journal of Nutrition*, 131(9): 2569S-2577S.
- Pohlenz C, Buentello A, Bakke AM, Gatlin DM. 2012. Free dietary glutamine improves intestinal morphology and increases enterocyte migration rates, but has limited effects on plasma amino acid profile and growth performance of channel cat fish *Ictalurus punctatus*. *Aquaculture*, 370-371: 32-39.
- Singh RP, Murthy KNC, Jayaprakasha GK. 2002. Studies on antioxidant activity of pomegranate (*Punica granatum*) peel and seed extract using in vitro model. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(1): 81-86.
- Sharma P, Jha AB, Dubey RS, Pessarakli M. 2012. Reactive oxygen species, oxidative damage, and antioxidative defense mechanism in plants under stressful conditions. *Journal of Botany*, 2012: 1-26.
- Slembrouck J, Priyadi A, Permana A, Ginanjar R, Baras E, Satyani D, Sudarto, Pouyaud L, Legendre M. 2012. Biology and culture of the clown loach *Chromobotia macracanthus* (Cypriniformes, Cobitidae): 2-Importance of water movement and temperature during egg incubation. *Aquatic Living Resource*, 25(2): 109-118.
- Wang CA, Xu QY, Xu H, Zhu Q, Yang JL, Sun DJ. 2011. Dietary L-alanyl-L-glutamine

- supplementation improves growth performance and physiological function of hybrid sturgeon *Acipenser schrenckii*♀ × *A. Baerii* ♂. *Journal of Applied Ichthyology*, 27(2): 727-732.
- Watanabe T. 1988. Fish nutrition and mariculture. Department of aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. Japan International Cooperation Agency. 233 p.
- Windmueller HG, Spaeth AE. 1980. Respiratory fuels and nitrogen metabolism in vivo in small intestine of red rats: quantitative importance of glutamine, glutamate, and aspartate. *Journal of Biological Chemistry*, 255(1):107-112.
- Wu G, Knabe DA, Flynn NE. 1994. Synthesis of citrulline from glutamine in pig enterocytes. *Biochemical Journal*, 299(1): 115-121.
- Wu G, Bazer FW, Johnson GA, Knabe DA, Burghardt RC, Spencer TE, Li XL, Wang JJ. 2011. Triennial growth symposium: important roles for L- glutamine in swine nutrition and production. *Journal of Animal Science*, 89(7): 2017-2030.
- Xi P, Jiang Z, Zheng C, Lin Y, Wu G. 2011. Regulation of protein metabolism by glutamine: implications for nutrition and health. *Frontiers in Bioscience*, 16(2): 578-597.
- Xu H, Zhu Q, Wang C, Zhao Z, Luo L, Wang LS, Li J, Xu QY. 2014. Effect of dietary alanyl-glutamine supplementation on growth performance, development of intestinal tract, antioxidant status and plasma non-specific immunity of young mirror carp (*Cyprinus carpio*). *Journal of Northeast Agricultural University*, 21(4): 37-46.

**Trophic ecology of fish community at Nimbai Stream:
Competition and predation interaction to Arfak rainbowfish,
Melanotaenia arfakensis Allen, 1990**

[Ekologi trofik komunitas ikan di Sungai Nimbai: Interaksi kompetisi dan pemangsaan terhadap ikan pelangi arfak, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990]

Emmanuel Manangkalangi^{1,2,5}, M. Fadjar Rahardjo^{3,5}, Renny K. Hadiaty^{4,5},
Sigid Hariyadi³, Charles P. H. Simanjuntak^{3,5}

¹ Graduate School of Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, IPB University, Bogor, Indonesia

² Department of Fisheries, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, Papua University, Manokwari, West Papua, Indonesia

E-mail: e_manangkalangi2013@yahoo.com

³ Department of Aquatic Resources Management, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, IPB University, Bogor, Indonesia

E-mail: mf_rahardjo@yahoo.com, sigidh100@yahoo.com, charles_phs@apps.ipb.ac.id

⁴ (in memoriam) Museum Zoologicum Bogoriense (MZB), Division of Zoology, Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences, Cibinong, Indonesia

⁵ Indonesian Ichthyological Society, Cibinong, Indonesia

Received: 25 July 2019; Accepted: 8 October 2019

Abstract

Information on trophic ecology can provide an understanding of the functional role of fish in an ecosystem, including endemic and native fish groups, as well as alien fish that are introduced through anthropogenic activities. The research on the trophic ecology of the fish community in the Nimbai Stream, Prafi River system, is intended to describe the interaction of competition and predation, especially towards endemic fish, *Melanotaenia arfakensis*. Fish samples were collected monthly from four habitat types, i.e., slow littoral, medium littoral, pool, and run from May 2016 to April 2017. A combination of an electric shocker and a hand net was used to collect fish samples. A total of 16 fish species were collected, consists of one endemic species, namely *M. arfakensis*, nine species of native fish, and six species of alien fish. The Arfak rainbowfish and three native fish species were categorized as insectivorous, four native fish species as herbivorous, and two other fishes as carnivorous. Three alien fish species also belong to insectivorous, two alien fish species as carnivorous, and one species as herbivorous. The niche breadth of fish communities ranges from 0.071 to 0.857. The trophic niche overlap between the Arfak rainbowfish and three native fish species and three alien fish species was recorded. The results of this study indicate a potential competition and predation interactions between Arfak rainbowfish and native fish as well as with alien fish species. Therefore, introducing alien fish into Prafi River system will disrupt Arfak rainbowfish population.

Keywords: alien fish, competition, endemic fish, food niche, native fish, predation

Abstrak

Informasi mengenai ekologi trofik dapat memberikan pemahaman tentang peran fungsional ikan dalam suatu ekosistem, termasuk pada kelompok ikan endemik, ikan asli, maupun ikan asing yang dimasukkan melalui aktivitas antropogenik. Penelitian mengenai ekologi trofik komunitas ikan di Sungai Nimbai, sistem Sungai Prafi, bertujuan untuk mendeskripsikan interaksi kompetisi dan pemangsaan, khususnya terhadap ikan endemik, *Melanotaenia arfakensis*. Contoh ikan dikumpulkan setiap bulan dari Mei 2016-April 2017 di empat tipe habitat yakni tepi aliran lambat, tepi aliran sedang, lubuk, dan aliran deras. Kombinasi alat *electric shocker* dan *hand net* digunakan untuk mengumpulkan contoh ikan. Sebanyak 16 spesies ikan berhasil dikumpulkan yang terdiri atas satu jenis ikan endemik (*M. arfakensis*), sembilan jenis ikan asli, dan enam jenis ikan asing. Ikan pelangi arfak dan tiga jenis ikan asli termasuk insektivora, empat jenis ikan asli adalah ikan herbivora, dan dua jenis ikan asli lainnya termasuk ikan karnivora. Tiga spesies ikan asing juga termasuk ikan insektivora, dua jenis ikan asing adalah ikan karnivora, dan satu spesies ikan asing lainnya adalah ikan herbivora. Luas relung komunitas ikan berkisar di antara 0,071-0,857. Tumpang tindih relung makanan ditemukan antara ikan pelangi arfak dengan tiga spesies ikan asli serta tiga spesies ikan asing. Hasil penelitian ini menunjukkan adanya potensi interaksi kompetisi dan pemangsaan antara ikan pelangi arfak dan ikan asli serta dengan ikan asing. Introduksi ikan asing ke dalam sistem Sungai Prafi ditengarai akan mengganggu populasi ikan pelangi arfak.

Kata penting: ikan asing, ikan asli, ikan endemik, kompetisi, pemangsaan, relung makanan

Introduction

Information on trophic ecology provides an understanding of the functional role of fishes in their ecosystem (Blaber 1997, Cruz-Escalona *et al.* 2000) which is also related to population dynamics (e.g., growth, reproduction, and abundance). In addition, this information contributes to understanding resource partitioning (Grossman 1986, Ross 1986, Guedes & Araújo 2008), habitat preferences (Wetherbee & Cortés 2004), prey selection (Motta & Wilga 2001), competition (Stergiou & Karpouzi 2002, Svanbäck & Bolnick 2007), predation (Frid & Marliave 2010), and energy transfer within and between ecosystems (Nakano & Murakami 2001, Baxter *et al.* 2004, 2005). Therefore, this ecological information becomes important in protection of species and ecosystem, and also in the development of conservation strategies (Simpfendorfer *et al.* 2011).

The Nimbai Stream is part of the Prafi River system that located in West Papua. Based on previous information (Manangkalangi *et al.* 2014), one of endemic fish species, namely *Melanotaenia arfakensis* and 10 species of native fish are occurred. However, it is unfortunate that in this stream six alien species have also been found (Manangkalangi *et al.* 2014) which are likely to originate from aquaculture and mosquito control activities. Information on alien fish trophic and its potential impact on endemic Arfak rainbowfish is still relatively rare (*ie* Manangkalangi & Kaliele 2011). It is necessary, therefore, to conduct a research on trophic ecology of fish community in Nimbai Stream with purpose to describe competition and predation

interactions between Arfak rainbowfish and other fish species in community. It is hoped that this information may useful as basis data for this endemic fish conservation strategy.

Materials and methods

Study area

This research was conducted in the Nimbai Stream, Prafi River system, West Papua Province (Figure 1). The stations were choosen related to previous information (Manangkalangi *et al.* 2019) that at these locations have a high frequency of occurrence and abundance of Arfak rainbowfish and a variety of alien species was found. At this location, four habitat types were determined for fish sampling, namely slow littoral, medium littoral, pool, and run (Copp 1992, Hawkins *et al.* 1993). Analysis of fish samples was conducted at the Fisheries Laboratory, Faculty of Fisheries and Marine Sciences, University of Papua.

Collection, identification, and handling of fish samples

Fish sampling was carried out monthly from May 2016 to April 2017. Fish samples collection in each habitat type was carried out using a combination of electric shocker and hand net (1 mm mesh size). Fish samples obtained were subsequently identified based on morphological characters referring to Allen (1990, 1991), Kottelat *et al.* (1993), Rainboth (1996), Roberts (1989), Allen *et al.* (2000), Pusey *et al.* (2004), Kadarusman *et al.* (2010), and Keith *et al.* (2011, 2012, 2017).

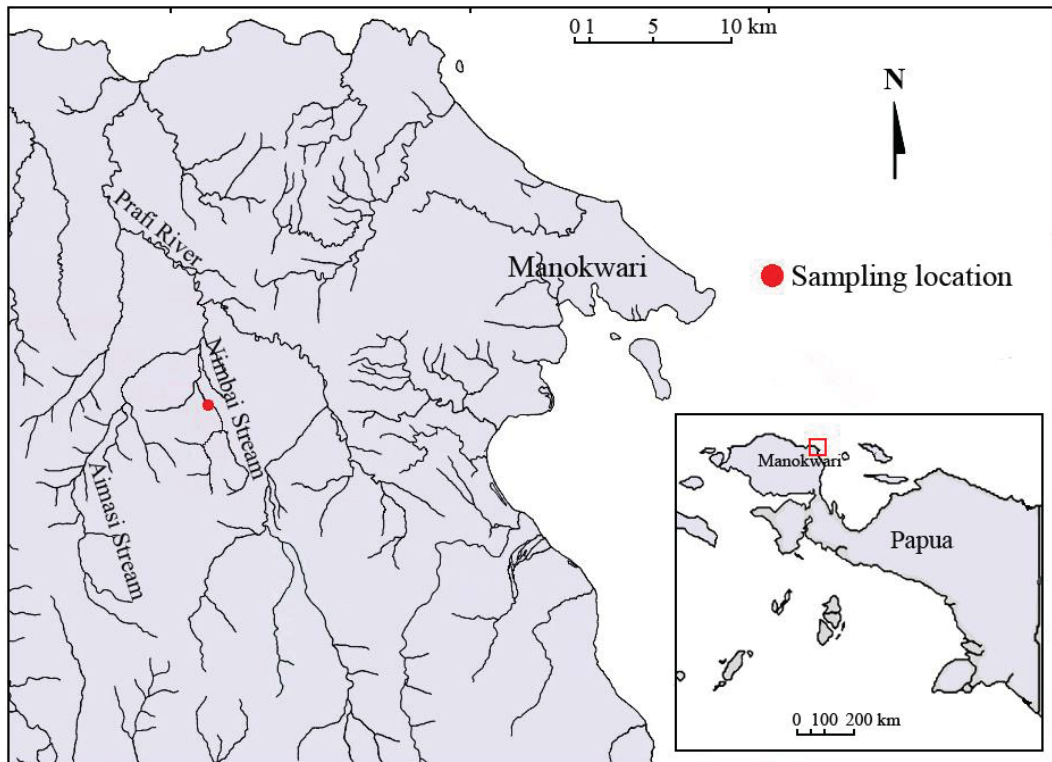


Figure 1 Map of sampling location at the Nimbai Streams, Prafi River system

Each sample of fish was measured in standard length using calipers with the nearest 0.01 mm. Fish samples were dissected and the digestive tract was removed. Diet in the digestive tract was further identified and counted individually. Food identification was carried out to the nearest taxa level with reference to Needham & Needham (1963), McCafferty (1983), Finlay *et al.* (1988), Carver *et al.* (1996), Colless & McAlpine (1996), Lawrence & Britton (1996), Naumann (1996), Neboiss (1996), Peters & Campbell (1996), Watson & O'Farrell (1996), Bouchard (2004), Pescador *et al.* (2004), Pescador & Richard (2004), and Bellinger & Sigee (2015).

Data analysis

Diet analysis of all fish species was carried out by calculating the index of preponderance, niche breadth and niche overlap. Only

the stomach containing food was used for all of these analyses.

Preponderance index (I_i) of food is calculated based on the formula Natarajan & Jhingran (1961) which has been modified by combining the frequency of occurrence and the amount, namely:

$$I_i = \frac{n_i \times o_i}{\sum n_i \times o_i} \times 100$$

where, I_i as the index of the preponderance of the food group i ; n_i is a percentage of the number of individuals in each food group i ; o_i as a percentage of the frequency occurrence of the food group i ; $\sum n_i \times o_i$ as a multiplication of the percentage of the number and frequency of occurrences of all food groups in the digestive tract.

The size of niche breadth is calculated according to Levins (1968), which is based on the even distribution of individual food by the formula:

$$B = \frac{1}{\sum p_j^2}$$

where B as Levins' measure of niche breadth, p_j as the proportion of individuals found in or using resource state j (calculated by N_j/Y), N_j as the number of individuals found in or using resource state j , $Y = \sum N_j$ = total number of individuals examined contained food.

For the standardization of niche breadth on a scale from 0 to 1, a formula based on Hurlbert (1978) is used:

$$B_A = \frac{B-1}{n-1}$$

where B_A is Levins' standardized niche breadth, B is Levins' measure of niche breadth, and n is the number of possible food used. Niche breadth are classified into small (<0.4), moderate ($0.4-0.6$), and large (> 0.6) categories (modified from Grossman 1986).

To find the overlapping food niches, a simplified Morisita index (Horn 1966) is used with the formula:

$$C_H = \frac{2 \sum p_{ij} p_{ik}}{\sum p_{ij}^2 + \sum p_{ik}^2}$$

where C_H as simplified Morisita index of overlap between species j and species k , p_{ij} as proportion of prey i of the total prey utilized by species j , and p_{ik} as proportion of prey i of the total prey utilized by species k .

This index value ranges between 0 and 1; if close to 0 indicates no similarity between food types and close to 1 indicates the use of the same food. This index is classified into several categories, namely small (<0.4), moderate ($0.4-0.6$), and large (>0.6) (Modified from Grossman 1986). This index assumes that all food is available equally to all predators (Reinthal 1990).

Results

Composition of species and number of fish samples

In this study, as many as 16 species were obtained, consisting of one endemic species,

nine native fish species, and six alien fish species (Table 1). In addition to the Arfak rainbowfish, individuals from two species of native fish (*Sicyopterus cynocephalus*, *Stiphodon semoni*), and three species of alien fish (*Barbodes binotatus*, *Gambusia affinis*, *Aplocheilichthys chax*) were also found in large numbers.

The composition and the largest portion of food

Food composition in the fish community in the Nimbai Stream is shown in Table 2. Food composition consists of groups of plants, more varied animals, and associated materials in the form of sand particles. Among the food groups in the form of animals, members of the insect group were mainly found to dominate the stomach contents of the fish community in this stream.

The composition and index of the preponderance (I_i) of food in the endemic fish group and native fish are shown in Table 3. In Arfak rainbowfish, the composition of the food varies but was dominated by the insect groups, especially Diptera and Ephemeroptera with I_i values > 16.58 . Three species of native fish (*E. fusca*, *S. cynocephalus*, and *A. grammepomus*) also consume prey items that were relatively same as Arfak rainbowfish, which was mainly dominated by insect groups from orders Diptera and Ephemeroptera. The other four species of native fish mainly consumed benthic algae group (ie, *S. semoni*, *Schimatogobius* sp., *C. melanoptera*, and *R. guilberti*) as main food. Two other species of native fish (*A. marmorata*, *B. segura*), mainly eat groups of animals, specifically from Oligochaeta and Crustaceans.

Table 1 Composition of species, number of individuals, and size of sample fish collected in the Nimbai Stream

No.	Category and Species		Number of individu		Standard length (mm)
	Name	Code	Range of each sampling	Total	
Endemic					
1.	Melanotaenia arfakensis	Mar	3-37	184	22.12-110.21
Native					
2.	Anguilla marmorata	Ama	1	3	294.13-372.59
3.	Eleotris fusca	Efu	1-3	9	45.98-67.63
4.	Belabbranchus segura	Bse	1-6	19	60.29-73.84
5.	Stiphodon semoni	Sse	1-17	47	26.75-35.83
6.	Sicyopterus cynocephalus	Scy	1-13	59	27.49-60.74
7.	Schismatogobius sp.	Sch	1	2	53.28-57.86
8.	Awaous grammepomus	Agr	1-3	6	65.53-77.81
9.	Cheilon melinopterus	Cme	1	1	98.46
10.	Rhyacichthys guilberti	Rgu	1	3	69.15-108.13
Alien					
11.	Aplocheilus panchax	Apa	2-13	55	23.70-45.68
12.	Oreochromis niloticus	Oni	1-8	21	28.16-77.57
13.	Clarias batrachus	Cba	1	1	78.66
14.	Barbodes binotatus	Bbi	1-41	185	20.28-84.96
15.	Gambusia affinis	Gaf	11-52	87	26.63-40.93
16.	Monopterus albus	Mal	1	2	374.27-486.82
Total				684	

The diet composition of six alien species also varies (Table 4). *Aplocheilus panchax*, *G. affinis*, and *B. binotatus* mainly eat insect groups, namely Ephemeroptera, Hemiptera, Diptera, and Trichoptera. *Clarias batrachus* and *Monopterus albus* mainly eat Oligochaeta (I_i value of 20.00-42.86). In contrast to *Oreochromis niloticus*, this species mainly feeds on Bacillariophyta and Chlorophyta groups.

The niche breadth

Niche breadth of the fish community in Nimbai Stream varies, ranging from 0.071 to 0.857 and in the small to large categories (Table 5). Arfak rainbowfish have a niche breadth in the medium category, while the niche breadth of

native fish and alien fish groups were categorized as small to large.

Trophic niche overlaps

Based on the results of the simplified Morisita's index analysis showed that niche trophic overlap between Arfak rainbowfish and native fish groups was vary in the range of 0.000 to 0.925 (Table 6). Overlap in the larger category which was mostly found between Arfak rainbowfish with *E. fusca*, *S. cynocephalus*, and *A. grammepomus*. Overlapping variations were also found between Arfak rainbowfish and alien fish (Table 7). The greatest overlap was found between this endemic fish with *G. affinis* (0.894-0.946), *A. panchax* (0.290-0.961), and *B. binotatus* (0.358-0.889).

Table 2 Food composition of fish communities in the Nimbai Stream

Group of organism		Taxa	Remarks
Plant (algae and macro-phyte)	1. Bacillariophyta	<i>Diatoma, Melosira, Navicula, Nitzschia, Rhizosolenia, Thalassiothrix</i>	-
	2. Chlorophyta	<i>Actinastrum, Closterium, Cosmarium, Docidium, Draparnaldia, Microspora, Mougeotia, Pleurotaenium, Spirogyra</i>	-
	3. Cyanophyta	<i>Anabaena</i>	-
	4. Macrophyta fraction	Unidentified	Leave fraction
Animal	5. Protozoa	<i>Diffugia</i>	-
	6. Rotifera	<i>Keratella</i>	-
	7. Cladocera	<i>Daphnia</i>	-
	8. Ephemeroptera	<i>Baetis, Caenis, Leptophlebia, Habrophlebia, Tricorythidae</i>	Aquatic insect, larva phase
	9. Coleoptera	Elmidae, Hydrophilidae, unidentified	Aquatic insect, larva phase
	10. Odonata	Libellulidae, Corduliidae, Calopterygidae	Aquatic insect, larva phase
	11. Diptera	Ceratopogonidae, Dixidae, Ephydriidae, Simuliidae	Aquatic insect, larva phase
	12. Trichoptera	Glossosomatidae, <i>Hydropsyche</i> sp., <i>Stactobiella</i> sp., Leptoceridae, Hydroptilidae, <i>Ryacophila</i> sp.	Aquatic insect, larva phase
	13. Lepidoptera	-	Aquatic insect, larva phase
	14. Hemiptera	<i>Rheumatobates</i> sp., <i>Husseyella</i> sp., Naucoridae	Aquatic insect, adult phase
	15. Araneae	-	Semi terrestrial insect
	16. Hymenoptera	Formicidae	Terrestrial insect, adult phase
	17. Collembola	Isotomidae	Semi terrestrial insect
	18. Insect fraction	-	Fraction
	19. Oligochaeta	-	-
	20. Gastropoda	<i>Lymnaea</i>	-
	21. Crustacea	Atyidae (shrimp)	-
	22. Fishes	Unidentified	Muscle fraction, scale
Other material	23. Sand particles	-	-

Note: - unidentified to species, genus, or family

Table 3 Food composition and indeks of preponderance (I_i) for Arfak rainbowfish and native fishes at the Nimbai Stream

No.	Prey item	Endemic and Native fishes									
		Mar	Ama	Efu	Bse	Sse	Scy	Sch	Agr	Cme	Rgu
1.	Bacillariophyta	0.30-9.52	-	-	-	39.22-77.38	4.17-22.50	50.00-75.00	4.07-9.68	27.03	60.34-77.78
2.	Chlorophyta	0.15-3.26	-	-	-	7.14-29.70	0.78-14.29	25.00-37.50	0.81-4.71	62.16	11.11-12.07
3.	Cyanophyta	0.33	-	-	-	5.31-50.00	1.39-14.12	-	3.23	2.70	20.69
4.	Macrophyta fraction	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	Protozoa	0.05-0.10	-	-	-	0.17-6.67	-	-	-	-	-
6.	Rotifera	0.06-0.99	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	Cladocera	0.03-4.76	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8.	Ephemeroptera	16.58-44.43	-	20.00-55.56	-	-	21.57-55.65	-	70.97-87.06	-	1.72
9.	Hemiptera	0.11-2.12	-	5.26-16.67	-	-	-	-	-	-	-
10.	Odonata	-	0.00-50.00	5.56-20.00	3.13-33.33	-	0.40-14.81	-	-	-	-
11.	Coleoptera	0.03-6.47	-	5.26-5.56	3.13-8.33	-	0.39-14.29	-	0.41	-	-
12.	Diptera	38.10-75.60	-	5.26-40.00	-	5.88-33.33	7.26-38.89	12.50	7.06-14.63	-	-
13.	Hymenoptera	0.05-2.93	-	5.56	6.25-25.00	-	-	-	-	-	-
14.	Trichoptera	0.17-6.33	-	11.11-16.67	-	0.17-1.19	3.23-19.35	-	-	-	3.45-11.11
15.	Lepidoptera	0.05-0.77	-	-	-	-	0.16-0.40	-	-	-	-
16.	Collembola	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
17.	Araneae	0.05-0.21	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18.	Insects fraction	0.06-2.61	-	5.26-33.33	-	-	1.61-14.29	-	0.81-3.23	-	1.72
19.	Oligochaeta	0.03-1.59	-	5.26-5.56	4.55-50.00	-	-	-	-	-	-
20.	Gastropoda (<i>Lymnaea</i>)	-	-	5.26-5.56	-	-	-	-	-	-	-
21.	Crustacea (shrimp)	-	50.00-100.00	5.56-33.33	12.50-75.00	-	-	-	-	-	-
22.	Fishes fraction (muscle, scale)	-	0.00-50.00	5.26-16.67	8.33-62.50	-	-	-	-	-	-
23.	Sand particles	-	-	-	-	-	-	-	-	8.11	-
	Proportion of plant material	0.00-9.52	0.00	0.00	0.00	66.67-100.00	11.11-32.16	87.50-100.00	4.71-16.13	91.89	88.89-93.10
	Proportion of insect material	84.13-100.00	0.00-50.00	50.00-94.44	0.00-27.27	0.00-33.33	67.84-88.89	0.00-12.50	83.87-95.29	0.00	6.90-11.11
	Proportion of animal material	89.06-100.00	100	100	100	0.00-33.33	67.84-88.89	0.00-12.50	83.87-95.29	0.00	6.90-11.11
	Categories	Carnivorous, (insectivorous)	Carnivorous	Carnivorous (insectivorous)	Carnivorous	Herbivorous	Carnivorous (insectivorous)	Herbivorous	Carnivorous (insectivorous)	Herbivorous	Herbivorous
Total observation		11	3	5	6	7	10	2	3	1	2

Table 4 Diet composition and index of preponderance (I_p) for alien fishes at the Nimbai Stream

No.	Prey item	Alien fishes					
		Apa	Oni	Cba	Bbi	Gaf	Mal
1.	Bacillariophyta	-	38.90-81.84	-	1.34-7.82	-	-
2.	Chlorophyta	0.47-0.90	23.27-37.83	-	0.07-1.41	-	-
3.	Cyanophyta	-	0.18-1.11	-	0.07-8.33	-	-
4.	Macrophyta fraction	-	0.71	-	0.58-19.05	-	-
5.	Protozoa	-	0.06	-	-	-	-
6.	Rotifera	-	0.16-6.39	-	-	-	-
7.	Cladocera	0.24	0.79-4.15	-	0.03-0.18	0.35-1.96	-
8.	Ephemeroptera	12.12-41.95	3.73-7.54	-	4.76-49.07	26.96-40.78	-
9.	Hemiptera	0.94-36.36	1.26-1.42	-	0.33-2.48	4.57-11.86	-
10.	Odonata	0.12-12.12	0.71	28.57	0.06-1.09	0.25-0.90	20.00
11.	Coleoptera	0.12-0.94	0.04-0.18	-	0.06-0.99	0.31-1.37	-
12.	Diptera	6.67-60.71	1.70-3.91	-	4.17-62.89	38.28-55.15	-
13.	Hymenoptera	0.94-18.18	0.06	-	0.71-4.76	0.25-2.39	-
14.	Trichoptera	0.47-40.00	0.18-2.01	-	0.93-53.47	1.96-6.59	-
15.	Lepidoptera	0.56-5.66	0.06-0.18	-	0.06-1.07	0.99-4.23	20.00
16.	Collembola	-	-	-	0.03-0.18	0.01	-
17.	Araneae	-	-	-	0.03-0.27	-	-
18.	Insects fraction	0.12-26.67	0.04-0.50	-	4.03-33.33	0.11-2.21	20.00
19.	Oligochaeta	-	-	42.86	0.53-4.81	0.05	20.00-40.00
20.	Gastropoda (Lymnaea)	-	-	-	-	-	20.00
21.	Crustacea (shrimp)	-	-	28.57	0.06-4.76	0.01-0.05	20.00
22.	Fishes fraction (muscle, scale)	0.12-5.26	-	-	-	0.05-0.25	20.00
23.	Sand particles	-	0.04-0.53	-	0.04-9.52	-	-
	Proportion of plant material	0.00-0.47	77.62-90.86	0.00	3.75-19.05	0.00	0.00
	Proportion of insect material	94.74-100.00	8.15-13.20	22.22	61.90-93.75	97.79-99.44	20.00-40.00
	Proportion of animal material	99.10-100.00	9.10-19.36	100.00	71.43-96.25	100.00	100.00
	Categories	Carnivorous (insectivorous)	Herbivorous	Carnivorous	Carnivorous (insectivorous)	Carnivorous (insectivorous)	Carnivorous
Total observation		9	3	1	11	3	2

Table 5 Niche breadth of fish community at the Nimbai Stream

No.	Species	Niche breadth		n	Categories after standardized
		B	B _A		
Endemic fish					
1.	<i>M. arfakensis</i>	2.828-5.043	0.181-0.512	7-14	Small-medium
Native fish					
2.	<i>A. marmorata</i>	1.600-2.667	0.600-0.833	2-3	Large
3.	<i>E. fusca</i>	3.267-6.259	0.624-0.756	4-9	Large
4.	<i>B. segura</i>	1.800-4.840	0.667-0.833	2-6	Large
5.	<i>S. semoni</i>	1.471-3.771	0.421-0.786	2-6	Medium-large
6.	<i>S. cynocephalus</i>	3.769-6.896	0.399-0.737	5-10	Small-large
7.	<i>Schismatogobius</i> sp.	1.600-2.462	0.600-0.731	2-3	Large
8.	<i>A. grammepomus</i>	1.452-1.903	0.144-0.181	4-6	Small
9.	<i>C. melinopterus</i>	2.142	0.381	4	Small
10.	<i>R. guilberti</i>	1.588-2.362	0.272-0.294	3-6	Small
Alien fish					
11.	<i>A. panchax</i>	2.814-6.119	0.203-0.852	4-12	Small-larger
12.	<i>O. niloticus</i>	1.854-3.743	0.071-0.196	11-15	Small
13.	<i>C. batrachus</i>	2.455	0.727	3	Large
14.	<i>B. binotatus</i>	4.596-8.559	0.281-0.845	6-19	Small-large
15.	<i>G. affinis</i>	4.477-5.488	0.290-0.408	11-13	Small-medium
16.	<i>M. albus</i>	3.571-3.769	0.692-0.857	4-5	Large

Note: B = Levins' niche breadth, BA = standardized Levins' niche breadth, n = number of food group

Discussion

Niche breadth

The niche breadth is being influenced by the number of food groups and by the even distribution of individual food. Krebs (1989) suggests that organisms that utilize more diverse types of food and/or proportions of each type of food that are relatively the same have wider niche breadth and vice versa. Therefore, a high predation rate when food is abundant at a certain location will cause the predator's food niche to be narrower (Crowder & Cooper 1982). Although a fish species utilizes more than one type of food, the dominance of a type of food is likely to indicate its abundance in waters. Moreover, the dominance of a type of food indicates the

possibility of active food selection. The results of previous study (Manangkalangi *et al.* 2010) showed that Arfak rainbowfish tend to choose prey item. This explains why niche breadth of this endemic fish is small to medium, even though food diversity is relatively higher (7-14 food groups).

Niche trophic overlap

High overlapping values indicate the similarity of foods that are categorized as high (Grossman 1996). Values that exceed 0.6 indicate a very important biologically overlap in the use of resources (Wallace 1981), which is likely to have implications for competition in food sources if their availability is limited in nature.

Table 6 Niche overlap between Arfak rainbowfish and native fishes at the Nimbai Stream

Month	Native fish								
	Ama	Efu	Bse	Sse	Scy	Sch	Agr	Cme	Rgu
Mei	-	-	-	-	-	-	-	-	-
June	0.010	-	0.058	-	0.886	0.178	-	-	-
July	-	-	-	0.580	-	-	-	-	-
August	-	0.848	0.037	-	0.726	-	-	-	0.215
September	0.000	0.530	-	0.103	0.692	-	-	0.078	-
October	-	-	-	-	-	-	-	-	-
November	-	0.566	-	-	0.437	-	0.533	-	-
December	0.000	0.414	-	-	0.925	-	-	-	-
January	-	-	0.000	0.320	0.834	0.070	-	-	-
February	-	-	-	0.218	0.786	-	0.636	-	-
March	-	0.070	0.025	0.354	0.780	-	-	-	0.117
April	-	-	0.009	0.399	0.921	-	-	-	-
Range	0.000-0.010	0.070-0.848	0.000-0.058	0.103-0.580	0.437-0.925	0.070-0.178	0.533-0.636	0.078	0.117-0.215
Category of niche overlap	small	small-large	small	small-medium	medium-large	small	medium-large	small	small

Table 7 Niche trophic overlap between Arfak rainbowfish and alien fishes at the Nimbai Stream

Month	Alien fish					
	Apa	Oni	Cba	Bbi	Gaf	Mal
Mei	0.881	-	-	0.893	-	-
June	0.959	-	-	0.769	-	-
July	-	0.125	-	0.437	-	-
August	-	-	-	0.358	-	-
September	0.948	-	-	0.658	-	-
October	-	-	-	-	-	-
November	0.939	0.210	-	0.690	-	-
December	0.961	-	-	0.738	-	-
January	0.952	-	-	0.766	0.946	-
February	0.816	0.158	-	0.637	0.894	0.035
March	0.554	0.256	-	0.758	-	0.063
April	0.290	0.257	0.024	0.789	0.942	-
Range	0.290-0.961	0.125-0.257	0.024	0.358-0.893	0.894-0.946	0.035-0.063
Category of niche overlap	small-large	small	small	small-large	large	small

Interaction of competition and predation on Arfak rainbowfish

The results showed that there is a potential for competition and predation interactions between the Arfak rainbowfish and some native fish in the Nimbai Stream. Although predation interaction cannot yet be proven directly, based on the results of identification of food composition and index of preponderance, the largest part shows that some species belong to the carnivorous group; in particular, there is a fish muscle fraction. Also, the introduced of alien fish adds pressure on the presence of Arfak rainbowfish and native fish populations concerning predation and the level of competition for food resources, especially the aquatic insect groups. Some studies indicate that some of alien fish species found in this study area have an impact on declining fish population and native biota through predation mechanism and food competition, for example, *Gambusia affinis* (Leyse *et al.* 2003, Laha & Mattingly 2007, Segev *et al.* 2008) and *Oreochromis niloticus* (Morgan *et al.* 2004).

Conclusions

The results of the present study show that there are two types of interaction between Arfak rainbowfish with other fishes in Nimbai Stream, namely competition and predation. Arfak rainbowfish competes with others native fish (such as *Eleotris fusca*, *Sicyopterus cyanocephalus*, *Awaous grammepomus*) and alien fish species (i.e., *Aplocheilus panchax*, *Gambusia affinis*, *Barbodes binotatus*) in terms of feeding preferences. There is a possibility that Arfak rainbowfish becomes prey for carnivorous fishes like *Anguilla marmorata*, *Belobranchus segura* and *Monopterus albus*. Accordingly, introduction of

alien fish species into Nimbai Stream will disrupt the Arfak rainbowfish population.

Acknowledgement

The authors thanks Luky Sembel, Abraham W. Manumpil, Frengky N. Krey, Adries Latul, Williwar Aronggear, Habema VY Monim, Nomensen Rumbewas (†), Dodi J. Sawaki, Yunus Baab, Dakar Prasetyo, Bernadus Duwit, Daud Orisu, Satriano N. Yoku, Philipus Musyeri, Hendry Amunau, Artasastra Arki H. M. Awairaro, Moses Peday, Riky Kaiway, Marten Sawaki, Bram Ondy, Adi I. Throvyman, Irman Rumengan, Dandy Saleky, who helped the collection and handling of samples in the field and laboratory. To Simon P. O. Leatemia as Head of the Fisheries and Marine Sciences Faculty of Fisheries Laboratory, the University of Papua who provided facilities in this research. The first author also thanks to the Ministry of Research, Technology, and Higher Education for the support of the 2014 Domestic Postgraduate Education Scholarship (BPPDN) and the Doctoral Research Grant 2017 with number of contract: 089/SP2H/LT/DRPM/IV/2017. Also to the Research Center for Fish Resource Recovery (BRPSDI) which has provided funding support for publication in the Indonesian Journal of Ichthyology

References

- Allen GR. 1990. Les poissons arc-en-ciel (Melanotaeniidae) de la Péninsule de Vogelkop, Irian Jaya, avec description de trois nouvelles espèces. *Revue française d'Aquariologie*, 16(4): 101-112.
- Allen GR. 1991. *Field guide to the freshwater fishes of New Guinea*. Christensen Research Institute, Madang. 268 p.
- Allen GR, Hurtle KG, Renyaan SJ. 2000. *Freshwater fishes of the Timika Region New*

- Guinea. PT. Freeport Indonesia, Timika Indonesia, 175 p.
- Baxter CV, Fausch KD, Murakami M, Chapman PL. 2004. Fish invasion restructures stream and forest food webs by interrupting reciprocal prey subsidies. *Ecology*, 85(10): 2656-2663.
- Baxter CV, Fausch KD, Saunders WC. 2005. Tangled webs: reciprocal flows of invertebrate prey link streams and riparian zones. *Freshwater Biology*, 50(2): 201-220.
- Bellinger EG, Sigeo DC. 2015. *Freshwater algae. Identification, enumeration and use as bioindicators*. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, West Sussex, UK. 275 p.
- Blaber SJM. 1997. *Fish and fisheries of tropical estuaries*. Chapman and Hall, London. 367 p.
- Bouchard RW. 2004. *Guide to aquatic invertebrates of the Upper Midwest: identification manual for students, citizen monitors, and aquatic resource professionals*. University of Minnesota. 207 p.
- Carver M, Gross GF, Woodward TE. 1996. Hemiptera (Bugs, leafhoppers, cicadas, aphids, scale insects etc.). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ. (eds.). *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. Volume I. Melbourne University Press, pp. 429-509.
- Colless DH, McAlpine DK. 1996. Diptera (Flies). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ (eds). *The insects of Australia: A textbook for students and research workers*. Vol II. Melbourne University Press. pp. 717-786.
- Copp GH. 1992. Comparative microhabitat use of cyprinid larvae and juveniles in a lotic floodplain channel. *Environmental Biology of Fishes*, 33(1-2): 181-193.
- Crowder LB, Cooper WE. 1982. Habitat structural complexity and the interaction between bluegills and their prey. *Ecology*, 63(6): 1802-1813.
- Cruz-Escalona VH, Abitia-Cardenas LA, Campos-Dávila L, Galvan-Magaña F. 2000. Trophic interrelations of the three most abundant fish species from Laguna San Ignacio, Baja California Sur, Mexico. *Bulletin of Marine Science*, 66(2): 361-373.
- Finlay BJ, Rogerson A, Cowling AJ. 1988. *A beginner's guide to the collection, isolation, cultivation and identification of freshwater protozoa*. Culture Collection of Algae and Protozoa (CCAP), Ambleside, Cumbria, UK. 78 p.
- Frid A, Marliave J. 2010. Predatory fishes affect trophic cascades and apparent competition in temperate reefs. *Biology Letters*, 6(4): 533-536.
- Grossman GD. 1986. Food resource partitioning in a rocky intertidal fish assemblage. *Journal of Zoology*, 1(2): 317-355.
- Guedes APP, Araújo FG. 2008. Trophic resource partitioning among five flatfish species (Actinopterygii, Pleuronectiformes) in a tropical bay in southeastern Brazil. *Journal of Fish Biology*, 72(4): 1035-1054.
- Hawkins CP, Kershner JL, Bisson PA, Bryant MD, Decker LM, Gregory SV, McCullough DA, Overton CK, Reeves GH, Steedman RJ, Young MK. 1993. A hierarchical approach to classifying stream habitat features. *Fisheries*, 18(6): 3-12.
- Horn HS. 1966. Measurement of "overlap" in comparative ecological studies. *The American Naturalist*, 100(914): 419-424.
- Hurlbert SH. 1978. The measurement of niche overlap and some relatives. *Ecology*, 59(1): 67-77.
- Kadariusman, Sudarto, Paradis E, Pouyaud L. 2010. Description of *Melanotaenia fasiensis*, a new species of rainbowfish (Melanotaeniidae) from West Papua, Indonesia with comments on the rediscovery of *M. ajamaruensis* and the endangered status of *M. parva*. *Cybium*, 34(2): 207-215.
- Keith P, Allen GR, Lord C, Hadiaty RK. 2011. Five new species of *Sicyopterus* (Gobioidi: Sicydiinae) from Papua New Guinea and Papua. *Cybium*, 35(4): 299-318.
- Keith P, Hadiaty RK, Lord C. 2012. A new species of *Belobranchus* (Teleostei: Gobi-

- oidei: Eleotridae) from Indonesia. *Cybi-um*, 36(3): 479-484.
- Keith P, Lord C, Dahrudin H, Limmon G, Sukmono T, Hadiaty R, Hubert N. 2017. *Schismatogobius* (Gobiidae) from Indonesia, with description of four new species. *Cybi-um*, 41(2): 195-211.
- Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjo-atmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition Ltd., Hong Kong. 221 p.
- Krebs CJ. 1989. *Ecological Methodology*. Harper Collins Publishers, New York. 654 p.
- Laha M, Mattingly HT. 2007. Ex situ evaluation of impacts of invasive mosquitofish on the imperiled barrens topminnow. *Environmental Biology of Fishes*, 78(1): 1-11.
- Lawrence JF, Britton EB. 1996. Coleoptera (Beetles). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ. (eds.). *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. Vol II. Melbourne University Press, pp. 543-683.
- Levins R. 1968. *Evolution in changing environments*. Princeton University Press, Princeton, New Jersey. 120 p.
- Leyse KE, Lawler SP, Strange T. 2003. Effects of an alien fish, *Gambusia affinis*, on an endemic California fairy shrimp, *Lindneriella accidentalis*: implications for conservation of diversity in fishless water. *Biological Conservation*, 118(1): 57-65.
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Sjafii DS, Sulistiono. 2010. Food preference of Arfak rainbowfish, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990 in Nimbai and Aimasi Streams, Manokwari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(2): 123-135. (In Indonesian)
- Manangkalangi E, Kaliele MY. 2011. Niche breadth, overlap, and feeding strategy of the Arfak rainbowfish (*Melanotaenia arfakensis*) and mosquitofish (*Gambusia affinis*) in Nimbai Stream, Manokwari. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 7(2): 153-164. (In Indonesian)
- Manangkalangi E, Leatemia SPO, Lefaan PT, Peday HFZ, Sembel L. 2014. Habitat condition of Arfak rainbowfish, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990 at Nimbai Streams, Prafi Manokwari. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1): 21-36. (In Indonesian)
- Manangkalangi E, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Hariyadi S, Simanjuntak CPH. 2019. Distribution and abundance of the Arfak rainbowfish, *Melanotaenia arfakensis* Allen, 1990 in Prafi River system, Manokwari, West Papua: Due to habitat degradation? [Submitted for Proceeding EMBRIO 4th, 2019].
- McCafferty WP. 1983. *Aquatic entomology. The fishermen's and ecologist's illustrated guide to insects and their relatives*. Jones and Bartlett Publishers International, London. 420 p.
- Morgan DL, Gill HS, Maddern MG, Beatty SJ. 2004. Distribution and impacts of introduced freshwater fishes in Western Australia. *New Zealand Journal of Marine and Freshwater Research*, 38(3): 511-523.
- Motta PJ, Wilga CD. 2001. Advances in the study of feeding behaviors, mechanisms, and mechanics of sharks. In: Tricas TC, Gruber SH. (eds.). *The behavior and sensory biology of elasmobranch fishes: an anthology in memory of Donald Richard Nelson*. Developments in environmental biology of fishes, Vol 20. Springer, Dordrecht. pp. 131-156.
- Nakano S, Murakami M. 2001. Reciprocal subsidies: dynamic interdependence between terrestrial and aquatic food webs. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 98(1): 166-170.
- Natarajan AV, Jhingran AG. 1961. Index of preponderance: a method of grading the food elements in the stomach analysis of fishes. *Indian Journal of Fisheries*, 8(1): 54-59.
- Naumann ID. 1996. Hymenoptera (Wasps, bees, ants, sawflies). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ. (eds.). *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. Vol II. Melbourne University Press. pp. 916-1000.
- Neboiss A. 1996. Trichoptera (Caddisflies, cad-dises). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Tay-

- lor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ. (eds.). *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. Vol II. Melbourne University Press. pp. 787-816.
- Needham JG, Needham PR. 1963. *A guide to the study of freshwater biology*. Fifth edition. Holden-Day, Inc., San Francisco. 107 p.
- Pescador ML, Rasmussen AK, Harris SC. 2004. *Identification manual for the caddisfly (Trichoptera) larvae of Florida*. Revised Edition. Department of Environmental Protection, Tallahassee, State of Florida. 236 p.
- Pescador ML, Richard BA. 2004. *Guide to the mayflies (Ephemeroptera) nymphs of Florida*. Department of Environmental Protection, Tallahassee, State of Florida. 115 p.
- Peters WL, Campbell IC. 1996. Ephemeroptera (mayflies). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ. (eds.). *The insects of Australia: a textbook for students and research workers*. Vol I. Melbourne University Press. pp. 279-293.
- Pusey B, Kennard M, Arthington A. 2004. *Freshwater fishes of northeastern Australia*. CSIRO, Collingwood, Australia. 684 p.
- Rainboth WJ. 1996. *Fishes of the Cambodian Mekong*. FAO species identification field guide for fishery purposes. FAO, Rome, 265 p.
- Reinthal PN. 1990. The feeding habits of a group of herbivorous rock-dwelling cichlid fishes (Cichlidae: Perciformes) from Lake Malawi, Africa. *Environmental Biology of Fishes*, 27(3): 215-233.
- Roberts TR. 1989. *The freshwater fishes of Western Borneo (Kalimantan Barat, Indonesia)*. Memoirs of the California Academy of Sciences 14, 210 p.
- Ross ST. 1986. Resource partitioning in fish assemblages: a review of field studies. *Copeia*, 1986(2): 352-388.
- Segev O, Mangel M, Blaustein L. 2008. Deleterious effects by mosquitofish (*Gambusia affinis*) on the endangered fire salamander (*Salamandra infraimmaculata*). *Animal Conservation*, 12(1): 29-37.
- Simpfendorfer CA, Heupel MR, White WT, Dulvy NK. 2011. The importance of research and public opinion to conservation management of sharks and rays: a synthesis. *Marine and Freshwater Research*, 62(6): 518-527.
- Stergiou KI, Karpouzi VS. 2002. Feeding habits and trophic levels of Mediterranean fish. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11(3): 217-254.
- Svanbäck R, Bolnick DI. 2007. Intraspecific competition drives increased resource use diversity within a natural population. *Proceedings of the Royal Society B*, 274(1611): 839-844.
- Wallace RK Jr. 1981. An assessment of diet-overlap indexes. *Transactions of the American Fisheries Society*, 110(1): 72-76.
- Watson JAL, O'Farrell AF. 1996. Odonata (Dragonflies and damselflies). In: Naumann ID, Carne PB, Lawrence JF, Nielsen ES, Spradbery JP, Taylor RW, Whitten MJ, Littlejohn MJ (eds.). *The insect of Australia. A textbook for students and research workers*. Volume I. Melbourne University Press. p. 294-310.
- Wetherbee BM, Cortés E. 2004. Food consumption and feeding habits. In: Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR (eds.). *Biology of sharks and their relatives*. CRC Press LLC, Boca Raton. pp. 225-246.

Aplikasi *DNA barcoding* ikan julung-julung (*Hemirhampus* sp.) di Perairan Laut Maluku Utara

[DNA barcoding application of garfish (*Hemirhampus* sp.) in North Maluku Sea]

M. Janib Achmad¹, Martini Djahmur¹, M. Abjan Fabanyo², Nebuchadnezzar Akbar³

¹Pemanfaatan Sumberdaya Perikanan, FPK. Universitas Khairun, Ternate

²Manajemen Sumberdaya Perairan, FPK. Universitas Khairun, Ternate

³Ilmu Kelautan, FPK. Universitas Khairun, Ternate

Surel: mjachmad@yahoo.com, martinidjahmur@gmail.com, dhani.haliyorag@gmail.com, nezzarnebuchad@yahoo.co.id

Diterima: 30 April 2019; Disetujui: 8 Oktober 2019

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi spesies ikan julung-julung (*Hemirhampus* sp.) di perairan Maluku Utara melalui aplikasi *DNA barcoding*. Metode yang digunakan dalam penelitian adalah desain primer, ekstraksi dan isolasi DNA serta amplifikasi DNA dengan PCR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa analisis gen Cyt b yang diamplifikasi diperoleh ampikon sebesar 350 bp, dan analisis penyejajaran menunjukkan bahwa sekuen sampel ampikon memiliki similaritas dengan sekuen gen Cyt b isolat *Hemiramphus balao* sebesar 97%. Analisis lanjut menunjukkan bahwa keenam sampel memiliki jarak genetik yang tergolong sangat rendah. Dapat disimpulkan bahwa sampel isolat ikan julung-julung dalam penelitian ini masih memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat.

Kata penting : *barcoding*, *cytochrome*, julung-julung, molekuler

Abstract

The purpose of this study was to identify the species of garfish in the waters of north Maluku by applying DNA barcoding techniques. The method used in the study was the primary design of DNA extraction and isolation, and DNA amplification through polymerase chain reaction. The results showed that Gen Cyt b analysis amplified $\pm$ 350 bp amplicon and for the alignment analysis showed that the amplification sample sequence had similarity with the Cyt b gene sequence of *Hemiramphus balao* with value of 97%. Sequence analysis showed that the six specimens had very low genetic distances. It can be concluded that the isolate samples of garfish have a very close kinship.

Keyword: *barcoding*, *cytochrome*, *garfish*, *molecular*

Pendahuluan

Ikan julung-julung (*Hemirhampus* sp.) tergolong ikan pelagis kecil yang hidup di lapisan atas perairan laut. Daerah persebaran ikan tersebut berada di permukaan pantai dan lepas pantai di wilayah Indonesia bagian Timur yaitu Laut Flores, Selat Makasar, Laut Sulawesi, laut Maluku, Laut Halmahera dan laut Banda. Ikan julung-julung memiliki nilai ekonomi tinggi. Tingginya aktivitas penangkapan ikan julung-julung berpengaruh besar terhadap populasi ikan dan berdampak pada turunnya kualitas keseimbangan ekosistem (Carrier *et al.* 2010). Karena itu diperlukan suatu upaya untuk menjaga kelestarian ikan julung-julung agar tidak

terancam punah. Sebagai langkah awal dari upaya tersebut, perlu dilakukan identifikasi baik secara morfologis maupun secara molekuler. Identifikasi dengan teknik biologi molekuler sangat efektif, karena membantu keberlanjutan dan mengetahui sumber daya hayati yang semakin terancam. Identifikasi morfologi selanjutnya diikuti dengan identifikasi molekuler berdasarkan potongan DNA pendek yang disebut DNA Barcode (Hebert *et al.* 2003).

DNA *barcoding* merupakan metode yang sering digunakan dalam forensik taksonomi karena efektif dalam mengidentifikasi berbagai kondisi sampel (Wong 2011). Teknik DNA *barcoding* dipakai untuk mendapatkan infor-

masi genetik dan metode untuk memperoleh urutan basa nukleotida pada molekul DNA (Sanger *et al.* 1977, Wong 2011). Analisis DNA adalah mengimplifikasi segmen DNA dari *cytochrome b* dan menentukan sekuensing. Menurut Freeland (2005), DNA sekuensing merupakan satu-satunya metode untuk mengidentifikasi pasangan basa dengan tepat antara individu yang berbeda dan memungkinkan untuk menyimpulkan hubungan evolusi. Selain itu teknik ini sangat mudah, cepat, efisien sehingga banyak digunakan sebagai aplikasi dasar (Graham & Hill 2001). DNA *barcode* merupakan suatu teknik identifikasi spesies, aplikasinya mirip dengan teknologi pemindaian *barcode* pada hewan. DNA *barcoding* dapat mengkarakteristik spesies dengan menggunakan arbitrase pendek sekuensing DNA. Oleh karena itu DNA *barcoding* adalah metode favorit dalam forensik taksonomi karena efektif dalam mengidentifikasi sampel uji dan menghasilkan data yang valid (Wong 2011, Tamura *et al.* 2011).

Pendekatan yang digunakan untuk analisis DNA adalah mengamplifikasi segmen DNA dari *Cytochrome b* (Cyt b) dan menentukan sekuennya (Mackie *et al.* 1999). *Cytochrome b* adalah bagian dari DNA mitokondria (mtDNA) yang terlibat dalam transportasi elektron dalam mitokondria. Adanya variasi urutan pada Cyt b menyebabkan gen ini banyak digunakan untuk membandingkan spesies dalam genus atau famili yang sama, berdasarkan jajaran urutan basa gen Cyt b, daerah tersebut dapat memberikan informasi filogenetik pada tingkat intraspesies sampai pada tingkat antargenus (Faizah 2008). Perbandingan sekuen gen Cyt b kemudian dapat digunakan untuk mengidentifikasi dan melihat

hubungan kekerabatan antar spesies ikan julung-julung yang ada di wilayah perairan Maluku dan daerah lain.

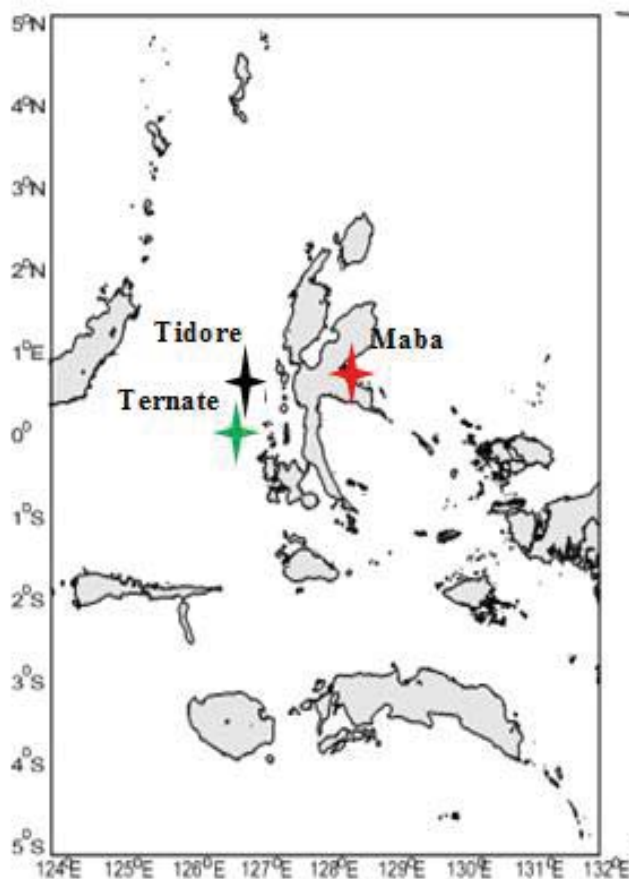
Penelitian genetik ikan di perairan Maluku Utara yang dilakukan Akbar *et al.* (2014) tentang keragaman genetik ikan tuna sirip kuning di Laut Maluku, Aris *et al.* (2017) melihat keragaman genetik ikan tuna sirip kuning di perairan Maluku Utara, Akbar *et al.* (2018a) tentang filogenetik ikan tuna di Indonesia dilaporkan di perairan Maluku Utara, Akbar & Aris (2018b) mengenai struktur populasi genetik tuna sirip kuning (*Thunnus albacares*), sebagai basis data konservasi ikan di perairan Maluku Utara dan Akbar *et al.* (2018c) tentang genetik populasi dan filogeografi ikan tuna mata besar di laut Maluku, Indonesia. Namun informasi morfologi dan mengimplikasi teknik DNA *barcoding* ikan julung-julung (*Hemirhampus* sp.) di perairan Maluku Utara belum tersedia, sehingga penelitian ini penting dilakukan.

Penelitian bertujuan untuk menganalisis DNA *barcoding* ikan julung-julung (*Hemirhampus* sp.) di Perairan Laut Maluku Utara. Informasi yang diperoleh dijadikan sebagai langkah awal untuk menjaga kelestarian sumber daya ikan.

Bahan dan metode

Pengambilan Sampel

Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Juli 2018, di tiga lokasi yaitu, Ternate (Tt1 dan Tt2), Tidore (Tt3-Tt4), dan Maba (Tt5-Tt5) (Gambar 1). Identifikasi DNA dilakukan di Laboratorium Lingkungan dan Penyakit Ikan, Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gadjah Mada.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian (Bintang hitam = Pulau Tidore, bintang hijau = Pulau Ternate dan bintang merah = Desa Maba)

Pengukuran morfometrik

Morfometrik merupakan metode yang umum dalam studi iktiologi untuk identifikasi dan mendeskripsikan bentuk tubuh ikan (Cahyono *et al.* 2018, Asiah *et al.* 2019). Pengukuran morfometrik menggunakan kaliper digital dengan nilai akurasi 0,1 mm. Karakteristik morfologi yang diamati adalah panjang total, panjang baku, panjang kepala, tinggi kepala, tinggi badan, lebar badan, tinggi batang ekor, panjang batang ekor, panjang sirip dorsal, lebar dasar sirip dorsal, panjang sirip ventral, lebar dasar sirip ventral, panjang sirip pectoral, lebar dasar sirip pectoral, panjang sirip anal, lebar dasar sirip anal, panjang sirip kaudal bagian atas, panjang sirip kaudal bagian tengah, panjang

sirip kaudal bagian bawah, lebar dasar sirip kaudal, panjang moncong, diameter mata, dan jarak antara dua mata.

Prosedur analisis DNA

Ekstraksi DNA

Proses ekstraksi DNA dalam penelitian ini menggunakan metode TNES (Sambrook & Russel 2001). Sampel ditimbang 10-25 mg, dipotong kecil kemudian disimpan dalam tabung mikrosentrifuse 1,5 ml, yang telah berisi 180 µl bufer ATL dan 20 µl proteinase k. Tabung yang telah berisi dicampur dengan bantuan vortex dan diinkubasi 56 °C selama 1-2 jam. Selama inkubasi dilakukan homogenasi menggunakan vortex setiap 15 menit, 200 µl Buffer ATL kemudian

spin column 2 ml dan dicampurkan dengan mesin sentrifus selama satu menit pada kecepatan 8000 rpm. DNA diekstraksi dengan menambahkan 200 µl buffer AE pada bagian tengah membran pada spin column yang baru, kemudian diinkubasi pada suhu ruang selama satu menit (15-25°C), kemudian disentrifugasi pada 8000 rpm selama satu menit.

Amplifikasi DNA dengan PCR (Polymerase Chains Reaction)

Sampel hasil ekstraksi DNA yang digunakan untuk PCR adalah 2 µL. Bahan yang digunakan untuk PCR adalah PCR kit komersial yang didapatkan dari qiagen. DNA *template* 1 µL ditambahkan primer yang telah didesain yakni 25 µL PCR 0,25 µL *forward* dan 0,25 µL primer *reverse*. Amplifikasi DNA dilakukan dengan target panjang 750-100 pasang basa. Proses PCR terdiri atas predenaturasi, denaturasi, pengenalan primer terhadap DNA target (*annealing*), pemanjangan primer (*extention*). Tahap denaturasi merupakan pemutusan untai ganda menjadi untai tunggal pada suhu 94°C selama 1 menit. Primer akan membentuk jembatan hidrogen dengan DNA untai tunggal pada suhu 50-58°C selama 30 detik, kemudian dapat ditingkatkan menjadi 27°C selama 60 detik ketika pengenalan primer terhadap DNA target (*annealing*) untuk proses polimerasi. Proses polimerasi dilakukan pada suhu 27 °C selama 7 menit.

Proses polimerasi dilakukan sebanyak 35 siklus untuk mendapatkan banyak salinan DNA. Setelah proses polimerasi, suhu diturunkan menjadi 4 °C, siklus untuk mendapatkan ribuan salinan DNA. Elektroforesis DNA untuk mendapatkan basa purin dan pirimidin yang membentuk polinukleotida menggunakan Klugs &

Cumming (1994). Sekuen DNA gen Cyt b dari beberapa sampel dianalisis dengan pohon filogeni melihat hubungan kekerabatan di dalam level spesies.

Analisis data

Data sekuen yang diperoleh dilakukan pengeditan, kemudian di *Basic Local Alligment Search Tool (BLAST)* untuk memastikan akurasi sampel. Hubungan kekerabatan antarpopulasi ditentukan berdasarkan parameter jarak genetik (Nei 1972). Selanjutnya analisis statistik terhadap perbedaan jarak genetik (Nei 1987), identifikasi spesies, dan rekonstruksi pohon filogenetik pada sampel. Keseluruhan menggunakan metode *Neighbor joining* dan model evolusi *Kimura 2-parameter model* yang dilakukan dengan aplikasi MEGA5 (Tamura *et al.* 2011).

Analisis Penjajaran (alignment analysis)

Analisis penjajaran digunakan untuk membandingkan dua sekuen atau lebih. Sekuen yang diperoleh dari hasil penelitian dianalisis dengan penjajaran data sekuen sampel dengan data serupa yang telah dipublikasikan sebelumnya di *genbank*. Program yang digunakan untuk analisis penyejajaran yaitu program BLAST (*Basic Local Alligment Search Tools*). Program ini dapat diakses melalui laman *National Center for Biotechnology Information at The National Library of Medicine in Washington, DC* (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/BLAST>).

Hasil

Morfologi ikan julung-julung

Ikan julung-julung (*Hemiramphus* sp.) yang ditemukan pada lokasi perairan Ternate (2 sampel), Tidore (2 sampel) dan Maba (2 sam-

pel) memiliki bentuk tubuh yang memanjang (*fusiform*) dengan warna putih keabu-abuan, dan bentuk kepala simetris. Ikan ini memiliki tipe mulut berbentuk paruh (*beak like*), di mana rahang bawah lebih panjang daripada rahang atas. Pada rahang atas terdapat lubang hidung dan memiliki lekukan yang menonjol sedangkan pada rahang bawah bergerigi. Panjang total 23,5-28 cm, letak sirip punggung lebih panjang dari pada sirip lainnya dengan panjang sirip dorsal 2,3-4,7 cm dan sirip anal 1,4-4,7 cm. Letak

awal sirip ventral ikan ini berada di depan sirip dorsal (Tabel 1).

Amplifikasi gen Cyt b

Hasil amplifikasi gen *Cyt b* yang dilakukan dengan metode PCR dengan primer Cyt b1 dan Cyt b2 diperoleh ampikon sebesar 350 bp (Gambar 2). Hal tersebut menunjukkan bahwa ampikon dapat diuji lebih lanjut sekuennya, untuk mengetahui identitas molekuler dan hubungan filogenik.

Tabel 1. Ukuran morfologis ikan julung-julung

No	Karakteristik morfologis	cm
1	Panjang Total (PT)	25-29
2	Panjang Baku (PB)	21-24
3	Panjang Kepala (PK)	7,5-10,8
4	Tinggi Kepala (TK)	2,9-5,3
5	Tinggi Badan (TB)	5,7-6,2
6	Lebar Badan (LB)	1,4-3,5
7	Tinggi Batang Ekor (TBE)	1,5-1,8
8	Panjang Batang Ekor (PBE)	0,8-1,6
9	Panjang Sirip Dorsal (PSD)	2,3-4,7
10	Lebar Dasar Sirip Dorsal (LDSD)	0,8-1,6
11	Panjang Sirip Ventral (PSV)	2,7-4,5
12	Lebar Dasar Sirip Ventral (LDSP)	0,8-1,0
13	Panjang Sirip Pektoral (PSP)	2,3-3,6
14	Lebar Dasar Sirip Pektoral (LDSP)	0,5-1,1
15	Panjang Sirip Anal (PSA)	1,4-4,7
16	Lebar Dasar Sirip Anal (LDSA)	0,3-1,0
17	Panjang Sirip Kaudal Bagian Atas (PSKA)	1,4-3,4
18	Panjang Sirip Kaudal Bagian Tengah (PSKT)	0,3-1,4
19	Panjang Sirip Kaudal Bagian Bawah (PSKB)	2,3-5,6
20	Lebar Dasar Sirip Kaudal (LDSK)	0,8-1,3
21	Panjang Moncong (PM)	1,8-2,1
22	Diameter Mata (DM)	0,3-0,5
23	Jarak Antara Dua Mata (JAM)	0,5-1,8

Sumber: Hasil identifikasi sampel ikan julung-julung

Sekuensing

Hasil sekuensing menunjukkan enam sampel amplikon yang diteliti memiliki panjang nukleotida sebesar 362 bp (Tabel 2).

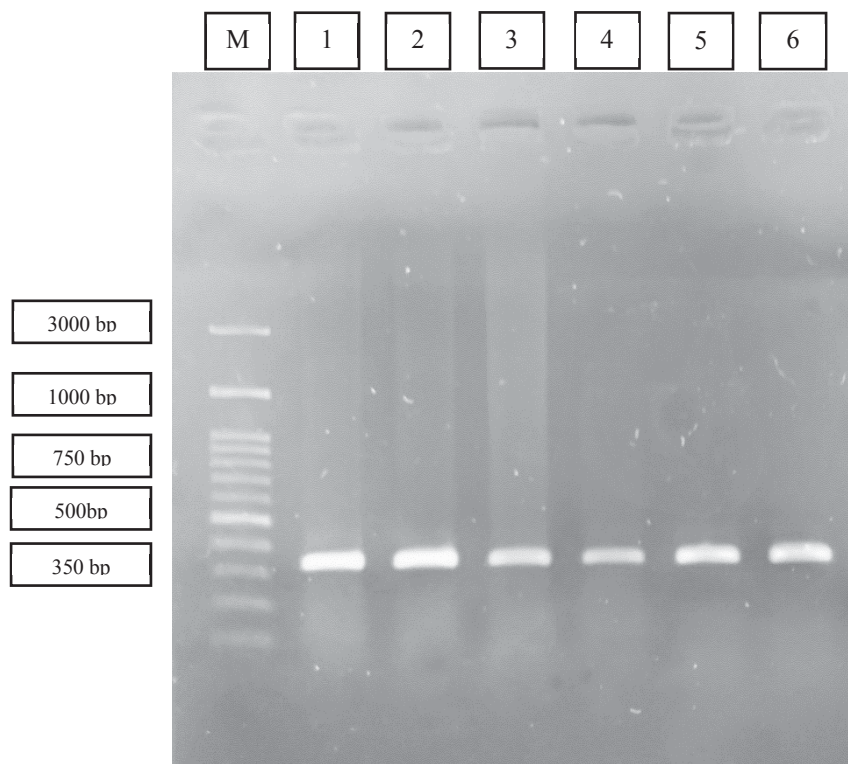
Penjajaran DNA

Hasil analisis penjajaran menunjukkan bahwa sekuen sampel amplikon memiliki similaritas dengan sekuen gen Cyt b isolat *Hemiramphus balao* sebesar 97% (Accession no. AF243873.1). Berdasarkan angka similaritas tersebut dapat disimpulkan bahwa benar sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah gen Cyt b dari ikan julung-julung (*Hemiramphus balao*), dan terdapat variasi sebesar 3% yang menunjukkan adanya perbedaan karakter gen ikan julung-julung dengan gen isolat yang sudah didepositkan di *genbank*. Hal ini menunjukkan

ikan julung-julung Maluku Utara memiliki ke-khasan tersendiri baik secara genetik maupun secara morfologis yang merupakan kekayaan plasma nutfah yang potensial.

Pohon filogenik

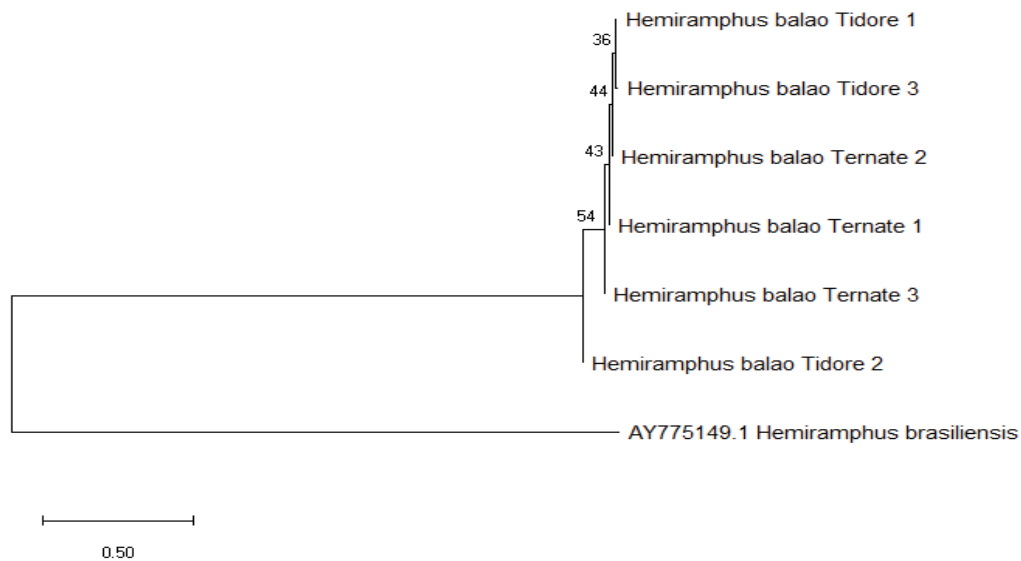
Untuk mengetahui tingkat kekerabatan antarsampel ikan julung-julung yang digunakan dalam penelitian ini maka dilakukan analisis pohon filogenik. Pohon filogenik dapat merepresentasikan hipotesis hubungan secara evolusioner di antara kelompok organisme. Pohon filogenik direkonstruksi dengan menyajajarkan sekuen sampel penelitian (6 sampel). Rekonstruksi pohon filogenik menggunakan program MEGA dengan model UPGMA (Gambar 3).



Gambar 2 Visualisasi gel agarose 1% amplifikasi gen Cyt b. Keterangan: M = Marker 100 bp, 1-6 Sampel dengan urutan Tt1, Tt2, Tt3, Td1, Td2, Td3.

Tabel 2 Panjang nukleotida pada setiap sampel

Sikuen	Hasil Sekuensing
Sampel Tt1 (Ternate)	TTGCCCCTCAGGATGATATTTGTCCTCATGGAAGTACGTAGCCGACAAATG CTGTCATCATTACTAAGAGTAGGAGAACTACCCCTACGTTTCATGTTTCTT TGTTAAGGTATGAGCCGTAGTATAATCCTCGCCCGATGTGCATGTAGATAC AGATGAAGAAGAATGAAGCTCCATTGGCGTGCATGTTTCGGATTAGTCAA CCGTAGTTAACATCACGGCAAATATGGGCCACGGAGGAGAATGCCATTGA AATGTTCGGCAGTGTAATGTATAGCGAGGAAAAGACCTGTTAGGATTTGGG CGATTAAGCAGAGTCCTAGGAGGGAGCCGAAATTTTCATCATGCTGAGATG TTGGATGG
Sampel Tt2 (Ternate)	TTGCCCCTCAGGATGATATTTGTCCTCATGGAAGTACGTAGCCGACAAATG CTGTCATCATTACTAAGAGTAGGAGAACTACCCCTACGTTTCATGTTTCTT TGTTAAGGTATGAGCCGTAGTATAATCCTCGCCCGATGTGCATGTAGATAC AGATGAAGAAGAATGAAGCTCCATTGGCGTGCATGTTTCGGATTAGTCAA CCGTAGTTAACATCACGGCAAATATGGGCCACGGAGGAGAATGCCATTGA AATGTTCGGCAGTGTAATGTATAGCGAGGAAAAGACCTGTTAGGATTTGGG CGATTAAGCAGAGTCCTAGGAGTGAGCCGAAATTTTCATCATGCTGAGATG TTGGATGGA
Sampel Tt3 (Tidore)	TTGCCCCTCAGAATGATATTTGTCCTCATGGAAGTACGTAGCCGACAAATG CTGTCATCATTACTAAGAGTAGGAGAACTACCCCTACGTTTCATGTTTCTT TGTTAAGGTATGAGCCGTAGTATAATCCTCGCCCGATGTGCATGTAGATAC AGATGAAGAAGAATGAAGCTCCATTGGCGTGCATGTTTCGGATTAGTCAA CCGTAGTTAACATCACGGCAAATATGGGCCACGGAGGAGAATGCCATTGA AATGTTCGGCAGTGTAATGTATAGCGAGGAAAAGACCTGTTAGGATTTGGG CGATTAAGCAGAGTCCCAGGAGTGAGCCGAAATTTTCATCATGCTGAGATG TTGGATGGAG
Sampel Tt4 (Tidore)	TTGCCCCTCAGAATGATATTTGTCCTCATGGAAGTACGTAGCCGACAAATG CTGTCATCATTACTAAGAGTAGGAGAACTACCCCTACGTTTCATGTTTCTT TGTTAAGGTATGAGCCGTAGTATAATCCTCGCCCGATGTGCATGTAGATAC AGATGAAGAAGAATGAAGCTCCATTGGCGTGCATGTTTCGGATTAGTCAA CCGTAGTTAACATCACGGCAAATATGGGCCACGGAGGAGAATGCCATTGA AATGTTCGGCAGTGTAATGTATAGCGAGGAAAAGACCTGTTAGGATTTGGG CGATTAAGCAGAGTCCTAGGAGTGAGCAGAAATTTTCATCATGCTGAGATG TTGGATGGA
Sampel Tt5 (Maba)	TGCCCCTCATGATGATATTTGTCCTCATGGAAGTACGTAGCCAACAAATGC TGTCATCATTACTAAGAGTAGGAGAACTACCCCTACGTTTCATGTTTCTT GTAAAGGTATGAGCCGTAGTATAATCCTCGCCCGATGTGCATGTAGATACA GATGAAGAAGAATGAAGCTCCATTGGCGTGCATGTTTCGGATTAGTCAAC CGTAGTTAACATCACGGCAAATATGGGCCACGGAGGAGAATGCCATTGAA ATGTTCGGCAGTGTAATGTATAGCGAGGAAAAGACCTGTTAGGATTTGGG GATTAAGCAGAGTCCTAGAAGTGAGCCGAAATTTTCATCATGCTGAGATGT TGGATGGAA
Sampel Tt6 (Maba)	ATTGCCCCTCAGGATGATATTTGTCCTCATGGAAGTACGTAGCCGACAAAT GCTGTCATCATTACTAAGAGTAGGAGAACTACCCCTACGTTTCATGTTTCTT TGTTAAGGTATGAGCCGTAGTATAATCCTCGCCCGATGTGCATGTAGATAC AGATGAAGAAGAATGAAGCTCCATTGGCGTGCATGTTTCGGATTAGTCAA CCGTAGTTAACATCACGGCAAATATGGGCCACGGAGGAGAATGCCATTGA AATGTTCGGCAGTGTAATGTATAGCGAGGAAAAGACCTGTTAGGATTTGGG CGATTAAGCAGAGTCCTAGGAGTGAGCCGAAATTTTCATCATGCTGAGATGT TTGGATGGAG



Gambar 3 Pohon filogenik sampel ikan julung-julung (*Hemiramphus balao*)

Pada hasil analisis pohon filogenik terlihat bahwa sampel Td1, Td3, dan Tt2 berada pada kluster yang sama dengan jarak genetik 0,0000; yang menunjukkan ketiga isolat tersebut memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat. Sampel Tt1 memiliki jarak genetik sekitar 0,0005 dengan sampel Td1, Td3 dan Td2. Sampel Tt3 memiliki jarak genetik sekitar 0,0000-0,0015 dari sampel Tt3 dan sampel Td1, Td3 dan Tt2. Sampel Td2 memiliki jarak genetik sekitar 0,0005-0,0035 dengan sampel lainnya.

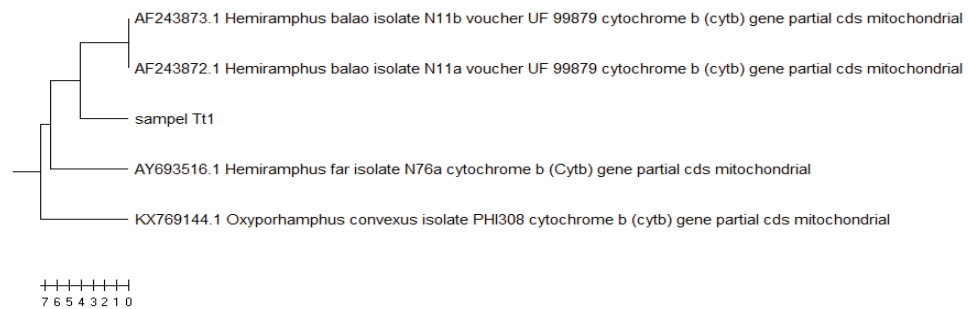
Pembahasan

Karakter morfologis ikan julung-julung di perairan Maluku Utara memiliki panjang total yang tidak jauh berbeda dengan yang ada di perairan lainnya. Wuaten *et al.* (2011) mendapatkan sebaran panjang ikan julung-julung dengan rata-rata panjang total 16,7 cm sampai dengan 18 cm di Kepulauan Sangihe pada ekosistem terumbu karang.

Panjang total maksimum ikan julung-julung dapat mencapai 45 cm, dan umumnya mencapai 30 cm (Genisa 1999, Carpenter &

Niem 1999). Jika dicermati lebih jauh, panjang total ikan julung-julung yang berada di perairan Maluku Utara dan lokasi lain masih merupakan ikan kecil yang sedang mengalami pertumbuhan dan perkembangan. Penelitian Varghese (2005) juga melaporkan bahwa hanya 50% sebaran panjang pada ikan famili Hemiramphidae sudah mencapai dewasa terletak pada selang panjang 12,5-14,5 cm dan 100% pada sebaran panjang 19,5-22,5 cm. Ikan julung-julung di daerah perairan Maluku Utara pada penelitian ini membuktikan bahwa ikan julung-julung yang terdapat di lokasi merupakan ikan yuwana. Hal ini sejalan dengan Phil & Heemstra (2004) yang melaporkan bahwa ukuran panjang total yuwana famili ikan Hemiramphidae berkisar antara 9-12 cm.

Nilai jarak genetik tersebut masih tergolong sangat rendah sehingga dapat disimpulkan bahwa sampel isolat ikan julung-julung yang digunakan masih memiliki hubungan kekerabatan yang sangat dekat. Menurut Tallei *et al.* (2016), semakin sedikit nilai jarak genetik antara dua



Gambar 4. Pohon filogeni ikan julung-julung di beberapa wilayah negara

organisme, semakin dekat pula hubungan kekerabatan keduanya. Akbar & Aris (2018b) mengatakan bahwa genetika yang terhubung antara lain menunjukkan bahwa semua populasi berkerabat dekat. Kedekatan hubungan kekerabatan antarpopulasi mungkin disebabkan oleh antarpopulasi mempunyai asal usul induk yang sama dan hubungan kedekatan genetika (Kusuma *et al* 2016, Akbar & Aris 2018b). Rekonstruksi filogenetik antara jenis ikan julung-julung dari berbagai perairan dilakukan dengan menggunakan sekuen berkode Tt1 (Gambar 4).

Sejarah evolusi disimpulkan menggunakan metode UPGMA (Sneath & Sokal 1973). Pohon optimal dengan jumlah panjang cabang = 25,51236403 ditampilkan. Pohon itu ditarik ke skala, dengan panjang cabang dalam satuan yang sama dengan jarak evolusioner yang digunakan untuk menyimpulkan pohon filogenetik. Jarak evolusioner dihitung menggunakan metode *Maximum Composite Likelihood* (Tamura *et al.* 2011) dan berada dalam satuan jumlah substitusi dasar per situs.

Hasil analisis pohon filogeni menunjukkan sampel Indonesia berada satu kluster dengan *Hemiramphus balao* isolate N11a dan b (Acc no. AF243872.1 dan AF243873.1), lalu menjadi sub kluster *Hemiramphus far* isolat N76a (Acc no. AY693516.1), dan sub-sub kluster dengan *Oxyporhamphus convexus* isolat PHI308 (Acc

no KX769144.1). Ikan julung-julung sampel Indonesia menunjukkan keragaman yang berbeda dibandingkan dengan daerah lain. Hal itu merupakan kekayaan plasma nutfah yang potensial.

Simpulan

Berhasilnya gen sitokrom diamplifikasi dari sampel ikan julung-julung dengan panjang nukleotida sebesar 362 bp, sekuen sampel ampikon memiliki similaritas dengan sekuen gen Cyt b isolat *Hemiramphus balao* sebesar 97% (Acces no. AF243873.1) melalui analisis penjajaran (*alignment*) BLAST dan dekatnya kekerabatan di antara sampel ikan julung-julung yang diperoleh di perairan Indonesia ditunjukkan dengan rendahnya nilai jarak genetika pada analisis pohon filogenik yaitu sebesar 0,000-0,005. Ikan julung-julung sampel Indonesia memiliki keragaman yang tinggi dibandingkan dengan ikan julung-julung yang berada di daerah lain (*genbank*). Hal itu merupakan kekayaan plasma nutfah yang potensial.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Universitas Khairun Ternate, Program Pasca Sarjana yang telah memberikan biaya penelitian melalui program hibah.

Daftar pustaka

- Akbar N, Zamani NP, Madduppa HH. 2014. Genetic diversity of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) from two populations in the Moluccas Sea, Indonesia. *Depik*, 3(1): 65-73.
- Akbar N, Aris N, Irfan M, Tahir I, Baksir A, Surahman, Madduppa HH, dan Kotta R. 2018a. Filogenetik ikan tuna (*Thunnus* spp.) di Perairan Maluku Utara, Indonesia. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(1): 1-11.
- Akbar N, Aris M. 2018b. Genetic population structure of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) as based data of fish conservation in North Moluccas sea. *Omni Akuatika*, 14(3): 75-85.
- Akbar N, Irfan M, Aris M. 2018c. Population genetics and phylogeography of bigeye tuna in Moluccas Seas, Indonesia. *Ilmu Kelautan*, 23(4): 145-155.
- Aris M, Akbar N, Labenua R. 2017. Genetic and phylogenetic variations of yellowfin tuna (*Thunnus albacares*) as a basis for sustainable fishery resources management in North Moluccas. *International Journal of Pharma Bio Science*, 8(4): 419-426.
- Asiah N, Sukendi, Junianto, Yustiati A, Windarti. 2019. Truss morfometrik dan karakter meristik ikan kelabau (*Osteochilus melanopleurus* Bleeker, 1852) dari tiga populasi di Sungai Kampar, Sungai Siak, dan Sungai Rokan, Provinsi Riau. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(2): 283-295.
- Cahyono RN, Budiharjo A, Sugiyanto. 2018. Keragaman dan pengelompokan ikan berdasarkan karakter morfologi di ekosistem Bendungan Colo Sukoharjo Jawa Tengah. *Depik*, 7(1): 9-21.
- Carpenter KE, Niem VH (eds). 1999. *FAO species identification guide for fishery purpose*. The living marine resources of the Western Central Pacific. Volume 3. FAO, Roma. pp. 1397-2068.
- Carrier JC, Musick JA, Heithaus MR. 2010. *Shark and Their Relatives II: Biodiversity, Adaptive Physiology and Conservation*. CRC Press Boca Raton London New York. 746 p.
- Faizah U. 2008. Karakteristik marka genetik DNA mitokondria sebagai acuan konservasi genetik harimau Sumatera. Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor.
- Freeland JR. 2005. *Molecular ecology*. John Wiley & Sons Ltd. Chichester, England. 402 p.
- Genisa AS. 1999. Pengenalan jenis-jenis ikan laut ekonomi penting di Indonesia. *Oseana*, 24(1): 17-38.
- Graham CA, Hill AJM. 2001. *DNA sequencing protocols*. Second edition. Humana Press. Totowa, New Jersey. 239 p.
- Hebert PDN, Ratnasingham S, de Waard JR. 2003. Barcoding animal life: cytochrome c oxidase subunit 1 divergences among closely related species. In: Barret SFRS (ed.). *Proceedings of the Royal Society B: Biological Science*, 270 (Suppl 1): S96-S99.
- Klug WS, Cummings MR. 1994. *Concept of genetics*. 4th ed. Prentice Hall, Englewood. 779 p.
- Kusuma AB, Bengen DG, Madduppa HH, Subhan B, Arafat D. 2016. Keanekaragaman genetik karang lunak *Sarcophyton trocheliophorum* pada populasi Laut Jawa, Nusa Tenggara dan Sulawesi. *Jurnal Enggano*, 1(1): 89-96.
- Mackie IM, Pryde SE, Gozales-Sotelo C, Medina I, Perez-Martin R, Quinteiro J, Rey Mendez M, Rehbein H. 1999. Challenges in the identification of species of canned for fish. *Trends in Food Science and Technology*, 10 (1): 9-14.
- Nei M. 1972. Genetic distance between population. *American Naturalist*, 106(949): 283-292.
- Nei M. 1987. *Molecular evolutionary genetics*. Columbia University Press, New York. 512 p.
- Heemstra P, Heemstra E. 2004. *Coastal fishes of Southern Africa*. National Inquiry and Service Centre. Grahamstown, South Africa. 488 p.
- Sanger F, Nicklen S, Coulson AR. 1977. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors. *Proceeding of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 74(12): 5463-5467.

- Sambrook J, Russel DW. 2001. *Molecular Cloning a Laboratory Manual 1st edition*. Publisher Cold Spring Harbor Laboratory Press. 999 p.
- Sneath PH, Sokal RR. 1973. *Numerical taxonomy. The principles and practice of numerical classification*. 1st edition. WH Freeman and Company, San Francisco. 573 p.
- Tamura K, Peterson D, Peterson N, Stecher G, Nei M, Kumar S. 2011. MEGA5: molecular evolutionary genetics analysis using maximum likelihood, evolutionary distance, and maximum parsimony method. *Molecular Biology and Evolution*, 28(10): 2731-2739.
- Tallei, TE, Rembet RE, Palealu JJ, Kolondam BJ. 2016. Sequence variation and phylogenetic analysis of *Sansevieria trifasciata* (Asparagaceae). *Bioscience Research*, 13(1): 1-7.
- Varghese AS. 2005. Systematics and biology of fishes of the family Hemiramphidae of Cochin Coast. *Thesis*. School of Industrial Fisheries. Cochin University of Science and Technology. Cochin. 360 p.
- Wuaten JF, Reppie E, Labar LI. 2011. Kajian perikanan tangkap ikan julung-julung (*Hyporhamphus affinis*) di Perairan Kabupaten Kepulauan Sangihe. *Jurnal Perikanan dan Kelautan Tropis*, 7(2): 80-86.
- Wong LL. 2011. *DNA barcoding and related molecular markers for fish species authentication*. Phylogenetic Assessment and Population Studies. Auburn University. Auburn. Alabama. 118 p.

Reproductive biology of striped snakehead, *Channa striata* (Bloch, 1793) in Lake Rawa Pening, Central Java

[Biologi reproduksi ikan gabus *Channa striata* Bloch, 1793 di Danau Rawa Pening, Jawa Tengah]

Djumanto✉, Atik Murjiyanti, Nuravida Azlina, Aisyah Nurulitaerka, Anissa Dwiramdhani

Laboratorium Manajemen Sumberdaya Perikanan
Jurusan Perikanan, Fakultas Pertanian UGM.
Jalan Flora Gedung A4, Bulaksumur Yogyakarta 55281
✉: lely4192@yahoo.com

Received: 14 February 2019; Accepted: 22 October 2019

Abstract

The striped snakehead (*Channa striata* Bloch, 1793) is the top predator fish found in Lake Rawa Pening and other freshwaters. Its population was declining due to very high fishing pressures, habitat quality decreases, and other factors. The aim of this study was to examine the condition factor and fecundity of snakehead in Lake Rawa Pening. Fish sampling was carried out monthly from October 2017 to August 2018, using fish fence made from bamboo blinds operated by local fishermen. Total length, individual body weight, stage of gonadal maturity (MS), gonadal weight, and oocytes diameter of fish samples were measured. Fish condition factor, gonado somatic index (GSI), oocyte diameter, fecundity, and the size of first maturity of fish were determined. There were 409 individuals snakehead fish collected consisting of 138 females and 271 males. Fish length ranged from 234-646 mm (males) and 242-648 mm (females). The average of the condition factor (K) of male ranged from 0.778 to 0.923, while in female ranged from 0.826 to 0.929. The relationship between the length-weight of male and female was isometric. The percentage of female snakehead that reached MS I; II; III; IV was 15.6; 27.0; 37.4; 20.0%, respectively. The GSI ranged from 1.52 to 3.54. Oocyte diameter ranged from 0.5 to 1.7 mm with an average of 1.2 mm. Fecundity ranged from 2,843-23,230 eggs with an average of 9,167 eggs. The female snakehead was predicted to reach the first sexual maturity at a total length of 315 mm.

Keywords: fecundity, maturity level, snakehead, spawning

Abstrak

Ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793) merupakan ikan predator puncak yang ditemukan di Danau Rawa Pening dan perairan tawar lainnya. Keberadaan populasinya semakin menurun disebabkan oleh tekanan penangkapan yang sangat tinggi, kualitas habitat semakin menurun, dan oleh faktor lainnya. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengkaji faktor kondisi dan reproduksi ikan gabus di Danau Rawa Pening. Pengambilan sampel ikan dilakukan setiap bulan dari Oktober 2017 hingga Agustus 2018 menggunakan perangkap yang terbuat dari kirai bambu dan jaring. Ikan gabus yang dikumpulkan sebanyak 409 ekor yang terdiri atas 138 betina dan 271 jantan. Panjang ikan contoh berkisar antara 234-646 mm (jantan) dan 242-648 mm (betina). Parameter yang diukur meliputi panjang total, bobot individu, tingkat kematangan gonad, berat gonad, dan diameter oosit. Faktor kondisi, indeks kematangan gonad, fekunditas, dan ukuran pertama matang gonad ditentukan. Faktor kondisi rata-rata pada ikan jantan berkisar antara 0,778 hingga 0,923; sedangkan ikan betina berkisar antara 0,826-0,929. Hubungan panjang-bobot ikan jantan dan betina adalah isometrik. Persentase ikan gabus betina yang mencapai TKG I; II; III; IV masing-masing adalah 15,6; 27,0; 37,4; 20,0% dengan indeks kematangan gonad berkisar antara 1,52 hingga 3,54. Ukuran diameter oosit berkisar antara 0,5 hingga 1,7 mm dengan rata-rata 1,2 mm. Adapun fekunditas berkisar antara 2.843-23.230 telur dengan rata-rata 9.167 telur. Ukuran ikan gabus betina saat kali pertama dewasa seksual diperkirakan pada panjang total 315 mm.

Kata penting: fekunditas, ikan gabus, pemijahan, tingkat kedewasaan

Introduction

The striped snakehead *Channa striata* (Bloch, 1793) is one of the freshwater fishes in Lake Rawa Pening, which has various economic benefits (Suwandi *et al.* 2014). The benefits of

snakehead are as high protein food (Asfar *et al.* 2014), source of albumin for pharmaceuticals (Romadhoni *et al.* 2016), target fish for sport-fishing, and ecologically play a role as top predator that control fish population (Nurdawati *et*

al. 2007). The high demand for snakehead and tends to increase caused by the expensive price, around IDR 50,000 - IDR 70,000 per kilogram. This condition resulting in the snakehead catching in Lake Rawa Pening occurred most of the year. The local fishermen usually use various fishing gear, including fishing rods, traps, spears, "widik", surrounding nets, and lift nets. Most of the catches were sold to retailers in Salatiga, Semarang, Demak, Kudus and other cities (Puspaningdiah *et al.* 2014).

The population of snakehead in Lake Rawa Pening was influenced by some factors. For instance, the number of new recruits, growth rate, fishing pressure, and natural mortality due to diseases, predation, starvation, and old age. Meanwhile, the new recruits were determined by the reproductive number and capacity of the spawning brood, habitat suitability for spawning, and abundance of food for fish larva (Hadiaty 2016). Snakehead spawned while the environmental conditions are suitable for spawning, waters suitability for fish larvae nursing, and food availability for larval growth (Nasmi *et al.* 2017).

The fishing pressure of snakehead in Lake Rawa Pening is high, so the population tended to decreases, and its sustainability is vulnerable. According to the fish seller, the number of snakeheads caught from Lake Rawa Pening is estimated to reach 360 tons/year (Suyanto 2017, personal communication). This fishing pressure directly affected the snakehead population size, the higher fishing level will decline the population faster. Conversely, the amount of recruitment and growth rate will increase the population. The number of broodstock in mature condition and ready to spawn would affect the quantity of recruitment so that this information

was essential to be studied as a basis for managing the snakehead population (Wahyu *et al.* 2015).

Some previous studies on the snakehead have been carried out such as feed of snakehead (Zehra & Khan 2012), domestication of snakehead (Ndobe *et al.* 2013), induce breeding of snakehead (Yulintine *et al.* 2017), reproductive biology of snakehead in the Musi river floodplain (Makmur *et al.* 2003), and the reproductive aspects of snakehead in Lake Rawa Pening which dominated by gonadal maturity index at stage II (Puspaningdiah *et al.* 2014). Research on the reproductive biology aspects of female snakehead in a paddy irrigation system in Malaysia was conducted by Ali (1999), which obtained the results of gonadal development occurring throughout the year, multi-modal oocyte frequency distribution, and relative fecundity estimates ranging from 10.5 to 36.3 oocytes per g body weight. This study aimed to determine the snakehead reproductive capacity in Lake Rawa Pening more comprehensive so that the results can be used as a basis for snakehead fisheries management in the lake.

Materials and Methods

Fish sampling was carried out in Lake Rawa Pening, which is the main fishing area of the snakehead in Central of Java, in five locations representing Bawen and Ambarawa Districts (Figure 1). The sampling sites were located in an area that had a relatively high density of water hyacinth (*Eichhornia crassipes*) as a suitable habitat for snakehead. Fish sampling was taken monthly from October 2017 to August 2018, which included dry and rainy seasons.

The fish samples were collected from morning to evening, supported by local fisher-

men using “widik” or fish fences as fishing trap. The fish fences were made of bamboo slats which were strung together using yarn into blinds with a height of 2 m along 10 m. It was operated by encircling a fishing area of 50 m² which had aquatic plants in high density. Fish were confined when the gear was narrowed and caught using a scoop net. The collected fish was stored in a cool box filled with ice.

Fish samples were measured in total length, body weight, and maturity stage (MS). Male and female fish were differentiated based

on the presence of gonads it has, whether testis or ovaries. The determination of GSI was modified after Biswas (1993) based on Table 1 (Ghaedi *et al.* 2013, Mahmud *et al.* 2016, Sary *et al.* 2017, Milton *et al.* 2018).

Gonads in the anterior, middle, and posterior parts of female at maturity stage III and IV were weighed using a digital scale (accuracy 0.01 mg). Oocytes were counted manually using a magnifying glass and egg's diameter was measured by microscope equipped with a micrometer.

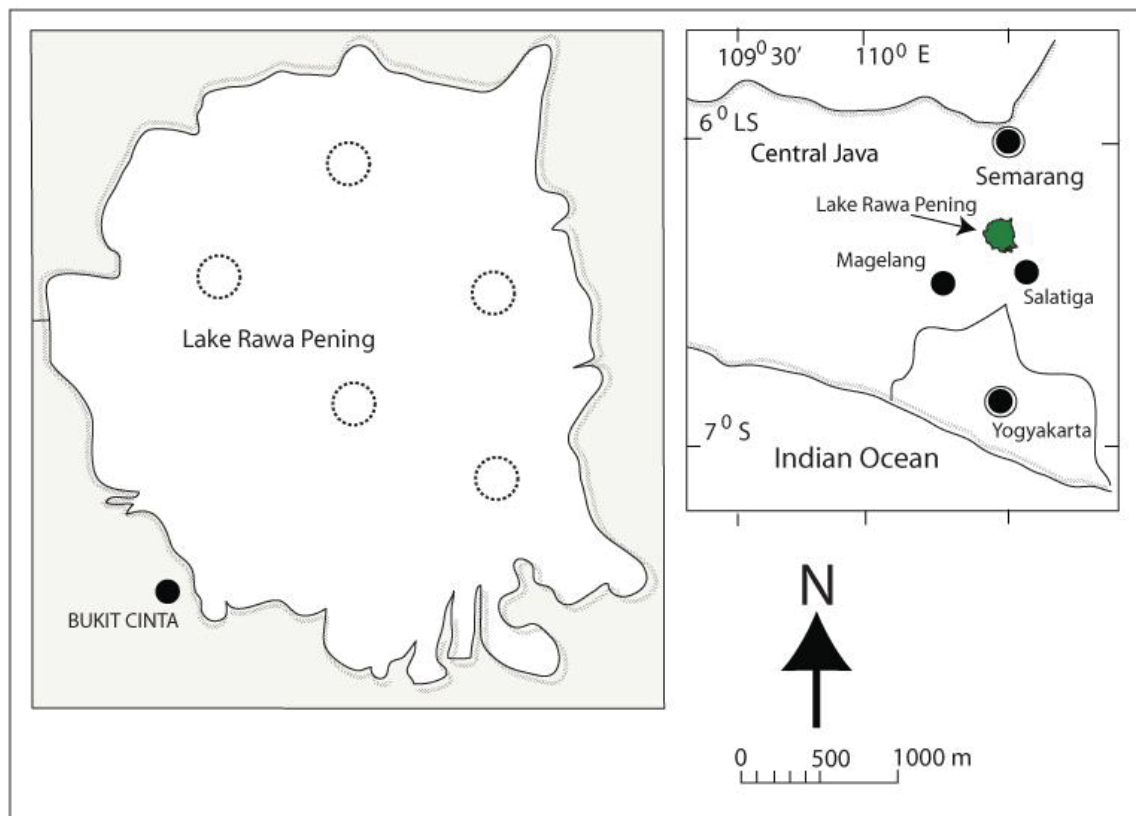


Figure 1 Map of Lake Rawa Pening. The sampling stations are indicated by an open circle dotted line

Table 1 Gonadal maturity stages of *Channa striata* from Lake Rawa Pening

Maturity stage	Male	Female
Stage 1 (Immature)	Testes were very tiny and translucent containing many spermatogonia. A few spermatocytes were also thinly scattered macroscopically, the testicles were flat, transparent white and notched. Microscopically, thick testicular walls with primary spermatocytes dominate the peritoneum.	Macroscopically, the ovary was small, thin, transparent, soft texture and blood vessels were not visible yet. Oocytes were not visible through the ovary wall. Histologically, oocytes were located in the germinal epithelium, each with mild eosinophilia cytoplasm to basophilic. Cytoplasmic diameter of 0.05 mm.
Stage 2 (Maturing)	Testes at this stage were larger than the immature stage. Spermatocytes and spermatids were more abundant. In the early stages, the testes enlarge, white. Capillary blood vessels were seen in the testicular wall. In the final stage, the testes become more supple and whiter and occupy 1/5 of the abdominal cavity.	Macroscopically the ovary was elongated and only a few oocytes were seen. Blood vessels look unclear. Histological observation of the ovary was the initial stage of yolk oocyte formation from the germinal epithelium; yolk egg was covered by a simple squamous follicle epithelium. Oocyte size between 0.01 and 0.45 mm.
Stage 3 (Mature)	Testes showed the largest volume with a pinkish white color. A large amount of spermatozoa were observed. The testicles were getting bigger and squiggly. Creamy white. Secondary and tertiary spermatocytes were dominant, whereas primary spermatocytes were few.	The ovary size continues to grow bigger. Yellowish oocytes and blood vessels continue to develop well. Round eggs with rough surfaces, no ovulation yet. The blood vessels combine to form larger capillaries on the external surface of the ovarian wall. Oocytes were clearly visible through the reddish yellow ovary wall, filling the half of the abdominal cavity. Histologically, it was the initial stage of vitellogenesis, yolk egg vacuole seen and fat in ooplasm. Oocyte sized between 0.45 to 1.50 mm
Stage 4 (Spent)	Testes were darker, opaque and flaccid. The testicles widen, most of them appear springy but some were soft and very squiggly. There were blood vessels and thick, at a gentle pressure the cement will radiate. Lumen contained spermatozoa. Most spermatozoa migrate towards the periphery of the lobule	Macroscopically a large ovary with a thin and transparent membrane. Ovaries were larger, yellow or orange, fill the abdominal cavity, oocyte grains were able to separate from each other, peripheral blood vessels and central clear. Microscopically an increase in egg yolk vesicles that fills the entire ooplasm. Oocytes were mature, most oocytes were in the tertiary vitellogenin stage, oocyte diameter 0.50-1.80 mm.

Data were analyzed descriptively by presenting pictures and graphs, such as length and weight distribution, length and weight relationship, condition factors, the distribution of gonadal maturity stage (MS), gonadal somatic index (GSI), length or weight relationship with MS, fecundity and oocyte diameter. The sex ratio was determined by comparing the number of

males on females monthly and tested with the chi-squared (χ^2) test.

The relationship of fish weights was analyzed using the linear regression test with the following formula (Biswas 1993, Effendie 2002):

$$W = a L^b$$

W = weight (g); L = Length (cm); a and b = constants.

The constant values of b were tested for similarity against the value of 3 using the t-test.

Fish condition factors (K) on isometric growth were calculated by formula according to Biswas (1993), that is:

$$K = \frac{10^5 W}{L^3}$$

w = body weight (g), L = length (mm)

In allometric conditions, the relative condition factor (K_n) of fish was calculated by the following formula:

$$K_n = \frac{W}{aL^b}$$

The gonado somatic index (GSI) is calculated with the following formula:

$$GSI = \frac{Wg}{W} \times 100$$

Wg = gonad weight; W = body weight

Fecundity (F) was calculated by the following formula:

$$F = \frac{Wg}{gs} \times nt,$$

gs = weight of gonad samples; nt = number of oocytes of gonad samples

Relative fecundity (Fr) is the number of eggs that have matured in an ovary before spawning, calculated by the following formula:

$$Fr = \frac{F}{W},$$

F = fecundity, W = body weight

The fish size of the first gonad matured or the value of $Lm50\%$ was calculated by plotting the proportion between gonadal maturity of fish and the total gonad in each length class. The size of the first gonad was calculated using the following formula:

$$Lm 50\% = \frac{1}{(1 * e^{(a-b*L)})}$$

The formula can be reconstructed into a linear regression equation as follows:

$$\ln \left(\frac{1}{Lm50\%} - 1 \right) = a - b*L$$

Result

The length and weight of fish caught during the study are presented in Figure 2 and 3. The total number of fish caught were 409 individual, consisting of 271 males and 138 females. The length of male fish was distributed over the range of 234-646 mm (average $\pm$ s.d; 330 ± 7), and weights in the range of 82-2,284 g (347.4 ± 317). In female fish, the length of fish was distributed over the range of 242-648 mm (366 ± 7), and weights in the range 125-2,373 g (486.9 ± 385). The length and weight modes in male and female fish were smaller than the average or tend to the left. In general, the female fish were bigger than male. During the dry season, the average weight of male fish (480.4 g) was almost twofold than in the rainy season (256.9 g). Meanwhile, female fish were slightly heavier during the dry season (494.3 g) compared to in the rainy season (483.8 g).

Male fish tended to be smaller than female. Most of the male size was 280-360 mm, while the female was 340-400 mm long. Both male and female rarely had a length of 400-600 mm. Most of the male and female fish weight 200-500 g and few weighted at 500-2,500 g. Generally, large fish were caught during the dry season.

The equation of the length-weight relationship for male was $W = 0,0078 L^{3,0171}$ with $R^2 = 0.94$ and female was $W = 0,007 L^{3,060}$ with $R^2 = 0.95$ (Figure 4).

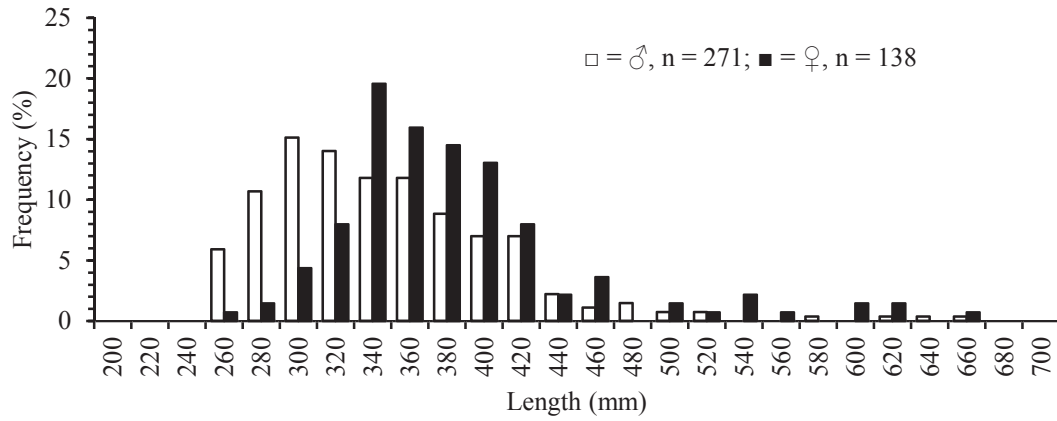


Figure 2 The length distribution of *Channa striata* in Lake Rawa Pening

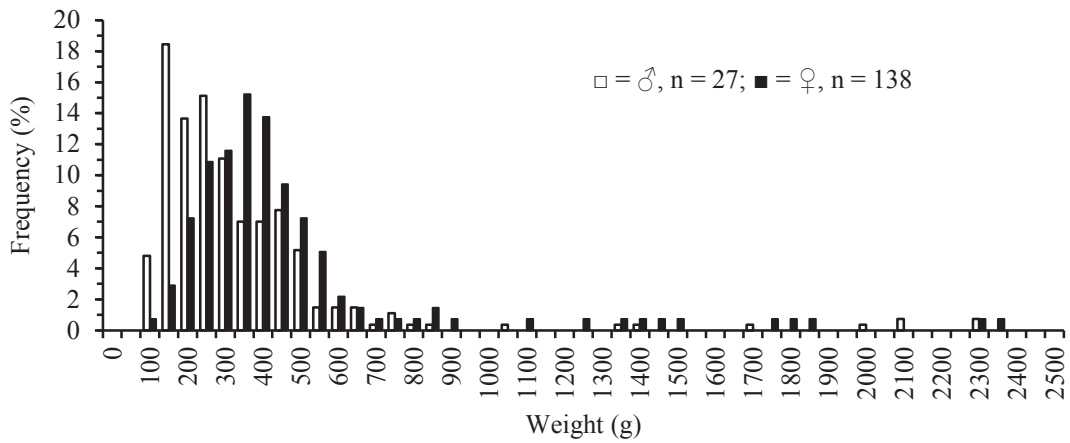


Figure 3. The weight distribution of *Channa striata* in Lake Rawa Pening

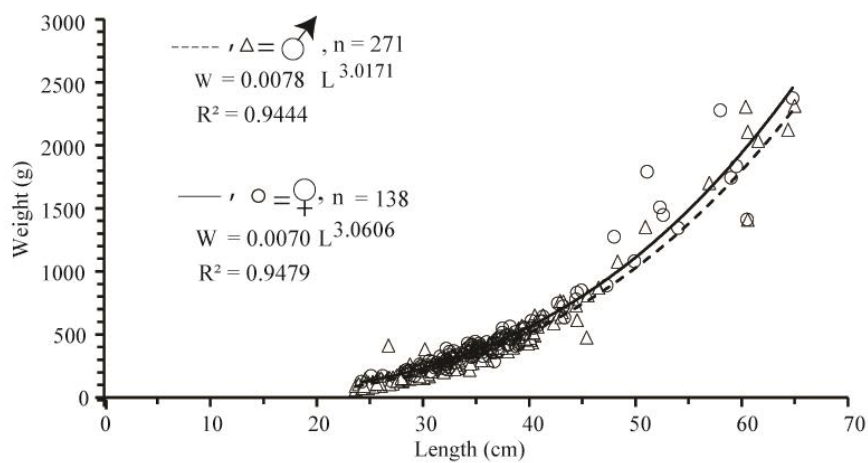


Figure 4 The length-weight curvature of *Channa striata* in Lake Rawa Pening

Based on the curvature of the length-weight relationship both of the male and female snakehead was obtained a value of $b=3$ that indicated the male and female have an isometric growth pattern. The long growth rate for the male and female was proportional to the weight.

Monthly variations in condition factor (K) of male and female snakehead are presented in Figure 5. The condition factor of male snakehead ranged 0.528-1.197 (0.847 ± 0.092). Female fish had condition factor ranged 0.110-1.341 (0.876 ± 0.118). Overall, the average condition factor of female snakehead was higher and had a wider range of minimum and maximum. The

mean condition factor was <1 indicates the fish was not in good condition due to environment stressing or other factors, for example, the limited feed availability.

The lengths of male and female snakeheads were grouped into small ($q_1 < 25$ cm), medium ($q_2 = 25-35$ cm) and large ($q_3 > 36$ cm). The female in each group has condition factor (0.87-0.97) greater than male (0.83-0.84) as in Figure 6. The variation in the condition factor values for each male group was relatively similar, whereas female tended to widen as the length group increased.

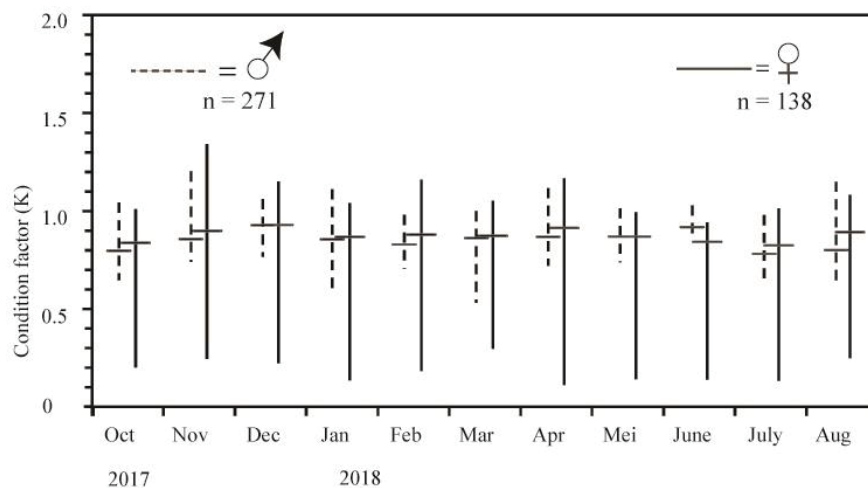


Figure 5 The average condition factor of *Channa striata* in Lake Rawa Pening

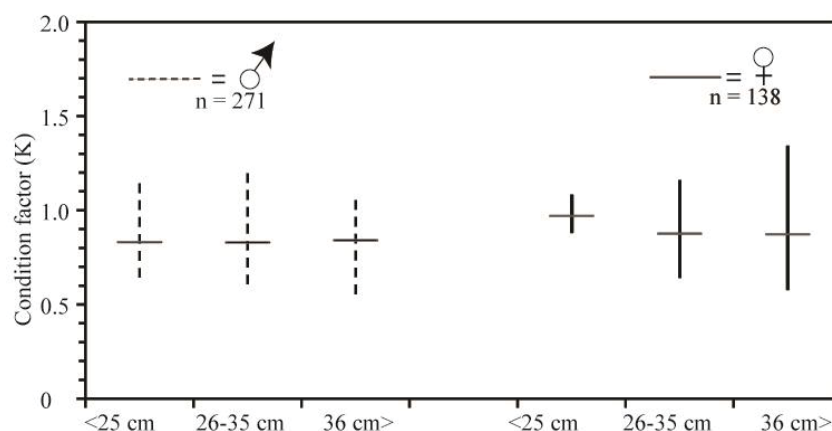


Figure 6 Average condition factor (K) of small, medium and large group of male *Channa striata* in Lake Rawa Pening.

The sex ratio of each month sampling was presented in Table 1. Based on the chi-square test, the sex ratio was unbalanced ($p > 0.05$), which male (66.3%) was almost doubled more than female (33.7%).

Female snakehead in the MS IV stage was more abundant in the rainy season (December-May), whereas in the dry season were few, even in June, October, and November there was no mature female (Figure 7). Fish in the MS III stage was often caught during the dry season, but in the rainy season, there was fewer so that the proportion of fish in MS IV to MS III was high. This condition was estimated that the

gonadal at MS III developed further into MS IV during the dry season to the rainy season.

The maturity stage of the male snakehead in Lake Rawa Pening was shown in Figure 8. Percentage of male maturity stage in ascending order was as followed: MS III (34.4%), MS II (28.2%), MS I (25, 0%), and MS IV (12.4%). During the rainy season, males tended to be found at MS IV, whereas in the dry season it was relatively few. At the beginning of the rainy season, there were many males at the first stage of maturity, while at the end of the rainy till dry season the MS III was found.

Table 1 The sex ratio of *Channa striata* in Lake Rawa Pening

	2017			2018								Total
	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	June	July	Aug	
♂	8	13	6	34	20	24	17	21	24	41	63	271
♀	3	17	5	19	16	14	17	18	6	14	9	138
Total	11	30	11	53	36	38	34	39	30	55	72	409*
X count.	2.27	0.53	0.09	4.25*	0.44	2.63	0.00	0.23	10.80*	13.3*	40.5*	

Note: Sign * shows significantly different ($p > 0.05$), X table > 3.84

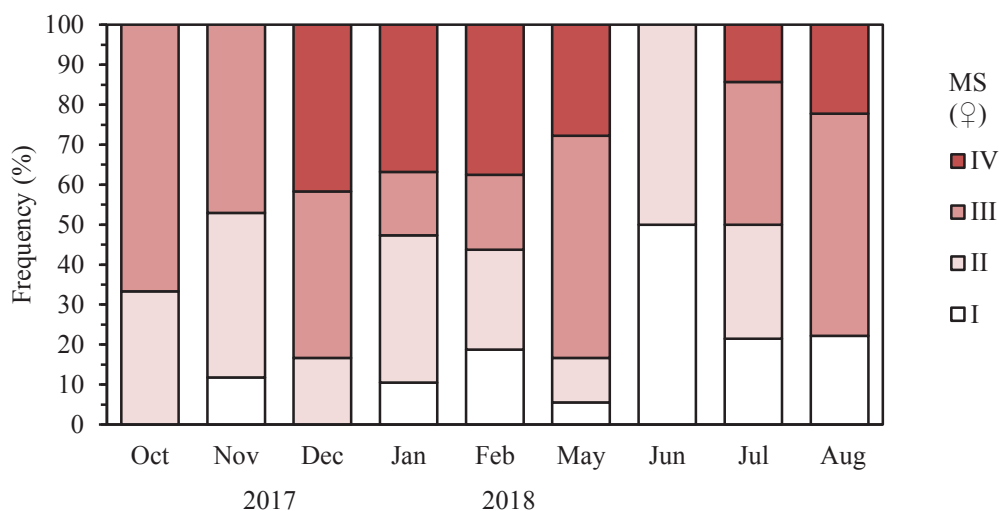


Figure 7 The maturity stage distribution of female *Channa striata* in Lake Rawa Pening

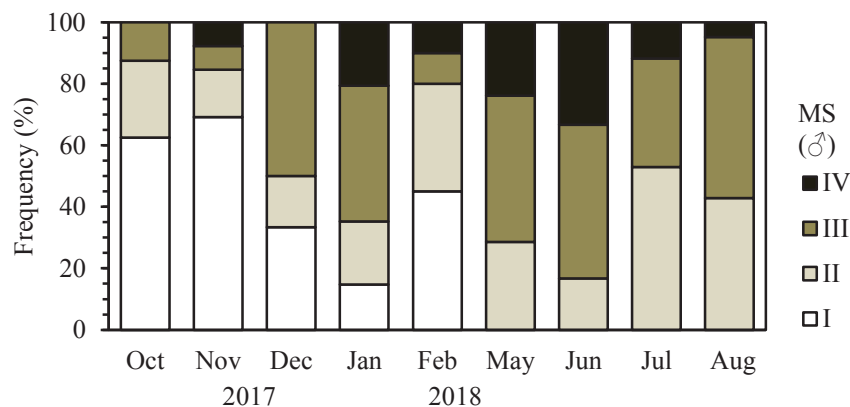


Figure 8 The maturity stage distribution of male *Channa striata* in Lake Rawa Pening

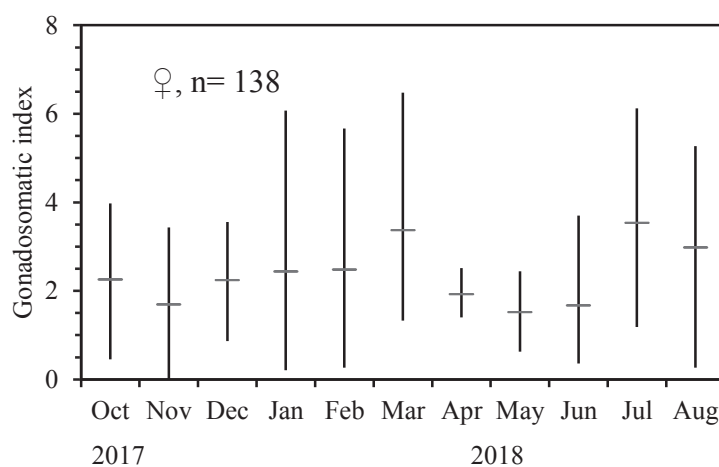


Figure 9 The average gonadal somatic index of female *Channa striata* in Lake Rawa Pening

The gonadosomatic index (GSI) monthly is presented in Figure 9. Female had an average GSI of 2.38, ranged from 1.52 to 3.54. The highest GSI (6.48) was found in the rainy, while the lowest (0.02) was in the dry season. The average GSI at the rainy was higher (2.42) than the dry season (2.33) and reached a peak at spawning season which was expected occurred in the rainy season.

The oocyte diameter distribution was found in one peak at one modus (Figure 10). The average oocyte diameter was 1.2 mm and ranged 0.5-1.7 mm so that this fish was total spawner and spawning occurred once in each spawning season.

The relationship between absolute fecundity to the length and weight of the snakehead is shown in Figure 11. The female gonads of snakehead by 365 mm (359 g) had at least 2843 eggs, while the most fecundity (approximately 23,230) was in female measuring 511 mm (1.790 g). The average absolute fecundity of the individual snakehead was 9167 eggs, while the relative fecundity was 20.6 eggs/g body weight. The smallest snakehead that has reached maturity stage IV was 294 mm (212 g). There were high variations in oocyte fecundity at the same length or individual weight. The relationship between fecundity and length was $F = 19.474 L^{1.6737}$ ($R^2 = 0.24$), and the fecundity-weight relationship was $F = 360.64 W^{0.5116}$.

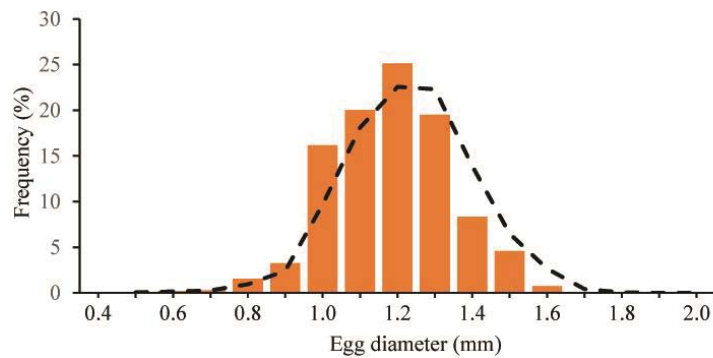


Figure 10 The oocyte diameter (MS III & IV) distribution of *Channa striata*

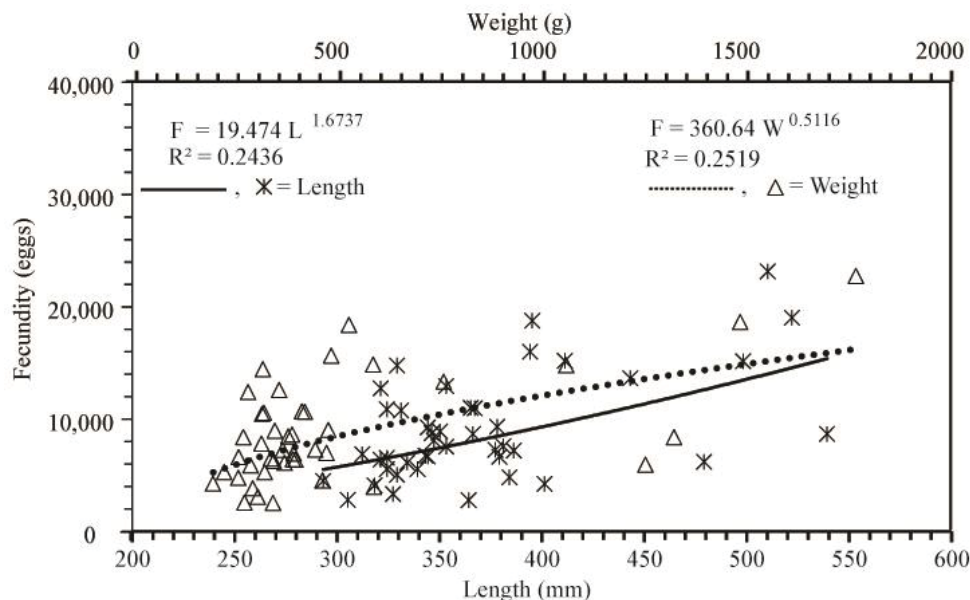


Figure 11 The relationship of absolute fecundity to length and weight of *Channa striata* in Lake Rawa Pening

($R^2 = 0.25$). Fecundity tended to rise by increasing length or weight, but the relationship was weak as indicated by low of R^2 -value. At the same weight or length female had varying fecundity so that the relationship between fecundity and weight was weak, as well as the fecundity-length relationship.

The relationship of relative fecundity to length and weight is presented in Figure 12. The relative fecundity decreased with increasing weight and length in the equation of $Fr = 26.11 -$

$0.0109 W$ ($R^2 = 0.17$) and $Fr = 43.62 - 0.6198 L$ ($R^2 = 0.16$). The relative fecundity ranged of 4.9 to 44.5 eggs g^{-1} with an average of 20.6 eggs g^{-1} of body weight.

The size prediction of the first spawning of female in Lake Rawa Pening is presented in Figure 13. The female is estimated to spawn for the first time at a length of 315 mm. The longest female caught was 649 mm, so the size was double the size of the first spawning.

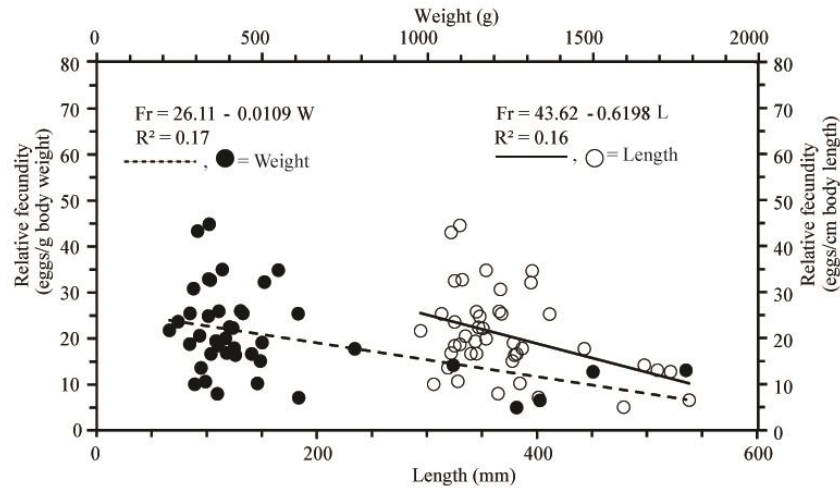


Figure 12 The relative fecundity-length and weight relationship of *Channa striata* in Lake Rawa Pening

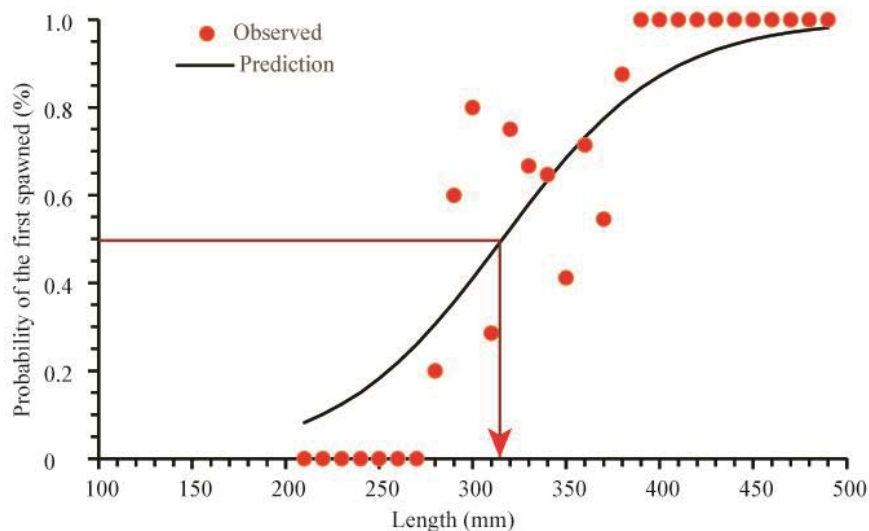


Figure 13 The estimated length at first maturity of female *Channa striata* in Lake Rawa Pening

Discussion

The length and weight range of snake-head captured in this study was wider than observed by Puspaningdiah *et al.* (2014) who caught fish using lift nets in Jan-Mar 2014 and obtained a range of 240-600 mm in length and weight of 100-1600 g. This may be caused by various types of fishing gear used for sampling, and longer sampling periods that affect the size of the fish caught.

In the rainy season, except for January, the ratio of male and female snakehead was balanced, whereas in the dry season more male fish were caught. This result was different from the snakehead population in the Musi River Basin, which was a balanced sex ratio of males and females (Makmur *et al.* 2003). On the other hand, in Bantimurung River, Maros Regency, the female population was three times more than males (Irmawati *et al.* 2017). It shows that the

sex ratio of males and females varies greatly. The snakehead sex ratio might be influenced by habitat, location, season, and stage in fish life and other factors (Mian *et al.* 2017). The balanced ratio of male and female snakehead in Lake Rawa Pening during the rainy season coincided with the spawning season. Water hyacinth and other aquatic weeds as a snakehead habitat for shelter and spawning, so that during the spawning season, many adult male and female snakehead gather to spawn. Snakehead requires water hyacinth and aquatic plants as shade to lay eggs and care for their offspring (Yulintine *et al.* 2017). During the dry season, male snakeheads hide under a bunch of aquatic plants to protect their territory, while female snakeheads hunt for prey. The sex ratio of males and females is an indicator of the health of fish populations so that a balanced male and female population is expected to guarantee maximum recruitment.

Snakehead growth patterns in various types of freshwater vary greatly, caused by multiple external and internal factors. External factors that affect snakehead growth patterns include habitat or environmental factors, food availability, seasonal differences, density, and so on. Internal factors that influence include fish development stage, sex, gonad maturity level, and other factors (Safran 1992). Snakehead can grow very well in Lake Rawa Pening, because various types of feed are available. The main feed of snakehead fish is animal groups consisting of fish, crustaceans, and shellfish. Male snakehead preys on balanced fish and shrimp, while females prey more on crustaceans. The types of prey consumed depend on their preferences and availability. Biologically the value of b is closely related to the health of the fish, whereas the condition of the fish depends on

food, age, sex, and gonad maturity (Effendie 2002).

In this study, male and female snakehead growth patterns in Lake Rawa Pening were isometric ($b = 3.0$), while Puspaningdiah *et al.* (2014) who conducted a study at the same location (in Lake Rawa Pening) found a negative allometric growth pattern ($b = 2.8$). This difference was thought to be caused by different phases of growth or development, habitat, and season when capturing snakehead. The snakeheads captured in this study were mostly 280-360 mm (male) and 340-400 mm (female) in length with an average of MS III, whereas Puspaningdiah *et al.* (2014) found a length that was dominated by 230-370 mm with an average of MS II. Snakehead in the vegetative growth phase stores a lot of energy from food for the formation of muscle tissue, whereas in the generative growth phase most of the energy was used for gonad growth (Ali 1999). Snakeheads found in the Banjaran River Basin (Sinaga *et al.* 2001) and the Musi River Basin (Makmur *et al.* 2003) have negative allometric growth patterns. Habitat flowing with a slight density of prey causes snakehead to use a lot of energy to find prey, so the growth pattern tends to be allometric negative (Mohanty *et al.* 2017). Snakehead in the spawning season or entering the reproductive phase will store energy from food for gonad development, so it tends to have a positive or allometric isometric growth pattern (Ghaedi *et al.* 2013). Isometric growth shows that the snakehead in Lake Rawa Pening has enough food to form its weight growth. Changes in fish weight are generally faster than their length.

The oocyte diameter in this study was consistent with the oocyte diameter in the Musi River flood area, which ranges from 0.65 to

1.34 mm (Makmur *et al.* 2003). The average oocyte diameter was closely related to MS, the snakehead which has a higher MS, the average diameter of the oocyte was greater (Ali 1999), the higher the level of gonad maturation, the greater the oocyte diameter in the ovary. Research conducted by Makmur *et al.* (2003) showed that the diameter of MS III snakehead oocytes ranged from 0.65 to 1.27 mm and MS IV ranged from 0.65 to 1.34 mm.

During the spawning season, the snakehead oocyte diameter in the gonad can be ovulated to a minimum size of 1.00 mm (Ghaedi *et al.* 2013). The snakehead oocytes that able to ovulate were those who have reached MS III and IV. The size range of snakehead oocytes obtained from this study was varied. It only mature oocytes will be ovulated during the spawning season. While immature oocytes or diameter <1.00 mm will develop further and will be ovulated in the next spawning season. These results indicate that the snakehead at the time of spawning ovulated all the mature oocytes, and the next time will be used to guard the progeny. Snakehead broodfish protect their offspring from eggs to post-larval stages to ensure high survival (Selvaraj & Francis 2007). These results were different from snakeheads that were spawned in ponds or captivity where the broodstock has no chance to guard for the offspring. In captivity, oocytes in the final stage will receive a response to synthetic hormones to develop and ovulate. Then after the broodstock recovers, it can be immediately spawned again for the rest oocyte (Marimuthu & Haniffa 2010).

The overall maturity stage of the snakehead was MS III, while the proportion of MS IV was the most during the rainy season. The gonadosomatic index (GSI) of the rainy season tend-

ed to be higher and overall ranges from 1.52 to 3.54. These results indicated that every month there was available some snakehead to spawn, and the peak of spawning season was coinciding with the rainy season. This result was in accordance with the snakehead spawning pattern in the flood area of the Musi river (Makmur *et al.* 2003) and in the Bantimurung River in Maros district (Irmawati *et al.* 2017) and several other places. Snakehead has a partial spawning pattern that lasts a long time by ovulating mature oocytes. Monthly both male and female were in gonadal maturity to spawn (Mahmud *et al.* 2016). This condition was thought to compensate for the high larvae and juvenile phase mortality (Yulintine *et al.* 2017) due to predation or starvation.

The snakehead fecundity in this study ranged from 2,843 - 23,230 eggs with an average of 9,167 eggs. This result was relatively similar to previous researchers that found the snakehead fecundity ranged from 1,282-20,035 eggs (Puspaningdiah *et al.* 2014). The snakehead fecundity in the Sambujur River Barito flood area ranged from 621-15,430 eggs (Makmur & Prasetyo 2006), while the snakehead fecundity in the Musi River Basin ranged from 7,141-16,486 eggs (Makmur *et al.* 2003). The total fecundity of the snakehead in Lake Tempe ranged from 1,062-57,200 eggs (Harianti 2012). The fecundity of snakehead in Lake Tempe was relatively more, it supposed due to the oocyte diameter was smaller (0.2000 - 0.9247 mm). Snakeheads that have smaller oocytes will have more fecundity. Snakehead in Lake Rawa Pening has an average diameter of a larger oocyte, and this was thought to be due to the type and availability of abundant prey. The habitat under the hyacinth bunch was a hiding place for fish

and shrimp. Snakehead, when taking shelter under a bunch of hyacinths could prey on the abundant available fish and shrimp. Larger diameter oocytes have more feed reserves, so larger oocyte diameters have better survival (Effendie 2002).

Fish that get enough nutrients or feed would be able to produce more oocytes (Mohan-ty *et al.* 2017), so fish fecundity reached the maximum during the spawning season (Effendie 2002). Fluctuations in fecundity could also be caused by differences in the size of total length and body weight that were not the same, so fish that have a size of total length and greater weight would have more fecundity.

The 50% length of the first gonads matured of the snakehead was 315 mm, while the female average snakehead length of captured was 366 mm and the male was 330 mm. This shows that the snakehead was caught in the juvenile stage to adulthood, so the minimum length of the fish caught needs to be raised, so that the fish caught was mature or at least have spawned once (King 2003). Water hyacinth and other aquatic weed were ideal for snakeheads habitats. Catching snakehead in waters that have a lot of water hyacinth cover will get fish from young to adult. In Lake Rawa Pening, many snakeheads were caught by widik, a type of fishing gear, lift nets, and traps. The management that needs to be done is capturing the mature and passing the young to grow bigger. This can be done by adjusting the space between the blades in the Widik fishing gear, increasing the opening of the mesh net and increasing the escape space in the trap. The size of the space between the bamboo blades in the Widik and other types of fishing gear can be increased by 10% to increase the average catch (King 2003).

The socialization to the shareholder is intended to capture snakeheads that have been properly captured, so that the snakehead can reproduce to preserve the population in the waters of Lake Rawa Pening.

Conclusion

In Lake Rawa Pening, snakehead has an isometric growth pattern. The gonadosomatic ratio in broodstock ready for spawning was low. GSI in the rainy season was higher than in the dry season. Oocyte fecundity and relative fecundity were low. Relative fecundity tends to decrease with increasing length or weight. Oocyte diameter size was medium. Oocyte diameter distribution has one size group and has total spawning patterns. In the spawning season, mature oocytes were ovulated, while young ones develop and spawn the following season. Every month there was broodstock ready to lay eggs, and it was estimated that peak spawning occurs during the rainy season. The first spawning broodfish was expected to have a length of 31.5 cm.

Acknowledgment

The author would like to thank the Dean of Agriculture Faculty of UGM for providing grant funding through the Grant Agreement Letter Number 2345 / PN / TU / 2018 for snakehead research in Lake Rawa Pening. This study was part of umbrella research on the fish community in Lake Rawa Pening. Acknowledgments were also conveyed to three anonymous reviewers who have provided invaluable criticism, suggestions, and input for the improvement of this paper.

References

- Ali AB. 1999. Aspects of the reproductive biology of female snakehead (*Channa striata* Bloch) obtained from irrigated rice agroecosystem, Malaysia. *Hydrobiologia*, 411(1): 71-77.
- Asfar M, Tawali AB, Mahendradatta M. 2014. Potensi ikan gabus (*Channa striata*) sebagai sumber makanan kesehatan. Review. In: Amin I et al. (Eds). *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri II* 22 Oktober 2014. Akademi Teknik Industri Makasar. pp. 150-154
- Biswas SP. 1993. *Manual methods in fish biology*. South Asian Publishers Pvt Ltd. New Dehli. India. 157 p.
- Effendie MI. 2002. *Biologi perikanan*. Yayasan Pustaka Nusantara. Cetakan Kedua. Yogyakarta. 163 hlm.
- Ghaedi A, Kabir MAA, Hashim R. 2013. Oocyte development and fecundity of snakehead murrel, *Channa striatus* (Bloch 1793) in captivity. *Asian Fisheries Science*, 26(1): 39-51.
- Irmawati, Tresnati J, Nadiarti, Yunus B, Sriutami M. 2017. Karakterisasi ikan gabus *Channa* sp. dari sungai Bantimurung Kabupaten Maros Sulawesi Selatan. In: Umar TM et al. (Eds) *Prosiding Simposium Nasional Perikanan dan Kelautan ke 4*. 19 Mei 2017. Universitas Hasanudin Makasar. p. 24-38.
- Hadiaty RK. 2016. Iktiofauna di kawasan karst Menoreh, Jawa Tengah dan upaya konservasinya. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 16(2): 199-210.
- Harianti. 2013. Fekunditas dan diameter telur ikan gabus (*Channa striata* Bloch, 1793) di Danau Tempe, Kabupaten Wajo. *Jurnal Saintek Perikanan*, 8(2): 18-24.
- King M. 2003. *Fisheries biology: assessment and management*. Fishing News Book, Hong Kong. 341 p.
- Mahmud NA, Rahman HH, Mostakim GM, Khan MGQ, Shahjahan M, Lucky NS, Islam MS. 2016. Cyclic variations of gonad development of an air-breathing fish, *Channa striata* in the lentic and lotic environments. *Fisheries and Aquatic Sciences*, 19(5): 1-7.
- Makmur S, Rahardio MF, Sukimin S. 2003. Biologi reproduksi ikan gabus (*Channa striata* Bloch) di daerah banjiran Sungai Musi Sumatera Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(2): 57-62.
- Makmur S, Prasetyo D. 2006. Kebiasaan makan, tingkat kematangan gonad dan fekunditas ikan haruan (*Channa striata* Bloch) di suaka perikanan Sungai Sambujur DAS Barito Kalimantan Selatan. *Jurnal Ilmu-ilmu Perairan dan Perikanan Indonesia*, 13(1): 27-31.
- Marimuthu K, Haniffa MA. 2010. Induced spawning of native threatened spotted snakehead fish *Channa punctatus* with ovaprim. *Asian Fisheries Science*, 23(1): 60-70.
- Mian S, Hossain MA, Shah AW. 2017. Sex ratio, fecundity and gonado somatic index of spotted snakehead, *Channa punctatus* (Channidae) from a lentic ecosystem. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(1): 360-363.
- Milton J, Bhat AA, Haniffa MA, Hussain SA, Rather IA, Al-Anazi KM, Hailan WAQ, Farah MA. 2018. Ovarian development and histological observations of threatened dwarf snakehead fish, *Channa gachua* (Hamilton, 1822). *Saudi Journal of Biological Sciences*, 25(1): 149-153.
- Mohanty SS, Khuntia BK, Sahu B, Patra SK, Tripathy MK, Samantaray K. 2017. Effect of feeding rates on growth, feed utilisation and nutrient absorption of murrel fingerling, *Channa striata* (Bloch) and determination of protein and energy requirement for maintenance and maximum growth. *Journal of Nutrition & Food Sciences*, 7(4): 1-6.
- Nasmi J, Nirmala K, Affandi R. 2017. Pengangkutan juvenil ikan gabus *Channa striata* (Bloch 1793) dengan kepadatan berbeda pada media bersalinitas 3 ppt. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(1): 101-114.
- Ndobe S, Serdiati N, Moore A. 2014. Domestication and length-weight relationship of striped snakehead *Channa striata* (Bloch). In: Sudaryono A, Mufid A (Eds). *Proceeding of International Conference of Aquaculture Indonesia* Bandung 20 Juni 2014. Masyarakat Akuakultur Indonesia. pp. 165-172.

- Nurdawati N, Husnah, Asyari, Prianto E. 2007. Fauna ikan di perairan danau rawa gambut di Barito Selatan Kalimantan Tengah. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 7(2): 89-97.
- Romadhoni AR, Afrianto E, Pratama RI, Grandiosa R. 2016. Extraction of snakehead fish [*Ophiocephalus striatus* (Bloch, 1793)] into fish protein concentrate as albumin source using various solvent. *Aquatic Procedia*, 7(1): 4-11.
- Puspaningdiah M, Solichin A, Ghofar A. 2014. Aspek biologi ikan gabus (*Ophiocephalus striatus*) di perairan Rawa Pening, Kabupaten Semarang. *Diponegoro Journal of Maquares*, 3(4): 75-82.
- Sary R, Zainuddin, Rahmi E. 2017. Struktur histologis gonad ikan gabus (*Channa striata*) betina. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 01(3): 334-342.
- Safran P. 1992. Theoretical analysis of the weight-length relationship in fish juveniles. *Marine Biology*, 112(3): 545-551.
- Selvaraj, Francis T. 2007. Influence of human chorionic gonadotropin on maturation in striped murrel, *Channa striatus*. *Asian Fisheries Science*, 20(1): 23-39.
- Sinaga TP, Rahardjo MF, Sjafei DS. 2001. Bioekologi ikan gabus (*Channa striata*) pada aliran sungai Banjarn Purwokerto. In: Sjafei DS et al. (Eds.). *Prosiding Seminar Nasional Keanekaragaman Hayati Ikan*. Bogor 6 Juni 2000. Pusat Studi Ilmu Hayati IPB dan Pusat Penelitian dan Pengembangan Biologi LIPI. pp. 133-140.
- Suwandi R, Nurjanah, Winem M. 2014. Proporsi bagian tubuh dan kadar proksimat ikan gabus pada berbagai ukuran. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 17(1): 22-28.
- Wahyu, Supriyono E, Nirmala K, Harris E. 2015. Pengaruh kepadatan ikan selama pengangkutan terhadap gambaran darah, pH darah, dan kelangsungan hidup benih ikan gabus *Channa striata* (Bloch, 1793). *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 15(2): 165-177.
- Yulintine, Bugar H, Wulandari L, Harteman E. 2017. Snakehead fish (*Channa striata*): semi-induced breeding and larval growth. *Indian Journal of Science and Technology*, 10(11): 1-8.
- Zehra S, Khan MA. 2012. Dietary protein requirement for fingerling *Channa punctatus* (Bloch), based on growth, feed conversion, protein retention and biochemical composition. *Aquaculture International*. 20 (2): 383-395.

Variasi spatio-temporal kumpulan ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak, Kepulauan Seribu

[Spatio-temporal variations of fish assemblages in seagrass ecosystem of Karang Congkak Island, Kepulauan Seribu]

Adinda Kurnia Putri¹, Ridwan Affandi^{2,3}, Charles P.H. Simanjuntak^{2,3},
M. Fadjar Rahardjo^{2,3}

¹Program Magister Program Studi Pengelolaan Sumberdaya Perairan Sekolah Pascasarjana IPB

²Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB

³Masyarakat Iktiologi Indonesia

Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680

Surel: adindkp@gmail.com, affandi_ridwan@yahoo.com, charles_phs@apps.ipb.ac.id, mf.rahardjo@gmail.com

Diterima: 30 Agustus 2019; Disetujui: 29 Oktober 2019

Abstrak

Penelitian kumpulan ikan dilakukan untuk mengungkap komposisi ikan secara spasial dan temporal di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak. Frekuensi pengambilan sampel ikan dilakukan selama enam kali yaitu pada musim barat (Maret), peralihan (April-Mei) dan timur (Juli, Agustus, September) 2018 pada empat lokasi lamun yakni zona timur, selatan, barat, dan utara Pulau Karang Congkak dengan menggunakan pukat tarik pantai. Perbedaan komposisi spasial dan temporal kumpulan ikan dianalisis menggunakan analisis similaritas satu arah (*One-Way* ANOSIM). Kumpulan ikan yang terkoleksi terdiri atas 78 spesies dari 31 famili dan 10 ordo. Famili ikan yang dominan adalah Labridae. Hasil analisis similaritas mengindikasikan adanya perbedaan komposisi spesies ikan secara spasial dan temporal. Kumpulan ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak didominasi oleh yuwana baik secara spasial maupun temporal. Ikan yang paling banyak ditemukan menghuni ekosistem lamun Pulau Karang Congkak berasal dari kelompok penghuni sementara seperti *Gerres oyena* dan *Siganus canaliculatus*, serta ikan pengunjung tetap, yakni *Halichoeres argus*. Hasil analisis korelasi kumpulan ikan dan lingkungan menunjukkan adanya korelasi erat antara beberapa spesies ikan dengan variabel lingkungan.

Kata penting: indeks keanekaragaman, musim timur, penghuni sementara, yuwana

Abstract

Seagrass are globally known as an essential habitat for marine fishes. The study of fish assemblages in seagrass ecosystem is needed as the first base to select the most suitable coastal fisheries management. The study aims to reveal the composition of fish assemblages both seasonally and spatially in Karang Congkak Island, Kepulauan Seribu. Sampling was performed six times in NW monsoon (March), first transitional monsoon (April-May) and SE monsoon (June, August, September) 2018. Fish were sampled at four sites at seagrass ecosystem of Karang Congkak Island, namely eastern, southern, western, and northern by using beach seine net. The differences of juvenile fish assemblages were analyzed using *One-Way* ANOSIM. A total of 6,326 fish were collected belonging to 78 species, 31 families and 10 orders in which Labridae was the most diverse family. The result indicates strong spatial and temporal variation in fish composition. Fish compositions were dominated by juvenile both spatially and temporally. The most common species that inhabits seagrass beds of the Karang Congkak Island as temporary resident such as *Gerres oyena* and *Siganus canaliculatus*, and regular visitor namely *Halichoeres argus*. Canonical correspondence analysis indicated strong correlation between several fish species and environmental variables.

Keywords: diversity index, Southeast monsoon, temporary resident, juvenile

Pendahuluan

Ekosistem lamun merupakan habitat yang penting bagi ikan sebab memiliki peranan ekologis sebagai daerah asuhan ikan, tempat berlindung dari predator, dan menyediakan ruang untuk mencari makan (Park *et al.* 2018). Pe-

ran ekosistem lamun sebagai daerah asuhan ikan dapat memengaruhi persebaran ikan (Jaxion-Harm *et al.* 2012). Struktur lamun yang kompleks dapat meningkatkan sintasan beberapa organisme akuatik terutama pada masa awal hidupnya (Gilby *et al.* 2018).

Ekosistem lamun banyak dimanfaatkan oleh ikan karang untuk berlindung sebelum kembali beruaya ke ekosistem karang (Nakamura & Sano 2004). Ikan-ikan yang memanfaatkan ekosistem lamun dapat dikategorikan menjadi beberapa status penghuni berdasarkan sifat keberadaannya yakni penghuni tetap (*permanent resident-PR*), penghuni sementara (*temporary resident-TR*), pengunjung tetap (*regular visitors-RV*), dan pengunjung sesekali (*occasional visitors-OV*) (Hemminga & Duarte 2000). Beberapa ikan-ikan tersebut merupakan yuwana ikan ekonomis penting seperti ikan baronang (Siganidae), lencam (Lethrinidae), dan kapas-kapas (Gerreidae) (Edrus & Hartati 2013).

Salah satu pulau di Kepulauan Seribu yang memiliki ekosistem lamun adalah Pulau Karang Congkak. Pulau ini merupakan pulau yang tidak berpenghuni di bagian utara Kepulauan Seribu yang secara administratif termasuk dalam Kelurahan Pulau Panggang. Pulau Karang Congkak termasuk ke dalam zona pemanfaatan (Dit. KKIJ 2015) yang ditujukan untuk permukiman, wisata atau untuk kegiatan budi daya ikan (Riyadi 2007). Pulau lain yang berada di sekitar Pulau Karang Congkak seperti Pulau Panggang merupakan daerah permukiman padat penduduk (Assuyuti *et al.* 2018) dan Pulau Semak Daun sebagai destinasi wisata.

Aktivitas manusia di pulau-pulau sekitar dikhawatirkan dapat mengganggu ekosistem lamun sebagai habitat penting ikan (Orth *et al.* 2006, Kawaroe *et al.* 2016, Scapin *et al.* 2016). Selain itu, kerusakan lamun disebabkan oleh adanya sedimentasi, beban pencemaran organik, dan kerusakan akibat baling-baling kapal seperti yang terjadi pada Teluk Chesapeake (Mizerek *et al.* 2011). Di Indonesia, kerusakan ekosistem lamun telah dilaporkan di beberapa tempat se-

perti di Teluk Banten, Teluk Grenyeng, Bojonegara (Nadiarti *et al.* 2012).

Keterbatasan informasi mengenai fauna ikan pada ekosistem lamun di Pulau Karang Congkak menjadikan upayaantisipasi kerusakan ekosistem dan pengaruhnya terhadap organisme sulit untuk dirumuskan. Karena itu, studi fauna ikan sangat perlu dilakukan dalam upaya pengelolaan sumber daya ikan (Phinrub *et al.* 2104). Sampai saat ini telah ada beberapa studi mengenai kumpulan ikan pada ekosistem lamun di Indonesia seperti oleh Tangke (2010) dan Ambo-Rappe *et al.* (2013) di beberapa perairan di Sulawesi. Kajian serupa juga pernah dilakukan di Kepulauan Seribu seperti di Pulau Burung (Hutomo & Martosewojo 1997), Pulau Pramuka (Saraswati *et al.* 2018), dan Pulau Tidung Kecil (Hidayati & Suparmoko 2018), sedangkan di Pulau Karang Congkak sebagai representasi pulau kecil di gugusan Taman Nasional Kepulauan Seribu bagian utara belum pernah dilakukan. Penelitian ini dilakukan untuk mengungkap komposisi spesies dan kelimpahan ikan berdasarkan musim dan lokasi di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak, Kepulauan Seribu serta kaitannya dengan beberapa variabel lingkungan.

Bahan dan metode

Area studi

Penelitian dilaksanakan di Pulau Karang Congkak yang merupakan bagian dari gugusan Kepulauan Seribu bagian utara, DKI Jakarta. Pulau ini termasuk ke dalam Kelurahan Pulau Panggang bersama 13 pulau lainnya. Pulau Karang Congkak dikelilingi oleh beberapa ekosistem penyusun laut dangkal seperti terumbu karang penghalang, lamun, dan mangrove. Pengambilan sampel ikan dilakukan pada empat zona di Pulau Karang Congkak yang memiliki tutup-

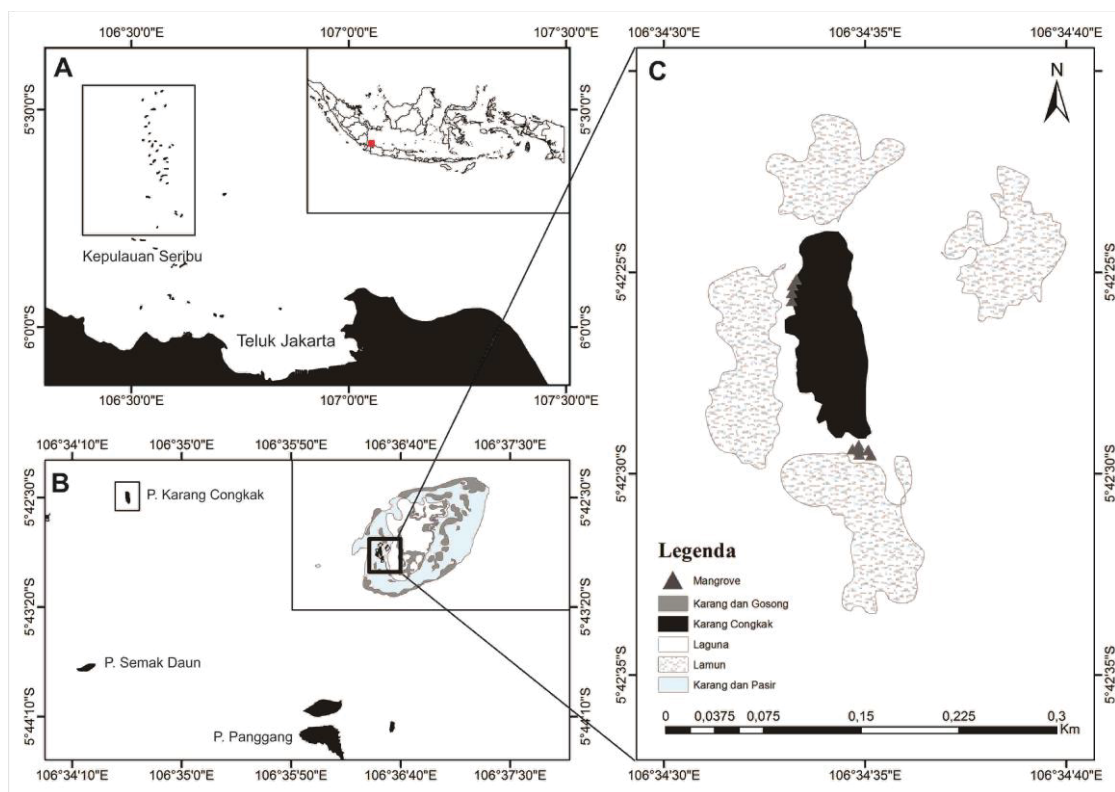
an lamun yaitu pada zona timur, selatan, barat, dan utara Pulau Karang Congkak (Gambar 1).

Pengambilan dan penanganan sampel ikan

Frekuensi pengambilan sampel ikan dilakukan satu bulan satu kali pada musim barat (MB) bulan Maret, musim peralihan (MP) yaitu bulan April dan Mei, serta musim timur (MT) pada bulan Juli, Agustus dan September 2018. Sampel ikan diambil pada ekosistem lamun di zona Timur (T), Selatan (S), Barat (B), dan Utara (U) dengan menggunakan pukat tarik pantai yang memiliki dimensi 10 m x 1 m dan lebar mata jaring 3 mm. Pukat ditarik pada kedua

sisinya sejajar dengan garis pantai sejauh ± 30 m dengan metode sapuan.

Sampel ikan yang tertangkap terlebih dahulu diawetkan dalam larutan formalin 10%, kemudian dicuci dengan air dan diawetkan dalam larutan etanol 80%. Spesimen ikan yang telah diawetkan diidentifikasi sampai pada takson terendah yang memungkinkan berdasarkan buku petunjuk identifikasi Allen (1999), Carpenter & Niem (2001), dan Allen & Erdmann (2012). Selanjutnya semua ikan yang terkumpul, diukur panjang (mm) dan ditimbang bobotnya (g). Analisis sampel ikan dilakukan di Laboratorium Biologi Makro 1, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.



Gambar 1 Peta lokasi penelitian di Pulau Karang Congkak, Kepulauan Seribu. (A) letak Pulau Karang Congkak dan pulau sekitarnya (B) serta lokasi pengambilan sampel ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak (C)

Pengukuran variabel fisik-kimiawi serta biologi lingkungan dilakukan secara *in situ*. Variabel fisik lingkungan yaitu kekeruhan (NTU) diukur menggunakan *turbidity meter* dan suhu (°C) dilakukan menggunakan termometer, sedangkan variabel kimiawi lingkungan berupa oksigen terlarut (mg L⁻¹) diukur menggunakan DO *meter*, pH ditentukan nilainya menggunakan indikator universal, sedangkan salinitas (ppt) diketahui nilainya dengan menggunakan *Specific Gravity Hydrometer*. Variabel biologis berupa persentase tutup lamun ditentukan secara visual dan hasilnya dibandingkan dengan hasil penelitian McKenzie (2013). Parameter fisik-kimiawi perairan dilakukan sesaat sebelum pengambilan sampel ikan, sementara pengamatan jenis danutupan lamun dilakukan setelah pengambilan sampel ikan satu kali selama penelitian yakni pada April 2018.

Analisis data

Struktur kumpulan ikan dianalisis menggunakan indeks ekologis, yakni indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H'), indeks kemerataan (E), dan indeks dominansi (D) dengan rumus yang mengacu kepada Magurran (1988). Indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') dihitung dengan persamaan:

$$H' = - \sum P_i \ln P_i; P_i = n_i/N$$

Indeks kemerataan jenis diketahui melalui persamaan:

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

Indeks dominansi (Simpson) yang menggambarkan adanya dominansi spesies tertentu dihitung menggunakan persamaan:

$$D = \sum P_i^2; P_i = n_i/N$$

Keterangan: H' = Indeks keanekaragaman, n_i = bobot total individu spesies ke-i, N = bobot total semua individu, D = Indeks dominansi, E = Indeks kemerataan, S = Jumlah spesies

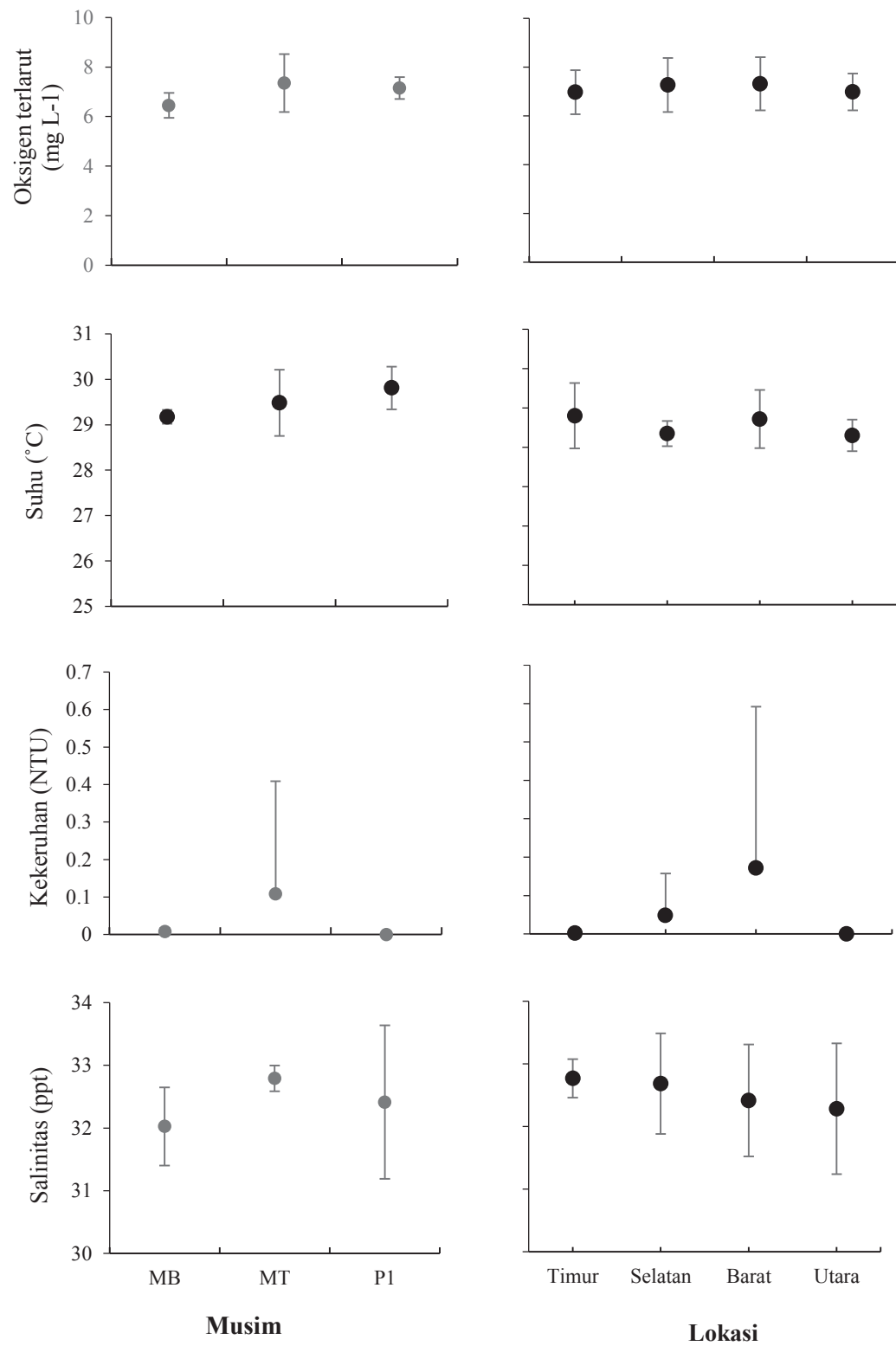
Analisis statistik

Variabel lingkungan yang diukur serta indeks ekologis yang digunakan diuji perbedaannya berdasarkan musim dan lokasi (taraf 5%) menggunakan analisis ragam satu arah (*One-way ANOVA*) dengan bantuan perangkat lunak SPSS versi 20. Perbedaan kumpulan ikan berdasarkan nilai CPUE hasil tangkapan ikan diuji menggunakan analisis similaritas satu arah (*One-Way ANOSIM*). Kelimpahan ikan (log (CPUE+1)) yang memiliki nilai >1% dan variabel lingkungan diuji keterkaitannya melalui *Canonical Correspondence Analysis (CCA)* dengan menggunakan perangkat lunak PAST 3.

Hasil

Kondisi lingkungan perairan

Kondisi lingkungan perairan yang terukur selama penelitian disajikan pada Gambar 2. Rata-rata konsentrasi oksigen terlarut tertinggi terdapat pada musim timur (7,35 mg L⁻¹), sedangkan yang terendah pada musim barat (6,45 mg L⁻¹). Nilai rata-rata salinitas dan kekeruhan tertinggi terdapat pada musim timur (32,79 ppt dan 0,108 NTU), sedangkan nilai terendah salinitas pada musim barat (32,02 ppt) dan kekeruhan terendah pada musim peralihan (0 NTU). Rataan suhu tertinggi teramati pada musim peralihan (29,81 °C) sedangkan nilai terendahnya pada musim barat (29,17°C).



Gambar 2 Parameter lingkungan menurut musim dan lokasi di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak pada Maret-September 2018

Tabel 1 Hasil pengujian analisis sidik ragam parameter lingkungan dan indeks ekologis di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak

Parameter / Indeks	P_{Musim}	P_{Zona}
Oksigen terlarut (mg L^{-1})	1,487	0,214
Suhu ($^{\circ}\text{C}$)	1,637	1,029
Salinitas (ppt)	0,712	0,465
Kekeruhan (NTU)	0,689	0,828
Indeks keanekaragaman (H')	0,103	0,537
Indeks pemerataan (E)	0,357	0,164
Indeks dominansi (D)	0,034	0,529

Nilai rata-rata oksigen terlarut pada zona barat ($7,31 \text{ mg L}^{-1}$) lebih tinggi dibandingkan lokasi lainnya dengan nilai terendah pada zona timur ($6,96 \text{ mg L}^{-1}$). Rataan suhu dan salinitas yang teramati pada zona timur ($29,8^{\circ}\text{C}$ dan $32,76 \text{ ppt}$) merupakan yang tertinggi dan pada zona utara merupakan yang terendah ($29,3^{\circ}\text{C}$ dan $32,28 \text{ ppt}$). Kekeruhan rata-rata pada zona utara merupakan yang terbaik (0 NTU) dan pada zona barat yang terburuk ($0,172 \text{ NTU}$).

Nilai rata-rata pH selama penelitian yang konsisten berdasarkan musim maupun lokasi yaitu 7. Tutupan lamun yang tertinggi persentasenya terdapat pada zona utara (33%) diikuti oleh zona selatan (32%), zona barat (21%), dan terendah pada zona timur (20%). Nilai pH dan persentase tutupan lamun tidak dianalisis menggunakan analisis sidik ragam sebab tidak ada perbedaan nilai selama penelitian. Hasil analisis sidik ragam terhadap parameter lainnya menunjukkan tidak adanya perbedaan baik musim maupun lokasi ($p > 0,01$) (Tabel 1).

Komposisi dan persebaran ikan

Ikan yang tertangkap selama penelitian berjumlah 6326 individu yang terdiri atas 78

spesies, 55 genera, 31 famili, dan 10 ordo dengan jumlah individu yang bervariasi pada setiap bulan di semua lokasi (Tabel 2). Ordo dengan jumlah famili terbanyak adalah Perciformes dengan 19 famili (Gambar 3). Famili Labridae dan Pomacentridae memiliki jumlah spesies terbanyak yakni masing-masing 9 spesies, diikuti famili Siganidae dengan 6 spesies dan famili lainnya sebanyak 1-4 spesies ikan (Gambar 4). Hasil analisis similaritas terhadap kumpulan ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak mengindikasikan adanya perbedaan secara spasial ($P_{0,02} < 0,05$, R: 0,160) maupun temporal ($P_{0,006} < 0,05$, R: 0,239).

Kumpulan ikan yang menghuni ekosistem lamun di Pulau Karang Congkak tersusun atas beberapa kelompok ikan yang digolongkan berdasarkan peranannya dalam memanfaatkan ekosistem lamun yakni penghuni tetap (PR), penghuni sementara (TR), pengunjung tetap (RV) dan pengunjung sesekali (OV). Selama penelitian, kelompok ikan penghuni sementara memiliki proporsi lebih dari 50% dari hasil tangkapan, pengunjung sementara memiliki persentase 34% dan sisanya adalah penghuni tetap dan pengunjung sesekali (Gambar 5).

Tabel 2 Daftar spesies ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak pada bulan Maret-September 2018

Ordo/Famili	Species	Musim			Lokasi					Stadia	Status Penghuni	
		MB	MP	MT	T	S	B	U				
ATHERINIFORMES												
Atherinidae	<i>Atherinomorus duodecimalis (Adu)</i>	+	+	+	+	-	+	+	+	Y		TR
	<i>Hypoatherina temminckii (Hte)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	Y		TR
	<i>Stenatherina panatela (Spa)</i>	+		+	+	+	+			Y		TR
BELONIFORMES												
Belonidae	<i>Tylosurus crocodilus (Tcr)</i>	-	+	-	-	-	+	+	-	Y		OV
CLUPEIFORMES												
Clupeidae	<i>Spratelloides delicatulus (Sde)</i>	-	+	+	+	+	+	+	+	Y, D		RV
	<i>Spratelloides gracilis (Sgr)</i>	-	-	+	-	-	-	+	+	Y, D		RV
MUGILIFORMES												
Mugilidae	<i>Ellochelon vaigiensis (Eva)</i>	+	-	-	-	+	-	-	-	Y		OV
MYLIOBATIFORMES												
Dasyatidae	<i>Taeniura lymma (Tly)</i>	+	-	-	-	-	-	-	+	Y		OV
PERCIFORMES												
Apogonidae	<i>Apogon margaritophorus (Ama)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	Y, D		PR
	<i>Cheilodipterus quinquelineatus (Cqu)</i>	+	+	+	+	+	+	+	+	Y		RV
	<i>Fibramia lateralis (Fla)</i>	+	+	+	-	+	+	+	+	Y		RV
	<i>Sphaeramia obricularis (Sob)</i>	-	+	-	+	+	-	+	+	Y		OV
	<i>Balistoides viridescens (Bvi)</i>	-	-	+	-	+	-	-	Y	Y		OV
	<i>Petroscirtes mitratus (Pmi)</i>	-	+	+	-	+	+	+	Y	Y		OV
	<i>Petroscirtes variabilis (Pva)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y	Y		OV
	<i>Anaora tentaculata (Ate)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y, D			RV
Callionymidae	<i>Diplogrammus goramensis (Dgo)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y			RV
	<i>Centrogenys vaigiensis (Cva)</i>	+	-	-	-	-	-	+	Y			OV
Centrogenyidae	<i>Chaetodon octofasciatus (Coc)</i>	-	+	-	-	-	-	+	Y			OV
Chaetodontidae	<i>Chaetodon penicilligerus (Cpe)</i>	-	+	-	-	-	-	+	Y			OV
	<i>Parachaetodon ocellatus (Poc)</i>	-	-	+	+	+	+	+	Y			OV
	<i>Gerres oyena (Goy)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y			TR
Gerreidae	<i>Amblygobius phalaena (Aph)</i>	+	-	+	+	+	+	-	Y, D			RV
Gobiidae	<i>Amblygobius stethothalamus (Ast)</i>	+	+	-	-	+	+	+	Y			RV

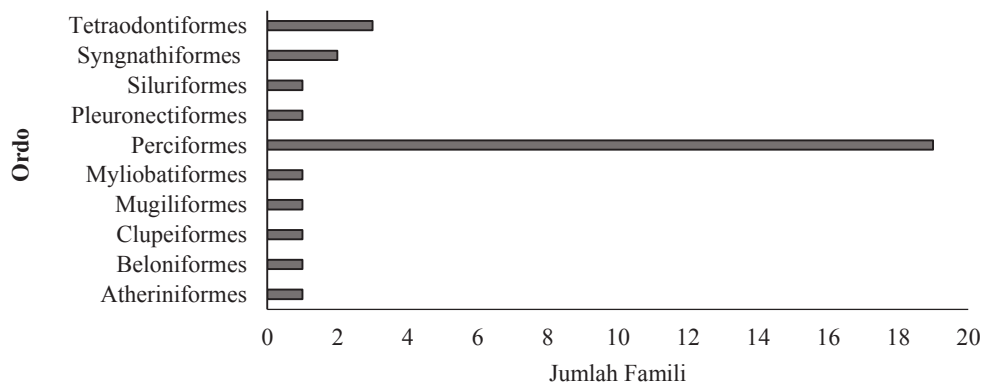
Tabel 2 (lanjutan) Daftar spesies ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak pada bulan Maret-September 2018

Ordo/Famili	Species	Musim			Lokasi					Stadia	Status Penghuni
		MB	MP	MT	T	S	B	U			
Gobiidae	<i>Bathygobius fucus (Bfu)</i>	-	-	+	-	+	-	-	Y		RV
	<i>Bathygobius lineatus(Bli)</i>	+	-	-	-	-	-	+	Y		RV
	<i>Istigobius decoratus (Ide)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y		RV
	<i>Istigobius ornatus (Ior)</i>	+	+	+	-	+	+	+	Y		RV
	<i>Valenciennaea longipinnis(Vlo)</i>	+	+	+	-	+	+	+	Y, D		RV
Labridae	<i>Valenciennaea muralis (Vmu)</i>	-	+	+	-	-	+	+	Y, D		RV
	<i>Cheilinus trilobatus (Ctr)</i>	-	+	-	+	-	+	-	Y		OV
	<i>Choerodon anchorago (Can)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y		RV
	<i>Halichoeres argus (Hag)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y, D		RV
	<i>Halichoeres bicolor (Hbi)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y, D		RV
	<i>Halichoeres chloropterus (Hac)</i>	+	+	+	-	+	+	+	Y, D		RV
	<i>Halichoeres magrariaceus (Hma)</i>	-	+	-	-	+	-	-	Y		RV
	<i>Halichoeres miniatus (Hmi)</i>	-	+	-	-	+	-	-	Y		RV
	<i>Halichoeres scapularis (Hsc)</i>	-	+	+	-	+	+	-	Y		RV
	<i>Stethojulis strigeveniter (Sti)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y, D		RV
	<i>Lethrinus genivittatus(Lge)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y		TR
	<i>Lethrinus harak (Lha)</i>	-	+	+	+	+	-	+	Y		TR
	<i>Lethrinus lentjan (Lle)</i>	+	+	-	+	+	-	+	Y		TR
	<i>Lutjanus fulviflamma(Lfu)</i>	-	+	-	+	+	-	-	Y		OV
	Microdesmidae	<i>Ptereleotris microlepis (Pmi)</i>	-	+	+	-	-	+	-	Y	
Mullidae	<i>Upeneus tragula (Uta)</i>	+	+	+	+	+	+	-	Y, D		OV
Nemipteridae	<i>Pentapodus bifasciatus (Pbi)</i>	-	+	+	+	-	+	+	Y		TR
	<i>Pentapodus trivitatus (Pti)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y, D		RV
	<i>Scolopsis ciliata (Sci)</i>	-	-	-	+	+	+	-	Y		OV
Pomacentridae	<i>Scolopsis lineata (Sli)</i>	-	+	+	+	-	+	+	Y		OV
	<i>Abudefduf sexfasciatus (Ase)</i>	+	+	-	+	+	+	+	Y		OV
	<i>Acanthochromis polyacanthus (Apo)</i>	-	+	-	+	-	+	-	Y		OV
	<i>Apmhiprion ocellaris (Aoc)</i>	-	+	-	-	-	+	+	Y		OV
	<i>Chrysiptera hemicyaena (Che)</i>	-	+	+	+	+	-	+	Y		OV
	<i>Dischistodus fasciatus(Dfa)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y		OV

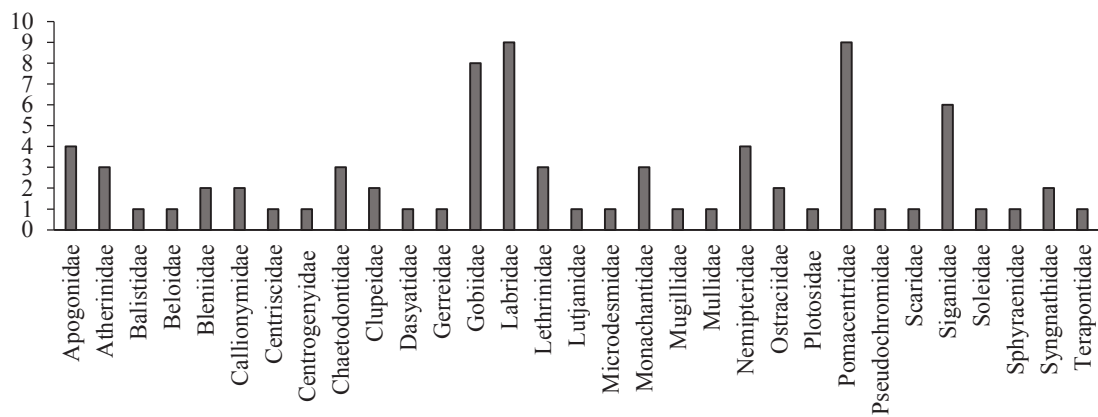
Tabel 2 (lanjutan) Daftar spesies ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak pada bulan Maret-September 2018

Ordo/Famili	Spesies	Musim		Lokasi					Stadia	Status Penghuni
		MB	MP	MT	T	S	B	U		
Pomacentridae	<i>Dischistodus perspicillatus (Dpe)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y	OV
	<i>Dischistodus prosopotaenia (Dpo)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y	OV
	<i>Dischistodus pseudochrysopoecilus (Dps)</i>	-	+	-	-	-	+	-	Y	OV
	<i>Pomacentrus tripunctatus (Ptr)</i>	-	-	+	+	-	-	-	Y	OV
Pseudochromidae	<i>Congrogadus subducens</i>	-	+	-	-	-	-	+	D	OV
Scaridae	<i>Scarus ghobban (Sgh)</i>								Y	TR
Siganidae	<i>Siganus canaliculatus (Sca)</i>	+	+	+	+	+	-	+	Y	TR
	<i>Siganus fuscus (Sfu)</i>	+	+	-	-	+	+	+	Y	TR
	<i>Siganus guttatus (Sgu)</i>	-	+	-	-	+	-	-	D	OV
	<i>Siganus javus (Sja)</i>	+	-	-	-	-	-	+	Y	OV
	<i>Siganus spinus (Spi)</i>	-	+	-	-	-	-	+	Y	TR
	<i>Siganus virgatus (Svi)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y	TR
Sphyrinae	<i>Sphyræna barracuda (Sba)</i>	-	+	-	-	-	-	+	Y	OV
Terapontidae	<i>Pelates quadrilienatus (Pqu)</i>	+	+	+	+	+	-	+	Y	TR
PLEURONECTIFORMES										
Soleidae	<i>Pardachirus pavoninus (Ppa)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y	RV
SILURIFORMES										
Plotosidae	<i>Plotosus lineatus (Pli)</i>	-	+	-	-	-	+	-	Y	OV
SYNGNATHIFORMES										
Centricidae	<i>Aeoliscus strigatus (Ast)</i>	-	+	+	-	-	-	+	Y, D	PR
Syngnathidae	<i>Hippichthys cyanospilos (Hcy)</i>	-	+	-	-	-	-	-	Y	OV
	<i>Corythoichthys haematopterus (Cha)</i>	+	-	-	-	-	-	+	Y	OV
TETRAODONTIFORMES										
Monacanthidae	<i>Acreichthys tomentosus (Ato)</i>	+	+	+	+	+	+	+	Y, D	RV
	<i>Paramonacanthus choirocephalus (Ach)</i>	-	+	+	+	+	-	+	Y, D	RV
	<i>Pseudomonacanthus macrurus (Pma)</i>	-	+	+	+	+	+	+	Y, D	RV
Ostraciidae	<i>Lactoria cornuta (Lco)</i>	-	+	-	-	-	+	-	Y	OV
	<i>Rhynchostracion nasus (Rna)</i>	+	-	-	-	-	+	-	Y	OV

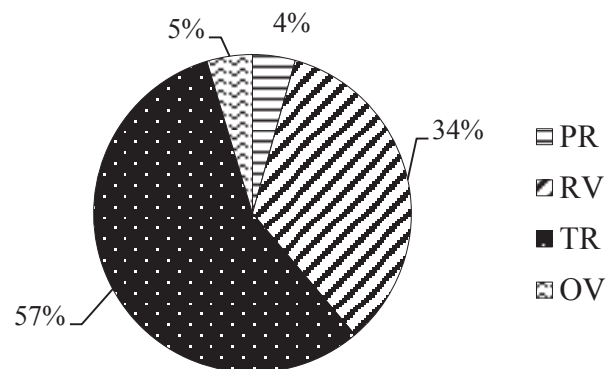
Keterangan: MB: Musim Barat; MP: Musim Peralihan; MT: Musim Timur; Y: Yuwana; D: Dewasa; PR: Penghuni tetap; RV: Pengunjung tetap; TR: Penghuni sementara; OV: Pengunjung sesekali) T: Timur; S: Selatan; B: Barat; U: Utara



Gambar 3 Jumlah famili berdasarkan ordo ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak



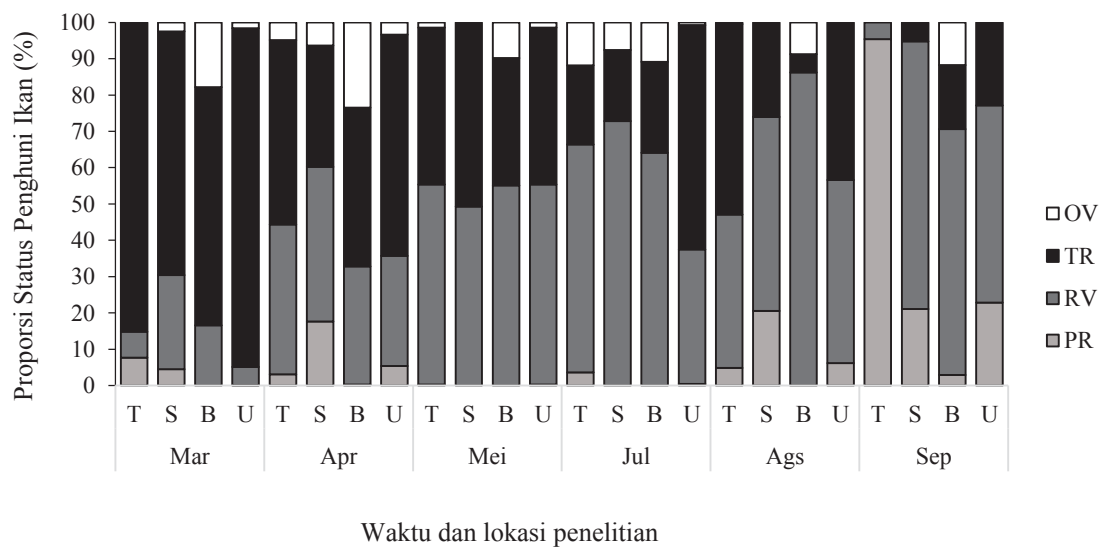
Gambar 4 Jumlah spesies pada setiap famili ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak



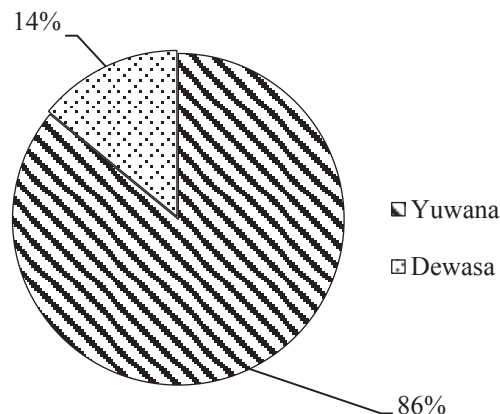
Gambar 5 Komposisi kategori ikan yang memanfaatkan ekosistem lamun (PR: Penghuni tetap; RV: Pengunjung tetap; TR: Penghuni sementara; OV: Pengunjung sesekali)

Komposisi ikan penghuni sementara pada stadia yuwana di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak melimpah pada musim barat tetapi semakin berkurang pada musim peralihan dan musim timur (Gambar 6). Sebaliknya, kelompok ikan pengunjung sementara memiliki proporsi yang rendah pada musim barat dan semakin meningkat dari musim peralihan menuju ke musim timur. Kedua kelompok tersebut selalu ditemukan di semua lokasi setiap bulannya, sedangkan kelompok lainnya (penghuni tetap dan pengunjung sesekali) dapat ditemukan di lokasi tertentu setiap bulan.

Komposisi ikan yang tertangkap selama penelitian terdiri atas 86% yuwana dan 14% ikan dewasa (Gambar 7). Terdapat 77 spesies ikan yang tergolong sebagai yuwana dan 18 spesies ikan dewasa. Yuwana ikan ditemukan dengan proporsi yang lebih tinggi (>80%) dibandingkan dewasa di setiap lokasi pada semua musim.



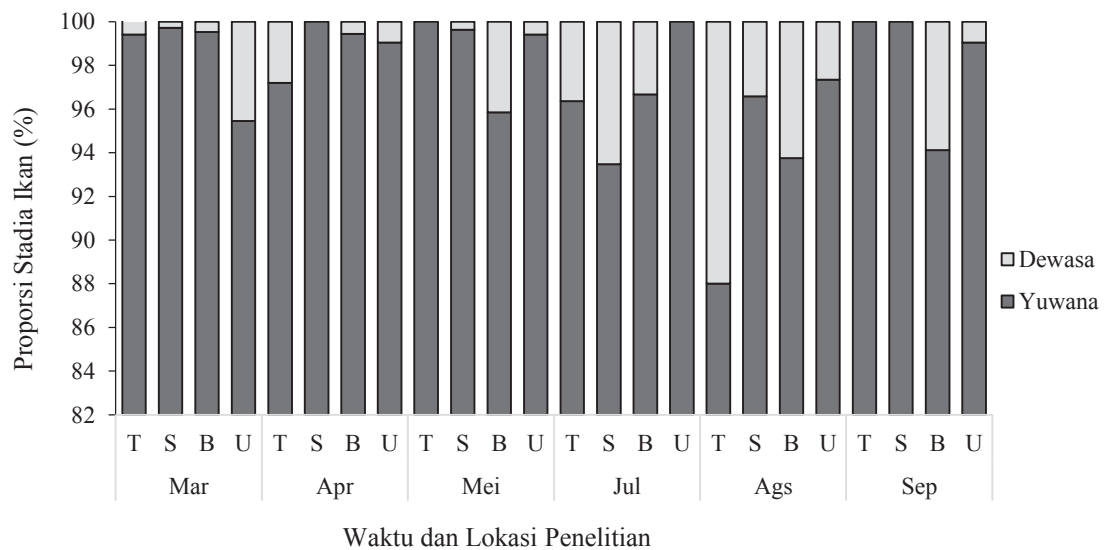
Gambar 6 Proporsi ikan berdasarkan kategori penghuni ekosistem lamun secara spasial dan temporal (PR: Penghuni tetap; RV: Pengunjung tetap; TR: Penghuni sementara; OV: Pengunjung sesekali). T: Timur; S: Selatan; B: Barat; U: Utara



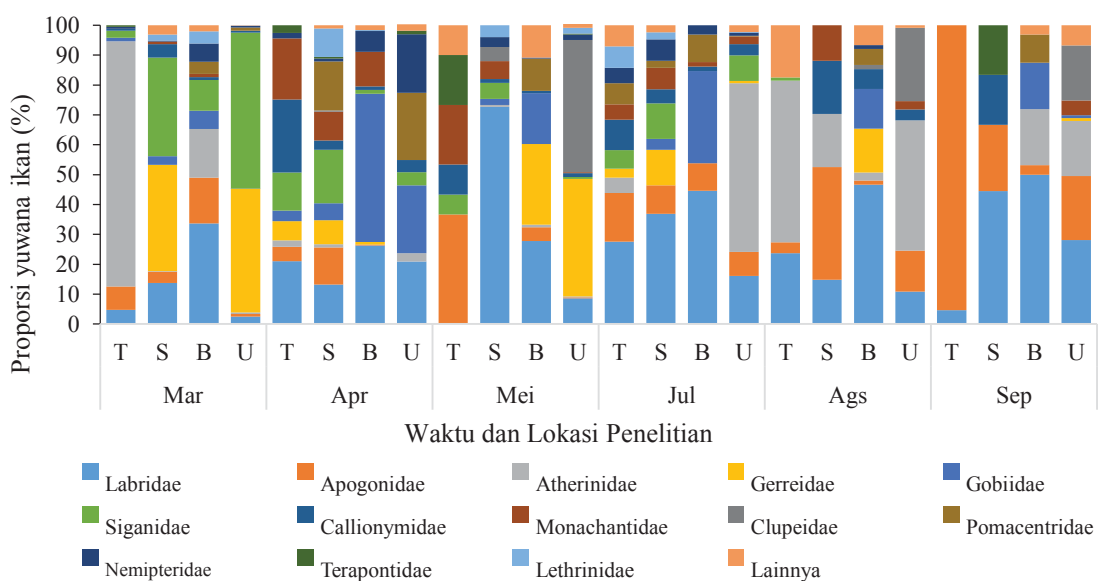
Gambar 7 Komposisi stadia kumpulan ikan yang tertangkap di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak

Kehadiran ikan dewasa dapat ditemukan setiap musim hanya pada beberapa lokasi (Gambar 8). Ikan yang berukuran dewasa ini tidak ditemukan pada bulan April (selatan), Mei (timur), Juli (barat), dan September (timur dan selatan). Proporsi ikan dewasa yang terdapat di beberapa lokasi pada bulan Mei dan Agustus cenderung memiliki persentase yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan bulan lainnya.

Yuwana ikan yang tertangkap setiap bulannya tersusun atas beberapa jenis ikan yang memiliki komposisi yang berbeda (Gambar 9). Yuwana ikan dari famili Labridae (*Halichoeres argus*) dapat ditemukan pada setiap lokasi pada semua bulan. Hasil tangkapan ikan pada musim barat didominasi oleh ikan dari famili Labridae, Atherinidae, Gerreidae, dan Siganidae. Komposisi yuwana pada musim peralihan menunjukkan



Gambar 8 Komposisi stadia ikan yang tertangkap selama penelitian. T: Timur; S: Selatan; B: Barat; U: Utara



Gambar 9 Komposisi famili yuwana ikan selama penelitian (T: Timur; S: Selatan; B: Barat; U: Utara)

Atherinidae, Gerreidae, dan Siganidae. Komposisi yuwana pada musim peralihan menunjukkan famili yang lebih beragam dengan proporsi yuwana tertinggi berasal dari famili Labridae, Gerreidae, Siganidae, Apogonidae, Gobiidae, Callionymidae, Pomacentridae dan Clupeidae. Pada musim timur famili yuwana ikan dengan proporsi yang lebih tinggi berasal dari famili Labridae, Atherinidae, Apogonidae dan Clupeidae.

Indeks ekologis komunitas

Indeks ekologis berdasarkan musim dan lokasi menunjukkan nilai indeks keanekaragaman dan kemerataan berfluktuasi (Gambar 10). Nilai tertinggi indeks tersebut berada pada musim peralihan (April-Mei). Nilai indeks keanekaragaman dan kemerataan mengalami penurunan pada musim timur (Juli-September) yang nilainya lebih rendah jika dibandingkan dengan musim barat (Maret).

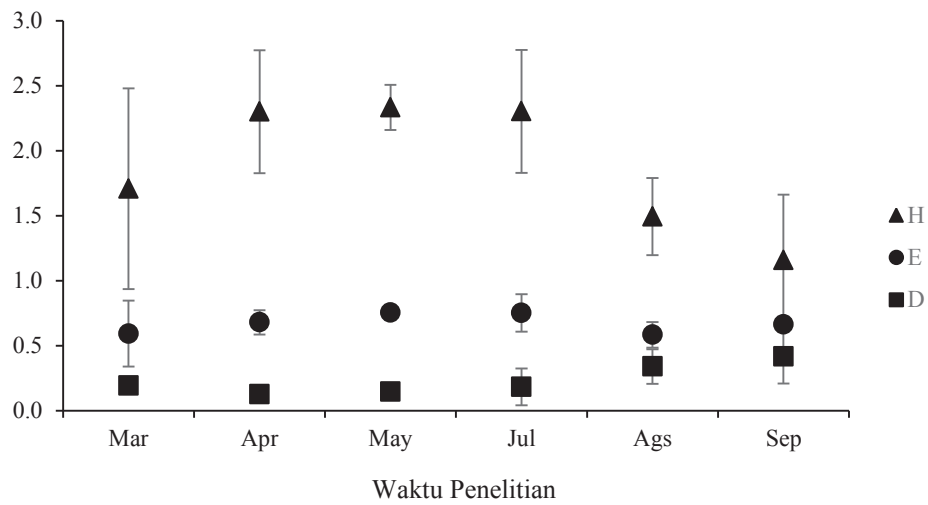
Nilai indeks ekologis spasial (Gambar 11) menunjukkan nilai indeks keanekaragaman dan kemerataan ikan tertinggi terdapat pada musim peralihan di wilayah timur, selatan, dan utara, sedangkan di zona barat ditemukan pada akhir musim peralihan (Mei) menuju musim timur. Nilai indeks dominansi tertinggi secara spasial dan temporal berada pada musim timur (September).

Indeks dominansi berkisar antara 0,07-0,71; juga memiliki pola yang serupa dengan kedua indeks lainnya. Nilai tertinggi secara spasial dan temporal berada pada bulan September pada semua lokasi penelitian.

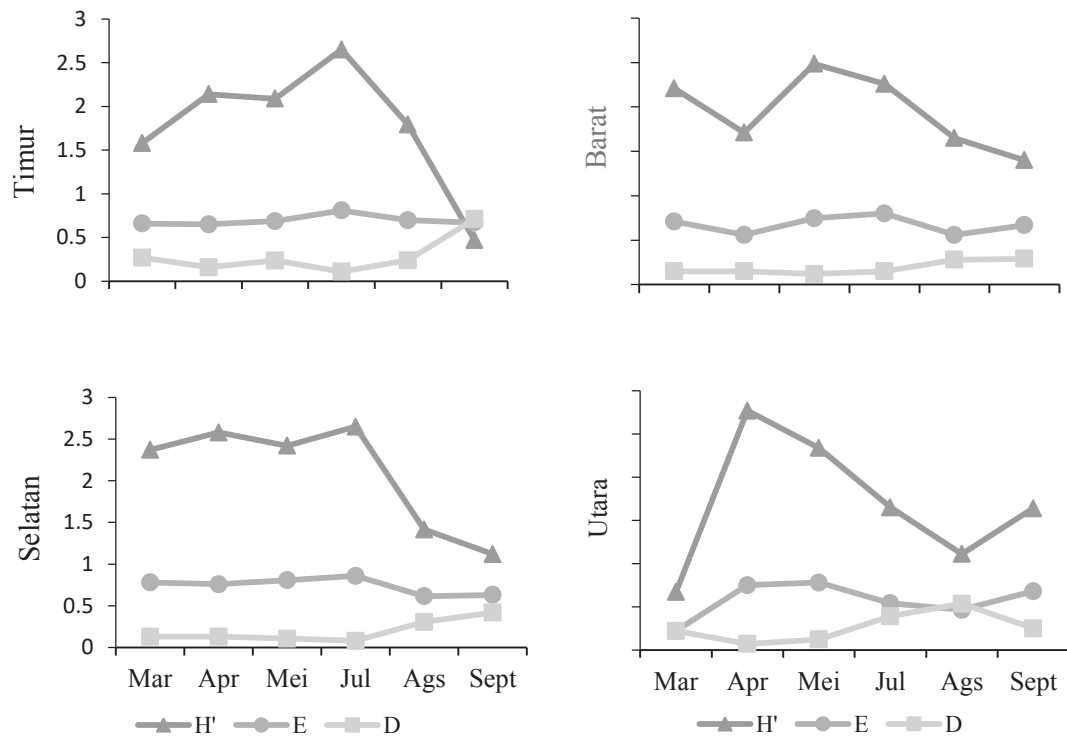
Hubungan spesies ikan dengan lingkungan

Keterkaitan antara data lingkungan dengan kumpulan ikan dianalisis dan disajikan dalam bentuk ordinasi dengan menggunakan *Cannonical Correspondence Analysis* (CCA). Hasil analisis CCA pada Gambar 12 menunjukkan korelasi variabel lingkungan dengan lokasi dan bulan penelitian. CCA yang terbentuk memiliki nilai *eigenvalue* pada dua *axis* pertama yaitu 0,17 (CCA1) dan 0,09 (CCA2) dapat menjelaskan model sebanyak 58,71% (CCA1) dan 33,34% (CCA2). Suhu dan lamun berkorelasi negatif terhadap sumbu 1 dan positif terhadap sumbu 2, sedangkan salinitas berkorelasi positif dengan sumbu 1 dan negatif dengan sumbu 2. Variabel lingkungan lain yang digunakan yaitu kekeruhan, oksigen terlarut dan salinitas memiliki korelasi negatif terhadap kedua sumbu.

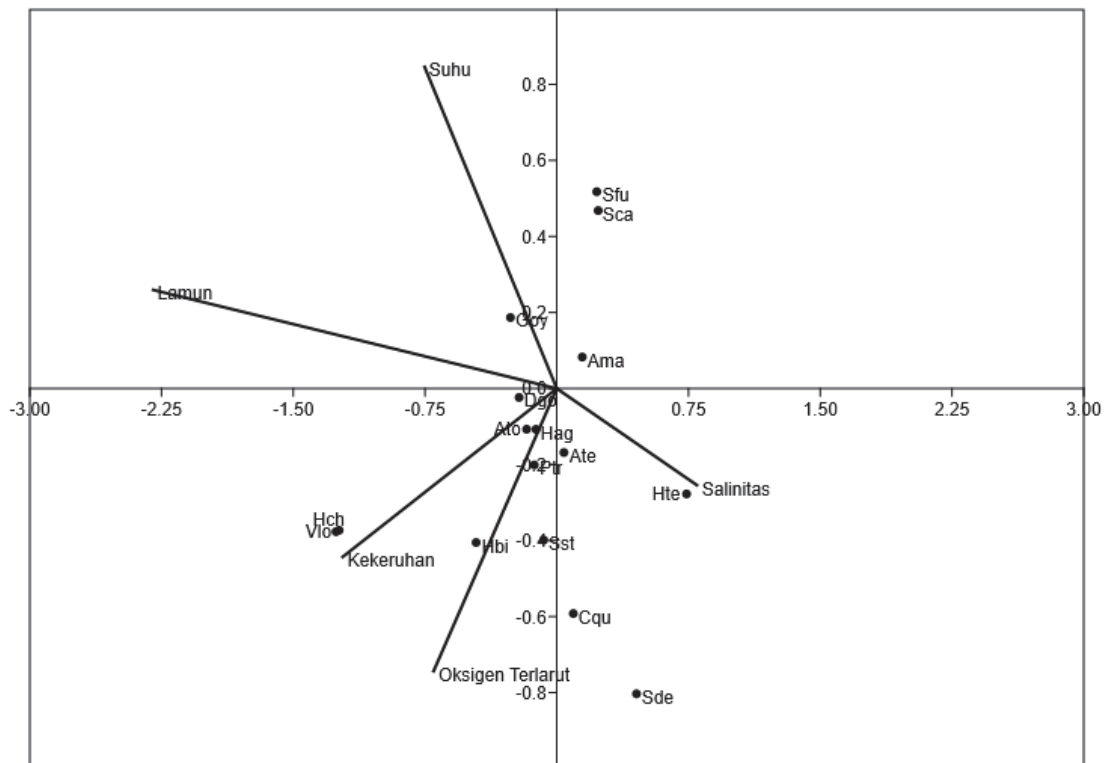
Biplot CCA menunjukkan terbentuknya kelompok ikan yang berasosiasi dengan oksigen terlarut dan kekeruhan terutama ikan dari kelompok Labridae (*Halichoeres argus*, *Halichoeres bicolor*, *Halichoeres chloropterus*, dan *Stethojulis strigiventer*) Callionymidae (*Diplogrammus goramensis* dan *Anaora tentaculata*) dan Monacanthidae (*Acreichtys tomentosus*). Kelompok ikan *Hypoatherina temminckii* (Atherinidae) berasosiasi dengan salinitas yang tinggi. Variabel lingkungan berupa suhu hanya berasosiasi dengan *Gerres oyena*, sedangkan ikan dari famili Siganidae (*Siganus canaliculatus* dan *Siganus fuscescens*), Apogonidae (*Cheilodipterus quinquelineatus* dan *Apogon marginatophorus*), Clupeidae (*Spratelloides delicatulus*) tidak berkorelasi dengan semua faktor yang diujikan.



Gambar 10 Indeks ekologis temporal ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak



Gambar 11 Indeks ekologis spasial ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak



Gambar 12 Ordinasi Biplot *Canonical Correspondence Analysis* (CCA) beberapa variabel lingkungan yang diukur dengan musim dan kumpulan ikan

Pembahasan

Pada penelitian ini ditemukan 78 spesies ikan dari hasil tangkapan menggunakan pukat tarik pantai di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak (Tabel 2). Hasil pengujian terhadap parameter lingkungan menunjukkan tidak adanya perbedaan parameter lingkungan secara spasial maupun temporal. Berdasarkan hasil observasi lapangan, Pulau Karang Congkak memiliki areal yang tidak terlalu luas ($\pm 0,6$ ha) dan memanjang sehingga kondisi hidrodinamika perairan antarzona umumnya tidak berbeda. Karena itu, terjadinya variasi pada komposisi ikan tidak disebabkan oleh pengaruh variabel lingkungan fisik, kimiawi melainkan cenderung dipengaruhi oleh faktor biologis khususnya ketersediaan epi-fit yang menjadi sumber makanan ikan (Ambo-rape 2010; Kwakk & Klumpp 2004).

Setiap ekosistem lamun memiliki komposisi ikan yang spesifik, yang dapat berbeda dengan komposisi ikan pada ekosistem lamun di tempat lain. Faktor adanya variasi komposisi ikan di berbagai ekosistem lamun ditunjukkan oleh data berikut. Di ekosistem lamun Teluk Youtefa ikan yang ditemukan berjumlah 79 spesies (Tebaiy *et al.* 2014), sedangkan Syahailatua & Nuraini (2011) mendapatkan 137 spesies di ekosistem lamun pantai Tanjung Merah. Hasil penelitian Ambo-Rappe *et al.* (2013) yang terpusat di Teluk Ambon Dalam mengungkapkan 95 spesies ikan, sementara Latuconsina *et al.* (2011) hanya menemukan 31 spesies ikan. Penelitian terdahulu mengenai kumpulan ikan di ekosistem lamun di Kepulauan Seribu (Pulau Pari) menemukan 78 spesies ikan (Hutomo & Martosewojo 1977).

Adanya perbedaan jumlah spesies yang ditemukan dapat dipengaruhi oleh adanya perbedaan kondisi lingkungan baik faktor abiotik maupun biotik. Faktor biologis yang dapat memengaruhi tingginya jenis spesies yang ditemukan di antaranya adalah kedekatan dengan ekosistem sekitar. Bervariasinya jenis ikan di ekosistem lamun di perairan Tanjung Tiram (Ambo-Rappe *et al.* 2013) dapat disebabkan oleh lokasinya yang langsung berhadapan dengan laut lepas sehingga akan terlebih dahulu dihuni oleh yuwana ikan dari laut lepas. Sebaliknya di Teluk Lateri yang dekat dengan permukiman jenis spesies ikan yang ditemukan sedikit akibat dari tingginya pengaruh kegiatan manusia (Latuconsina *et al.* 2011). Adanya keragaman jenis ikan pada penelitian ini dapat terjadi karena adanya konfigurasi ekosistem lamun dan mangrove yang berhadapan langsung dengan ekosistem terumbu karang, sehingga dapat menyediakan area asuhan terutama bagi yuwana ikan karang sebelum kembali beruaya untuk memijah di ekosistem karang (Unsworth *et al.* 2008 dan Dorenbosch *et al.* 2006).

Pada penelitian komposisi ikan didominasi oleh ikan-ikan yang sering ditemukan di ekosistem lamun seperti *Halichoeres argus* (Labridae), *Hypoatherina temminckii* (Atherinidae) serta *Siganus canaliculatus*, *Gerres oyena* (Gerreidae). Spesies ikan tersebut juga ditemukan dengan kelimpahan tinggi di tempat lain seperti ikan *Siganus canaliculatus* yang ditemukan dengan kelimpahan tertinggi di Teluk Youtefa (Tebaiy *et al.* 2014) dan di Pulau Tidung Kecil (Hidayati & Suparmoko 2018). *Apogon marginatus* merupakan ikan dengan kelimpahan tertinggi pada hasil penelitian Syahailatua & Nuraini 2011 dan Hutomo & Martosewojo (1977), sedangkan di Kepulauan Spermonde di-

dominansi oleh ikan Atherinidae (*Atherinomorus duodecimalis*) (Pogoreutz *et al.* 2012). Kemiripan jenis ikan yang memiliki kelimpahan tinggi pada penelitian ini dengan penelitian lain disebabkan terutama oleh sifat ikan dalam menghuni ekosistem lamun.

Ikan *Halichoeres argus* dewasa ataupun yuwana merupakan pengunjung sementara ekosistem lamun yang akan memijah di tempat lain (Kuriandewa *et al.* 2013). Ikan penghuni sementara seperti ikan *Siganus canaliculatus* ditemukan pada stadia yuwana memiliki sifat berge-rombol (Hsu *et al.* 2011) dan memanfaatkan ekosistem lamun sebagai daerah asuhan ikan, sehingga dapat ditemukan dengan jumlah yang melimpah. Selain itu, melimpahnya yuwana ikan tersebut juga berkaitan dengan proses rekrutmen (Hemminga & Duarte 2000). Ikan jenis *Siganus canaliculatus* diketahui memijah dari pertengahan Maret-pertengahan Mei (Hasse *et al.* 1977), Gerreidae dapat memijah sepanjang tahun dengan dua puncak pemijahan pada bulan Maret dan Oktober-Desember (Lamtane *et al.* 2007). Atherinidae yang banyak ditemukan pada musim timur melakukan pemijahan dari bulan September-Desember (Conand 1993) sehingga yuwana ketiga ikan tersebut banyak ditemukan baik pada musim barat dan peralihan, maupun musim timur.

Kelompok lain yang memiliki kelimpahan yang rendah serta hanya ditemukan sesekali selama penelitian digolongkan sebagai ikan pengunjung sesekali (OV) yang memanfaatkan ekosistem lamun terutama untuk mencari makan. Kehadiran beberapa spesies tersebut di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak antara lain karena adanya fenomena ruaya ikan. Shoji *et al.* (2017) mengungkapkan bahwa ikan-ikan dengan jenjang trofik tinggi seperti Congridae dan

Murridae melakukan ruaya ke ekosistem lamun terutama untuk mencari makan. Beberapa ikan yang tergolong ikan pengunjung sesekali adalah *Congrogadus subducens*, *Tylosurus crocodilus*, *Ellochelon vaigiensis*, dan beberapa ikan Pomacentridae. Hal tersebut menunjukkan bahwa ekosistem lamun merupakan tempat mencari makan bagi ikan-ikan karnivora.

Famili ikan pada penelitian ini didominasi oleh famili Labridae dan Pomacentridae dengan jumlah masing-masing 9 spesies. Dominansi Labridae (20 spesies) yang diikuti oleh Pomacentridae (17 spesies) juga terjadi di ekosistem lamun di Kepulauan Spermonde (Pogoreutz *et al.* 2012). Sebaliknya, Pomacentridae sebanyak 19 spesies diikuti oleh Labridae (17 spesies) ditemukan di ekosistem lamun Atol Minicoy, India (Prabhakaran *et al.* 2013). Ikan-ikan dari Famili Labridae diketahui tergolong ikan pengunjung tetap ekosistem lamun yang bersifat habitat generalis yakni memanfaatkan banyak habitat selama masa hidupnya (Jaxion-Harm *et al.* 2002) sedangkan Famili Pomacentridae terutama pada stadia yuwana memilih alternatif multihabitat untuk menyelesaikan fase hidupnya menuju dewasa. Adanya perubahan habitat tersebut dapat memengaruhi persebaran spasial ikan kelompok Pomacentridae (Lirman 1994).

Keanekaragaman ikan berdasarkan indeks ekologis secara temporal cenderung meningkat dari musim peralihan menuju musim timur dan menurun pada bulan Agustus dan September (musim timur). Pola serupa juga teramati pada indeks ekologis yang dianalisis secara spasial kecuali di zona barat yang mengalami penurunan pada bulan April (musim peralihan). Hal tersebut dapat dijelaskan dengan hasil tangkapan ikan pada bulan April zona barat yang

memiliki jumlah spesies terendah. Kondisi fisik perairan di zona barat memiliki kekeruhan tinggi serta tutupan lamun yang lebih rendah sehingga dapat menjadi faktor yang menyebabkan rendahnya keragaman jenis ikan yang ditemukan.

Variasi komposisi ikan secara spatio-temporal dan korelasinya dengan variabel lingkungan (Gambar 12) menunjukkan beberapa ikan Labridae (*H. argus* dan *H. bicolor*) berkorelasi dengan oksigen terlarut. Hasil pengukuran oksigen terlarut yang berada pada kisaran optimal diduga merupakan faktor yang menyebabkan tingginya kelimpahan ikan tersebut di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak. Spesies dari Famili Labridae lainnya yakni *Halichoeres chloropterus* berkorelasi dengan tingkat kekeruhan yang tinggi. Hal itu berkaitan dengan sifatnya yang selalu membenamkan diri pada pasir ketika dalam keadaan terancam (Hutagalung 2016), sedangkan kedua spesies lain yakni ikan dari kelompok Callionymidae (*Diplogrammus goramensis*) dan Gobiidae (*Valenciennae longipinis*) banyak ditemukan sebagai ikan yang menghuni perairan dengan dasar berpasir (Shibuno *et al.* 2008). Kekeruhan merupakan faktor yang dapat mengubah kumpulan ikan sebab memengaruhi kebiasaan ikan dalam mencari makan, menghindari predator, dan mencari pasangan (Santos *et al.* 2013).

Hypoatherinna temminckii (Atherinidae) berkorelasi dengan variabel salinitas yang dapat memengaruhi kelimpahan dan persebarannya Hossain *et al.* (2017). Hal tersebut menjadikan ikan *Hypoatherina temminckii* ini banyak ditemukan pada musim timur yang memiliki tingkat curah hujan yang rendah, sehingga dapat meningkatkan salinitas melalui proses evaporasi. (Najid *et al.* 2012). Siganidae, Apogonidae dan Clupeidae tidak mengelompok pada vektor ling-

kungan yang diujikan sebab diduga berkorelasi dengan faktor lain yang tidak diujikan pada penelitian ini seperti morfologi daun lamun. Kelompok ikan Siganidae diketahui memanfaatkan ekosistem lamun yang memiliki morfologi daun yang besar (Munira *et al.* 2010) pada saat stadia yuwana terutama untuk berlindung dan mencari makan. Ambo-Rappe *et al.* (2013) mengungkapkan berdasarkan hasil penelitiannya bahwa ekosistem lamun di Pulau Barang Lompo memberikan proteksi yang lebih tinggi kepada ikan-ikan yang berukuran kecil.

Simpulan

Komposisi ikan penghuni ekosistem lamun Pulau Karang Congkak berdasarkan musim ataupun lokasi tersusun oleh ikan dewasa dan yuwana yang memiliki status sebagian sebagai penghuni tetap, penghuni sementara, pengunjung tetap atau pengunjung sementara. Adanya perbedaan status penghuni dan stadia menjadikan adanya perbedaan komposisi ikan di setiap lokasi pada semua musim. Faktor abiotik dan biotik lainnya yang diduga menjadi faktor yang memengaruhi terjadinya perbedaan komposisi ikan secara spasio-temporal perlu diteliti pada penelitian selanjutnya.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Noviana, Didit Abdillah, Syahlul Fadhil, Puspita Pratiwi, dan Anggun Gusti Cahyani yang membantu penulis dalam pengambilan sampel. Penghargaan disampaikan kepada Bapak Rohidin, Ibu Yuli, dan Bapak Herman atas dukungan sarana dan prasarana selama penelitian di Kepulauan Seribu.

Daftar pustaka

- Allen GR, Erdmann MV. 2012. *Reef fishes of the East Indies*. Tropical Reef Research, Perth. 1292 p.
- Allen GR. 1999. *Marine Fishes of South East Asia*. Periplus Edition, Perth. 292 p.
- Ambo-Rappe R. 2010. Struktur komunitas ikan pada padang lamun yang berbeda di Pulau Barang Lompo. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 2(2): 62-73.
- Ambo-Rappe R, Nessa MN, Latuconsina H, Lajus DL. 2013. Relationship between the tropical seagrass bed characteristics and the structure of the associated fish Community. *Open Journal of Ecology*, 3(5): 331-342.
- Assuyuti YM, Zikrillah RB, Tanzil MA, Banata A, Utami P. 2018. Distribusi dan jenis sampah laut serta hubungannya terhadap ekosistem terumbu karang Pulau Pramuka, Panggang, Air, dan Kotok Besar di Kepulauan Seribu Jakarta. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific*, 35(2): 91-102.
- Carpenter KE, Niem VH. 2001. *FAO species identification guide for Fishery purposes. The living marine resources of the Western Central Pacific*. FAO Volume III-VI, Rome. 4067 p.
- Conand F. 1993. Life history of the silverside *Atherinomorus lacunosus* (Atherinidae) in New Caledonia. *Journal of Fish Biology*, 42(6): 851-863.
- [Dit.KKIJ] Direktorat Konservasi Kawasan dan Jenis Ikan. 2015. *Profil Kawasan Konservasi Provinsi DKI Jakarta*. Direktorat Jenderal Kelautan, Pesisir dan Pulau-Pulau Kecil. Jakarta.
- Dorenbosch M, Verberk W, Nagelkerken I, Van der Velde G. 2007. Influence of habitat configuration on connectivity between fish assemblages of Caribbean seagrass beds, mangroves and coral reefs. *Marine Ecology Progress Series*, 334: 103-116.
- Edrus IN, Hartati ST. 2013. Komposisi jenis, kepadatan dan keanekaragaman juvenile ikan pada padang lamun gugus Pulau Pari. *Bawal*, 5(1): 9-22.
- Gilby BL, Olds AD, Connolly RM, Maxwell PS, Henderson CJ, Schlacher TA. 2018. Seagrass meadows shape fish assemblage

- ges across estuarine seascapes. *Marine Ecology Progress Series*, 588: 179-189.
- Hasse JJ, Madraisau BB, Mcvey JP. 1977. Some aspects of the life history of *Siganus canaliculatus* (Park) (Pisces: Siganidae) in Palau. *Micronesica*, 13(2): 297-312.
- Hemminga MA, Duarte CM. 2000. *Seagrass Ecology*. Cambridge University Press, New York. 322 p.
- Hutagalung RA. 2009. Pendekatan ekologis dalam teknik pengemasan ikan keling hijau (*Halichoeres chloropterus*): pengaruh penambahan pasir dan *schooling* terhadap ketahanan hidup. *Jurnal Riset Akuakultur*, 4(3): 447-454.
- Hidayati N, Suparmoko M. 2018. Fish assemblage structure in relation to seagrass bed in Tidung Kecil Island, Kepulauan Seribu. *E3S Web of Conferences*, 74: 1-5.
- Hutomo M, Martosewojo S. 1977. The fishes of seagrass community on the west side of Burung Island (Pari Island, Seribu Islands) and their variation in abundance. *Marine Research in Indonesia*, 17: 147-172.
- Hossain MA, Ye Q, Leterme SC, Qin JG. 2017. Spatial and temporal changes of three prey-fish assemblage structure in a hyper-saline lagoon: the Coorong, South Australia. *Marine and Freshwater Research*, 68(2): 282-292.
- Hsu T, Adiputra Y, Burrige C, Gwo Jc. 2011. Two spinefoot colour morphs: Mottled spinefoot *Siganus fuscescens* and white-spotted spinefoot *Siganus canaliculatus* are synonyms. *Journal of Fish Biology*, 79(5): 1350-1355.
- Jaxion-Harm J, Saunders J, Speight M. 2012. Distribution of fish in seagrass, mangroves and coral reefs: Life-stage dependent habitat use in Honduras. *Revista de Biología Tropical*, 60(2): 683-698.
- Kawaroe M, Nugraha A, Juraij J, Ilham AT. 2016. Seagrass biodiversity at three marine ecoregions of Indonesia: Sunda Shelf, Sulawesi Sea, and Banda Sea. *Journal of Biological Diversity*, 17(2): 585-591.
- Kuriandewa TE, Kiswara W, Hutomo M, Soemodihardjo S. 2003. The Seagrasses of Indonesia. In: Green EP, Short FT (ed.). *World Atlas of Seagrasses*. University of California Press, Berkeley. pp. 171-182.
- Kwak SN, Klumpp DW. 2004. Temporal variation in species composition and abundance of fish and decapods of a tropical seagrass bed in Cockle Bay, North Queensland, Australia. *Aquatic Botany*, 78 (2): 119-134.
- Latuconsina H. 2011. Komposisi jenis dan struktur komunitas ikan padang lamun di perairan Pantai Lateri Teluk Ambon Dalam. *Jurnal Agribisnis dan Perikanan*, 4(1): 30-36.
- Lamtane H, Pratap H, Ndaro S. 2009. Reproductive Biology of *Gerres oyena* (Pisces: Gerreidae) along the Bagamoyo Coast, Tanzania. *Western Indian Ocean Journal of Marine Science*, 6(1): 29-35.
- Lirman D. 1994. Ontogenetic shifts in habitat preferences in the three-spot damselfish, *Stegastes planifrons* (Cuvier), in Roatan Island. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 180(1): 71-81.
- Magurran AE. 1988. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, Princeton University Press. 192 p.
- Mckenzie LJ. 2003. Guidelines for the rapid assessment and mapping of tropical seagrass habitats (QFS, NFC, Cairns). 46 pp.
- Mizerek T, Regan HM, Hovel KA. 2011. Seagrass habitat loss and fragmentation influence management strategies for a blue crab *Callinectes sapidus* fishery. *Marine Ecology Progress Series*, 427: 247-257.
- Munira, Sulistiono, Zairion. 2010. Distribusi spasial ikan beronang (*Siganus canaliculatus*) di padang lamun Selat Lonthoir, Kepulauan Banda, Maluku. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 10(1): 25-33.
- Nakamura Y, Sano M. 2004. Comparison between community structures of fishes in *Enhalus acoroides* and *Thalassia hemprichii* dominated seagrass beds on fringing coral reefs in the Ryukyu Islands. *Ichthyological Research*, 51(1): 38-45.
- Nadiarti, Riani E, Djuwita I, Budiharsono S, Purbayanto A, Asmus H. Challenging for seagrass management in Indonesia. *Jour-*

- nal of Coastal Development*, 15(3): 234-242.
- Najid A, Pariwono JI, Begen DG, Nurhakim S, Atmadipoera SA. 2012. Pola musiman dan antar tahunan salinitas permukaan laut di Perairan Utara Jawa-Madura. *Marine Science Research*, 4(2): 168-177.
- Orth RJ, Carruthers TJB, Dennison WC, Duarte CM, Fourqurean JW, Heck KL, Hughes AR, Kendrick GA, Kenworthy WJ, Olyarnik S, Short FT, Waycott M, Williams SL. 2006. A global crisis for seagrass ecosystems. *BioScience*, 56(12): 987-996.
- Park JM, Kwak SN, Han I. 2018. Feeding relationships among six seagrass-associated fishes in the Northeastern Gwangyang Bay, Southern Korea. *Ocean Science*, 53(1): 63-72.
- Phinrub W, Montien-Art B, Promya J, Suvannaraksha A. 2014. Fish diversity and fish community in seagrass beds at Ban Pak Klong, Trang Province, Thailand. *International Journal of Farming and Allied Sciences*, 2(2): 197-201.
- Pogoreutz C, Kneer D, Litaay M, Asmus H, Ahnelt H. 2012. The influence of canopy structure and tidal level on fish assemblages in tropical Southeast Asian seagrass meadows. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 107: 58-68.
- Prabhakaran MP, Nandan SB, Jayachandran PR, Pillai NGK. 2013. Species diversity and Community structure of ichthyofauna in the seagrass ecosystem of Minicoy Atoll, Lakshadweep, India. *Indian Journal of Geo-Marine Sciences*, 4(3): 349-359.
- Riyadi A. 2007. Potret kondisi perairan di Pulau Karang Congkak, Kepulauan Seribu, DKI Jakarta. *Jurnal Air Indonesia*, 3(2):153-159.
- Santos, ABI, Albieri RJ, Araújo FG. 2013. Seasonal response of fish assemblages to habitat fragmentation caused by an impoundment in a Neotropical River. *Environmental Biology of Fishes*, 96(12): 287-1377.
- Saraswati AS, Solichin A, Hartoko A, Suharti SR. 2018. Hubungan kerapatan lamun dengan kelimpahan larva ikan di Pulau Pramuka, Kepulauan Seribu Jakarta. *Management of Aquatic Resources Journal*, 5(3): 111-118.
- Scapin L, Zucchetta M, Facca C, Sfriso A, Franzoi P. 2016. Using fish assemblage to identify success criteria for seagrass habitat restoration. *Web Ecology*, 16(1): 33-36.
- Shibuno T, Nakamura Y, Horinouchi M, Sano M. 2008. Habitat use patterns of fishes across the mangrove-seagrass-coral reef seascape at Ishigaki Island, southern Japan. *Ichthyological Research*, 55(3): 218-237.
- Shoji J, Hiromichi M, Kotaro I, Hikari K, Nobuaki A. 2017. Increase in predation risk and trophic level induced by nocturnal visits of piscivorous fishes in a temperate seagrass bed. *Scientific Reports*, 7: 1-8.
- Syahailatua A, Nuraini S. 2011. Fish species composition in seagrass beds of Tanjung Merah (North Sulawesi), Indonesia. *Marine Research in Indonesia*, 36(2): 1-10.
- Tangke U. 2010. Ekosistem padang lamun (manfaat, fungsi dan rehabilitasi). *Jurnal Agribisnis dan Perikanan*, 3(1): 9-29.
- Tebaiy S, Yulianda F, Fahrudin A, Muchsin I. 2014. Struktur komunitas ikan pada habitat lamun di Teluk Youtefa Jayapura Papua. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 14(1): 49-65.
- Unsworth RKF, León PSD, Garrads SL, Jompa J, Smith DJ, Bell JJ. 2008. High connectivity of Indo-Pacific seagrass fish assemblages with mangrove and coral reef habitat. *Marine Ecology Progress Series*, 353: 213-224.

Persantunan

Kami berterima kasih kepada para mitra bebestari yang telah berkenan meluangkan waktu serta mencurahkan tenaga dan pikiran untuk menelaah dan menilai kelayakan artikel yang diterbitkan pada *Jurnal Ikhtologi Indonesia* Volume 19 Nomor 3 Bulan Oktober Tahun 2019, yaitu:

Agus Nuryanto, Dr. (Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman)

Akhmad Fairus Mai Soni, Dr. (Balai Besar Perikanan Budidaya Air Payau)

Alimuddin Dr. (Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor)

Andi Iqbal Burhanuddin, Prof. Dr. (Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

Fadli Y Tantu Dr. (Program Studi Akuakultur Fakultas Peternakan dan Perikanan, Universitas Tadulako, Palu)

G. Nugroho Susanto, Dr. (Fakultas Matematika dan Ilmu Penegtaahuan Alam, Universitas Lampung)

Haryati, Prof. Dr. (Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

Jeffry Jack Mamangkey Dr. (Universitas Negeri Manado)

Jusmaldi, Dr. (Fakultas Matematika dan Ilmu Penegtaahuan Alam, Universitas Mulawarman)

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

Luthfiralda Sjahfirdi, Dr. (Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Indonesia)

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

Prawira A.R.P. Tampubolon, MSi (Loka Penelitian Perikanan Tuna)

Rudhy Gustiano, Prof. Dr. (Balai Riset Perikanan Budidaya Air Tawar dan Penyuluhan Perikanan)

Siti Aslamyah, Dr. (Jurusan Perikanan Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin)

Syahroma H Nasution, Dr. (Pusat Penelitian Limnologi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Cibinong)

Tedjo Sukmono, Dr (Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Jambi)

Wellem H. Muskita, Dr. (Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas halu Oleo, Kendari)

Indeks penulis

Achmad MJ	465	Munti Yuhana	205
Affandi R	13, 243, 493	Murjiyanti A	477
Akbar N	297, 465	Murniasih S	437
Allen GR	167	Ngaddi A	337
Andriani Y	1	Nirmala K	127, 425
Anggawangsa RF	231	Noor RR	411
Ardi I	127	Nurulitaerka A	477
Aslamyah S	271	Nuryati S	437
Ayyubi H	65	Novita RD	127
Azlina N	477	Nur Asiah	283
Badraeni	271	Nurjaya IW	143
Baksir A	297	Paembonan RE,	297
Budiardi T	243	Paujiah E	361
Budiharjo A	65	Pertami ND	143
Buwono ID	97	Pratiwi NTM	157
Carman O	43, 411	Putri AK	493
Damar A	143	Radona D	187
Daryanto MS	43	Rakhmawati E	259
Djamhur M	465	Rahardjo MF	13, 143, 167, 243, 449, 493
Djumanto	477	Rahmadani	217
Doq N	391	Rahman	43
Dwiramdhani A	477	Reynalta R	205
Eddy Santoso	315	Restiangsih YH	115
Effendi H	157	Ria Faizah R	231
Erlangga	31	Rohman NT	425
Fabanyo MA	465	Rosidah	97
Fahmi R	349	Rusydi R	79
Fekri L	243	Saputra F	195
Firman SW	425	Sarong MA	361
Gustiano R	13	Setiawati M	1, 53, 217, 349, 437
Hadiaty RK	167, 449	Simanjuntak CPH	243, 449, 493
Hariani N	391	Soelistyowati DT	43, 217, 253, 411
Hariyadi S	449	Solihin DD	13
Hariyati	31	Sugiyarto	65
Hasnidar	375	Sukendi	283
Irwan	411	Sunarno MTD	1, 349
Ismail F	297	Supriyono E	127, 337, 425
Junianto	283	Suryadi IB	97
Junior MZ	259	Tahir I	297
Jusadi D	337, 349, 437	Triandika AR	97
Jusmaldi	13, 391	Tamsil A	375
Khalil M	79	Utomo NBP	53
Koncara G	53	Wahyudewantoro G	315
Kusmini II	187	Wasjan	337
Lili W	97	Widyatmoko	157
Lusiastuti AM	205	Windarti	283
Maghfiriadi F	361	Yamin M	53
Mahdaliana	79	Yunidar	79
Mahendra	195	Yustiati A	283
Manangkalangi E	449	Zainuddin	271
Muchlis N	115	Zulfahmi I	361
		Zulfikar	31, 79

Indeks subyek

<i>Aeromonas hydrophila</i>	97	sumatra albino, <i>Puntigrus tetrazona</i>	53
Anak Sungai Mahakam Hulu	391	tawes, <i>Barbonymus gonionotus</i>	65
asam lemak Ω -6 minyak jagung	217	iktiofauna	167, 361
Bangka	115	imunitas	205
bayam merah <i>Amaranthus tricolor</i>	53	Karang Congkak	493
biodiversitas ikan	315	kebiasaan makan	143
biologi reproduksi	13, 79, 375	kecernaan pakan	1
cabe jawa <i>Piper retrofractum</i>	259	kitosan	205
<i>Daphnia</i> sp.	349	kualitas warna	53, 127
daun kelor <i>Moringa oleifera</i>	97	larva	259
DNA	243, 465	<i>Lumbricus</i> sp.	271
domestikasi	187, 195	makanan	115, 143
elver	243	Maluku Utara	465
endemic fish	449	manipulasi genetik	43
faktor kondisi	217, 231	matang gonad	13
fekunditas	13, 477	nukleolus	43
gambut	315	pascalarva	195
gelembung mikro	425	pembantutan	243
glutamin	1, 349, 437	pemijahan	13
hormon rGH	31	penjantanan	259
hormon tiroksin	31	pepaya <i>Carica papaya</i>	79
hubungan panjang bobot	97, 115, 231	pertumbuhan	1, 31, 127, 157, 231, 243, 337, 349
ikan		planktivora	143
pelangi arfak, <i>Melanotaenia arfakensis</i>	449	poliploid	43
badut, <i>Amphiprion percula</i>	127	pulau kecil	167
bandeng, <i>Chanos chanos</i>	271	Rawa Pening	477
baung <i>Hemibagrus nemurus</i>	187	reproduksi	217
botia <i>Chromobotia macracanthus</i>	437	RNA	243
gulamah <i>Johnius carouna</i>	231	Selat Bali	143
gurami <i>Osphronemus goramy</i>	349	sintasan larva	31
gabus lokal <i>Channa</i> sp.	195	sintasan	157, 187, 349, 437
hiu berjalan <i>Hemiscyllium halmahera</i>	297	sistem akuaponik	157
kelabau <i>Osteochilus melanopleurus</i>	283	spektrum cahaya lampu	127
julung-julung <i>Hemirhamphus</i> sp.	465	<i>Streptococcus agalactiae</i>	205
lele, <i>Clarias gariepinus</i>	97, 337	sungai	65
lemuru, <i>Sardinella lemuru</i>	143	Sungai Mahakam	13
lencam, <i>Lethrinus lentjan</i>	115	tanaman vetiver <i>Vetiveria zizanioides</i>	157
maskoki, <i>Carassius auratus</i>	31	terumbu karang	167
molly, <i>Poecilia latipinna</i>	375	tingkat kematangan gonad	97, 115
nila, <i>Oreochromis niloticus</i>	79, 157, 205, 425	trophic ecology	449
pelangi <i>Iriatherina werneri</i>	217	truss morfometrik	283
patin <i>Pangasianodon hypophthalmus</i>	43, 411	waduk	65
sidat <i>Anguilla bicolor</i>	243	vaksin	205
sinodontis <i>Synodontis eupterus</i>	259	yuwana	1, 127, 493

Volume 19

Yuli Andriani, Mia Setiawati, Mas Tri Djoko Sunarno Kecernaan pakan dan kinerja pertumbuhan yuwana ikan gurami, <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 yang diberi pakan dengan penambahan glutamin [Diet digestibility and growth performance of giant gouramy juvenile, <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 fed on diet supplemented using glutamine]	1
Jusmaldi, Dedy Duryadi Solihin, Ridwan Affandi, MF Rahardjo, Rudhy Gustiano Biologi reproduksi ikan lais <i>Ompok miostoma</i> (Vaillant 1902) di Sungai Mahakam Kalimantan Timur [Reproductive biology of silurid catfishes <i>Ompok miostoma</i> (Vaillant 1902) in Mahakam River East Kalimantan].	13
Erlangga, Zulfikar, Hariyati Rekombinasi hormon tiroksin dan hormon rGH terhadap pertumbuhan dan sintasan larva ikan maskoki, <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758) [Effect of thyroxine and rGH hormone recombinant on growth and survival goldfish larvae, <i>Carassius auratus</i> (Linnaeus, 1758)]	31
Muhammad Sami Daryanto, Odang Carman, Dinar Tri Soelistyowati, Rahman Penentuan tingkat ploidi pada poliploid patin siam <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 hasil manipulasi genetik berdasarkan jumlah nukleolus per sel [Ploidy level determination in genetically modified polyploid striped catfish <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 based on the number of nucleoli per cell].	43
Gamel Koncara, Nur Bambang Priyo Utomo, Mia Setiawati, Muhamad Yamin Peningkatan kualitas warna ikan sumatra albino, <i>Puntigrus tetrazona</i> (Bleeker, 1855) dengan pakan buatan yang diperkaya tepung bayam merah (<i>Amaranthus tricolor</i> L.) [Improved quality of color sumatra barb, <i>Puntigrus tetrazona</i> (Bleeker, 1855) with artificial feed enriched red spinach flour (<i>Amaranthus tricolor</i> L.)] .	53
Hasan Ayyubi, Agung Budiharjo, Sugiyarto Karakteristik morfologis populasi ikan tawes <i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1849) dari lokasi perairan berbeda di Provinsi Jawa Tengah [Morphological characteristics of silver barb fish population <i>Barbonymus gonionotus</i> (Bleeker, 1849) from different waters locations in Central Java Province].	65
Munawar Khalil, Yunidar, Mahdaliana, Munawwar Khalil, Rachmawati Rusydi, Zulfikar Efektivitas biji pepaya (<i>Carica papaya</i> L) dalam menurunkan fungsi reproduksi ikan nila gift, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) [The effectiveness of the papaya seed (<i>Carica papaya</i> L) for reproductive function of Tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)]	79
Rosidah, Ibnu Dwi Buwoo, Walim Lili, Ibnu Bangkit Suryadi, Ade Reza Triandika Ketahanan ikan lele sangkuriang, <i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822 terhadap <i>Aeromonas hydrophila</i> pasca pemberian ekstrak daun kelor (<i>Moringa oleifera</i> L.) melalui pakan [The resistance of sangkuriang catfish (<i>Clarias gariepinus</i> Burchell 1822) against <i>Aeromonas hydrophila</i> bacteria given moringa leaf extracts (<i>Moringa oleifera</i> L.) through the feed]	97
Yoke Hany Restiangsih dan Nur'ainun Muchlis Beberapa aspek biologi ikan lencam, <i>Lethrinus lentjan</i> (Lacepede, 1802) di perairan Bangka dan sekitarnya [Biological aspects of pink ear emperor, <i>Lethrinus lentjan</i> (Lacepede, 1802) in Bangka and adjacent waters]	115
Ris Dewi Novita, Kukuh Nirmala, Eddy Supriyono, Idil Ardi Efektivitas paparan spektrum cahaya lampu Light Emitting Diode (LED) terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan badut, <i>Amphiprion percula</i> (Lacépède, 1802) [The effectiveness of LED light spectrum exposure on growth and color performance of orange clownfish, <i>Amphiprion percula</i> (Lacépède, 1802) juvenile]	127
Nyoman Dati Pertami, M.F. Rahardjo, Ario Damar, I.W. Nurjaya Makanan dan kebiasaan makan ikan lemuru, <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker, 1853 di perairan Selat Bali [Food and feeding habit of Bali Sardinella, <i>Sardinella lemuru</i> Bleeker, 1853 in Bali Strait waters]	143

Widyatmoko, Hefni Effendi, Niken TM Pratiwi Pertumbuhan dan sintasan ikan nila, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) pada sistem akuaponik dengan padat tanaman vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i> L. Nash) yang berbeda [The growth and survival rate of Nile tilapia, <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) in the aquaponic system with different vetiver (<i>Vetiveria zizanioides</i> L. Nash) plant density]	157
Renny K Hadiaty, MF Rahardjo, Gerald R Allen Iktiofauna di pulau-pulau kecil dan terumbu karang serta jenis-jenis baru ikan air tawar di perairan Indonesia [Ichthyofauna in small islands and coral reef and new freshwater species in Indonesian waters]	167
Irin Iriana Kusmini dan Deni Radona Performa tiga generasi ikan baung <i>Hemibagrus nemurus</i> (Valenciennes, 1840) hasil domestikasi pada fase pendederan satu [Performance of three generations of Asian redtail catfish <i>Hemibagrus nemurus</i> (Valenciennes, 1840) domestication result of nursery phase one]	187
Fazril Saputra, Mahendra Pemeliharaan pascalarva ikan gabus lokal <i>Channa</i> sp. pada wadah yang berbeda dalam rangka domestikasi [Maintenance of local snakehead postlarva <i>Channa</i> sp. on different containers in domestication framework]	195
Ricko Reynalta, Munti Yuhana, Angela Mariana Lusiastuti Efektivitas vaksin bakterial <i>Streptococcus agalactiae</i> dengan penyalut berbeda terhadap peningkatan kinerja imunitas ikan nila <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) [Effectivity of <i>Streptococcus agalactiae</i> bacterial vaccine with different coatings for increasing the immunity system on nile tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758)]	205
Rahmadani, Mia Setiawati, Dinar Tri Soelistyowati Suplementasi asam lemak Ω -6 minyak jagung dalam pakan terhadap kinerja reproduksi ikan pelangi <i>Iriatherina werner</i> Meinken, 1974 [Supplementation of corn oil Ω -6 fatty acids in feed for reproduction performance of threadfin rainbowfish <i>Iriatherina werner</i> Meinken, 1974]	217
Ria Faizah, Regi Fiji Anggawangsa Hubungan panjang bobot, parameter pertumbuhan, dan faktor kondisi ikan gulamah <i>Johnius carouna</i> (Cuvier, 1830) di Perairan Selatan Jawa [Length weight relationship, growth parameter, and condition factor of caroun croaker <i>Johnius carouna</i> (Cuvier, 1830) in the Southern waters of Java]	231
Latifa Fekri, Ridwan Affandi, M. F. Rahardjo, Tatag Budiardi, Charles P. H. Simanjuntak Pertumbuhan elver <i>Anguilla bicolor</i> McClelland, 1844 pascapembantutan yang dipelihara di media semi alami [Growth of stunted elver of the Indonesian shortfin eel <i>Anguilla bicolor</i> McClelland, 1844 rearing in semi-natural media]	243
Euis Rakhmawati, Muhammad Zairin Jr, Dinar Tri Soelistyowati Penjantanan ikan sinodontis <i>Synodontis eupterus</i> Boulenger, 1901 pada stadia larva menggunakan ekstrak cabe jawa <i>Piper retrofractum</i> dan peningkatan suhu [Masculinization of featherfin squeaker <i>Synodontis eupterus</i> Boulenger, 1901 larvae using javanese long pepper extract <i>Piper retrofractum</i> and increased rearing temperature]	259
Siti Aslamyah, Zainuddin, Badraeni Pengaruh suplementasi ekstrak <i>Lumbricus</i> sp. dalam pakan fermentasi terhadap kinerja pertumbuhan, komposisi kimiawi tubuh, dan indeks hepatosomatik ikan bandeng, <i>Chanos chanos</i> Forsskal, 1775 [The effect of supplementation of <i>Lumbricus</i> sp. extract in fermented foods for growth performance, body chemical composition, and hepatosomatic index of milkfish, <i>Chanos chanos</i> Forsskal, 1775]	271
Nur Asiah, Sukendi, Junianto, Ayi Yustiati, Windarti Truss morfometrik dan karakter meristik ikan kelabau (<i>Osteochilus melanopleurus</i> Bleeker, 1852) dari tiga populasi di Sungai Kampar, Sungai Siak, dan Sungai Rokan, Provinsi Riau [Truss morphometric and meristic characters of kelabau fish (<i>Osteochilus melanopleurus</i> Bleeker, 1852) from three populations in Kampar, Siak, and Rokan Rivers, Riau Province]	283

Nebuchadnezzar Akbar, Irmalita Tahir, Abdurrachman Baksir, Rustam E Paembonan, Firdaut Ismail Deskripsi morfologis spesies endemik hiu berjalan (<i>Hemiscyllium halmahera</i> , Allen & Erdmann, 2013) di perairan Laut Maluku Utara [Morphologies description of Halmahera epaulette shark endemic species (<i>Hemiscyllium halmahera</i> , Allen & Erdmann, 2013) in North Maluku Sea] . .	297
Eddy Santoso, Gema Wahyudewantoro Biodiversitas spesies ikan perairan gambut Arut-Kumai, Kabupaten Kotawaringin Barat, Kalimantan Tengah [Biodiversity of fish species of Arut-Kumai Peat Waters, West Kotawaringin District, Central Kalimantan]	315
Agustinus Ngaddi, Dedi Jusadi, Wasjan, Eddy Supriyono Evaluasi penggunaan <i>monosodium glutamate</i> terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan pemanfaatan pakan pada ikan lele, <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822) [Evaluation of Monosodium Glutamate supplementation on physiological response, growth performance, and feed utilization in North African catfish <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)]	337
Rizkan Fahmi, Mia Setiawati, Mas Tri Djoko Sunarno, Dedi Jusadi Pengayaan <i>Daphnia</i> sp. dengan glutamin untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 [Reproductive biology of kawakawa, <i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849) in Eastern Indian Ocean] [Enrichment <i>Daphnia</i> sp. with glutamin to improve the performance of the growth and survival rate of gurami <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 larvae]	349
Furqan Maghfiriadi, Ilham Zulfahmi, Epa Paujiah, M. Ali Sarong Iktiofauna di Sungai Alas Sekitar Stasiun Penelitian Soraya, Kawasan Ekosistem Leuser, Subulussalam, Aceh [Ichthyofauna of Alas River, around Soraya Research Station, Leuser Ecosystem Area, Subulussalam, Aceh]	361
Andi Tamsil, Hasnidar Aspek biologi reproduksi ikan molly, <i>Poecilia latipinna</i> (Lesueur 1821) di Tambak Bosowa Kabupaten Maros [Reproductive biology of sailfin molly, <i>Poecilia latipinna</i> (Lesueur, 1821) in tambak Bosowa Kabupaten Maros]	375
Jusmaldi, Nova Hariani, Norbeta Doq Keanekaragaman, potensi, dan status konservasi fauna ikan di Anak Sungai Mahakam Hulu, Kalimantan Timur [Diversity, potentiality, and conservation status of fish fauna in the upper Mahakam's tributaries, East Kalimantan]	391
Irwan, Dinar Tri Soelistyowati, Odang Carman, Ronny Rachman Noor Performa ikan patin siam, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 generasi ketiga hasil seleksi karakter bobot tubuh di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam, Jambi [Performance of the third generation striped catfish, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 as results of the selection for bodyweight character in Freshwater Aquaculture Fisheries Center, Sungai Gelam, Jambi]	411
Sri Wahyuni Firman, Kukuh Nirmala, Eddy Supriyono, Nurul Toufiq Rohman Evaluasi kinerja pembangkit gelembung mikro terhadap respons fisiologis ikan nila <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) dengan kepadatan berbeda pada sistem resirkulasi [Performance evaluation of micro bubble generator on physiological response of Nile tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) farmed at different densities in recirculating aquaculture system]	425
Siti Murniasih, Dedi Jusadi, Mia Setiawati, Sri Nuryati Suplementasi glutamin bebas dalam pakan meningkatkan respons fisiologis dan sintasan ikan botia <i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852 [Dietary free glutamine supplementation to increase physiological responses and survival rate of clown loach juvenile, <i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852]	437
Emmanuel Manangkalangi, M. Fadjar Rahardjo, Renny K. Hadiaty, Sigid Hariyadi, Charles P. H. Simanjuntak Trophic ecology of fish community at Nimbai Stream: Competition and predation interaction to Arfak rainbowfish, <i>Melanotaenia arfakensis</i> Allen, 1990 [Ekologi trofik komunitas ikan di Sungai Nimbai: Interaksi kompetisi dan pemangsaan terhadap ikan pelangi arfak, <i>Melanotaenia arfakensis</i> Allen, 1990]	449
M. Janib Achmad, Martini Djamhur, M. Abjan Fabanyo, Nebuchadnezzar Akbar Aplikasi DNA barkoding ikan julung-julung (<i>Hemirhamphus</i> sp.) di Perairan Laut Maluku Utara [DNA Application of barcoding of garfish (<i>Hemirhamphus</i> sp.) in North Maluku Sea]	463

Djumanto, Atik Murjiyanti, Nuravida Azlina, Aisyah Nurulitaerka, Anissa Dwiramdhani Reproductive biology of striped snakehead, <i>Channa striata</i> (Bloch, 1793) in Lake Rawa Pening, Central Java [Biologi reproduksi ikan gabus <i>Channa striata</i> Bloch, 1793 di Danau Rawa Pening, Jawa Tengah]	475
Adinda Kurnia Putri¹, Ridwan Affandi, Charles P.H. Simanjuntak, M. Fadjar Rahardjo Variasi spatio-temporal kumpulan ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak, Kepulauan Seribu [Spatio-temporal variations of fish assemblages in seagrass ecosystem of Karang Congkak Island, Kepulauan Seribu]	491

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 baku publikasi yang tinggi.

Panduan berikut membantu anda dalam menyiapkan naskah yang akan dikirimkan ke JII. Panduan lengkap dapat anda lihat pada laman **Masyarakat Iktiologi Indonesia** (www.iktiologi-indonesia.org). Naskah yang ditulis sesuai dengan ketentuan pada panduan akan mempercepat waktu pemeriksaan dan penyuntingan.

Penyiapan naskah

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

- Ukuran kertas: A4 dengan batas pinggir 3 cm seluruhnya, bernomor halaman yang dituliskan pada ujung kanan bawah.
- Naskah ditulis dalam satu kolom pada tiap halaman.
- Naskah diketik menggunakan Microsoft Word for Windows dalam spasi 1,5 baris, tipe huruf Times New Roman ukuran 12. Karakter huruf pada Gambar dapat berbeda dari ketentuan ini.
- Teks dituliskan hanya rata kiri.
- Gunakan spasi tunggal (bukan ganda) sesudah tanda baca (titik, koma, titik dua, titik koma).
- Gunakan satuan Sistem Internasional (SI) untuk pengukuran dan penimbangan.
- Nama ilmiah organisme disesuaikan dengan kode nomenklatur internasional (*e.g. International Code of Zoological Nomenclature*). Nama genus dan spesies ditulis dalam huruf miring (*italic*).
- Angka yang lebih kecil dari 10 dieja, misal tujuh spesies ikan, tetapi tidak dieja bila diikuti oleh satuan baku, misal 3 kg. Nilai di atas sembilan ditulis dalam angka, kecuali pada awal kalimat.
- Tidak menggunakan garis miring (sebagai ganti kata per), tetapi menggunakan titik 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. III 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 terbitan berkala dikutip lengkap (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*. Diter-

jemahkan 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, Tjakra-widjaja AT (Editor). 2011. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI*. Bogor 8-9 Juni 2010. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 612 p.

- Kutipan terbatas hasil yang tak dipublikasikan, pekerjaan yang dalam penyiapan, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.

- Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan “*in press*”. Contoh:

Rahardjo MF, Syafei LS. 2019. *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.

M. Janib Achmad, Martini Djamhur, M. Abjan Fabanyo, Nebuchadnezzar Akbar Aplikasi DNA barkoding ikan julung-julung (<i>Hemirhampus</i> sp.) di Perairan Laut Maluku Utara [DNA Barcoding application of of garfish (<i>Hemirhampus</i> sp.) in North Maluku Sea]	463
Djumanto, Atik Murjiyanti, Nuravida Azlina, Aisyah Nurulitaerka, Anissa Dwiramdhani Reproductive biology of striped snakehead, <i>Channa striata</i> (Bloch, 1793) in Lake Rawa Pening, Central Java [Biologi reproduksi ikan gabus <i>Channa striata</i> Bloch, 1793 di Danau Rawa Pening, Jawa Tengah]	475
Adinda Kurnia Putri, Ridwan Affandi, Charles P.H. Simanjuntak, M. Fadjar Rahardjo Variasi spatio-temporal kumpulan ikan di ekosistem lamun Pulau Karang Congkak, Kepulauan Seribu [Spatio-temporal variations of fish assemblages in seagrass ecosystem of Karang Congkak Island, Kepulauan Seribu]	491

Agustinus Ngaddi, Dedi Jusadi, Wasjan, Eddy Supriyono Evaluasi penggunaan <i>monosodium glutamate</i> terhadap respons fisiologis, kinerja pertumbuhan, dan pemanfaatan pakan pada ikan lele, <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822) [Evaluation of Monosodium Glutamate supplementation on physiological response, growth performance, and feed utilization in North African catfish <i>Clarias gariepinus</i> (Burchell, 1822)]	337
Rizkan Fahmi, Mia Setiawati, Mas Tri Djoko Sunarno, Dedi Jusadi Pengayaan <i>Daphnia</i> sp. dengan glutamin untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan dan sintasan larva ikan gurami <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 [Reproductive biology of kawakawa, <i>Euthynnus affinis</i> (Cantor, 1849) in Eastern Indian Ocean] [Enrichment <i>Daphnia</i> sp. with glutamin to improve the performance of the growth and survival rate of gurami <i>Osphronemus goramy</i> Lacepede, 1801 larvae]	349
Furqan Maghfiriadi, Ilham Zulfahmi, Epa Paujiah, M. Ali Sarong Iktiofauna di Sungai Alas Sekitar Stasiun Penelitian Soraya, Kawasan Ekosistem Leuser, Subulussalam, Aceh [Ichthyofauna of Alas River, around Soraya Research Station, Leuser Ecosystem Area, Subulussalam, Aceh]	361
Andi Tamsil, Hasnidar Aspek biologi reproduksi ikan molly, <i>Poecilia latipinna</i> (Lesueur 1821) di Tambak Bosowa Kabupaten Maros [Reproductive biology of sailfin molly, <i>Poecilia latipinna</i> (Lesueur, 1821) in tambak Bosowa Kabupaten Maros]	375
Jusmaldi, Nova Hariani, Norbeta Doq Keanekaragaman, potensi, dan status konservasi fauna ikan di Anak Sungai Mahakam Hulu, Kalimantan Timur [Diversity, potentiality, and conservation status of fish fauna in the upper Mahakam's tributaries, East Kalimantan]	391
Irwan, Dinar Tri Soelistyowati, Odang Carman, Ronny Rachman Noor Performa ikan patin siam, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 generasi ketiga hasil seleksi karakter bobot tubuh di Balai Perikanan Budidaya Air Tawar Sungai Gelam, Jambi [Performance of the third generation striped catfish, <i>Pangasianodon hypophthalmus</i> Sauvage, 1878 as results of the selection for bodyweight character in Freshwater Aquaculture Fisheries Center, Sungai Gelam, Jambi]	411
Sri Wahyuni Firman, Kukuh Nirmala, Eddy Supriyono, Nurul Toufiq Rohman Evaluasi kinerja pembangkit gelembung mikro terhadap respons fisiologis ikan nila <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) dengan kepadatan berbeda pada sistem resirkulasi [Performance evaluation of micro bubble generator on physiological response of Nile tilapia <i>Oreochromis niloticus</i> (Linnaeus, 1758) farmed at different densities in recirculating aquaculture system]	425
Siti Murniasih, Dedi Jusadi, Mia Setiawati, Sri Nuryati Suplementasi glutamin bebas dalam pakan meningkatkan respons fisiologis dan sintasan ikan botia <i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852 [Dietary free glutamine supplementation to increase physiological responses and survival rate of clown loach juvenile, <i>Chromobotia macracanthus</i> Bleeker 1852]	437
Emmanuel Manangkalangi, M. Fadjar Rahardjo, Renny K. Hadiaty, Sigid Hariyadi, Charles P. H. Simanjuntak Trophic ecology of fish community at Nimbai Stream: Competition and predation interaction to Arfak rainbowfish, <i>Melanotaenia arfakensis</i> Allen, 1990 [Ekologi trofik komunitas ikan di Sungai Nimbai: Interaksi kompetisi dan pemangsaan terhadap ikan pelangi arfak, <i>Melanotaenia arfakensis</i> Allen, 1990]	449

(Lanjutan - lihat sampul dalam)

