p ISSN 1693-0339
e ISSN 2579-8634

Jurnal Iktiologi Indonesia

(Indonesian Journal of Ichthyology)

Volume 21 Nomor 2 Juni 2021

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 21 Nomor 2 Juni 2021

Dewan Penyunting

Ketua : M. Fadjar Rahardjo

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

Alamat Dewan Penyunting:
Gd. Widyasatwaloka, Bidang Zoologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI
Jln. Raya Jakarta-Bogor Km 46, Cibinong 16911
Laman: jurnal-iktiologi.org
Laman: www.iktiologi-indonesia.org
Surel: jurnal.iktiologi@gmail.com

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

Nyalian, *Barbodes binotatus* Valenciennes 1842
(Foto: I Nyoman Yoga Parawangsa)

Percetakan: CV. Rajawali Corporation

Prakata

Jurnal Iktiologi Indonesia edisi kedua tahun 2021 menampilkan 8 artikel. Artikel pertama membahas tentang hubungan filogenetik ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi berdasarkan DNA Barcode yang ditulis oleh Sumono dan Winda. Artikel berikutnya membicarakan tentang kinerja produksi dan analisis usaha ikan botia pada sistem resirkulasi dengan pada tebar dan debit air yang berbeda yang dikemukakan oleh Puluhulawa *et al*. Purnamaningtyas *et al*. mengamati struktur komnitas ikan dan relung makanannya di Danau Lindung Pangelang dan melaporkannya. Dua artikel yang terkait dengan hubungan panjang bobot ikan dilakukan oleh Gunadi *et al*. di tambak yang bersalinitas tinggi serta oleh Pertami dan Yoga Parawangsa tentang ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali. Terkait pertumbuhan ikan dalam bidang budi daya ada dua penelitian. Yang pertama oleh Rahmat *et al*. yang mengevaluasi penambahan glutamin pada pakan terhadap struktur dan fungsi usus, serta pertumbuhan benih ikan lele. Yang kedua, Said *et al*. yang mengamati pertumbuhan dan sintasan ikan nilem yang diberi pakan alami tumbuhan Lemna dikombinasikan dengan pakan komersial. Artikel ke delapan ditulis oleh Tuapetel yang menguraikan tentang biologi reproduksi ikan terbang di perairan Selat Geser Seram Timur.

Penyunting

Hubungan filogenetik ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi berdasarkan DNA *Barcode*

[Phylogenetic relationships of stress resistant fish in Harapan Rainforest Jambi based on DNA barcode]

Tedjo Sukmono[1], Winda Dwi Kartika [2]

[1] Program Studi Biologi Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Jambi
[2] Program Studi Pendidikan Biologi Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Jambi
Surel: *sukmonotedjo@gmail.com, windadwikartika@unja.ac.id*

Diterima: 7 Oktober 2020; Disetujui: 20 Mei 2021

Abstrak

DNA *barcode* sebagai alat efektif identifikasi dan mengungkap hubungan filogenetik pada ikan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis runutan DNA, jarak genetik dan hubungan filogenetik ikan tahan cekaman (*blackfish)* di Hutan Harapan Jambi berdasarkan DNA *barcode*. Penelitian dilakukan pada April-Agustus 2016 di Hutan Harapan Jambi, Laboratorium Terpadu Universitas Jambi dan Laboratorium Pusat Studi Satwa Primata IPB Bogor. Ektraksi DNA dilakukan pada lima spesies ikan tahan cekaman dari Hutan Harapan Jambi yaitu kerapu rawa (*Nandus nebulosus*), sepatung (*Pristolepis grootii*), sepat mutiara (*Trichopodus leerii*), gabus (*Channa striata*), dan toman (*Channa micropeltes*). Sebagai kelompok pembanding digunakan ikan yang tidak tahan cekaman (*whitefish*) dari Hutan Harapan Jambi yaitu ridiangus (*Balantiocheilos melanopterus*), dan dari *gen-bank* NCBI yaitu baung (*Hemibagrus nemurus)* nomor akses KT001040,1. Ektraksi DNA berdasarkan *Quick-Star Protocol* jaringan dari Qiagen. Amplifikasi gen COI dengan modifikasi pada suhu penguraian DNA dan penempelan primer. Visualisasi pita DNA menggunakan mesin elektroforesis horizontal dari *Bio Rad*. *Sequencing* DNA dikirim ke *1st Base* Malaysia. Analisis DNA menggunakan perangkat lunak Bioedit dan MEGA X. Hasil pensejajaran pita DNA pada MEGA X menghasilkan runutan DNA sepanjang 588 bp, terdiri atas *conserve* 350 bp dan *variable* 238 bp. Komposisi basa nukleotida (T/U) =29%, C=28,6%, A=25%, dan G=17,3%. Jarak genetik terdekat pada *Channa striata* dan *Channa micropeltes* 0,190 dan terjauh pada *Nandus nebulosus* dan *Hemibagrus nemurus* 0,303. Berdasarkan pohon filogeni menunjukkan bahwa kelompok *blackfish (ingroup*) terpisah dengan kelompok *whitefish* (pembanding), pada *blackfish* terbagi atas Channidae (*Channa striata, Channa micropeltes*) dan non Channidae (*Nandus nebulosus, Trichopodus leerii, Pristolepis grootii*).

Kata penting: Hutan Harapan,DNA *barcode*, ikan tahan cekaman

Abstract

DNA barcode as an effective tool for identification and reveal phylogenetic relationships in fish. The purpose of this study was to analysis DNA sequence, genetic distance and reveal phylogenetic relationships of stress resistance fish (blackfish) in Harapan Rainforest Jambi base on DNA barcode. The research was conducted form April to August 2016 in Harapan Rainforest Jambi, Integrated Laboratory, Jambi University and Biotechnology Laboratory of the Primate Study Centre-IPB University. DNA extraction was done on five blackfish species from Harapan Rainforest Jambi, namely *Nandus nebulosus*, *Pristolepis grootii*, *Trichopodus leerii*, *Channa striata* and *Channa micropeltes.* As a comparison, we used stress intolerance fish (whitefish) from Harapan Rainforest Jambi, i.e., *Balantiocheilos melanopterus* and *Hemibagrus nemurus* from the gene-bank NCBI with acession number KT001040,1. DNA Extraction was performed according to Quick-Star Tissue Protocol from Qiagen. COI gene amplification with modification at denaturation and anneling temperatures. Visualization DNA band using a horizontal electrophoresis machine from Bio Rad. Sequencing DNA send to 1st Base Malaysia. DNA sequence used Biodit and MEGA X software. The alignment of the DNA bands in MEGA X produces DNA sequence along 588 bp, where 350 bp conserve and 238 bp variable sites. The composition of the base nucleotides were (T/U) =29%, C=28.6%, A=25%, and G=17.3%. The closest genetic distance was between *Channa striata* and

Channa micropeltes (0.190) and the farthest was found on *Nandus nebulosus* and *Hemibagrus nemurus* (0.303). The phylogeny tree shows that the blackfishes are separated from whitefishes. The group of blackfish is divided into Channidae group (*Channa striata, Channa micropeltes*) and non-Channidae group (*Nandus nebulosus, Trichopodus leerii, Pristolepis grootii).*

Keywords: blackfishes, DNA barcode, Harapan Rainforest

Pendahuluan

Hutan Harapan Jambi merupakan areal restorasi ekosistem yang pertama di Indonesia, berada di Pulau Sumatra meliputi Provinsi Jambi dan Sumatra Selatan dengan luas saat ini ± 100.000 ha. Berbagai tipe ekosistem seperti hutan sekunder tinggi dan rendah serta perairan umum daratan (sungai dan rawa) dapat ditemukan di Hutan Harapan. Menurut Sukmono *et al.*(2013), perairan umum daratan di Hutan Harapan meliputi 4 subdaerah aliran sungai (DAS) yaitu: Sungai Kandang, Sungai Meranti, Sungai Lalan, dan Sungai Kapas. Sungai-sungai tersebut bertipe sungai rawa banjiran. Pada musim hujan air bisa meluap masuk ke daerah paparan banjir sehingga di sepanjang sungai bermunculan rawa-rawa banjiran, namun pada saat kemarau rawa-rawa tersebut terpisah dengan sungai utama sehingga terbentuk beberapa area bertahan ikan (*refuge area*) dengan saluran-saluran bersifat sementara (Sukmono *et al*. 2020)

Menurut Welcomme (2001) dan Elvira (2010), rawa banjiran merupakan habitat berbagai jenis ikan. Terdapat dua kelompok utama ikan yaitu ikan yang sepanjang hidupnya ada di sungai atau terkadang beruaya ke paparan banjir, namun harus kembali ke sungai utama untuk menghindari kondisi lingkungan yang kualitas airnya menurun. Kelompok ikan ini tidak tahan terhadap cekaman pada saat kemarau yang dikenal sebagai ikan tidak tahan cekaman (*whitefish*). Kelompok kedua adalah ikan yang mampu bertahan pada air menggenang dan tahan terhadap cekaman atau kualitas air yang menurun seperti: kandungan oksigen terlarut rendah, suhu yang tinggi, partikel terlarut tinggi, serta perubahan air menjadi coklat kehitaman, dikenal sebagai ikan tahan cekaman (*blackfish*). Ikan anggota ikan tahan cekaman umumnya dilengkapi dengan organ tambahan yang mampu mengambil oksigen langsung dari udara (Welcomme 2001). Ikan tidak tahan cekaman dan ikan tahan cekaman ditemukan hidup alami di perairan Hutan Harapan Jambi.

Anggota ikan tahan cekaman umumnya berasal dari famili Channidae, Anabantidae, Siluridae,dan Osphronemidae (Elvira 2010). Famili tersebut memiliki beberapa kesamaan karakter seperti: mampu beradaptasi terhadap oksigen rendah, hidup pada habitat yang sempit, memiliki *organolfaxtory* dan *electrosensor*y, serta warna badan kehitaman. Organ-organ dengan bentuk dan fungsi yang hampir sama umumnya diekspresikan dari gen dengan runutan DNA yang hampir sama dan terdapat hubungan filogenetik. Sebagai contoh, pada kelompok *catfish* yang memiliki kelenjar racun berdasarkan analisis filogeni

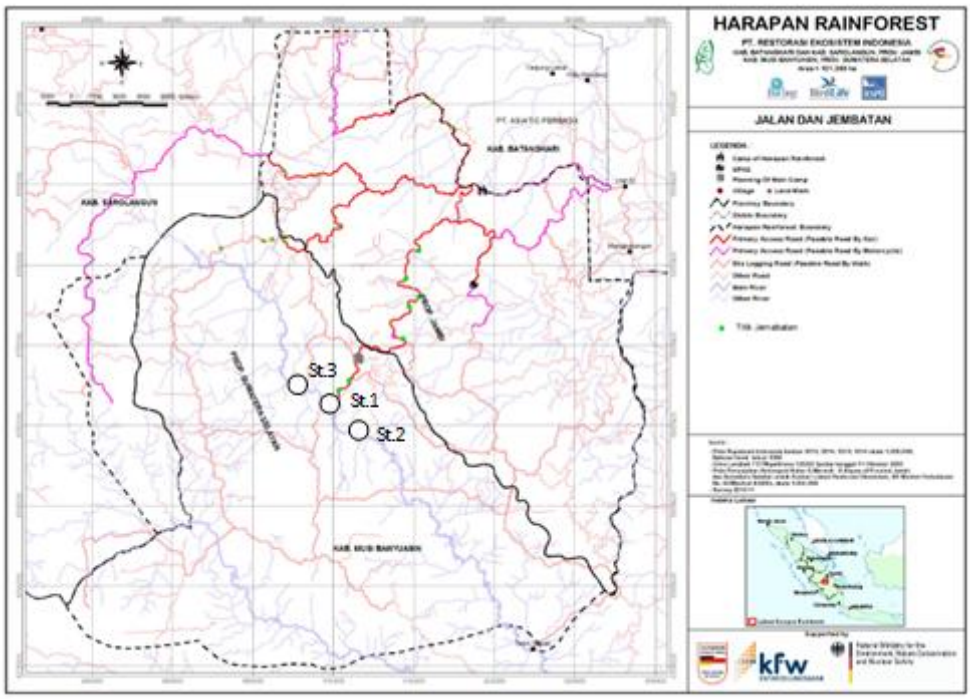
memiliki hubungan kekerabatan lebih dekat dibandingkan *catfish* yang tidak memiliki kelenjar racun, hal ini didasarkan pada kesamaan polipeptida yang terdapat dalam kelenjar racun tersebut (Wright 2009). Kesamaan adanya organ pernafasan tambahan pada ikan tahan cekaman sebagai salah satu indikasi adanya kedekatan runutan DNA. Menurut Luca *et al*. (2008), kesamaan habitat dan perilaku adaptasi pada ikan menimbulkan pertanyaan yang menarik dan relevan terkait dengan studi evolusi untuk mengetahui hubungan filogeni dan nenek moyangnya. Kevin *et al*. (2009) menyatakan bahwa *Cytochrome oxidase*I (COI) atau DNA *barcode* dapat digunakan untuk diagnosis molekular hubungan kekerabatan spesies. DNA *barcode* merupakan runutan DNA pendek dengan ukuran ± 650 bp yang dapat digunakan untuk mengidentifikasi berbagai spesies hewan secara cepat (Prasanna *et al*. 2011). Menurut Herbert *et al.* (2003) dan Ward*et al*. (2009), DNA *barcode* dapat digunakan untuk mengidentifikasi spesies secara cepat, dan akurat dengan membandingkan data DNA yang sudah tersimpan di *gen-bank*. DNA barcode telah berhasil digunakan dalam berbagai penelitian untuk mengungkapkan kekerabatan berbagai spesies, seperti biodiversitas Mugilidae dari Indo-Australia (Erwan *et al*.2020).

Hingga saat ini belum dilakukan penelitian untuk mengetahui hubungan filogenetik ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi. Penentuan kekerabatan, hubungan filogenetik, dan jarak genetik tidak bisa dilakukan dengan identifikasi secara morfologi, sehingga diperlukan identifikasi molekuler, salah satunya menggunakan DNA barcoding (Prasanna *et al*. 2011; Sukmono *et al.* 2015). Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis komposisi nukleotida, jarak genetik, dan hubungan filogenetik ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi berdasarkan DNA *barcode*.

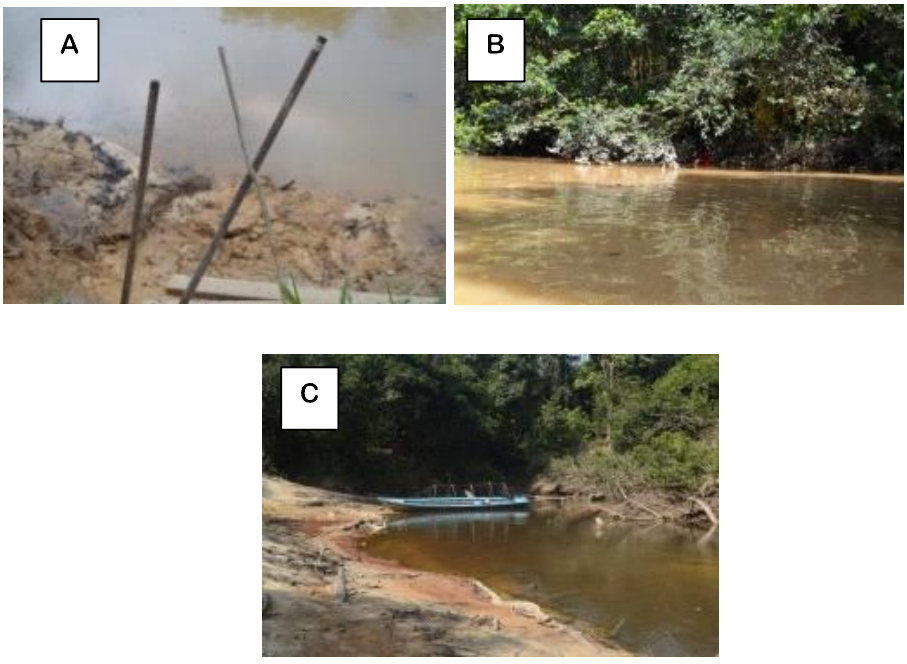
Bahan dan metode

Pengambilan sampel ikan tahan cekaman dilakukan di Sungai Kapas, Hutan Harapan Jambi (Gambar 1), pada musim kemarau (April-Agustus) 2016 yang meliputi tiga stasiun (Gambar 2). Stasiun satu (St.1) pos patrol; koordinat S 02°14.860’ dan E 103°17’22.4, stasiun dua (St. 2) pintasan Ubay merupakan rawa banjiran koordinat S 02°15.112’ dan E 103°17’22.5 dan stasiun tiga(St. 3) Muara Bato koordinat S2°14.15 dan E 1,3°17’20.5.

Penangkapan ikan menggunakan jaring insang ukuran panjang 30 m, lebar 120 cm dan mata jaring ukuran 0,5-1,5 inci. Pancing exory dengan ukuran panjang 1,2 m dan mata pancing karbonno 5, 7, 9, dan 11. Untuk menangkap ikan tahan cekaman digunakan umpan katak, jangkrik, dan cacing. Alat tangkap lain adalah jala lempar dengan panjang 3 m dan bukaan 2 m^2. Sampel ikan yang didapatkan dilakukan identifikasi cepat di lapangan menggunaan beberapa buku identifikasi seperti: Kottelat *et al.* (1993), Kottelat & Whitten (1996), dan Rachmatika (2004), serta secara daring dengan *Fishbase* (Froese



Gambar 1 Peta lokasi pengambilan sampel di Hutan Harapan Jambi



Gambar 2 Stasiun pengambilan sampel diSungai Kapas Hutan Harapan. A. Areal Pos Patrol (Stasiun 1), B.Pintasan Ubay (Stasiun 2), C. Muaro Bato (Stasiun 3)

& Pauly 2016). Identifikasi ikan lebih lanjut dilakukan di Laboratorium Dasar Terpadu Universitas Jambi. Pengambilan jaringan untuk analisis DNA dilakukan di lapangan de-

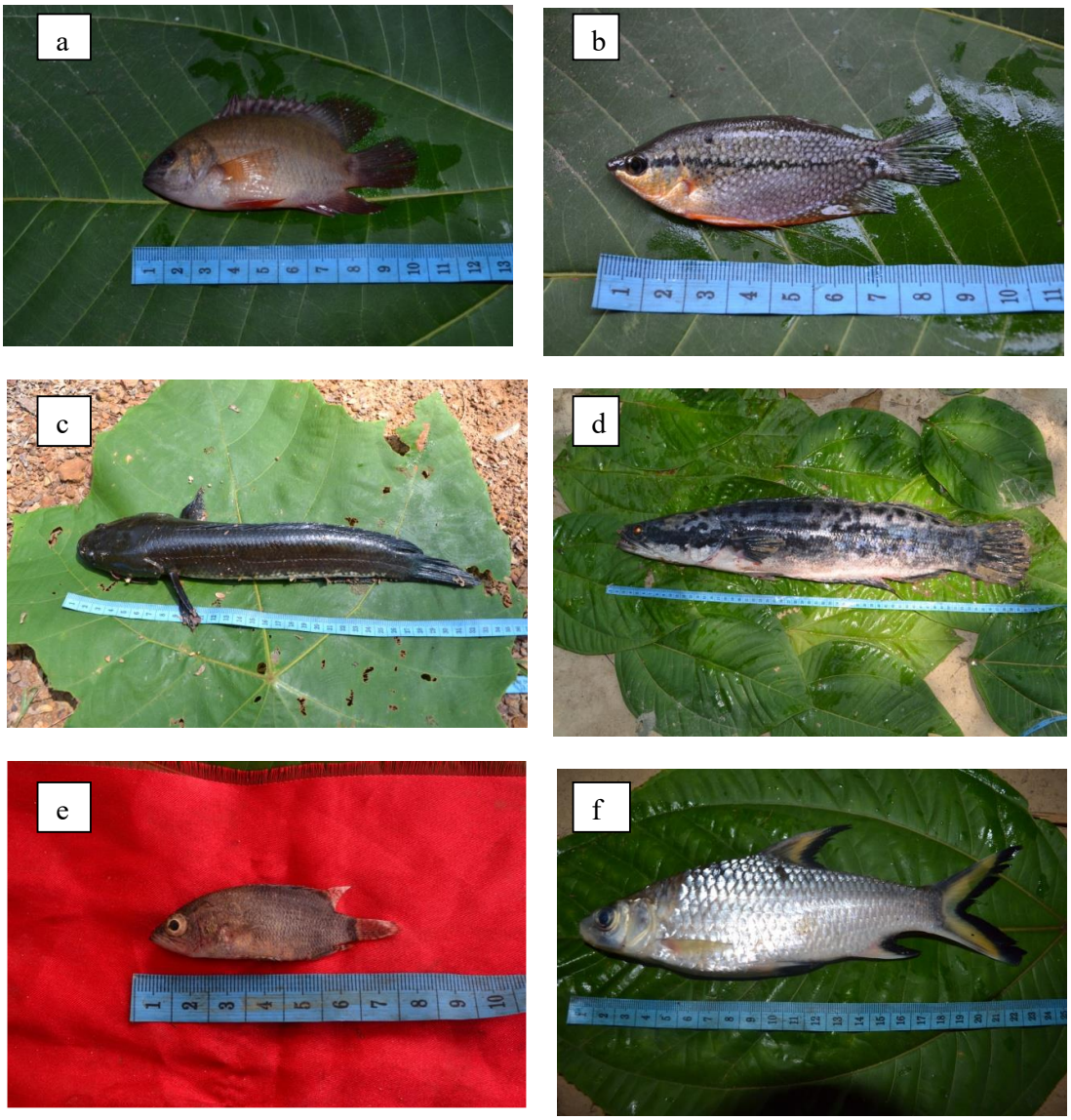
ngan cara memotong pangkal sirip dada sebelah kanan menggunakan gunting, selanjutnya disimpan pada tabung *ependorf* 15 ml yang sudah berisi alkohol 96%. Beberapa spesimen dengan kondisi baik didepositkan di *Museum Zoological Bogoriens* (MZB) LIPI Cibinong untuk mendapatkan nomor katalog museum.

Analisis DNA dilakukan di Laboratorium Pusat Studi Satwa Primata (PSSP) Institut Pertanian Bogor. Setiap spesies dianalisis DNA sebanyak 3 individu, kecuali *Nandus nebulosus* dan *Balentiochelos melanopterus* hanya satu individu karena sampel yang terbatas.Proses ektraksi DNA dilakukan menggunakan *DNeasy* dari *Qiagen*dan diproses dalam *Biosaftey Cabinet* (BSC). Jaringan sirip dengan ukuran ± 0,5 cm dicacah sampai halus menggunakan pisau bedah steril dan ditambahkan 250 µl *phosphat buffer saline* (PBS), buffer ATL 180 µL, dan prot K 20 µL, selanjutnya di vortex dan inkubasi pada suhu 56^{o}C selama lima menit. Berikutnya ditambahkan buffer Al dan Ethanol absolut @ 200µL dan di ambil filtrat DNA kemudian dipindahkan ke tabung ependorf 1,5 µL ditambahkan AW 1 dan AW 2 @ 200 µL, kemudian ditambah 100µL buffer AE dan diinkubasi pada suhu kamar selama dua menit, selanjutnya disentrifuge pada kecepatan 8000 rpm selama satu menit, maka didapatkan DNA 100µL.

Proses PCR dilakukan berdasarkan metode Ward *et al*. (2009) yang dimodifikasi suhu dan waktu saat pelepasan ikatan doube helix DNA (*denaturasi*) dan suhu penempelan primer *(anneling*). PCR menggunakan master mix PCR *goteq* dengan *primer FishF1* (*forward*) 5'TCAACCAACCACAAAGACATTGGCAC3'dan *FishR1* (*reverse*) 5'TAGACTTCTGG GTGGCCAAAGAATCA3' yang akan menghasilkan segmen ±650 bp sebagai ciri runutan DNA barcode. Komposisi reaksi PCR meliputi: *primer FishF1* dan *FishR1* masing-masing 1 µL, *master mix qotaq* 12.5 µL, *nuclease free water* 5.5 µL, dan DNA sampel 5 µL, total volume PCR 25 µL. Kondisi suhu PCR meliputi: *denaturasi* pada suhu 94^{o} C selama 30 detik, *anneling* pada suhu 52^{o} C selama 30 detik dan ekstensi pada suhu 72^{o} C selama 30 detik, selanjutnya *post* PCR pada suhu 72^{o}C selama 5 detik (Sukmono *et al.* 2015). Visualisasi pita DNA dengan *elektroforesis* dari *bio rad*, komposisi saat *elektroforesis* meliputi: *gel agarosa* 1,8 %, DNA *ladder* dari vivantis 100 bp, sampel DNA20 µL, voltase 100 watt dan waktu 45 menit. Proses *sequencing* dikirim ke 1stbase Malaysia melalui PT Genetika Science Jakarta dengan target panjang basa nukleotida ±650 bp.

Hasil perunutan DNA dianalisis panjang basa nukelotidanya menggunakan program bioedit, selanjutnya dilakukan cek penempelan primer pada program MEGAX, hingga didapatkan konsensus runutan DNA ikan tahan cekaman. DNA konsesus selanjutnya dicocokkan dengan DNA ikan yang sejenis pada genbank NCBI (www.ncbi.nlm.nih.gov) dengan cara di *Basic Local Alignment Search Tool*(BLAST). Untuk membuat kladogram hubungan filogenetik ikan tahan cekaman, runutan DNA disejajarkan pada

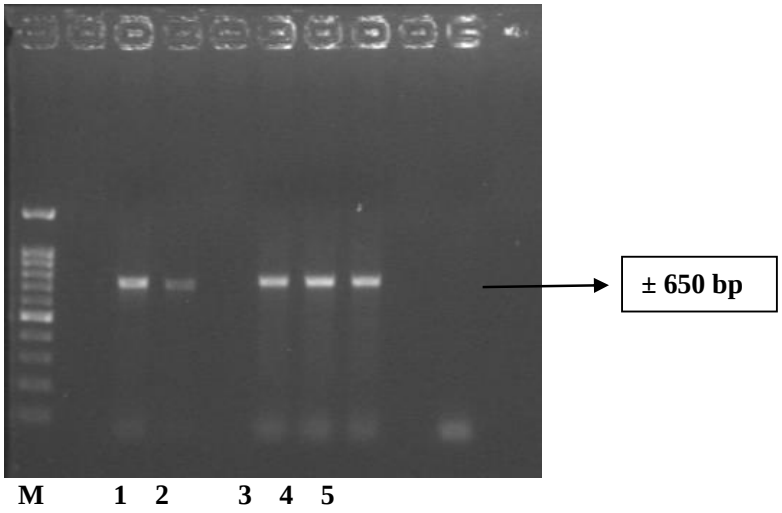
program MEGA X. Rekonstruksi pohon filogeni menggunakan *neighbor joining* (NJ) dan *boostrap* 1000 X. Selain itu juga dilakukan analisis komposisi nukleotida, jumlah basa nukleotida yang urutannya tidak berubah (*conserve)* dan basa nukleotida yang urutannya berubah (*variable*), perubahan mutasi titik pada ikan tahan cekaman dan pembanding (*outgroup)*, serta pengukuran jarak genetik dengan metode jarak berpasangan (*pairwise distance).* Pada proses penyusunan filogentik *ikan tahan cekaman*, sebagai pembanding (*outgroup*) digunakan jenis ikan yang tidak tahan cekaman karena tidak memiliki alat nafas tambahan yaitu: ridiangus (*Balantiocheilos melanopterus*) dan baung (*Hemibagrus nemurus*).



Gambar 3 Spesies ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi: a. sepatung (*Pristolepis grootii),* b. sepat mutiara (*Trichopodus leerii),* c. gabus (*Channa striata*),d. toman (*Channa micropeltes),* e. kerapu rawa *(Nandus nebulosus*), f. Ridiangus (*Balantiocheilos melanopterus)* sebagai pembanding (*outgroup).*

Tabel 1 Data deposit spesimen ikan tahan cekaman Hutan Harapan Jambipada MZB LIPI

No	Spesies	Nama lokal	Famili	MZB
1	*Channa striata*	Gabus	Channidae	22214
2	*Channa micropeltes*	Toman	Channidae	-
3	*Trichopodus leeri*	Sepat Mutiara	Osphronemidae	22237
4	*Nandus nebulosus*	Kerapu rawa	Nandidae	22196
5	*Pristolepis grootii*	Sepatung	Pristolepididae	22205



Gambar 4 Visualisasi pita DNA *ikan tahan cekaman*pada Gel Doc, M. Marka:
1. Channa striata, 2. Channa micropeltes, 3. Trichopodus leerii, 4. Nandus nebulosus, 5. Pristolepis grootii

Tabel 2 Hasil BLAST pada *Gen-bank* NCBI *ikan tahan cekaman*di Hutan Harapan Jambi

No	Spesies	Data gen bank	Identify (%)	Ac. number
1	*Channa striata*	*Channa striata*	99,08	MF496938.1
2	*Channa micropeltes*	*Channa micropeltes*	99,54	KM213040.1
3	*Trichopodus leerii*	*Trichopodus leerii*	98,14	KR029983.1
4	*Nandus nebulosus**	*Nandus oxyrhynchus*	88,42	MK448149.1
5	*Pristolepis grootii*	*Pristolepis fasciata*	95,05	MH721176.1
6	*Balantiocheilosmelanopterus*	*Balantiocheilosmelanopterus*	100	KU568765.1
7	-	*Hemibagrus nemurus*	100	KT001040.1

Keterangan * belum ada di data *gen-bank* NCBI

Hasil

Berdasarkan identifikasi secara morfologi didapatkan lima spesies ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi, yaitu: kerapu rawa (*Nandus nebulosus*), sepatung (*Pristolepis grootii*), sepat mutiara (*Trichopodus leerii*), gabus (*Channa striata*), dan toman (*Channa micropeltes*). Sebagai pembanding (*outgroup)* untuk penyusunan filogenetik berbasis runutan DNA digunakan

Tabel 3 Komposisi basa nukleotida *ikan tahan cekaman* dan pemnading (*outgrou)*

Species	T(U)	C	A	G	Total
Channa striata	29,1	29,9	24,3	16,7	588,0
Channa micropeltes	25,5	31,6	25,2	17,7	588,0
Nandus nebulosus	30,1	27,9	23,8	18,2	588,0
Balantiocheilos melanopterus (outgrup)	29,8	25,9	28,1	16,3	588,0
Trichopodus leerii	31,3	27,0	24,5	17,2	588,0
Pristolepis grootii	27,9	31,1	23,3	17,7	588,0
Hemibagrus nemurus (outgrup)	29,6	26,5	26,2	17,7	588,0
Rata-rata (%)	**29,0**	**28,6**	**25,0**	**17,3**	**588,0**

Tabel 4 Jarak genetik dengan pairwise distance ikan tahan cekaman dan outgroup

Species	1	2	3	4	5	6
1. *Channa striata*						
2. *Channa micropeltes*	0,190					
3. *Nandus nebulosus*	0,251	0,246				
4. *Balantiocheilos melanopterus**	0,275	0,263	0,288			
5. *Trichopodus leerii*	0,232	0,240	0,245	0,294		
6. *Pristolepis grootii*	0,244	0,198	0,254	0,290	0,195	
7. *Hemibagrus nemurus**	0,246	0,258	0,303	0,247	0,258	0,279

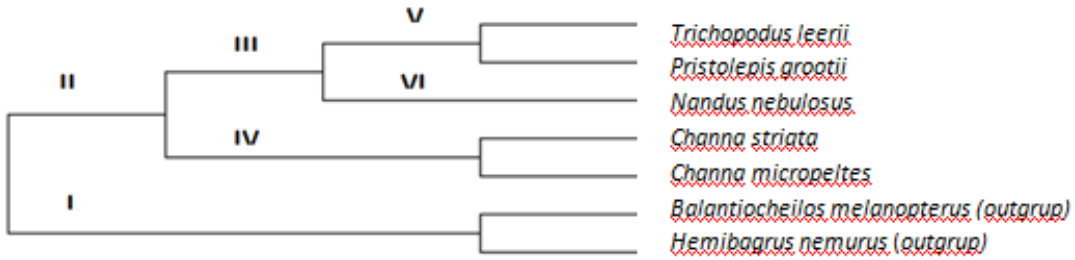
Keterangan * *outgroup (whitefish)*

ikan dari kelompokikan tidak tahan cekaman yang memiliki sifat berbeda dengan ikan tahan cekaman.*Outgroup* yang digunakan yaitu ridiangus (*Balantiocheilos melanopterus*) dari Hutan Harapan Jambi dan baung (*Mystus nemurus*) dengan penamaan yang valid saat ini *Hemibagrus nemurus* dari *gen bank* NCBI. Foto ikan tahan cekaman dari Hutan Harapan disajikan pada Gambar 3.

Beberapa spesimen didepositkan di *Museum Zoological Bogoriens* (MZB) LIPI Cibinong (Tabel 1), selanjutnya dilakukan analisis molekular menggunakan DNA *barcode* dengan marka gen COI.

Hasil visualisasi pita DNA menunjukkan ukuran panjang pita rata-rata secara kurang-titatif ± 650bp (Gambar 3). Selanjutnya sampel DNA dikirim ke 1st*base* Malaysia untuk proses perunutan DNA.

Hasil perunutan DNAdari 1st*base* Malaysia, selanjutnya dikoreksi pada program Bioedit untuk memastikan panjang urutan basa nukleotida yang didapat sesuai dengan target yaitu ± 650 bp. Selanjutnya dilakukan pengoreksian penempelan primer *FishF1* dan



Gambar 5 Rekonstruksi pohon filogeni ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi dengan NJ

*FishR*1 pada Program MEGA X sehingga didapatkan DNA konsensus setiap spesies. Penentuan spesies dilakukan dengan mencocokkan pada *Gen-bank* NCBI dengan BLAST (Tabel 2).

DNA konsensus yang didapat digunakan untuk analisis DNA, penghitungan jarak genetik dan penyusunan pohon filogenetik. Analisis DNA dilakukan dengan proses *allignment* (pensejajaran) pada program MEGA X, dilakukan editing runutan DNA menyesuaikan dengan panjang sequence yang terpendek yaitu *Hemibagrus nemurus* (588 bp). Hasil analisis didapatkan runutan DNA *ikan tahan cekaman* dengan panjang 588 bp, terdiri atas basa nukelotida *conserve* 359 bp dan *variable* 238 bp, *pharsimony* 153 bp, *single* 85 bp. Komposisi rata-rata basa nukleotida T/U) =29%, C=28,6%, A=25%, dan G=17,3% (Tabel 3).

Hasil analisis mutasi titik ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi dibandingkan dengan outgrup menunjukkan terdapat 12 titik substitusi pasangan basa yaitu pada urutan nukleotida ke- 30 (A ↔G), 41 (G ↔ C), 106 (G↔A), 108 (A↔ C), 111 (A↔G), 225 (A ↔G), 244 (C ↔T), 261 (T↔A), 456 (A↔G), 499 (C↔T), 379 (C ↔ T). Proses substitusi /penggantian basa nitrogen bersifat sejenis dari basa purin ke purin atau pirimidin ke pirimidin (*transisi*) dan tidak sejenis dari purin ke pirimidin atau sebaliknya *(tranversi)*. Pengukuran jarak genetik dilakukan dengan metode jarak berpasangan (*pairwise distance*) disajikan pada Tabel 4.

Hasil rekontruksi pohon filogeni menggunakan metode *neighbour joining* (NJ) dengan boostrap 1000x, dengan ikan tidak tahan cekaman *Balantiochelos melanopterus* dan *Mystus nemurus dari gen-bank NCBI*, saat ini nama valid *Hemibagrus nemurus* sebagai pembanding (*outgroup*) disajikan pada Gambar 5. Pohon filogeni pada ini menunjukkan bahwa spesies pembanding (*outgrup)* (I) terpisah dengan *ingrup* (II). Pada in grup terbagai atas dua clade yaitu; III (*Trichopodusleeri, Pristolepis grootii* bergabung dengan *Nandus nebulosus*), dan IV

(*Channa striata,* dengan *Channa micropeltes*).

Pembahasan

Gambar 2 dan Tabel 1 pada hasil menunjukkan bahwa terdapat lima spesies *ikan tahan cekaman* di Hutan Harapan Jambi yaitu: kerapu rawa (*Nandus nebulosus*), sepatung (*Pristolepis grootii*), sepat mutiara (*Trichopodus leerii*), gabus (*Channa striata*), dan toman (*Channa micropeltes*). Spesies tersebut tergolong dalam famili Channidae, Osphronemidae, Nandidae, dan Pristolepididae. Anggota famili tersebut mampu mengambil oksigen langsung dari udara karena memiliki alat pernafasan tambahan berupa organ *suprabranchia* dan hidup alami di rawa banjiran, rawa gambut atau sungai berarus lemah (Elvira 2010, Sukmono & Margaretha 2017). Sungai Kapas Hutan Harapan Jambi, bertipe sungai rawa banjiran. Pada saat musim penghujan areal paparan banjir menyatu dengan sungai utama, namun dan pada saat kemarau akan terpisah dengan sungai utama membentuk putusan sungai atau rawa-rawa banjiran, yang berperan sebagai habitat berbagai spesies ikan seperti anggota ikan tahan cekaman (Sukmono *et al*. 2020).

Setelah proses identifikasi, selanjutnya spesimen ikan tahan cekaman dari Hutan Harapan dideposit kan di *Museum Zoological Bogoriens* (MZB) LIPI Cibinong. Hal ini dimaksudkan agar spesimen dapat dilacak kembali karena di MZB LIPI spesimen tersimpan dengan baik dan setiap spesimen akan memiliki nomor katalog untuk memudahkan pelacakan. Menurut Hebert *et al*. (2003), syarat baku untuk DNA *barcode* adalah: terdapat foto spesies, spesimen, voucher spesimen, identifikator, lokasi koordinat, dan pencocokan dalam genbank.

Berdasarkan koreksi penempelan primer Fish F1 dan Fish F2 dan pensejajaran pada program MEGA X dihasilkan konsensus runutan sepanjang 588 bp. Panjang runutan tersebut masih dalam batas standar barcode untuk hewan; 500-700 bp (Hajibabei*et al*. 2007). Hasil pencocokan runutan DNA dengan BLAST pada Tabel 2 menunjukkan hasil kesamaan spesies 88,42-100%. Menurut Makino *et al*. (2017), jika dalam BLAST perbedaan lebih dari 7% menunjukkan spesies yang berbeda, dan hal ini juga sejalan dengan Hebert *et al*. (2003) bahwa kesamaan identitas ≥ 97% menunjukkan spesies yang sejenis. Kesamaan 88,42% dengan spesies pada genbank ditemukan pada *Nandus nebulosus,* yang menunjukkan bahwa untuk runutan DNA *Nandus nebulosus* belum terdapat di genbank. Komposisi basa nukleotida ikan tahan cekaman rata-rata (T/U) =29%, C=28,6%, A=25%, dan G=17,3%. Komposisi tersebut mendekati komposisi nukleotida famili Cyprinidae didapatkan T(U) =29,7% C=26,1%, A=27,4% dan G=16,0% (Luca *et al*. 2008, Sukmono *et al*. 2015). Kedekatan komposisi nukleotida tersebut dimungkinkan karena ikan ikan tahan cekaman dan ikan tidak tahan cekaman masih dalam satu ordo yang sama yaitu Actinopterygii (Froese & Pauly 2016).

Berdasarkan hasil analisis mutasi titik antara ikan tahan cekaman (ingrup) dengan outgrup terdapat 12 substitusi nukleotida bersifat transisi (8 titik) dan transversi (4 titik). Substitusi transisi berarti perubahan basa nukleotida dari basa purin↔purin (A↔G) atau pirimidin ↔pirimidin (T↔C). Substitusi tranversi berarti perubahan basa nukleotida dari purin↔pirimidin (A↔T ,C↔A, C↔G dan T↔G). Setiap ada perubahan nukleotida ini menunjukkan karakter pembeda dari spesies tersebut dan hal ini bersifat unik. Pada saat pewarisan keturunan dari nenek moyang maka ada yang bersifat conserve (tetap) dan ada yang berubah (unik). Menurut Ubaidilah & Sutrisno (2009), jika nenek moyang yang sama maka runutan DNA muncul yang diturunkan secara bertahap akan terpisah melalui perbedaan nukleotida karena adanya mutasi ataupun mutasi titik.

Hasil rekontruksi pohon filogeni (Gambar 5) menunjukkan terdapat dua clade utama yaitu ikan tahan cekaman (ingrup) dan ikan tidak tahan cekaman (outgrup*)*. Pada ingrup, ikan tahan cekaman mengelompok berdasarkan kesamaan bentuk badan (morfologi) yaitu *Channa striata* dan *Channa micropeltes* terpisah dengan *Trichopodus leerii, Pristolepeis grootii* dan *Nandus nebulosus*. Bentuk morfologi merupakan ekspresi fenotip dari gen yang dimiliki oleh spesies, sehingga spesies dengan kesamaan morfologi lebih banyak, maka kekerabatannya akan lebih dekat, karena DNA penyusunnya memiliki kesamaan lebih banyak. Hal ini juga membuktikan bahwa DNA barcoding sesuai untuk identifikasi ikan dan mengetahui hubungan filogeni (Ward *et al.* 2009). Lebih lanjut berdasarkan Luca *et al*. (2008), DNA *barcode* bisa mengungkapkan hubungan filogeni pada famili Cyprinidae dengan menghasilkan dua garis keturunan utama yaitu Cyprininae dan Leuciscynae. DNA barcode juga telah berhasil digunakan membedakan spesies anggota famili Mugilidae di Indo-Pasific dengan menghasilkan konsesus-konsesus DNA yang berbeda (Erwan *et al*. 2020)

Simpulan

Runutan konsensus DNA ikan tahan cekaman dari Hutan Harapan Jambi berdasarkan DNA barcode adalah 588 bp, terdiri atas *conserve*350 bp dan variabel 238 bp. Pharsimony 153 bp dan single 85 bp. Komposisi rata-rata basa nukleotida ikan tahan cekaman (T/U) =29%, C=28,6%, A=25%, dan G=17,3%. Jarak genetik terdekat terdapat pada *Channa striata* dan *Channa micropeltes* 0,190. Adapun jarak genetik terjauh terdapat pada *Nandus nebulosus* dan *Hemibagrus nemurus* 0,303. Pohon filogeni menunjukkan ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi terbagi atas anggota Channidae (*Channa striata, Channa mircropeltes*) dan non Channidae (*Nandus nebulosus , Trichopodus leerii, Pristolepis grootii).*

Persantunan

Dengan selesainya penelitian ini kami menyampaikan terima kasih kepada Rektor dan Ketua LPPM Universitas Jambi yang

telah mendukung dan membiayai penelitian ini. Terima kasih juga disampaikan kepada direktur PT REKI-Hutan Harapan Jambi, Kepala Laboratoriun Dasar Terpadu Universitas Jambi dan Kepala Laboratorium PSSP IPB Bogor. Secara khusus terima kasih kami sampaikan pada Musadat dan Samsul yang telah membantu pengambilan sampel di Sungai Kapas Hutan Harapan Jambi.

Daftar Pustaka

Elvira R. 2010. Kajian keragaman genetik dan biologi reproduksi ikan lais di Sungai Kampar Riau. *Disertasi*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor. 145 p

Erwan DT, Jean D, Gino L, Sukmono T, Kadarusman, Hagi Y, Wei-Jen C, Frédéric B, Philippe B, Hadi D, Sopian S, Yuli F, Mochamad S, Régis H, Laurent P, PhilippeK, Daisy W, Dirk S, Robert H, Nicolas H. 2020. Biodiversity inventory of the greymullets (Actinopterygii: Mugilidae) of the Indo-Australian Archipelago through theiterative use of DNA-based species delimitation and specimen assignment methods. *Evolutionary Application*, 13(6): 1451-1467

Froese R, Pauly D.Editors. 2016. Fishbase.*A global information system on fishes*. http://www.fishbase.org/. [15 November 2020].

Hajibabei M, Singer G, Elizabeth C, Paul D. 2007 Design and applicability of DNA barcodes in Biodiversity monitoring. *Journal of Bioorganic Medicinal Chemistry*. 5 (1): 1-7

Hebert PN, Cywinska A, Ball S.de Ward Jr. 2003. Biological identifications trough DNA barcodes. *The Royal Society London*. 27 (1): 313-321

Kevin CR, Sharon M, Mikhail V, Yaroslav A, Eugeny A, Paul DN. 2009. Filling the gap - COI barcode resolution in eastern Palearctic birds. *Frontiers in Zoology*, 6 (29): 1-13

Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *The Freshwater Fishes of western Indonesia and Sulawesi*. Periplus Edition & EMDI Project. Jakarta. 293 p.

Kottelat M, Whitten AJ. 1996. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi addition and correction*. Periplus Edition Ltd. Jakarta. 56 p.

Luca C, Angelica A, Andrian L, Anca M. 2008. Phylogenetic relationships of *Cyprinidae* (Teleostei: Cypriniformes) inferred from the cox1 gene sequence. *Journal of Life Science Series*, 18 (1): 175-180

Makino, W., Maruoka, N., Nakagawa, M. 2017. DNA barcoding of freshwater zooplankton in Lake Kasumigaura, Japan. *Molecular Ecology Resources* 32(2)**:** 481–493 .

Prasanna K, Akbar J, Ajmal K, Murugan, Rozihan M, Jalal K. 2011. Efficiency of universal barcode gen (Coxi) on morphologically cryptic mugilidae fishes delineation. *Trends in Applicate Science*, 6(9): 1028-1036.

Rachmatika I. 2004. *Fish Fauna of the Gunung Halimun National Park, West Java*. Binamitra. Jakarta. 126 p.

Sukmono T, Duryadi D, Rahardjo MF, Affandi R. 2013. Iktiofauna di perairan hutan tropisdataran rendah, Hutan Harapan Jambi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*,13(2): 161-174

Sukmono T, Duryadi D, Rahardjo MF, Affandi R. 2015. Fish diversity of *Cyprinidae*family based on DNA barcodes in Harapan Rainforest, Jambi. *Proceeding The First International Conference on Life Science and Biotechnology (Icolib).* Jember University. p. 134-138.

Sukmono T, Kurniawan W, Wulandari T. 2020. Biodiversitas ikan di refuge

areasungai kapas tengah hutan harapan Jambi sebagai database aplikasi go Iwak. *Biospecies*, 13(1): 29-36.

Sukmono T dan Margaretha M. 2017. Ikan Air Tawar di Ekosistem Taman Nasional Bukit Tigapuluh. Yayasan Konservasi Ekosistem Hutan Sumatera & Frankfurt Zoological Society. 104 p

Ubaidilah R, Sutrisno H. 2009. *Pengantar Biosistematika* (*teori dan praktek*). Museum Zoologi Bogoriensis- LIPI. 198 p.

Welcomme R. 2001. *Inland Fisheries. Ecology and Management*. FAO Fishing News. 380 p.

Wright, J.J. 2009. Diversity, phylogenetic distribution, and origins of venomous catfishes. *Evolution Biology*, 282 (9): 1-12

Ward RD, Hanner R, Herbert DN.2009. Review paper the campaign to DNA barcode allfishes, *Journale* of *Fish Biology*. 74 (2): 329-356

Kinerja produksi dan analisis usaha ikan botia, *Chromobotia macracanthus* (Bleeker 1852) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar dan debit air berbeda

[Production performance and business analysis of clown loach *Chromobotia macracanthus* (Bleeker 1852) in recirculating systems with different stocking densities and water discharge]

Riska Puluhulawa[1], Tatag Budiardi[2], Iis Diatin[2], Irzal Effendi[2]

[1]Program Magister, Sekolah Pascasarjana IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680
Surel: puluhulawariska@gmail.com
[2]Departmen Budidaya Perairan, FPIK IPB
Kampus IPB Dramaga, Jalan Agatis 16680
Surel :tatagbdp@apps.ipb.ac.id
iisd@apps.ipb.ac.id
irzalef@apps.ipb.ac.id

Diterima: 23 Maret 2021; Disetujui: 25 Mei 2021

Abstrak

Upaya intensifikasi ikan botia melalui peningkatan padat tebar dilakukan untuk meningkatkan kinerja produksinya. Penelitian ini dilakukan untuk menganalisis pengaruh peningkatan padat tebar dan debit air terhadap kinerja produksi, respons stres dan kualitas air, guna mendapatkan padat tebar dan debit air terbaik sehingga diperoleh keuntungan maksimal dalam waktu yang singkat. Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial dengan dua faktor, yaitu padat tebar 1, 2, dan 3 ekor L^{-1} serta debit air 005; 0,10; dan 0,15 L s^{-1}. Volume air yang digunakan pada masing-masing akuarium sebanyak 48 L dan menggunakan stop keran ½ inci untuk mengatur debit air pada pipa inlet. Pakan *Tubifex* sp. diberikan sebanyak dua kali sehari sesuai dengan perlakuan selama pemeliharaan 60 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak terdapat interaksi antara faktor perlakuan padat tebar dan debit air terhadap seluruh parameter kinerja produksi, *payback period,* dan R/C *ratio*. Faktor perlakuan padat tebar berpengaruh nyata terhadap laju pertumbuhan bobot spesifik, laju pertumbuhan mutlak bobot individu, nisbah konversi pakan dan R/C *ratio*. Padat tebar dan debit memiliki interaksi terhadap warna visual sirip dada dan sirip ekor ikan botia. Kombinasi padat tebar dan debit air berbeda dalam penelitian ini menghasilkan kualitas air yang dapat ditoleransi ikan botia sehingga tidak mengalami stres dan meningkatkan kinerja produksi serta analisis usaha. Berdasarkan penelitian, direkomendasikan untuk melakukan upaya intensifikasi ikan botia dengan padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air 0,15 L s^{-1}.

Kata penting: debit air, ikan botia, kinerja produksi, padat tebar, sistem resirkulasi

Abstract

Efforts to improve the production performance of clown loach in recirculate aquaculture system can be done by increasing stocking density and water discharge. This study aimed to analyze the effect of increasing stocking density and water discharge on production performance, stress response and water quality in order to obtain the best stocking density and water discharge to obtain maximum profit in a short time. A factorial completely randomized design with two factors, i.e. the stocking density of 1, 2, and 3 fish L^{-1} and the water discharge of 0,05; 0,10; 0,15 L s^{-1} was performed. The volume of water used in each aquarium was 48 L and using a ½ inch faucet stop to regulate the water discharge from the inlet pipe. Clown fish fed *Tubifex* sp. with a feeding frequency of two times a day according to the treatment for 60 days. The result indicates that there was no interaction between the two factors on production performance, payback period, and R/C ratio. Stocking density has a significant effect on specific growth rate, absolute growth rate of individual weight, feeding consumption rate and R/C ratio of clown loach. Stocking density and water discharge had an interaction on the visual color of pectoral and caudal fins of clown loach. Different stocking densities with the combination of water discharge in this study resulted that the water quality were within tolerable

range for clown loach so that they did not experience stress, as well as high production and business performance. It is recommended to intensify clown loach with a stocking density of 3 fish L^{-1} and 0,15 L s^{-1} of water discharge.

Keywords: clown loach, production performance, stocking density, recirculating aquaculture system, water discharge

Pendahuluan

Produksi ikan botia pada 2020 Triwulan I telah mencapai 3,63 juta ekor atau 18,98% dari target produksi (DJPB 2020). Target produksi ikan botia untuk 2021 sebesar 20,90 juta ekor. Pemerintah menargetkan ekspor perikanan senilai USD 6,1 miliar dan ikan hias diharapkan dapat menyumbang sekitar 6-10% dari nilai tersebut. Produksi ikan botia sebagai salah satu komoditas utama ekspor ikan hias masih perlu ditingkatkan.

Ikan botia merupakan ikan hias asli dari Sumatera dan Kalimantan yang memiliki nilai ekonomis tinggi dan produksinya masih didominasi dari hasil tangkapan di alam sehingga tidak kontinyu. Menurut Mailinda (2012), ikan botia hanya diperoleh pada musim hujan (Oktober–Maret) atau pada waktu air sungai pasang dengan ukuran yang beragam. Setelah selesai musim hujan (April–September) dan air sungai tidak lagi pasang maka ikan hias ini sulit didapatkan. Di sentra konsumen, ikan botia hasil tangkapan yang sudah mencapai ukuran layak jual (4-5 cm) ditampung, sedangkan ukuran yang kecil (<4 cm) didederkan terlebih dahulu. Penampungan dan pendederan ikan botia umumnya dilakukan pada kawasan urban sehingga harus dilakukan secara intensif (padat tebar tinggi) karena harga lahan dan air yang cukup mahal.

Peningkatan padat tebar dapat meningkatkan produksi sehingga dapat memberikan efek positif terhadap profitabilitas dalam sistem budidaya. Menurut Permana *et al*. (2018), waktu yang dibutuhkan larva ikan botia umur 31 hari (1,29 cm) untuk mencapai ukuran jual (4-5 cm) sekitar 6 bulan. Padat tebar yang tinggi dapat menyebabkan penurunan kondisi kesehatan dan fisiologis ikan sehingga terjadi penurunan respons ikan terhadap pakan, serta berdampak negatif pada tingkat sintasan, laju pertumbuhan spesifik, dan bobot akhir (Ullah *et al*. 2018). Upaya intensifikasi budidaya ikan botia dapat dilakukan dengan meningkatkan padat tebar yang diiringi pengelolaan pakan dan media budidaya yang tepat, salah satunya melalui penerapan sistem akuakultur resirkulasi (*re-circulating aquaculture system*, RAS).

Bartelme *et al*. (2017) menyatakan, RAS merupakan ekosistem unik yang direkayasa untuk meminimalkan penurunan kualitas air. Kadar amonia yang dihasilkan dalam sistem ini sebagai produk sampingan katabolisme protein ikan dikontrol menggunakan biofilter. Sistem resirkulasi memiliki keunggulan, antara lain hemat air, limbah minimal, dan media budidaya dapat dimanipulasi agar sesuai dengan kebutuhan ikan botia untuk mengoptimalkan kehidupan dan pertumbuhannya.

Padat tebar yang semakin tinggi menyebabkan kebutuhan oksigen terlarut dalam media budidaya juga semakin meningkat sehingga menurunkan kandungan oksigen terlarut (OT). Menurut Bartelme *et al*. (2017), pompa dalam sistem resirkulasi menghasilkan debit air tertentu sebagai kekuatan dalam pengangkutan air kotor dari wadah budidaya ke dalam filter yang selanjutnya mendorong air bersih untuk dialirkan kembali ke wadah budidaya. Peningkatan debit air dapat mempercepat laju infusi oksigen di udara sehingga dapat meningkatkan kandungan OT serta menjaga ikan yang dibudidaya dalam padat tebar tinggi tidak mengalami stres. Kandungan OT yang optimal dapat mendukung pertumbuhan bakteri nitrifikasi dalam media filter sistem resirkulasi. Menurut Budiardi *et al*. (2007), debit air yang tepat dapat mempertahankan kualitas air yang baik dan menjadikan pertumbuhan organisme budidaya yang maksimal. Debit air yang lebih tinggi membutuhkan biaya listrik yang lebih mahal dan memengaruhi keuntungan yang diperoleh.

Parameter fisik, kimiawi, dan biologis air saling berinteraksi dan memengaruhi satu dengan yang lain sehingga parameter tersebut digunakan untuk mengetahui perubahan kualitas air serta performa sistem resirkulasi (Bartelme *et al*. 2017). Debit air yang terlalu rendah dapat mengakibatkan kurangnya performa sistem resirkulasi yang diterapkan karena perputaran air yang lebih lambat, namun debit yang terlalu tinggi dapat menyebabkan stres pada ikan budidaya (Ghofur & Harianto 2018). Ikan stres menyebabkan penurunan kualitas warna secara visual serta jumlah hasil produksi sehingga memengaruhi keuntungan yang diperoleh (Virgiawan *et al*. 2020). Karena itu, perlu ditentukan debit air yang tepat untuk menghasilkan pasokan air bersih dengan kandungan oksigen terlarut yang tinggi dan sisa hasil metabolisme yang rendah sehingga dapat meningkatkan kinerja produksi dan keuntungan. Biaya investasi dan operasional sistem resirkulasi relatif lebih tinggi daripada sistem nonresirkulasi sehingga perlu dilakukan analisis usaha.

Berdasarkan informasi tersebut, maka penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pengaruh peningkatan padat tebar dan debit air terhadap kinerja produksi, respons stres dan kualitas air, guna mendapatkan padat tebar dan debit air terbaik dalam rangka pengembangan RAS untuk penampungan dan pendederan ikan botia sehingga diperoleh keuntungan maksimal.

Bahan dan metode

Waktu penelitian

Penelitian dilaksanakan selama tiga bulan, yaitu November 2019-Februari 2020. Penelitian dilakukan di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor.

Rancangan percobaan

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap faktorial (RAL-F) dengan dua faktor, yaitu faktor padat tebar dan debit air.

Padat tebar yang digunakan adalah 1, 2, dan 3 ekor L^{-1} (Aras *et al*. 2016; Permana *et al*. 2018), sedangkan debit air terdiri atas 0,05, 0,10, dan 0,15 L s^{-1}. Setiap faktor terdiri atas tiga level dan masing-masing dengan tiga ulangan, sehingga terdapat 27 unit percobaan yang diletakkan secara acak.

Prosedur penelitian

Akuarium ukuran 60 cm × 40 cm × 40 cm sebanyak 27 unit didesinfeksi menggunakan larutan klorin 3%, kemudian dikeringkan selama 24 jam lalu dibilas dan diisi air sebanyak 48 L serta dirancang dalam suatu sistem resirkulasi filtrasi, RAS. Kapas sintetis sebagai filter fisik, zeolit dan cangkang kerang darah sebagai filter kimiawi serta *bioball* sebagai filter biologis digunakan dalam sistem tersebut. Filter fisik, kimiawi, dan biologis tersebut disusun secara vertikal dalam pipa PVC diameter 3 inci. Debit air pada setiap akuarium diatur menggunakan stopkeran berdiameter ½ inci sesuai dengan perlakuan. Debit air dihitung dari melalui volume air yang dikeluarkan melalui filter dalam waktu tertentu menggunakan gelas ukur 1 L.

Ikan uji botia berukuran 4±0,5 cm yang berasal dari sentra produksi di Bogor, Jawa Barat diaklimatisasi pascatransportasi selama 30 menit kemudian ditebar kedalam akuarium stok di Laboratorium Teknik Produksi dan Manajemen Akuakultur, Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor. Selama 60 hari masa pemeliharaan, ikan diberi cacing sutra (*Tubifex* sp.) dua kali sehari, yaitu pada pukul 08.00 dan 16.00 sebanyak 5 g (1 ekor L^{-1}), 10 g (2 ekor L^{-1}), 15 g (3 ekor L^{-1}). Jumlah ikan yang mati dan sisa pakan dihitung setiap hari. Suhu, pH, dan oksigen terlarut diukur setiap hari. Bobot dan panjang ikan, tingkat konsumsi oksigen serta glukosa darah, alkalinitas, amonia, nitrit, nitrat dan *total organic matter* (TOM) diukur setiap 15 hari. Kualitas warna ikan botia diukur secara visual pada akhir penelitian.

Parameter uji

Parameter uji meliputi parameter kinerja produksi ikan yaitu, tingkat sintasan (TS), jumlah ikan akhir penelitian (N), laju pertumbuhan bobot spesifik (LPBS), laju pertumbuhan mutlak panjang (LPMP) dan bobot individu (LPMbi), koefisien keragaman panjang (KKP), nisbah konversi pakan (NKP), pola pertumbuhan, serta kualitas visual warna ikan botia. Parameter kualitas air meliputi suhu, pH, oksigen terlarut, alkalinitas, amonia, nitrit, nitrat dan *total organic matter* (TOM). Respons stres meliputi tingkat konsumsi oksigen (TKO) dan glukosa darah ikan. Analisis keuntungan meliputi penerimaan, keuntungan, *break event point* (BEP), harga pokok produksi (HPP), keuntungan, *payback period* (PP), serta R/C *ratio*.

Tingkat sintasan (TS) adalah perbandingan jumlah ikan yang hidup sampai akhir pemeliharaan dengan jumlah ikan pada awal pemeliharaan. Menurut Goddard (1996), TS dihitung dengan rumus:

$$TS=\frac{Nt}{No}\times 100$$

Keterangan:

TS = tingkat sintasan (%)

Nt = jumlah ikan pada akhir pemeliharaan (ekor)

No = jumlah ikan pada awal pemeliharaan (ekor)

Laju pertumbuhan bobot spesifik ikan diperoleh dengan menimbang bobot ikan uji diawal penelitian dan bobot ikan uji di akhir penelitian. Rumus untuk menghitung laju pertumbuhan bobot spesifik (LPBS) menurut Zonneveld *et al*. (1991), yaitu:

$$LPBS=\frac{LnWt-LnWo}{t}\times 100$$

Keterangan:

LPBS = laju pertumbuhan bobot spesifik (%)

Wt = bobot ikan pada akhir pemeliharaan (g)

Wo = bobot ikan pada awal pemeliharaan(g)

t = lama pemeliharaan (hari)

Laju pertumbuhan mutlak bobot individu (LPMbi) dan laju pertumbuhan mutlak panjang (LPMP) dihitung berdasarkan selisih bobot dan panjang akhir rata-rata dengan bobot dan panjang awal rata-rata pemeliharaan, kemudian dibagi dengan waktu pemeliharaan (t). Menurut Goddard (1996), LPM dihitung menggunakan rumus:

$$LPM=\frac{P_t-P_o}{t}$$

Keterangan:

LPM = pertumbuhan mutlak (mm hari^{-1})

P_t = panjang rata-rata sampel pada hari ke-t (mm)

P_o = panjang rata-rata sampel saat tebar (mm)

t = lama pemeliharaan (hari)

Koefisien keragaman panjang (KKP) diukur berdasarkan variasi panjang ikan pada setiap unit percobaan. Koefisien keragaman panjang (KKP) dihitung menggunakan rumus Steel & Torrie (1981), yaitu:

$$KK=\frac{S}{Y}\times 100$$

Keterangan:

KK = koefisien keragaman (%)

S = simpangan baku

Y = rata-rata contoh

Nisbah konversi pakan (NKP) menunjukkan rasio jumlah pakan yang dimanfaatkan oleh ikan terhadap pertambahan biomassanya dalam periode waktu tertentu. Nilai NKP dihitung berdasarkan rumus NRC (1977), yaitu:

$$NKP\frac{F}{(B_t+B_m)-B_o}\times 100$$

Keterangan :

NKP = nisbah konversi pakan

Bt = biomassa ikan pada akhir pemeliharaan (g)

Bm = biomassa ikan mati selama pemeliharaan (g)

Bo = biomassa ikan pada awal pemeliharaan (g)

F = jumlah pakan selama pemeliharaan (g)

Kualitas warna diamati secara visual pada akhir pemeliharaan menggunakan kamera berukuran sensor 3,93 mm dengan resolusi 4032×3024 (25MP). Pengamatan dilakukan terhadap empat titik pada bagian tubuh ikan botia meliputi kepala, sirip dada, perut, dan sirip ekor. Analisis warna dilakukan menggunakan aplikasi Adobe Photoshop CS4 melalui konversi gradasi warna berdasarkan skala dan persentase pada mode warna Red Green Blue (RGB) (Aras *et al*. 2016).

Tingkat konsumsi oksigen (TKO) merupakan variabel yang dapat digunakan untuk menentukan laju metabolisme yang berkaitan

dengan pertumbuhan. Pengukuran TKO dilakukan setiap 15 hari sekali. Tingkat konsumsi oksigen dihitung berdasarkan NRC (1977), sebagai berikut.

$$TKO = \frac{V \times DOT_o - DOT_t}{w \times t}$$

Keterangan:

TKO = tingkat konsumsi oksigen (mg O2 $g^{-1}jam^{-1}$)

V = volume air dalam wadah (L)

DOT_o = konsentrasi oksigen terlarut pada awal pengamatan (mg L^{-1})

DOT_t = konsentrasi oksigen terlarut pada waktu t (mg L^{-1})

w = bobot ikan uji (g)

t = periode pengamatan (jam)

Glukosa darah dihitung dengan metode enzimatik menggunakan test kit Gluco Dr Auto – AGM 4000. Pengukuran kadar glukosa darah ikan botia dilakukan setiap 15 hari selama pemeliharaan.

Parameter fisik-kimiawi air dalam akuarium dan filter yang diamati, antara lain suhu, pH, oksigen terlarut, alkalinitas, ammonia (NH_3), nitrit (NO^{2-}), nitrat (NO^{3-}), *total organic matter* (TOM). Kadar alkalinitas dalam air akuarium juga diukur. Pengukuran parameter kualitas air yang akan dilakukan disajikan dalam Tabel 1.

Analisis usaha dilakukan untuk mengetahui keuntungan dari usaha yang diperoleh dalam jangka pendek. Keuntungan diperoleh dengan mengurangi nilai penerimaan dari penjualan produk dan jumlah pengeluaran. Pengeluaran terdiri atas biaya yang dikeluarkan untuk investasi dan operasional, biaya

Tabel 1 Parameter fisik-kimiawi air dalam akuarium dan filter yang diamati selama pemeliharaan ikan botia (Chromobotia macracanthus) dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi

Parameter	Satuan	Alat Ukur	Waktu Pengukuran
Suhu	°C	Termometer	Setiap hari pukul 07.30
pH	-	pH-meter	Setiap hari pukul 07.30
Oksigen Terlarut (OT)	mg L^{-1}	DO-meter	Setiap hari pukul 07.30
Alkalinitas	mg L^{-1}	Titrasi	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
Amonia	mg L^{-1}	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
Nitrit	mg L^{-1}	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
Nitrat	mg L^{-1}	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30
Total organic matter (TOM)	mg L^{-1}	Spektrofotometer	Setiap 15 hari, sampel air diambil pukul 07.30

tetap dan biaya variabel. Alat yang digunakan dalam analisis keuntungan, antara lain penerimaan, keuntungan, *Break Event Point* (BEP), harga pokok produksi (HPP), keuntungan, *payback period* (PP) dan R/C *ratio*. Penerimaan merupakan perkalian antara output yang dihasilkan dengan harga jual. Secara sistematis, penerimaan dapat ditulis sebagai berikut.

$$TR = Q \times P$$

Keterangan:

TR = Penerimaan total (Rp)

Q = Jumlah produk yang dihasilkan (ekor)

P = Harga (Rp)

Keuntungan dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\text{Keuntungan} = TR - TC$$

Keterangan:

TR = Penerimaan total (Rp)

TC = Biaya total (Rp)

Break Even Point (BEP) merupakan suatu nilai hasil penjualan output produksi tepat sama dengan biaya produksi. BEP digunakan untuk menentukan batas minimum volume penjualan agar suatu perusahaan tidak rugi serta untuk merencanakan tingkat keuntungan yang dikehendaki dan sebagai pedoman dalam mengendalikan operasi yang sedang berjalan (Husnan & Pudjiastuti 1998). BEP terdiri atas:

BEP (Rp), menunjukkan bahwa produksi dikatakan impas jika memperoleh penerimaan sebesar nominal tertentu. BEP penerimaan dihitung menggunakan rumus:

$$BEP_{penerimaan} = \frac{FC}{\left(1 - \frac{VC}{TR}\right)}$$

Keterangan:

FC = Biaya tetap (Rp)

VC = Biaya variabel (Rp)

TR = Total penerimaan (Rp)

BEP (unit), menunjukkan bahwa produksi dikatakan impas jika telah melakukan penjualan sebesar jumlah ikan (ekor) tertentu. BEP unit dihitung menggunakan rumus:

$$BEP_{unit} = \frac{FC}{\left(SP - \frac{VC}{TR}\right)}$$

Harga pokok produksi merupakan nilai atau biaya yang dikeluarkan untuk memproduksi 1 unit produk sehingga nilai jual tidak boleh lebih rendah daripada HPP. HPP dihitung dengan menggunakan rumus:

$$HPP = \frac{TC}{O}$$

Keterangan:

TC = Biaya total (Rp)

O = Total produksi (ekor)

Payback period (PP) adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui lamanya waktu pengembalian modal. Nilai PP dihitung dengan menggunakan rumus, sebagai berikut.

$$PP = \frac{TCI}{Pt} \times 1 \text{ tahun}$$

Keterangan:

TCI = Biaya investasi (Rp)

Pt = Keuntungan (Rp)

R/C *ratio* menunjukkan besarnya perbandingan antara penerimaan dengan biaya total yang dikeluarkan. Nilai R/C diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$R/C = \frac{TR}{TC}$$

Keterangan:

TR = Penerimaan total (Rp)

TC = Biaya total (Rp)

Analisis Data

Data kinerja produksi serta analisis keuntungan (PP dan R/C *ratio*) dianalisis ragam dua arah pada selang kepercayaan 95%. Hasil analisis yang berbeda nyata diuji lanjut dengan uji Tukey. Data respons stres, parameter kualitas air, serta keuntungan dianalisis secara deskriptif. Analisis data menggunakan

Tabel 2 Parameter kualitas air pemeliharaan dan filter selama pemeliharaan ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi

Perlakuan	Parameter Kualitas Air							
	Suhu (°C)	pH	OT (mg L^{-1})	NH_3 (mg L^{-1})	NO_2^- (mg L^{-1})	NO_3^- (mg L^{-1})	Alkalinitas (mg L^{-1})	TOM (mg L^{-1})
Kualitas Air Pemeliharaan								
P1D1	28,6-29,5	7,0-8,0	6,7-7,3	≤0,1	0,3-2,9	1,4-2,5	29,3-80,0	25,2-89,0
P1D2	28,7-29,4	7,0-8,0	6,7-7,3	≤0,1	0,2-2,3	1,3-2,5	20,0-78,0	22,1-84,4
P1D3	28,9-29,7	7,1-7,9	6,7-7,4	≤0,1	0,1-2,8	1,2-2,6	21,3-72,0	11,3-90,7
P2D1	28,7-29,3	6,5-7,9	6,8-7,7	≤0,1	0,2-2,2	1,2-2,2	13,3-52,0	25,2-155,4
P2D2	28,8-29,5	6,7-7,9	6,1-7,2	≤0,1	0,1-2,0	1,2-2,3	12,0-76,0	25,2-140,7
P2D3	29,0-30,0	6,7-8,2	6,2-7,2	≤0,1	0,1-2,6	1,2-2,2	12,0-80,0	18,2-132,7
P3D1	28,6-29,4	6,3-8,1	6,0-7,2	≤0,1	0,2-1,7	1,1-1,6	9,3-78,0	25,0-135,7
P3D2	28,9-29,4	6,4-7,7	6,6-7,2	≤0,1	0,2-1,5	1,0-2,4	10,7-80,0	16,4-58,0
P3D3	29,0-29,7	6,3-7,4	6,6-7,6	≤0,1	0,1-2,8	1,0-1,8	8,0-84,0	20,2-59,6
Optimal	28,0-30,0[1)]	5,5-7,5[1)]	≥3[1)]	≤1[2)]	≤0,1[1)]	≤50[2)]		
Kualitas Air Filter								
P1D1	28,5-29,1	7,1-7,9	6,4-7,1	≤0,1	0,3-2,4	1,3-2,6	25,3-92,0	18,1-55,4
P1D2	28,5-29,1	7,1-8,1	6,5-7,7	<0,1	0,2-2,1	1,2-2,5	17,3-85,0	17,4-54,6
P1D3	28,8-29,6	7,2-7,9	6,7-7,2	<0,1	0,2-1,7	1,3-2,4	25,3-80,0	18,9-54,2
P2D1	28,5-29,2	6,7-7,8	5,8-7,1	≤0,1	0,3-2,1	1,2-2,1	16,0-92,0	15,1-51,2
P2D2	28,8-29,4	6,6-7,9	5,8-7,2	<0,1	0,2-1,5	1,2-2,3	12,0-88,0	18,9-45,4
P2D3	29,0-29,7	6,7-8,1	6,5-7,1	<0,1	0,2-1,6	1,2-2,3	12,0-85,0	15,1-58,4
P3D1	28,5-29,3	6,2-8,0	5,9-7,2	≤0,1	0,2-1,6	1,0-1,7	10,72,0	21,1-71,0
P3D2	28,7-29,3	6,5-7,9	5,7-6,9	≤0,1	0,1-2,0	1,0-2,3	13,3-76,0	12,6-60,5
P3D3	28,9-29,5	6,3-7,6	6,6-7,3	≤0,1	0,2-1,2	1,0-1,7	9,3-84,0	15,1-60,1
Optimal	28,0-30,01)	5,5-7,51)	≥31)	≤12)	≤0,11)	≤502)		

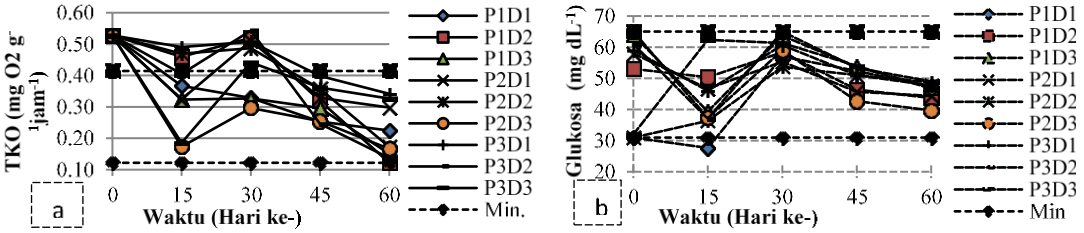
Keterangan: P1 = padat tebar 1 ekor L^{-1}; P2 = padat tebar 2 ekor L^{-1}; P3 = padat tebar 3 ekor L^{-1}; D = debit air 0,05 L s^{-1}; D2 = debit air 0,10 L s^{-1}; D3 = debit air 0,15 L s^{-1}; OT = oksigen terlarut; NH_3 = amonia; NO_2^- = nitrit; NO_3^- = nitrat; TOM = *total organic matter* (total kandungan bahan organik)
[1)]SNI 7995:2014 tentang Produksi ikan hias botia (*Chrombotia macracanthus*, Bleeker 1852); [2)]SNI 7843-2013: Ikan hias botia (*Botia* spp) - Syarat mutu dan penanganan

bantuan perangkat lunak Ms. Excel 2010 dan SPSS versi 23.0.

Hasil

Hasil pengukuran kualitas air yang diperoleh selama masa pemeliharaan berada dalam kisaran yang dapat ditoleransi oleh ikan botia (Tabel 2).

Padat tebar yang tinggi akan memengaruhi ketersediaan oksigen dalam wadah budidaya dan menyebabkan stres pada ikan. Tingkat konsumsi oksigen (TKO) ikan botia selama penelitian berkisar antara 0,12-0,54 mgO_2 g^{-1} jam^{-1} sedangkan kadar glukosa berkisar antara 28-65 mg dL^{-1} (Gambar 1).



Gambar 1 TKO (mgO_2 g^{-1} jam^{-1}) (a) dan glukosa darah (mg dL^{-1}) (b) ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) pada setiap perlakuan selama pemeliharaan

Tabel 3 Kinerja produksi ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar dan debit air berbeda

Perlakuan	Parameter Uji						
	TS (%)	N_{akhir} (ekor)	LPBS (%)	LPMbi (g $hari^{-1}$)	LPMP (mm $hari^{-1}$)	KKP (%)	NKP
P1D1	96,53±3,18^{a}	46±1,53^{a}	0,86±0,09^{b}	0,014±0,00^{b}	0,16±0,02^{a}	4,90±1,83^{a}	17,11±2,38^{a}
P1D2	90,28±3,18^{a}	43±1,53^{a}	0,84±0,13^{b}	0,014±0,00^{b}	0,15±0,02^{a}	5,35±2,62^{a}	17,96±2,37^{a}
P1D3	94,44±4,81^{a}	45±2,31^{a}	0,88±0,14^{b}	0,014±0,00^{b}	0,17±0,01^{a}	4,15±0,98^{a}	17,21±2,96^{a}
P2D1	92,01±3,18^{a}	88±3,06^{b}	0,83±0,04^{b}	0,013±0,00^{b}	0,15±0,01^{a}	5,07±1,13^{a}	16,85±1,54^{a}
P2D2	92,01±3,66^{a}	88±3,51^{b}	0,78±0,12^{b}	0,012±0,00^{b}	0,16±0,03^{a}	6,39±0,71^{a}	19,55±2,25^{a}
P2D3	92,71±3,76^{a}	89±3,61^{b}	0,70±0,15^{b}	0,011±0,00^{b}	0,14±0,01^{a}	5,46±0,21^{a}	20,17±5,13^{a}
P3D1	93,29±2,23^{a}	134±3,21^{c}	0,47±0,11^{a}	0,007±0,00^{a}	0,12±0,02^{a}	6,80±0,78^{a}	34,11±9,46^{b}
P3D2	95,14±3,87^{a}	137±5,57^{c}	0,44±0,06^{a}	0,007±0,00^{a}	0,14±0,05^{a}	5,64±0,87^{a}	30,34±3,48^{b}
P3D3	97,92±1,20^{a}	141±1,73^{c}	0,40±0,06^{a}	0,006±0,00^{a}	0,14±0,03^{a}	5,98±1,21^{a}	34,64±3,93^{b}
	Two Way ANOVA						
Padat tebar	0,160	0 000	0,000	0,002	0,150	0,273	0,000
Debit air	0,299	0,266	0,488	0,518	0,902	0,122	0,705
Interaksi	0,266	0,283	0,815	0,775	0,753	0,098	0,701

Huruf tika atas yang berbeda pada kolom yang sama dibelakang nilai rata-rata ± simpangan baku menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05); P1 = padat tebar 1 ekor L^{-1}; P2 = padat tebar 2 ekor L^{-1}; P3 = padat tebar 3 ekor L^{-1}; D = debit air 0,05 L s^{-1}; D2 = debit air 0,10 L s^{-1}; D3 = debit air 0,15 L s-^{1}; TS = tingkat sintasan; LPBS = laju pertumbuhan bobot spesifik; LPMbi = laju pertumbuhan mutlak bobot individu; LPMP = laju pertumbuhan mutlak panjang; KKP = koefisien keragaman panjang; NKP = nisbah konversi pakan.

Tabel 4 Kualitas warna ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) secara visual pada akhir penelitian

Perlakuan	Warna Visual (%)			
	Kepala	Sirip dada	Perut	Sirip ekor
P1D1	53,26±3,00[a]	89,04±2,96[ab]	54,51±2,88[a]	76,97±5,19[a]
P1D2	53,48±2,61[a]	81,10±3,83[a]	51,77±2,89[a]	56,45±8,31[a]
P1D3	55,18±4,31[a]	81,96±5,60[ab]	53,03±8,73[a]	70,43±5,30[a]
P2D1	54,52±5,33[a]	90,17±1,30[b]	52,84±1,16[a]	79,23±3,04[b]
P2D2	56,98±3,75[a]	89,11±3,27[ab]	55,34±1,13[a]	81,72±3,41[b]
P2D3	56,03±6,55[a]	84,18±2,73[ab]	54,46±1,53[a]	76,64±3,71[b]
P3D1	56,74±5,37[a]	86,98±1,12[ab]	55,94±4,61[a]	60,63±5,48[a]
P3D2	53,54±1,21[a]	84,31±0,41[ab]	55,51±4,30[a]	71,91±5,22[a]
P3D3	55,93±3,49[a]	88,46±1,82[ab]	56,04±7,35[a]	75,49±6,18[a]
Two Way ANOVA				
Padat tebar	0,628	0,042	0,083	0,000
Debit air	0,856	0,017	0,664	0,276
Interaksi	0,826	0,039	0,461	0,000

Huruf tika atas yang berbeda pada kolom yang sama di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku menunjukkan perbedaan nyata (P<0.05); P1 = padat tebar 1 ekor L^{-1}; P2 = padat tebar 2 ekor L^{-1}; P3 = padat tebar 3 ekor L^{-1}; D = debit air 0,05 L s^{-1}; D2 = debit air 0,10 L s^{-1}; D3 = debit air 0,15 L s^{-1}

Bobot dan panjang rata-rata ikan botia terus meningkat selama masa pemeliharaan 60 hari. Bobot rata-rata awal ikan botia, sebesar 1,276±0,083 g hingga akhir pemeliharaan sebesar 1,934±0,174 g dengan panjang sebesar 5,554±0,155 cm. Padat tebar dan debit air tidak saling berinteraksi terhadap kinerja produksi ikan botia. Padat tebar tidak berpengaruh nyata terhadap TS, namun berpengaruh nyata terhadap peningkatan jumlah ikan pada akhir penelitian, laju pertumbuhan bobot spesifik, laju pertumbuhan mutlak bobot individu serta nisbah konversi pakan namun tidak berpengaruh terhadap parameter uji lainnya. Debit air tidak berpengaruh nyata terhadap seluruh parameter kinerja produksi ikan botia (Tabel 3).

Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa terdapat interaksi antara faktor perlakuan padat tebar dan debit air terhadap kualitas warna visual sirip dada dan sirip ekor ikan botia. Faktor perlakuan padat tebar dan debit air masing-masing berpengaruh nyata terhadap warna visual sirip dada ikan botia. Padat tebar berpengaruh nyata terhadap warna visual sirip ekor ikan botia. Kualitas visual warna sirip dada dan ekor ikan botia terbaik diperoleh pada faktor perlakuan padat tebar 2 ekor L^{-1} (P2). Debit air rendah yang dikombinasikan dengan padat tebar 2 ekor L^{-1} (P2D1)

Tabel 5 Analisis usaha produksi ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi

Perla-kuan	Biaya Total (Rp juta)	Parameter Uji						
		Penerimaan (Rp juta)	Keuntungan (Rp juta)	BEP		HPP (Rp)	PP (tahun)	R/C *rat*
				Penerimaan (Rp juta)	Unit (ekor)			
P1D1	226.400	238.000	11.599	212.328	43.313	9.780	3,16±2,44^{c}	1,05±0,
P1D2	226.529	219.366	-7.162	238.748	54.456	10.464	-6,99±3,47^{c}	0,97±0,
P1D3	226.958	229.733	2.774	224.558	47.098	10.030	12,09±7,90^{c}	1,01±0,
P2D1	360.079	444.754	84.674	228.740	48.361	8.159	0,48±0,09^{b}	1,24±0,
P2D2	360.208	449.368	89.159	225.599	48.570	8.164	0,48±0,08^{b}	1,25±0,
P2D3	360.637	449.771	89.133	226.966	47.680	8.113	0,53±0,15^{b}	1,25±0,
P3D1	493.286	642.517	149.230	241.674	45.147	7.347	0,27±0,05^{a}	1,30±0,
P3D2	493.415	670.747	177.331	225.278	42.992	7.211	0,24±0,03^{a}	1,36±0,
P3D3	493.844	680.517	186.672	221.027	39.586	7.006	0,24±0,02^{a}	1,38±0,
Two Way ANOVA								
Padat tebar							0,000	0,00
Debit air							0,002	0,62
Interaksi							0,001	0,17

Huruf tika atas yang berbeda pada kolom yang sama di belakang nilai rata-rata ± simpangan baku menunjukkan perbedaan nyata ($P<0.05$); P1 = padat tebar 1 ekor L^{-1}; P2 = padat tebar 2 ekor L^{-1}; P3 = padat tebar 3 ekor L^{-1}; D = debit air 0,05 L s^{-1}; D2 = debit air 0,10 L s^{-1}; D3 = debit air 0,15 L s^{-1}; BEP = *break event point*; HPP = harga pokok produksi; PP = *payback period*

menghasilkan kualitas warna visual sirip dada terbaik ikan botia (Tabel 4).

Berdasarkan hasil analisis usaha diperoleh bahwa kombinasi padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air 0,15 L s^{-1} (P3D3) menghasilkan R/C *ratio* yang lebih tinggi, yaitu 1,38±0,03^{c} dengan *payback period* (PP) 0,24±0,02^{a} tahun (Tabel 5).

Pembahasan

Kualitas air

Kondisi wadah budidaya yang memiliki padat tebar tinggi berpengaruh dalam penurunan kualitas air dalam wadah tersebut melalui peningkatan suhu, pH, kandungan amonia (NH_3), dan *total organic matter* (TOM). Nilai NH_3 sangat dipengaruhi oleh suhu dan pH perairan (Boyd 1991). Kandungan gas terlarut dalam air seperti oksigen (O_2) dan karbon dioksida (CO_2) dapat memengaruhi suhu air. Berdasarkan hasil penelitian, semakin tinggi padat tebar menghasilkan TOM yang lebih tinggi namun pH airnya lebih rendah. Hal ini mengindikasikan efektivitas media filter yang digunakan. Cangkang kerang darah yang digunakan dalam filter berperan sebagai penyangga (*buffer*) pH air

dalam akuarium karena adanya kandungan $CaCO_3$ (Hanafi *et al.* 2016). Menurut Scabra *et al.* (2016), $CaCO_3$ yang terlarut dalam air akan terpecah menjadi unsur Ca yang merupakan sumber kalsium perairan serta unsur CO_3^{-2} yang merupakan karbonat penyusun alkalinitas. Menurut Yulfiperius *et al.* (2006), nilai alkalinitas merupakan kapasitas penyangga (resistensi) air terhadap fluktuasi nilai pH akibat perubahan konsentrasi ion H^+ di kolom perairan. Debit air yang semakin tinggi menyebabkan unsur CO_3^{-2} semakin cepat larut dalam air sehingga alkalinitas yang dihasilkan semakin tinggi sehingga fluktuasi pH tidak terlalu signifikan.

Efektivitas pada sistem resirkulasi air dipengaruhi oleh faktor debit air, aliran air yang lancar dan kontinyu, serta proses yang terjadi pada wadah filtrasi. Ketersediaan oksigen pada sistem dipengaruhi oleh pergerakan permukaan air yang bergelombang sehingga mempercepat proses difusi udara kedalam air. Semakin besar debit air, maka perputaran air semakin cepat sehingga mempercepat proses filtrasi dan penurunan kandungan polutan seperti NH_3 dalam air. Debit air yang semakin tinggi juga dapat meningkatkan kandungan oksigen terlarut dan menjaga suhu air agar tidak mengalami peningkatan yang signifikan. Berdasarkan hasil penelitian, oksigen terlarut pada debit air 0,15 L s^{-1} (D3) lebih besar dibandingkan pada debit air yang rendah. Ghofur & Harianto (2018), dalam penelitiannya terkait suhu optimal bagi ikan botia diperoleh nilai oksigen terlarut yang sama dengan penelitian ini, yaitu 6,5-7,5 mg L^{-1}. Suhu air D3 lebih tinggi karena pompa yang digunakan dalam perlakuan D3 lebih besar dibandingkan perlakuan yang lain (Tabel 1). Menurut SNI:7995 (2014), suhu optimal untuk sintasan ikan botia berkisar antara 28-30 °C.

Nilai NH3 yang diperoleh selama penelitian lebih rendah dibandingkan nilai NO_2^- namun nilai NO_3^- lebih besar dibandingkan NO_2^-. Hal ini mengindikasikan bahwa suhu, oksigen terlarut, dan pH yang optimal selama penelitian menyebabkan proses nitrifikasi berjalan dengan baik. Nilai TOM pada debit air yang lebih tinggi cenderung lebih rendah dibandingkan dengan pada debit air rendah. Kualitas air yang baik selama pemeliharaan ikan botia menghasilkan tingkat sintasan mencapai ≥90 % (Tabel 3).

Respons stres

Tingkat konsumsi oksigen ikan botia meningkat bersama dengan peningkatan padat tebar dengan debit air yang lebih rendah. TKO tertinggi diperoleh pada kombinasi faktor perlakuan padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air 0,05 L s^{-1} (P3D1). Nilai TKO yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa debit air mempengaruhi laju konsumsi oksigen ikan botia. Menurut Neelima *et al*. (2016), ikan yang mengalami stres bernafas lebih cepat dan meningkatkan amplitudo gerakan pernapasan.

Glukosa darah merupakan indikator stres kedua setelah kortisol. Kadar glukosa darah yang normal pada ikan berkisar antara 40-90 mg dL^{-1} (Midihatama *et al.* 2018). Syawal *et*

al. (2012), memperoleh kadar glukosa ikan mas pada suhu 28 ºC berkisar antara 52,65-123,79 mg dL^{-1}. Kadar glukosa ikan botia selama pemeliharaan berada dalam kisaran normal, yaitu 31-65 mg dL^{-1} (Gambar 1). Hasil pengamatan secara visual diperoleh respons ikan terhadap pakan yang rendah pada perlakuan padat tebar 1 ekor L^{-1} karena pada habitatnya, ikan botia berenang secara bergerombol.

Kinerja produksi

Laju pertumbuhan bobot spesifik (LPBS) tertinggi ikan botia pada sistem resirkulasi diperoleh pada faktor perlakuan 1 ekor L^{-1} dengan nilai $0,88\pm0,14^{b}$ % serta LPMP $0,17\pm0,01^{a}$ mm $hari^{-1}$ (P1D3) dengan panjang akhir 5,7 cm. Laju pertumbuhan bobot spesifik ikan botia pada faktor perlakuan P1 lebih tinggi dibanding faktor perlakuan lainnya serta nilai NKP yang lebih kecil. Laju pertumbuhan mutlak bobot individu (LPMbi) tertinggi ikan botia terdapat pada faktor perlakuan padat tebar 1 ekor L^{-1} (P1), yaitu $0,014\pm0.00^{b}$ g $ekor^{-1}$ $hari^{-1}$ (P1D2).

Aras *et al*. (2016) menggunakan ikan botia ukuran awal 3,88±0,19 cm dengan padat tebar 18 ekor $akuarium^{-1}$ selama 56 hari diperoleh LPBS 1,77±0,56 %, LPMbi 0,015±0,004 g $ekor^{-1}$ $hari^{-1}$ serta LPMP 0,07 mm $hari^{-1}$. Hasil penelitian Ghofur & Harianto (2018) pada larva ikan botia dengan bobot awal 0,03 g $ekor^{-1}$ memiliki nilai LPBS 9,75±0,84 %. Nilai pertumbuhan yang berbeda tersebut karena perbedaan fase ukuran ikan botia yang dibudidaya. Virgiawan *et al*. (2020), menyatakan bahwa ikan yang masih muda memiliki pertumbuhan yang lebih cepat dibandingkan dengan ikan yang dewasa karena energi yang diperoleh dari pakan tidak digunakan untuk mengganti sel-sel tubuh yang rusak dan untuk bereproduksi.

Menurut Nofyan (2005), kualitas pakan khususnya kandungan protein dalam pakan sangat memengaruhi laju pertumbuhan organisme. Ikan botia memerlukan protein yang tinggi dan lebih menyukai pakan alami cacing sutera dibandingkan pelet buatan. *Tubifex* sp. mengandung protein 57%, lemak 13,3%, serat kasar 2,04%, abu 3,6% dan kadar air 87,7% (Subandiyah *et al*. 2003). Perbedaan padat tebar dan debit air berpengaruh nyata terhadap nisbah konversi pakan. Nilai NKP ikan botia tertinggi terdapat pada faktor perlakuan padat tebar 3 ekor L^{-1} (P3) berkisar antara $30,34\pm3,48^{b}$–$34,64\pm3,93^{b}$ sedangkan terendah pada faktor perlakuan padat tebar 1 ekor L^{-1} (P1), berkisar antara $17,11\pm2,38^{a}$–$17,96\pm2,37^{a}$. Nilai NKP tersebut mendekati nilai yang diperoleh oleh Rahayu *et al*. (2019) dengan pemberian pakan *Tubifex* sp. pada ikan *manfish* (*Pterophyllum scalare*), yaitu 16,73.

Kualitas warna visual ikan botia pada cahaya ruang oleh Aras *et al*. (2016), diperoleh 63,54±0,90 pada sirip dada, sedangkan sirip ekor 49,76±2,17. Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini lebih tinggi dibandingkan penelitian sebelumnya, yaitu $90,17\pm1,30^{b}$ pada sirip dada dan $81,72\pm3,41^{b}$ pada sirip ekor. Persentase keragaan warna visual yang tinggi tersebut karena pemanfaatan pakan

yang efisien oleh ikan botia. Andriani *et al*. (2020) menyatakan bahwa lemak yang cukup tinggi pada *Tubifex* sp. berfungsi dalam pelarut karotenoid organik yang berperan penting dalam pembentukan warna ikan hias. Berdasarkan hasil pengamatan secara visual, ikan botia pada padat tebar rendah memiliki repons yang cukup rendah dibandingkan perlakuan lainnya. Ikan botia pada padat tebar dan debit air yang tinggi cenderung lebih aktif berenang sehingga energi yang diperoleh dari pakan banyak terpakai untuk aktivitas dan pertumbuhan.

Analisis keuntungan

Tujuan utama budidaya adalah memperoleh keuntungan. Kinerja produksi akan memengaruhi kinerja usaha. Perbedaan padat tebar dalam penelitian ini menghasilkan *output* yang berbeda dalam produksi ikan botia. Faktor perlakuan berkepadatan rendah menghasilkan pertumbuhan yang lebih baik namun jumlah akhir (N_{akhir}) ikan lebih banyak diperoleh pada faktor perlakuan dengan padat tebar tinggi (Tabel 2).

Pangsa pasar yang tinggi terhadap ikan botia menyebabkan ikan ini berpotensi untuk dibudidaya dalam skala masal. Menurut Normansyah *et al.* (2014), analisis *break event point* (BEP), baik BEP penerimaan maupun BEP unit merupakan suatu alat analisis yang digunakan untuk mengetahui hubungan antara variabel dalam suatu kegiatan usaha. BEP penerimaan merupakan batas minimum penerimaan yang harus diperoleh suatu usaha sedangkan BEP unit merupakan jumlah minimum ikan yang harus diproduksi agar usaha tidak mengalami kerugian. Menurut Sujarweni & Wiratna (2016), nilai BEP dapat digunakan untuk menetapkan harga jual. Nilai BEP unit tertinggi diperoleh pada perlakuan P1D2, yaitu 54.456 ekor dengan nilai HPP Rp. 10.463,79 ekor^{-1} sedangkan BEP unit terendah pada perlakuan P3D3, yaitu 39.586 dengan nilai HPP Rp 7.005,60 ekor^{-1}. Hasil analisis usaha produksi ikan botia dengan padat tebar dan debit air berbeda pada sistem resirkulasi diperoleh nilai penerimaan tertinggi dengan perlakuan P3, yaitu Rp 642.517.241,38-680.517.241,38 dengan nilai keuntungan sebesar Rp 149.230.732,37-186.672.392,37.

Menurut Nurmalina *et al*. (2014), *payback period* (PP) mengukur seberapa cepat investasi bisa kembali. Nilai PP yang semakin rendah dapat menjadi pilihan untuk dilakukan karena cepat pengembalian modalnya. Soeharjo & Patong (1973) menyatakan bahwa rasio penerimaan atas biaya menunjukkan berapa besarnya penerimaan yang akan diperoleh dari setiap rupiah yang dikeluarkan dalam produksi usaha. Rasio penerimaan atas biaya produksi dapat digunakan untuk mengukur tingkat keuntungan relatif kegiatan usaha, artinya dari angka rasio penerimaan atas biaya tersebut dapat diketahui apakah suatu usaha tersebut menguntungkan atau tidak. Jika R/C *ratio* bernilai lebih besar dari 1 (R/C > 1) artinya setiap tambahan biaya yang dikeluarkan akan menghasilkan tambahan penerimaan yang lebih besar daripada tambahan

biaya atau secara sederhana kegiatan usaha menguntungkan. Suatu usaha dikatakan menguntungkan secara ekonomis dari usaha lain jika nilai R/C lebih dari 1. Padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air 0,15 L s^{-1} (P3D3) menghasilkan R/C ratio yang lebih tinggi, yaitu 1,30±0,06^{c}-1,38±0,03^{c} dengan *payback period* (PP) 0,24±0,02^{a}-0,27±0,05^{a} tahun.

Simpulan

Kinerja produksi dan usaha terbaik ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) pada sistem resirkulasi adalah padat tebar 3 ekor L^{-1} dan debit air 0,15 L s^{-1}. Proses filtrasi bisa dilakukan dalam satu wadah sehingga lebih praktis diterapkan pada sentra produksi ikan botia. Penelitian lanjutan yang disarankan adalah pendalaman hasil penelitian ini dalam skala semimassal dan massal agar dapat dihasilkan teknologi tepat guna.

Daftar pustaka

Andriani Y, Rosidah, Iskandar, Priyadi A, Firdaus SN. 2020. Effect of *Tubifex* and carrot meal combination on color quality of botia *Chromobotia macracanthus*. 3rd ISMFR: E3S Web of Conferences 147, 01007.

Aras AK, Nirmala K, Soelistyowati DT, Sudarto. 2016. Manipulasi spektrum cahaya terhadap pertumbuhan dan kualitas warna yuwana ikan botia *Chromobotia macracanthus* (Bleeker, 1852). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 16(1): 45-55.

Bartelme RP, McLellan SL, Newton RJ. 2017. Freshwater recirculating aquaculture system operations drive biofilter bacterial community shifts around a stable nitrifying consortium of ammonia-oxidizing Archaea and Comammox Nitrospira. *Frontiers in Microbiology*. 8. Article 101. 18 p.

Boyd CE. 1991. *Water Quality Management in Pond Fish Culture.* Elsevier Scientific Publishing Company, New York. 318 p.

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.

[DJPB] Direktorat Jenderal Perikanan Budidaya. 2020. Laporan Indikator Kinerja 2020 Triwulan I. [diakses 22 Oktober 2020]. https://kkp.go.id.

Ghofur M, Harianto E. 2018. Kinerja produksi ikan botia (*Chromobotia macracanthus*) padat tebar tinggi dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau.* 3(1): 17-25.

Goddard S. 1996. *Feed Management in Intensive Aquaculture*. Chapman and Hall Publisher, London. pp 51-73.

Hanafi, Zahara TA, Yusuf W. 2016. Optimasi filter cangkang kerang darah (*Anadara granosa*) untuk meningkatkan pH air gambut. Jurn*al Teknologi Lingkungan Lahan Basah,* 4(1): 1-10.

Husnan S, Pudjiastuti E. 1998. *Dasar-Dasar Teori Portofolio dan Analisis Sekuritas*. UPP AMP YKPN. Yogyakarta, 217 hal.

Mailinda. 2012. Kelimpahan populasi ikan hias botia (*Chromobotia macracanthus*) dan persepsi masyarakat terhadap pemanfaatannya di Sungai Batanghari Kota Jambi *Tesis*. Universitas Indonesia, Depok. 63 hal.

Midihatama A, Subandiyono, Haditomo AHC. 2018. Pengaruh eugenol terhadap kadar glukosa darah dan kelulushidupan benih ikan gurami (*Osphoronemus gourami*, Lac.) selama dan setelah periode transportasi sistem tertutup. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis*. 2(2): 12-17.

Neelima P, Rao NG, Rao S, Rao JCS. A study on oxygen consumption in a freshwater fish *Cyprinus carpio* exposed to lethal and sublethal concentrations of cypermethrin (25%Ec). *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences.* 5(4): 338-348.

Nofyan E. 2005. Pengaruh pemberian pakan dari sumber nabati dan hewani terhadap berbagai aspek fisiologi ikan gurami (*Osphoronemus gouramy* L.). *Jurnal Iktiologi Indonesia.* 5(1): 19-23.

Normansyah D, Rochaeni S, Humaerah AD. 2014. Analisis pendapatan usahatani sayuran di Kelompok Tani Jaya, Desa Ciaruteun Ilir, Kecamatan Cibungbulang, Kabupaten Bogor. *Jurnal Agribisnis*. 8(1): 29-44.

[NRC] National Research Council. 1977. *Nutrient Requirement of Warmwater Fishes and Shelfishes Revised Edition*. National Academy Press. Washington DC. 87 p.

Nurmalina R, Sarianti T, Karyadi A. 2014. *Studi Kelayakan Bisnis*. IPB Press, Bogor. 204 hal.

Permana A, Alimuddin, Hadie W, Priyadi A, Ginanjar R. 2018. Pengaruh pemberian hormon pertumbuhan rekombinan dengan metode yang berbeda terhadap pertumbuhan benih ikan botia (*Chromobotia macracanthus*). *Jurnal Riset Akuakultur*. 13(2): 123-130.

Rahayu RP, Damayanti AD, Setyono BDH. 2019. Pengaruh jenis pakan yang berbeda terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan manfish (*Pterophyllum scalare*). *Jurnal Perikanan*. 9(2): 137-144.

Scabra AR, Budiardi T, Djokosetiyanto D. 2016. Kinerja produksi *Anguilla bicolor bicolor* dengan penambahan $CaCO_3$ pada media budidaya. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 15(1): 1-7.

Soeharjo, Patong. 1973. *Sendi-sendi Pokok Usahatani*. Institut Pertanian Bogor, Bogor. 192 hal.

Steel GD, Torrie JH. 1981. *Prinsip-prinsip dan Prosedur Statistika.* Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 747 hal.

Subandiyah S, Satyani D, Aliyah. 2003. Pengaruh substitusi pakan alami (*Tubifex*) dan buatan terhadap pertumbuhan ikan tilan lurik merah (*Mastacembelus erythrotaenia* Bleeker, 1850). *Jurnal Iktiologi Indonesia*. 3(2): 67-72.

Sujarweni V, Wiratna. 2016. *Pengantar Akuntansi*. Pustaka Baru Press, Yogyakarta. 138 hal.

Syawal H, Kusumorini N, Manalu W, Affandi R. 2012. Respons fisiologis dan hematologis ikan mas (*Cyprinus carpio*) pada suhu media pemeliharaan yang berbeda. *Jurnal Iktiologi Indonesia.* 12(1): 1-11.

Ullah K, Emmanuel A, Anjum MZ. 2018. Effect of stocking density on growth performance of Indus mahseer (*Tor macrotepis*). *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*. 6(3): 49-52.

Virgiawan SY, Samidjan I, Hastuti S. 2020. Pengaruh cahaya dengan panjang gelombang yang berbeda terhadap kualitas warna ikan botia (*Chromobotia macracanthus* Bleeker) dengan sistem resirkulasi. *Jurnal Sains Akuakultur Tropis.* 4(2): 119-128.

Yulfiperius, Toelihere MR, Affandi R. 2006. Pengaruh alkalinitas terhadap kelangsungan hidup dan pertumbuhan ikan lalawak (*Barbodes* sp.). *Biosfera*. 23(1): 38-43.

Zonneveld N, Huisman EA, Bonn JH. 1991. *Prinsip-prinsip Budidaya Ikan*. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta. 318 hal.

Struktur komunitas dan relung makanan beberapa jenis ikan di danau Lindung Pangelang, Kabupaten Kapuas Hulu

[Community structure and niche breadth of some fish in Pangelang Protected Lake, Kapuas Hulu District]

Sri Endah Purnamaningtyas, Dimas Angga Hedianto, dan Amula Nurfiarini

Balai Riset Pemulihan Sumberdaya Ikan
Jl. Cilalawi No.1 Jatiluhur, Purwakarta 41152 Jawa Barat
Surel: endah_purnamaningtyas@yahoo.co.id
dimas_brpsi@yahoo.com
amula_brkp@yahoo.com

Diterima: 22 Februari 2021; Disetujui: 27 Mei 2021

Abstrak

Secara ekologis, perubahan cuaca menyebabkan penyimpangan lokal dari pola regional pada kondisi perairan sehingga akan terjadi perubahan komposisi jenis ikan dan kebiasaan makanan ikan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis perubahan struktur komunitas ikan, preferensi makanan, dan relung makanan setiap jenis ikan di danau lindung Pangelang. Penelitian dilakukan dengan metode survei pada bulan Oktober 2016 (air surut), Juni 2018 (peralihan) dan September (banjir) 2018. Pengambilan sampel ikan dengan menggunakan jaring insang percobaan dengan ukuran mata jaring 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 inci yang dipasang pada 3 (tiga) stasiun pengamatan dan hasil tangkapan nelayan setempat. Komunitas ikan di Danau Pangelang tersusun atas 37 spesies dari 30 genera dan 12 famili. Pada musim surut terdapat 21 jenis ikan yang tertangkap, 17 jenis pada musim pancaroba, dan 16 jenis di musim banjir pada saat air surut. Umumnya jenis ikan yang tertangkap pada musim surut adalah ikan detritivora, sedangkan pada musim peralihan jenis ikan yang tertangkap dari jenis planktivora hingga ikan pemakan serangga, dan pada musim banjir jenis ikan yang tertangkap dari jenis ikan herbivora.

Kata penting: Danau Lindung Pangelang, struktur komunitas ikan, relung makanan

Abstract

Ecologically, changes in weather will cause local deviations from regional patterns in waters condition so that there will be changes in fish species composition and food habits. The purpose of this study was to analyze changes in fish community structure, food preferences, and niche of fishes in Pangelang protected lake. The research was conducted using a survey method in October 2016 (low tide season), June 2018 (transition) and September 2018 (flood). Fish samples were captured by experimental gill nets with strecth mesh size of 1; 1.5; 2; 2.5 and 3 inches installed at 3 (three) observation stations and collected from the catches of local fishermen. Fish communities in Lake Pangelang consisted of 37 species from 30 genera and 12 families. A total of 21 fish species, 17 species and 16 species was collected during the low tide season, transition season, and flooding season during low tide, respectively. In terms of trophic niche, most fish species caugth during the low tide was detritivorous, while planktivorous and insectivorous fishes were collected during the transitional season, and herbivorous fish during the flood season.

Keywords**:** Fish community structure, trophic niche, Pangelang protected lake

Pendahuluan

Danau Pangelang ditetapkan sebagai danau lindung, dengan Surat Keputusan Bupati Kapuas Hulu Nomor 314 Tahun 2007. Danau tersebut merupakan rawa banjiran yang kompleks dan terdiri atas beberapa tipe yang penting yaitu: sungai utama, rawa yang ditutupi hutan rawa, rawa yang banyak terdapat

tumbuhan kumpe (rawa lebak), sungai mati danau tapal kuda (*oxbow lake*), dan lebung (cekungan tanah di daerah rawa) (Utomo & Samuel 2005). Kegiatan perikanan yang berkembang di Danau Lindung Pangelang dilakukan oleh masyarakat setempat dengan kearifan lokalnya, seperti: ikan target yang akan ditangkap, luasan daerah penangkapan, ukuran panjang minimal ikan tertangkap, kapan ikan boleh dipanen dan jika dipanen maka uang hasil penjualan ikan akan digunakan untuk apa hal tersebut sesuai dengan kesepakatan yang telah disetujui oleh warga dan tetua adat. Hasil penelitian Purnamaningtyas *et al*. 2018 menyatakan bahwa di Danau Pangelang telah ditemukan 21 spesies dari 9 famili.

Perubahan cuaca dapat menyebabkan terjadinya penyimpangan lokal pola regional dalam suatu perairan, sehingga terjadi kesulitan untuk mengekstraksi sinyal iklim dan menjadi pemicu tekanan terhadap lingkungan seperti pengayaan nutrisi, hasil penangkapan ikan, dan kontaminan beracun (Cloern 2001). Untuk mendeteksi perubahan di satu lokasi, pengamatan lokal harus dilakukan secara berkala dalam waktu yang lama. Data tersebut dapat diubah ukurannya untuk menunjukkan variasi antar-tahunan (Li 2007).

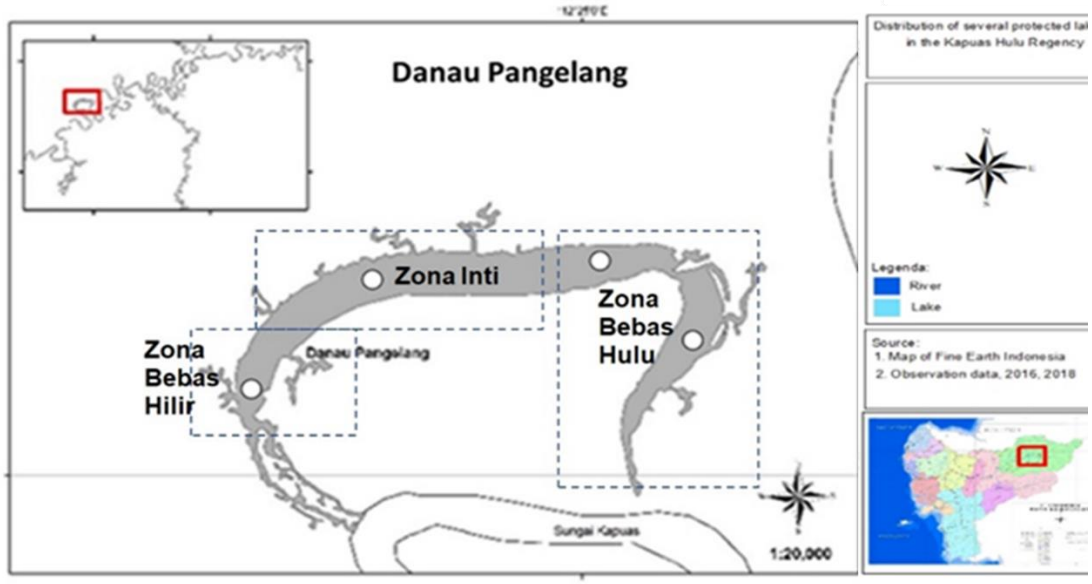
Ekosistem perairannya merupakan ekosistem rawa banjiran berair tenang dengan total luas 119,19 Ha, tetapi hanya seluas 24 Ha yang dijadikan zona lindung/inti. Kedalamannya pada musim penghujan mencapai 16 m dan saat kemarau 6 m, merupakan habitat bagi ikan arwana, entukan, belida, tapah, tengadak, toman dan ikan spesifik lokal lainnya (Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu 2018). Pada tahun 2018 hasil panen raya menghasilkan produksi tangkapan sebanyak 3.617 kg yang terdiri dari jenis ikan Entukan (Kendia) dan Jelawat (Data dari ketua nelayan Danau Lindung Pangelang).

Berdasarkan hal tersebut di atas, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perubahan sruktur komunitas ikan, preferensi makanan, dan luas relung tiap jenis ikan di Danau Lindung Pangelang. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan dalam menentukan rencana pengelolaan dan pemanfaatan sumber daya ikan di danau tersebut.

Bahan dan metode

Danau Lindung Pangelang secara geografis terletak pada titik koordinat 0° 45’48.0” LU dan 112° 24’39.5” BT. Penelitian dilaksanakan pada Oktober 2016 (air surut), bulan Juni 2018 (peralihan) dan September (banjir) 2018. Pengambilan sampel ikan dengan menggunakan jaring insang percobaan dengan ukuran mata jaring 1; 1,5; 2; 2,5 dan 3 inci yang dipasang pada 3 (tiga) stasiun pengamatan (Gambar 1) dan dari hasil tangkapan nelayan setempat.

Hasil tangkapan ikan dicatat nama jenis dan ukuran panjangnya (cm) serta bobotnya (g), kemudian diidentifikasi untuk memastikan nama tiap jenis ikan dengan menggunakan buku Inger & Chin (1962) dan Kottelat *et al*. (1993). Selanjutnya perut ikan dibedah dan diambil saluran pencernaan makannya, kemudian dimasukkan kedalam plastik dan



Gambar 1 Danau Lindung Pangelang, serta stasiun pengamatannya (zona bebas hilir, zona inti, dan zona bebas hulu)

diawetkan dengan menggunakan formalin 4%. Sampel dianalisis di laboratorium Balai Riset Pemulihan Sumber Daya Ikan. Identifikasi organisme makanan ikan merujuk pada Needham & Needham (1963) dan Edmonson (1978).

Analisis data untuk mengetahui preferensi dan makanan ikan menggunakan metode indeks bagian terbesar (Natarajan & Jhingran *in* Effendie 1979) dengan rumus sebagai berikut:

$$I_i = \frac{O_i * V_i}{\sum (O_i * V_i)}$$

Keterangan:

Ii = Indeks bagian terbesar kelompok pakan ke-i,

Oi = Persentase kejadian pakan ke-i

Vi = Persentase volome pakan ke-i

Estimasi tingkat trofik jenis ikan dihitung dengan menggunakan cara yang dikemukakan oleh Caddy & Sharp (1986), dengan rumus sebagai berikut:

$$T_t = 1 + \sum \left\{ \frac{T_{tp} \times I_p}{100} \right\}$$

Keterangan:

Tt = Tingkat trofik

Ttp = Tingkat trofik kelompok pakan ke-p

Ip = Indeks preponderan kelompok pakan ke-p

Luas relung dievaluasi berdasarkan makanan atau ruang yang dimanfaatkan oleh ikan dihitung dengan menggunakan Indek Levin (Hespenheide 1975), sebagai berikut.

$$B_j = \left(\sum p_i^2 \right)^{-1}$$

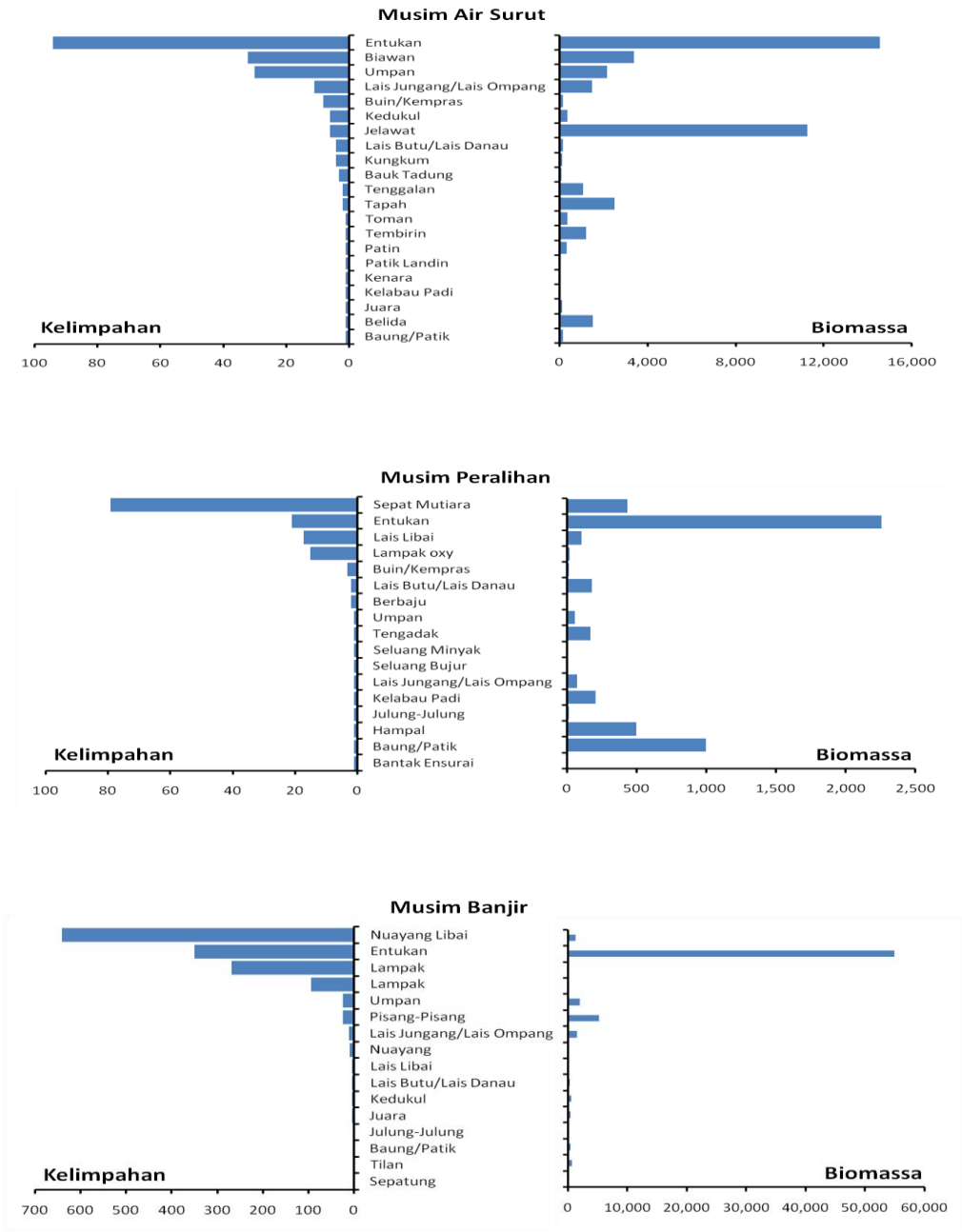
Keterangan:

Bj = luas relung

Pi = proposional kelompok pakan/ruang ke-I yang dimanfaatkan oleh ikan ke j

Tabel 1 Komunitas ikan di Danau Pangelang berdasarkan musim

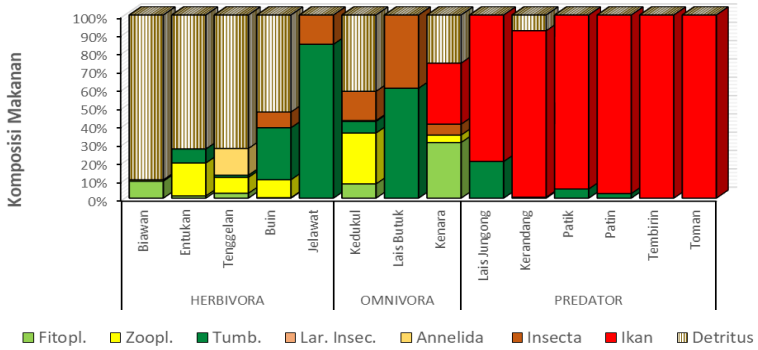
No	Jenis Ikan	Nama Ilmiah	Famili	Surut	Peralihan	Banji
1	Kenara	*Parambassis macrolepis*	Ambassidae	+		
2	Pisang-Pisang	*Bagroides melapterus*	Bagridae			+
3	Baung/Patik	*Hemibagrus nemurus*	Bagridae	+	+	+
4	Patik Landin	*Mystus nigriceps*	Bagridae	+		
5	Julung-Julung	*Xenentodon canciloides*	Belonidae		+	+
6	Toman	*Channa micropeltes*	Channidae	+		
7	Kedukul	*Amblyrhynchichthys truncatus*	Cyprinidae	+		+
8	Kungkum	*Barbichthys laevis*	Cyprinidae	+		
9	Tengadak	*Barbonymus schwanenfeldii*	Cyprinidae		+	
10	Buin/Kempras	*Cyclocheilichthys apogon*	Cyprinidae	+	+	
11	Hampal	*Hampala macrolepidota*	Cyprinidae		+	
12	Bauk Tadung	*Labiobarbus ocellatus*	Cyprinidae	+		
13	Jelawat	*Leptobarbus hoevenii*	Cyprinidae	+		
14	Kelabau Padi	*Osteochilus melanopleurus*	Cyprinidae	+	+	
15	Bantak Ensurai	*Osteochilus microcephalus*	Cyprinidae		+	
16	Lampak	*Parachela hypophthalmus*	Cyprinidae			+
17	Lampak	*Parachela oxygastroides*	Cyprinidae		+	+
18	Berbaju	*Puntigrus anchisporus*	Cyprinidae		+	
19	Tenggelan	*Puntioplites bulu*	Cyprinidae	+		
20	Umpan	*Puntioplites waandersi*	Cyprinidae	+	+	+
21	Seluang Bujur	*Rasbora dusonensis*	Cyprinidae		+	
22	Seluang Minyak	*Rasbora subtilis*	Cyprinidae		+	
23	Entukan	*Thynnichthys thynnoides*	Cyprinidae	+	+	+
24	Biawan	*Helostoma temminkii*	Helostomatidae	+		
25	Tilan	*Mastacembelus erythrotaenia*	Mastacembelidae			+
26	Belida	*Chitala lopis*	Notopteridae	+		
27	Sepatung	*Pristolepis grootii*	Osphronemidae			+
28	Sepat Mutiara	*Trichopodus leerii*	Osphronemidae		+	
29	Patin	*Pangasianodon hypophthalmus*	Pangasiidae	+		
30	Juara	*Pangasius polyuranodon*	Pangasiidae	+		+
31	Nuayang	*Pseudeutropius brachypopterus*	Schilbeidae			+
32	Nuayang Libai	*Pseudeutropius moolenburghae*	Schilbeidae			+
33	Tembirin	*Belodontichthys dinema*	Siluridae	+		
34	Lais Libai	*Ompok eugeneiatus*	Siluridae		+	+
35	Lais Butu/Lais Danau	*Ompok hypophthalmus*	Siluridae	+	+	+
36	Lais Jungang/Lais Ompang	*Phalacronotus micronemus*	Siluridae	+	+	+
37	Tapah	*Wallago leeri*	Siluridae	+		
		Jumlah spesies		21	17	16
		Jumlah famili		9	5	8



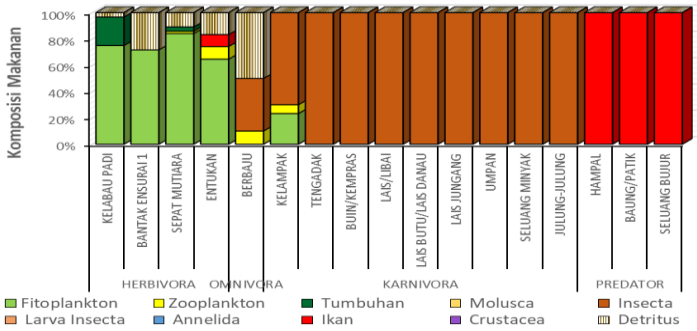
Gambar 2 Perbandingan kelimpahan dan biomassa komunitas ikan di Danau Pangelang pada setiap musim

Hasil

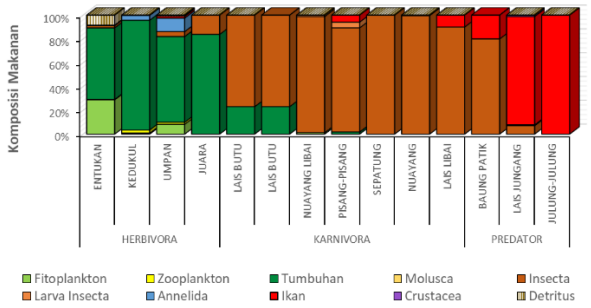
Komunitas ikan di Danau Pangelang didapatkan total sebanyak 12 famili dan 37 spesies. Pada kondisi air surut jumlah famili yang ditemukan paling banyak (9 famili), disusul kondisi air banjir (8 famili), dan terakhir pada kondisi peralihan hanya ditemukan 5 famili (Tabel 1). Perbandingan kelimpahan dan biomassa komunitas ikan di



(a) Musim air surut



(b) Musim peralihan



(c) Musim banjir

Gambar 3 Makanan masing-masing jenis ikan di Danau Pangelang menurut musim

Danau Pangelang pada setiap musim disajikan pada Gambar 2. Makanan masing-masing jenis ikan digambarkan pada Gambar 3.

Pembahasan

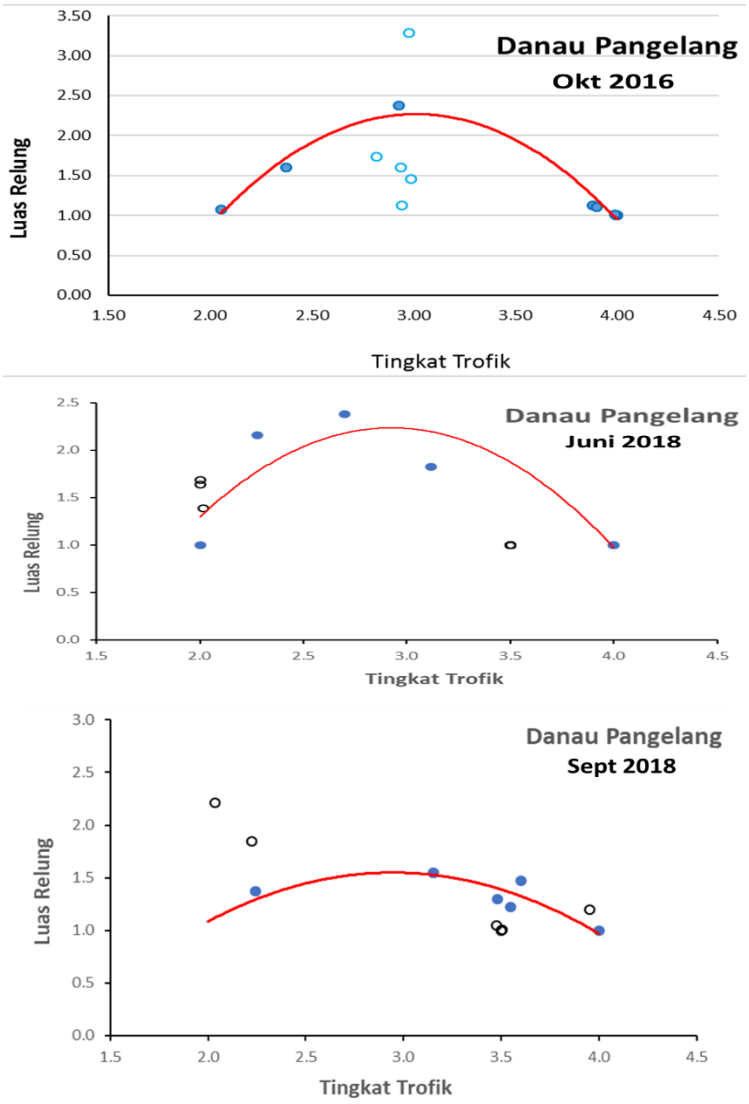
Jenis ikan berdasar musim dapat dilihat pada Tabel 1. Pada saat musim surut jenis ikan yang tertangkap lebih banyak dibandingkan dengan musim peralihan dan musim banjir. Pada musim surut jenis ikan yang tertangkap berjumlah 21 jenis, musim peralihan 17 jenis dan pada musim banjir 16 jenis. Ikan entukan merupakan jenis ikan yang mendominasi komunitas ikan di Danau Pangelang. Jenis ikan penghuni tetap Danau Pangelang

ini antara lain: baung (*Hemibagrus nemurus*), umpan (*Puntioplites waandersi*), entukan (*Thynnichthys thynnoides*), lais butu (*Ompok hypophthalmus*) dan lais jungang (*Phalacronotus micronemus*). Di pihak lain jenis ikan yang hanya ditemukan di musim banjir, antara lain: pisang-pisang (*Bagroides melapterus*), lampak (*Parachela hypophthalmus*), tilan (*Mastacembelus erythrotaenia*), sepatung (*Pristolepis grootii*), nuayang (*Pseudeutropius brachypopterus*) dan nuayang libai (*Pseudeutropius moolenburghae*)

Pada air surut kelimpahan ikan tiap jenisnya sedikit tetapi ukuran biomassanya besar, artinya ikan yang tertangkap pada musim ini mempunyai ukuran panjang dan bobot yang cukup besar. Pada musim peralihan jumlah jenis dan ukuran biomassanya yang tertangkap cukup seimbang, artinya ukuran panjang dan bobot pada tiap jenis ikan sama banyak sedangkan pada musim air tinggi jumlah ikan yang tertangkap lebih banyak dan mempunyai ukuran panjang dan bobot yang kecil-kecil (Gambar 2). Ada tiga famili yang selalu ditemukan sepanjang tahun, yaitu Bagridae, Cyprinidae dan Siluridae. Famili yang hanya ditemukan pada kondisi banjir adalah Mastacembelidae dan Schilbeidae. Famili yang hanya ditemukan pada kondisi air surut adalah Ambassidae, Helostomatidae dan Notopteridae.

Jumlah spesies yang tertangkap pada tiap musim di Danau Pangelang berubah seiring bertambahnya air (pola hidrologi) danau (Tabel 1) hal tersebut sesuai dengan pendapat (Ficke & Myrick 2004) yang menyatakan bahwa komunitas ikan air tawar di sungai, rawa dan dataran banjir cenderung mengalami dampak tambahan karena sebagian besar spesies memiliki habitat khusus dan kebutuhan makanan (Hennessy *et al*. 2007) menyatakan bahwa pada saat perairan surut akan menghasilkan tingkat oksigen yang rendah dan akan terjadi peningkatan suhu sehingga akan mengubah distribusi spesies bermigrasi ke air yang lebih dingin baik di sungai maupun di danau. Perubahan komunitas ikan bertambah seiring dengan tinggi muka air maka jumlah spesies cenderung menurun (Tabel 1), hal tersebut sesuai dengan pendapat CSIRO (2002), yang menyatakan bahwa dampak perubahan ini dapat meliputi: hubungan rantai makanan, pergeseran dalam jangkauan dan distribusi spesies, perubahan komposisi dan interaksi dalam komunitas akuatik serta perubahan struktur dan dinamika komunitas.

Kelimpahan dan biomassa tertinggi dari komunitas ikan di Danau Pangelang berubah menurut musim/pola hidrologi. Pada musim air surut, ikan entukan mendominasi kelimpahan dan biomassa (Gambar 2). Pada musim peralihan terjadi perubahan ketika ikan sepat mutiara yang tergolong ikan hitaman mendominasi kelimpahan, sedangkan ikan entukan tetap mendominasi biomassa. Saat pola hidrologi danau mulai meningkat pada musim peralihan ini, banyak ikan sungai mulai memasuki perairan danau. Sebagian ikan putihan memasuki rawang-rawang sekitar danau dan pada saat musim air banjir, ikan nuayang libai mendominasi kelimpahan,



Gambar 4 Hubungan antara tingkat trofik dan luas relung ikan di Danau Pangelang menurut waktu pengamatan

sedangkan ikan entukan tetap mendominasi biomassa (Gambar 2).

Makanan komunitas ikan Danau Pangelang beserta serikatnya (guild) mengalami perubahan pada setiap musim. Pada musim air surut, komunitas ikan di Danau Pangelang banyak didominasi oleh ikan detritivora, seperti ikan: biawan, entukan, tenggelan, buin, kedukul, dan kenara. Jenis ikan detritivora lebih banyak dibandingkan dengan ikan omnivora dan predator, yaitu 6 (enam) ikan detritivora, 3 (tiga) ikan omnivora dan 6 (enam) ikan predator. Pada musim peralihan, komunitas ikan di Danau Pangelang mengalami perubahan dengan adanya peningkatan serikat ikan fitoplanktivora dan insektivora. Ikan-ikan planktivora terdiri atas: kelabau padi, bantak ensurai, sepat mutiara dan entukan. Ikan insektivora terdiri atas: berbaju, kelampak, tangadak, buin, lais libai, lais

butu, lais jungang, umpan, seluang minyak dan julung-julung. Pada saat musim peralihan ini, jenis ikan fitoplanktivora dan insektivora mendominasi perairan. Jumlah tangkapan ikan ini berjumlah 14 ekor dari jumlah total 17 ikan yang tertangkap. Pada musim banjir, komunitas ikan di Danau Pangelang mengalami perubahan kembali ketika serikat herbivora yang memanfaatkan tumbuhan dan larva insektivora meningkat. Ikan herbivora terdiri atas: entukan, kedukul, umpan, juara. Ikan insektivora terdiri atas: lais batu, nuayang libai, pisang-pisang, sepatung, nuayang, lais libai dan baung patik (Gambar 3).

Hubungan tingkat trofik dan luas relung pakan komunitas ikan di Danau Pangelang menunjukkan bahwa kompleksitas dan interaksi ekologi trofik cenderung sama seiring bertambahnya tinggi muka air di danau (Gambar 4). Sejalan dengan analisis kebiasaan makanan, maka jenis ikan spesialis, moderat, dan generalis cenderung tetap tinggi di setiap musim. Kompleksitas ekologi trofik tertinggi terjadi pada musim peralihan, dimana saat tinggi muka air meningkat liniear dengan ketersediaan pakan alami di perairan danau.

Hubungan tingkat trofik dan luas relung pakan komunitas ikan di Danau Pangelang menunjukkan bahwa kompleksitas dan interaksi ekologi trofik cenderung sama seiring bertambahnya tinggi muka air di danau (Gambar 4). Sejalan dengan analisis kebiasaan makanan, maka jenis ikan spesialis, moderat, dan generalis cenderung tetap tinggi di setiap musim. Kompleksitas ekologi trofik tertinggi terjadi pada musim peralihan, ketika saat tinggi muka air meningkat liniear dengan ketersediaan pakan alami di perairan danau.

Simpulan

Komunitas ikan di Danau Pangelang berjumlah total 12 famili, 30 genera, dan 37 spesies. Pada musim surut terdapat 21 jenis ikan yang ditangkap, 17 jenis pada musim pancaroba dan 16 jenis banjir pada saat air surut. Umumnya jenis ikan yang tertangkap pada musim surut adalah ikan detritivora sedangkan pada musim peralihan, jenis ikan yang tertangkap dari jenis planktivora hingga ikan pemakan serangga dan pada musim banjir jenis ikan yang tertangkap dari jenis ikan herbivora.

Persantunan

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Prof. Ris. Dr. Didik Wahju Hendro Tjahjo, M.S yang telah banyak memberi masukan kepada penulis dalam pengambilan sampel di lapangan maupun dalam menganalisis hasil penelitian.

Daftar pustaka

Caddy JF, Sharp GD. 1986. An ecological framework for marine fishery investigations. *FAO Fisheries Technical Paper*, 283: 152 p.

Cloern JE. 2001. Our evolving conceptual model of the coastal eutrophication problem. *Marine Ecology Progress Series*, 210: 223-253

CSIRO. 2002. *Climate change and Australia's coastal communities*. CSIRO Atmospheric Research, Aspendale, Victoria, 8 pp.

Dinas Perikanan Kabupaten Kapuas Hulu. 2018. Profil perikanan Kabupaten Kapuas Hulu. 85 p

Edmondson WT. 1978. *Freshwater Bology*. 2nd edition. New York: John Wiley & Son. Inc. 1274 p.

Effendie MI. 1997. Metode Biologi Perikanan. Yayasan Dewi Sri. Bogor.

Ficke AA, Myrick CA, Hansen LJ. 2007. Potential impacts of global climate change on freshwater fisheries. Reviews in Fish Biology and Fisheries, 17(4): 581–613.

Hespenheide HA. 1977. Prey Characteristics and Predator Niclte Width in Ecology and Evolution of Communities. The Belknap Press of Harvard University Press. Marine Ecology Progress Series Vol. 210: 223–253

Hennessy K, Fitzharris B, Bates BC, Harvey N, Howden SM, Hughes L, Salinger J, Warrick R. 2007. Australia and New Zealand. *In*: Parry ML, Canziani OF, Palutikof JP, van der Linden PJ, Hanson CE (Eds.). *Climate Change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, Cambridge, UK. pp. 507-540.

Inger RF, Chin PK. 1962. *The Freshwater Fishes of North Borneo.* Fieldiana 45: 1-268.

Utomo AD, Samuel. 2005. Status keragaman ikan di perairan umum. Prosiding Forum Perairan Umum Indonesia ke-1. Balai Riset Perikanan Perairan Umum. Badan Riset Kelautan Perikanan. Departemen Kelautan dan Perikanan. pp. 261-268

Li WKW. 2007. Macroscopic patterns in marine plankton. Encyclopedia of biodiversity. Elsevier. doi:10.1016/B978-012226865-6/00582-1.

Kottelat M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Freshwater fishes of Western Indonesia and Sulawesi* (Ikan air tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi). Periplus Editions Ltd. Indonesia. 377 p.

Needham JG, Needham PR. 1963. *A Guide to the Study of Freshwater Biology*. Fifth Edition. Revised and Enlarged, Holden Day, Inc, San Fransisco. 180 p.

Purnamaningtyas SE, WHT Didik, Nurfiarini Amula. 2018. Iktiofauna di Danau Lindung Keliling dan Danau Lindung Pangelang, Kabupaten Kapuas Hulu. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(3): 241-249

Pertumbuhan, hubungan panjang-bobot, dan faktor kondisi ikan nila NIFI (*Oreochromis* sp.) dan srikandi (*Oreochromis aureus x niloticus*) pada pembesaran di tambak bersalinitas tinggi

[Growth, length-weight relationship, and condition factor of NIFI (*Oreochromis* sp.) and Srikandi Tilapia (*Oreochromis aureus x niloticus*) at the grow-out stage in the high salinity brackishwater ponds]

Bambang Gunadi*, Priadi Setyawan dan Adam Robisalmi

Balai Riset Pemuliaan Ikan.
Jalan Raya 2 Sukamandi Pantura, Patokbeusi, Subang, Jawa Barat
Surel: bbgunadi@gmail.com
setyawan_p@yahoo.com
aa_salmi@yahoo.com
*Kontributor utama

Diterima: 5 Januari 2021; Disetujui: 27 Mei 2021

Abstrak

Ikan nila NIFI (*Oreochromis* sp.) dan ikan nila Srikandi (*Oreochromis aureus x niloticus*) merupakan strain ikan nila unggul yang dapat dibudidayakan di perairan tambak air payau. Salinitas tinggi akan berdampak pada serangkaian proses adaptasi yang dapat memicu perubahan morfologis ikan. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pertumbuhan, hubungan panjang-bobot, dan faktor kondisi kedua strain pada tambak bersalinitas 25-30 ppt. Kegiatan penelitian dilakukan di tambak Losari, Kabupaten Brebes. Ikan dipelihara di tambak dengan menggunakan waring berukuran 5x5x1 m^3 selama empat bulan. Pada akhir pemeliharaan sampel sebanyak 26 jantan dan 34 betina ikan nila NIFI serta 31 jantan dan 28 betina ikan nila Srikandi diambil dan dilakukan pengukuran panjang dan bobot. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pertumbuhan bobot tertinggi ditunjukkan ikan nila Srikandi dan pertumbuhan panjang tertinggi ditunjukkan ikan nila NIFI. Pola pertumbuhan alometrik positif ditemukan pada Srikandi betina, sedangkan pada Srikandi jantan, serta nila NIFI jantan dan betina menunjukkan pertumbuhan alometrik negatif. Hubungan panjang-bobot ikan nila NIFI jantan dan betina mengikut persamaan $W = 0{,}0583L^{2{,}632}$ dan $W = 0{,}0452L^{2{,}665}$, pada ikan nila Srikandi jantan dan betina mengikuti persamaan $W = 0{,}0358L^{2{,}8545}$ dan $W = 0{,}0287L^{3{,}1580}$. Terdapat korelasi erat antara panjang dan bobot ikan kedua strain dengan nilai R^2 antara 0.80 - 0.87. Nilai faktor kondisi nila NIFI jantan dan betina adalah 1,853 dan 2,009, serta pada nila Srikandi jantan dan betina adalah 2,308 dan 2,665. Ikan nila NIFI dan Srikandi mampu beradaptasi dengan baik pada perairan tambak bersalinitas tinggi.

Kata penting: faktor kondisi, nila NIFI, nila Srikandi, pertumbuhan, tambak, salinitas

Abstract

Tilapia strain of NIFI (*Oreochromis* sp.) and Srikandi (*Oreochromis aureus x niloticus*) are superior strain of tilapia that able to grow well in brackish water ponds. However, an increasing water salinity might have an impact on a series adaptation process on fish that leads to various morphological changes. This study aimed to analyze the growth and length-weight relationship of both tilapia strain in brackishwater pond with salinity of 25-30 ppt. Research was conducted in brackishwater pond in Losari, Brebes Regency. Fish were reared in 5x5x1 m^3 hapas installed in the pond for four months. At the end of experiment period, body length and weight measurement were carried out for 26 males and 34 females of NIFI strain and 31 males and 28 females of Srikandi strain. The result showed that the highest growth rate was shown by Srikandi strain and the highest length was shown by NIFI. Positive allometric growth was found in the Srikandi females, while Srikandi males as well as NIFI tilapia males and females showed a negative allometric growth. Length-weight relationship on males and females of NIFI strain followed the formula of $W = 0.0583L^{2,632}$ and $W = 0.0452L^{2,665}$, respectively. Whereas, on males and females of Srikandi strain followed the formula of $W = 0.0358L^{2,8545}$ and $W = 0.0287L^{3,1580}$, respectively. There was a strong correlation between length and weight of fish from both strains with the R^2 value ranged between 0.80 – 0.87. Condition

factor of males and females of NIFI were 1.853 and 2.009, while Srikandi tilapia males and females were 2.308 and 2.665, respectively. Red NIFI and Srikandi tilapia are able to adapt in a high salinity level of brackish water pond.

Key words: brackishwater pond, growth, condition factor, tilapia, red NIFI, Srikandi strain, salinity

Pendahuluan

Ikan nila termasuk dalam genus *Oreochromis,* dan dikenal mempunyai toleransi yang baik terhadap cekaman lingkungan, mudah berkembang biak serta mempunyai laju pertumbuhan bobot yang cepat. Kemudahan dalam proses budidaya serta distribusinya berpengaruh pada cepatnya penyebaran ikan nila di berbagai wilayah hingga berkembang di lebih dari 100 negara (El-Sayed 2006). Di Indonesia, ikan nila juga termasuk dalam kategori prioritas budidaya dengan jumlah produksi tahunan yang semakin meningkat. Produksi ikan nila pada tahun 2018 mencapai 1.030.000 ton meningkat 217,99% dari 472,5 ton pada tahun 2010 (Pusdatin 2018). Produksi ikan nila terus mengalami peningkatan yang signifikan sehingga pada tahun 2018 Indonesia menjadi produsen ikan nila terbesar kedua di dunia setelah China. Pada tahun tersebut produksi ikan nila dunia mencapai 6,88 juta ton (FAO 2020).

Produksi ikan nila di Indonesia didominasi oleh hasil budidaya di kolam air tawar. Berdasarkan potensi sumber daya alam yang tersedia, jumlah produksi masih dapat ditingkatkan dengan cara memanfaatkan lahan marginal di kawasan pesisir. Data statistik menunjukkan bahwa pada tahun 2016 potensi lahan budidaya di perairan tambak masih cukup luas sebesar 2.964.331 Ha dengan tingkat pemanfaatan yang masih rendah, yakni sebesar 24,15% (Pusdatin 2018).

Pemanfaatan lahan pesisir untuk budidaya ikan nila dimungkinkan karena ikan nila mempunyai toleransi yang lebih tinggi terhadap salinitas dibandingkan ikan air tawar lainnya. Ikan nila dikenal mempunyai toleransi yang baik terhadap salinitas dan dikelompokkan dalam jenis ikan *euryhaline* (Kamal & Mair 2005). Dengan demikian ikan nila dapat dijadikan kandidat potensial untuk kawasan pesisir tambak dibandingkan ikan air tawar lainnya. Perairan tambak mempunyai karakteristik yang berbeda dengan perairan air tawar. Fluktuasi salinitas menjadi faktor pembatas budidaya ikan di kawasan pesisir sehingga jenis ikan yang dapat dibudidayakan relatif sedikit.

Upaya pemanfaatan ikan nila untuk budidaya di lahan tambak sudah dilakukan. Sejak tahun 2018, Balai Riset Pemuliaan Ikan (BRPI) sudah memulai kegiatan riset pemuliaan strain ikan nila NIFI (*National Inland Fishery Institute*) koleksi BRPI melalui program seleksi famili dan saat ini sudah menghasilkan generasi kedua. Ikan nila NIFI dikenal sebagai strain ikan nila yang mempunyai toleransi salinitas tinggi dan dapat dibesarkan pada tambak payau bersalinitas sedang hingga tinggi antara 10-30 ppt (Ariyanto & Listiyowati 2015). Sebelumnya, pada tahun 2012 BRPI telah merilis ikan

nila Srikandi (*Oreochromis aureus x niloticus*) berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kelautan dan Perikanan Nomor KEP.09/ MEN/2012. Ikan ini merupakan ikan nila hitam unggul hasil hibridisasi yang mempunyai pertumbuhan cepat di perairan tambak.

Meskipun ikan nila mempunyai toleransi salinitas yang baik, tetapi tekanan salinitas yang tinggi akan mengakibatkan ikan menjadi rentan stress. Ikan nila menunjukkan performa pertumbuhan dan sintasan yang baik hingga salinitas 20 ppt (Malik *et al.* 2018). Dalam batas tertentu, ikan nila masih dapat mengatasi perubahan salinitas air melalui mekanisme osmoregulasi untuk mengatur keseimbangan ion di dalam tubuh dan menyesuaikan dengan kondisi perairan sekitar. Proses osmoregulasi membutuhkan energi yang cukup besar sehingga pada ikan yang tidak dapat beradaptasi dengan baik terhadap fluktuasi salinitas, akan terganggu pertumbuhannya bahkan mengalami kematian (McCormick 2001).

Kondisi stress pada ikan akibat tekanan lingkungan dapat diamati dari kondisi ikan yang hidup dalam perairan . Analisis hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi umumnya digunakan untuk mendapatkan informasi penting berkaitan dengan kondisi ikan serta parameter-parameter populasi ikan (Luff & Bailey 2000). Ikan sebagai individu maupun populasi sangat dipengaruhi oleh adanya variasi ketersediaan pakan, variasi lingkungan, ketersediaan nutrien pendukung serta adanya kompetisi dalam memperoleh pakan (Niyonkuru & Laleye 2012). Analisis hubungan panjang bobot ikan serta faktor kondisi ikan nila pada umumnya dilakukan pada perairan air tawar baik perairan sungai, waduk, danau dan perairan air tawar lainnya. Pengamatan aspek-aspek biologis ini pada ikan nila yang dipelihara di perairan bersalinitas tinggi belum banyak dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis pola pertumbuhan, hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi strain ikan nila NIFI dan ikan nila Srikandi yang dipelihara pada tambak bersalinitas 25-30 ppt.

Bahan dan metode

Penelitian ini dilakukan di BRPI, Sukamandi, Kabupaten Subang serta tambak pembesaran di Kecamatan Losari, Kabupaten Brebes pada bulan Mei-September 2016. Tahap pembenihan dan aklimatisasi benih dilakukan di BRPI dan dilanjutkan dengan pembesaran selama empat bulan di tambak bersalinitas tinggi di Kecamatan Losari. Wadah pembesaran ikan nila berupa waring berukuran 5x5x1 m^3 dengan ukuran mata jaring 0,5 cm yang ditempatkan pada kolam tambak berukuran 4.000 m^2. Salinitas air di tambak pembesaran berkisar antara 25-30 ppt.

Benih yang digunakan berasal dari pemijahan alami kedua strain ikan nila yang dilakukan di kolam air tawar di BPPI. Aklimatisasi benih dilakukan untuk menyesuaikan salinitas di tambak pembesaran dengan cara menampung ikan pada kolam penampungan bersalinitas 10 ppt dengan padat tebar 1.000 ekor m^{-2}. Salinitas media dinaikkan 5 ppt $hari^{-1}$ hingga salinitas media sama dengan

salinitas tambak yakni 25 ppt. Selama proses aklimatisasi dilakukan penambahan aerasi untuk menjadikan kandungan oksigen di atas 5 ppm serta dilakukan penyiponan.

Penebaran ikan di tambak dilakukan pagi hari dengan padat tebar 10 ekor m^{-2}. Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari sebanyak 3-5 % biomassa sesuai dengan kebutuhan ikan harian. Pakan yang diberikan adalah pakan komersial untuk pembesaran ikan dengan kandungan protein sekitar 30 %. Pemantauan kualitas air terutama salinitas dilakukan secara periodik sehingga salinitas tambak dapat dipertahankan pada kisaran 25-30 ppt.

Pengambilan data dilakukan pada akhir pemeliharaan dengan cara mengambil ikan secara acak dari populasi ikan nila NIFI dan nila Srikandi. Sampel ikan dipisahkan berdasarkan jenis kelamin dengan cara melihat secara kasat mata organ alat kelamin primer yakni *papila genital*. Pada ikan nila betina terlihat garis tengah di saluran telur (*oviduct*), sedangkan pada ikan nila jantan tidak terlihat. Sampel ikan nila NIFI sebanyak 26 ekor ikan jantan dan 34 ekor ikan betina serta ikan nila Srikandi sebanyak 31 ekor ikan jantan dan 28 ekor ikan betina dilakukan pengukuran panjang total tubuh dan penimbangan bobot. Pengukuran panjang dilakukan dengan menggunakan mistar dengan ketelitian 1 mm. Penimbangan bobot dilakukan dengan menggunakan timbangan elektrik berkapasitas 1.000 gram dengan ketelitian 0,01 gram.

Penghitungan faktor kondisi dimulai dengan menentukan hubungan panjang dan bobot ikan dengan persamaan:

$$W=aL^b$$

Keterangan:

W = bobot ikan (gram),

L = panjang total (cm), a = konstanta, dan

b = eksponen dengan nilai antara 2-5 (Tudorancea et al. 1988).

Selanjutnya nilai W dan L ditransformasikan ke dalam bentuk persamaan logaritma (Schneider *et al*. 2000) sebagai berikut:

$$\text{Log } W = \log a + b \log L$$

Untuk menentukan apakah nilai b sama atau berbeda dengan 3, maka digunakan uji t. Penghitungan nilai t hitung (t^) dilakukan melalui persamaan berikut (Pauly, 1984):

$$t^{\wedge} = \frac{sdx}{sdy} \frac{|b-3|}{\sqrt{1-r^2}} \sqrt{n-2}$$

Keterangan:

sdx adalah simpangan baku nilai log L,

sdy adalah simpangan baku nilai log W, dan

n adalah jumlah sampel.

Nilai b dinyatakan berbeda dengan 3 jika nilai t hitung (t^) lebih besar dari nilai t tabel pada derajat bebas n-2.

Faktor kondisi ikan yang mempunyai pertumbuhan bersifat isometric dihitung dengan menggunakan persamaan berikut (El-Sayed *et al.* 2007):

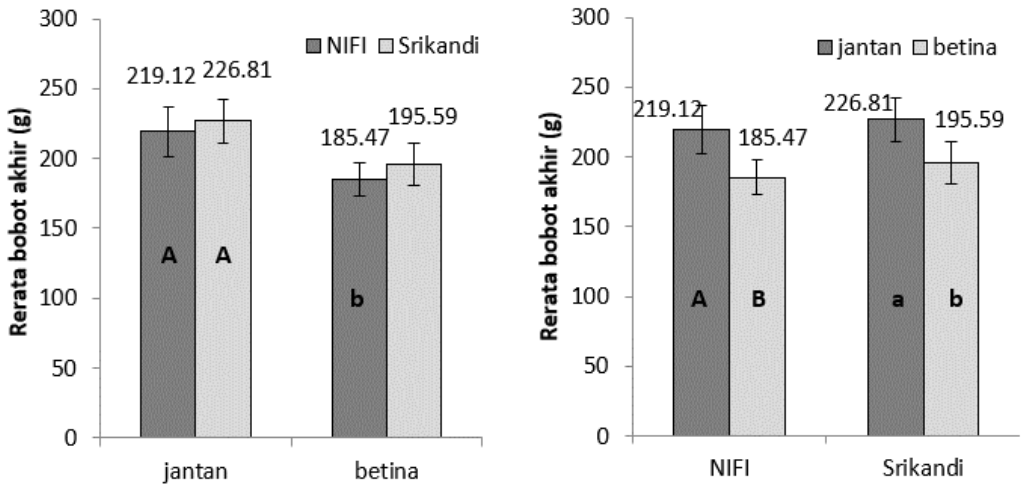
$$K = \frac{100\,W}{L^3}$$

Keterangan:

W = bobot ikan (gram),

L = panjang total (cm).

Sementara itu untuk ikan dengan pola pertumbuhan allometrik, faktor kondisinya dihitung dengan menggunakan faktor kondisi



Gambar 1 Rerata bobot akhir ikan nila NIFI dan Srikandi hasil pembesaran di tambak. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nilai yang signifikan pada kelompok yang sama (P<0,05)

relatif, dengan persamaan sebagai berikut (Effendie, 2002):

$$Kn = \frac{W}{W^{\wedge}}$$

Keterangan:

Kn = faktor kondisi relatif,

W = bobot ikan hasil observasi,

W^ = bobot ikan hasil estimasi (W^=aLb).

Data panjang dan bobot ikan dianalisis dengan menggunakan korelasi-regresi Pearson dengan bantuan perangkat lunak Minitab.

Hasil

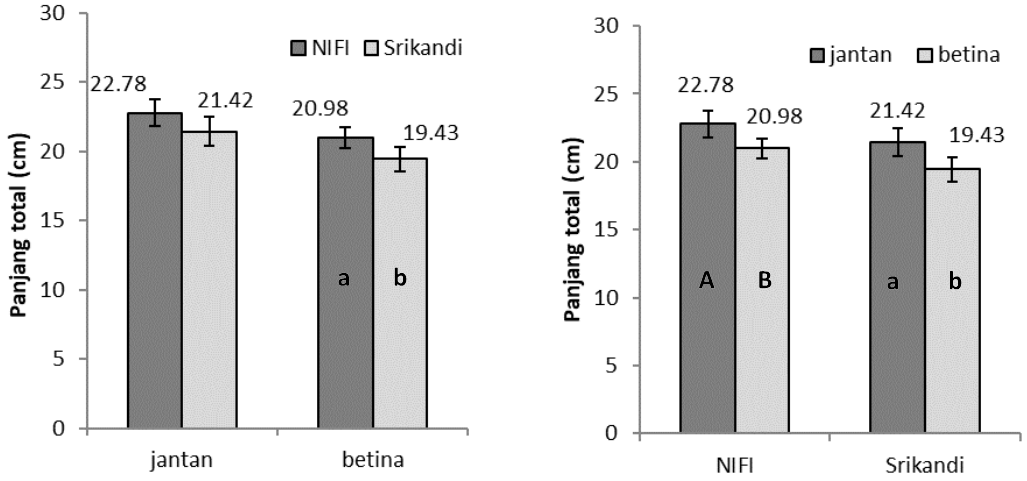
Pertumbuhan

Ikan nila NIFI dan nila Srikandi dapat dibesarkan pada tambak bersalinitas tinggi. Aklimatisasi benih pada awal penebaran berpengaruh pada penurunan stress dan kematian ikan pasca penebaran. Pada pembesaran di tambak dengan salinitas 25-30 ppt, ikan nila NIFI dan Srikandi tumbuh hingga mencapai ukuran panen berkisar antara 185,47 gram per ekor pada populasi ikan nila NIFI betina hingga 226,81 gram per ekor pada populasi ikan nila Srikandi jantan (Gambar 1).

Dalam hal panjang total badan, ikan nila NIFI jantan mencapai ukuran terpanjang yakni 22,78 cm, sedangkan ukuran panjang paling rendah terjadi pada populasi ikan Srikandi betina yakni 19,43 cm (Gambar 2).

Pada kelompok jenis kelamin yang sama, ikan nila NIFI cenderung lebih panjang dibandingkan dengan ikan nila Srikandi. Ikan nila NIFI jantan mencapai ukuran panjang total 22,78 cm, sedangkan ikan nila Srikandi jantan mencapai ukuran panjang total 21,47 cm. Demikian juga pada jenis kelamin betina, ikan nila NIFI mencapai panjang total 20,98 cm, lebih panjang dibandingkan dengan ikan nila Srikandi yang mencapai 19,43 cm.

Hasil uji t terhadap nilai koefisien regresi



Gambar 2 Rerata panjang total ikan nila NIFI dan Srikandi hasil pembesaran di tambak. Notasi huruf yang berbeda menunjukkan adanya perbedaan nilai yang signifikan pada kelompok yang sama (P<0,05)

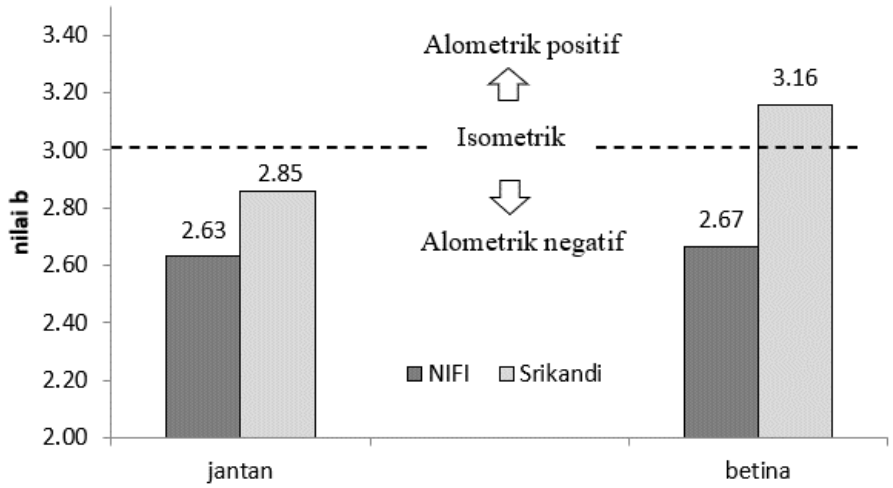
Tabel 1 Analisis hubungan panjang-bobot ikan nila NIFI dan Srikandi hasil pembesaran di tambak

No	Parameter	Strain ikan nila			
		NIFI		Srikandi	
		Jantan	Betina	Jantan	Betina
1	Nilai a (konstanta)	0,058	0,045	0,036	0,029
2	Koefisien determinasi	0,824	0,803	0,856	0,873
3	Koefisien regresi (b)	2,63	2,67	2,86	3,16

Hubungan panjang – bobot ikan

Hubungan panjang - bobot ikan nila NIFI dan nila Srikandi tergolong sangat erat dengan nilai koefisien determinasi yang tinggi yakni di atas 0,8 (Tabel 1). Pada populasi ikan nila NIFI, koefisien determinasi pada ikan jantan lebih tinggi dibandingkan dengan ikan betina. Kondisi yang sebaliknya terjadi pada ikan nila Srikandi, di mana nilai koefisien determinasi pada ikan betina lebih tinggi dibandingkan dengan ikan jantan.

(b) menunjukkan bahwa nilai t hitung semua populasi lebih besar dibandingkan dengan nilai t tabel pada selang kepercayaan 95%, sehingga dapat dikatakan bahwa nilai b tidak sama dengan 3. Nilai b pada hubungan panjang-bobot ikan nila NIFI jantan dan betina dan ikan nila Srikandi jantan berada di bawah 3,0 yang menunjukkan pertumbuhan bersifat alometrik negatif, sementara pada populasi ikan nila Srikandi betina yang mempunyai nilai b lebih dari 3,0 yang berarti



Gambar 3 Nilai koefisen regresi hubungan panjang-bobot (b) ikan nila NIFI dan Srikandi pada pembesaran di tambak.

Tabel 2 Pertumbuhan, hubungan panjang-bobot, dan faktor kondisi ikan nila NIFI dan Srikandi pada pembesaran di tambak

No	Parameter	Strain ikan nila			
		NIFI		Srikandi	
		Jantan	Betina	Jantan	B
1	Pertambahan bobot (g)	216,35	182,71	223,99	1
2	Pertambahan panjang total (cm)	17,88	16,08	16,64	1
3	Hubungan panjang-bobot	$W=0{,}058L^{2{,}63}$	$W=0{,}045L^{2{,}67}$	$W=0{,}036L^{2{,}86}$	W=0,
4	Faktor kondisi	1,853	2,009	2,308	2

mempunyai pertumbuhan yang bersifat alometrik positif (Gambar 3).

Faktor kondisi

Nilai faktor kondisi ikan nila Srikandi (jantan 2,308 dan betina 2,665) secara umum lebih tinggi dibandingkan ikan nila NIFI (jantan 1,853 dan betina 2,009). Ikan nila betina mempunyai nilai faktor kondisi lebih tinggi dibandingkan dengan ikan nila jantan (Tabel 2).

Pembahasan

Pertumbuhan ikan

Hasil pembesaran ikan nila NIFI dan Srikandi selama empat bulan menghasilkan rerata bobot akhir yang bervariasi seperti terlihat pada Gambar 1. Kedua strain yang digunakan mampu beradaptasi dengan baik dengan lingkungan pemeliharaan yang bersalinitas tinggi. Menurut Eshak *et al.* (2010), ikan nila merah mempunyai toleransi salinitas yang baik dan dapat tumbuh cepat pada kondisi perairan bersalinitas tinggi. Ikan nila NIFI mempunyai kapasitas adaptasi yang

baik pada pembesaran di perairan tambak hingga perairan laut dengan salinitas 17 ppt dan 37 ppt dan menunjukkan kemampuan untuk mengatasi stress (Watanabe *et al.* 1989). Sementara itu, ikan nila Srikandi yang merupakan ikan hibrida dari betina ikan nila hitam Nirwana (*Oreochromis niloticus*) dan jantan ikan nila biru (*Oreochromis aureus*) mempunyai toleransi yang tinggi terhadap salinitas. Kemampuan ikan nila Srikandi beradaptasi terhadap perubahan salinitas berasal dari gen salah satu induknya yaitu ikan nila biru.

Rerata bobot akhir populasi jantan pada ikan nila Srikandi tidak berbeda dengan ikan nila NIFI, namun pada ikan betina lebih tinggi dibandingkan ikan nila NIFI. Hasil pembesaran ikan nila pada kolam resirkulasi terkontrol juga menunjukkan laju pertumbuhan yang lebih tinggi dibandingkan ikan nila merah (Santos *et al*. 2013). Apabila dilihat dari rerata gabungan populasi jantan dan betina pada kedua strain tidak menunjukkan perbedaan signifikan. Ikan nila NIFI yang dipelihara di penelitian ini merupakan ikan nila NIFI generasi kedua hasil seleksi famili yang telah mengalami peningkatan mutu genetik sehingga mampu tumbuh cepat di perairan payau dan menghasilkan rerata bobot akhir yang relatif sama dengan ikan nila Srikandi.

Ikan nila Srikandi secara morfologis mempunyai bentuk tubuh yang lebih tebal dibandingkan ikan nila NIFI. Sedangkan pertumbuhan ikan nila NIFI cenderung memanjang sehingga pada ukuran yang sama terlihat lebih tipis dibandingkan ikan nila Srikandi. Pada bobot akhir yang relatif sama, rerata panjang total ikan nila NIFI jantan lebih panjang dibandingkan ikan nila Srikandi (Gambar 2).

Kedua strain ikan nila menunjukkan adanya seks dimorfisme pada karakter bobot dan panjang total. Ikan nila jantan pada kedua strain mempunyai rerata bobot dan panjang total yang lebih tinggi dibandingkan betina. Semakin banyak individu jantan dalam populasi maka akan semakin meningkatkan rerata bobot akhir dan hasil panen. Hasil ini dikuatkan dengan penelitian lain yang menyatakan populasi monoseks jantan mempunyai rerata bobot lebih tinggi dibandingkan populasi campuran (Githukia *et al*. 2015). Ikan betina mulai mengalami penurunan laju pertumbuhan lebih awal dibandingkan ikan jantan yaitu pada tahap awal perkembangan reproduksi, sedangkan ikan jantan terjadi setelah proses spermiogenesis lengkap (Bhatta *et al*. 2013).

Hubungan panjang-bobot ikan

Parameter panjang dan bobot ikan jantan dan betina pada kedua strain menunjukkan keeratan hubungan yang tinggi dengan nilai koefisien determinasi diatas 0,8. Hubungan panjang bobot semakin meningkat apabila nilai koefisien determinasi semakin mendekati angka satu (Lawson *et al.* 2013). Koefisien determinasi menggambarkan pengaruh yang diberikan suatu parameter sebagai variabel bebas terhadap parameter lain

sebagai variabel terikat. Hal ini mengindikasikan bahwa pertambahan panjang ikan pada kedua strain linear atau diiringi dengan pertambahan bobot dengan keeratan hubungan kedua parameter yang tinggi. Nilai koefisien determinasi pada kedua strain ini relatif tinggi seperti pada ikan lainnya. Ikan nila spesies Zillii dan *Oreochromis urolepis* menunjukkan nilai koefisien determinasi diatas 0,9 (Nehemia *et al*. 2012), demikian juga pada tujuh spesies ikan genus Cyprinidae menunjukkan kisaran 0,94 – 0,97 (Hamid *et al.* 2015).

Kondisi ikan yang cenderung tebal atau pipih dapat diamati dari nilai b atau nilai koefisien regresi. Nilai b pada ikan jantan dan betina dari kedua strain berada pada kisaran 2,63-3,16 seperti terlihat pada Tabel 1. Nilai b dapat menurun apabila terdapat kondisi lingkungan yang tidak sesuai dengan kebutuhan lingkungan untuk tumbuh normal. Secara umum, nilai b bergantung kepada kondisi fisiologis dan lingkungan seperti suhu, pH, salinitas, dan letak geografis, (Jennings *et al*. 2001). Peningkatan salinitas media pemeliharaan juga dapat berpengaruh pada penurunan nilai b. Berdasarkan Nehemia *et al*. (2012), nilai b ikan nila menurun pada pembesaran di air laut menjadi 2,07 dibandingkan di air tawar (2,94).

Nilai b pada ikan jantan dan betina kedua strain terlihat pada Gambar 3. Nilai b pada ikan nila Srikandi betina lebih besar dari 3 atau tipe pertumbuhannya bersifat alomerik positif. Pertambahan bobot pada ikan nila Srikandi betina lebih tinggi dibandingkan pertambahan panjangnya atau kondisi ikan lebih gemuk. Sebaliknya pada nila NIFI jantan dan betina serta Srikandi jantan, nilai b kurang dari 3 maka bersifat alometrik negatif. Pada kategori ini, ikan yang semakin bertambah panjang akan menjadi lebih ramping. Asmamaw *et al.* (2019) menemukan populasi ikan nila betina yang mempunyai nilai b kurang dari 3 atau bersifat alometrik negatif di perairan Waduk Koka (Ethiopia) yang mengalami pencemaran, penangkapan ikan yang berlebih, dan pengelolaan sumberdaya yang kurang optimal. Kondisi lingkungan tidak mendukung ikan nila betina untuk tumbuh dan melakukan reproduksi secara optimal.

Muchlisin (2010) yang menyebutkan bahwa besar kecilnya nilai b juga dipengaruhi oleh perilaku ikan. Hal ini diduga terkait dengan alokasi energi yang dikeluarkan untuk pergerakan dan pertumbuhan masing individu.

Berdasarkan jenis kelamin ikan, ikan betina cenderung mempunyai nilai b yang lebih tinggi. Namun demikian, kondisi ini bisa juga dipengaruhi oleh bentuk fisik tubuh ikan jantan yang cenderung lebih lebar dibandingkan ikan betina sehingga pengamatan nilai b akan lebih akurat apabila dibedakan berdasarkan jenis kelaminnya. Menurut Schneider et al. (2000) perbedaan kelamin dan tingkat kematangan gonad dapat menyebabkan keragaman pada hubungan panjang bobot. Bentuk tubuh ikan cenderung berubah dengan adanya pertambahan panjang. Hal ini ditunjukkan dengan nilai b yang

lebih besar dari 3 apabila ikan menjadi lebih tebal, dan apabila nilai b lebih kecil dari 3 menunjukkan ikan lebih ramping (Jobling, 2002). Sementara itu, Meretsky *et al*. (2000) menyatakan bahwa perubahan bobot ikan berasal dari besar kecilnya asupan pakan dan alokasi energi untuk tumbuh dan bereproduksi yang mengakibatkan berat ikan berbeda walaupun panjangnya sama.

Hubungan panjang bobot ikan nila NIFI dan nila Srikandi mengikuti persamaan seperti terlihat pada Tabel 2. Ikan nila jantan mempunyai rerata panjang dan bobot diatas ikan nila betina. Hal ini yang menjadi dasar upaya penjantanan pada benih ikan nila sehingga diperoleh populasi dominan jantan. Hasil penjantanan ikan nila dapat meningkatkan rerata bobot akhir populasi (Chakraborty *et al*. 2011) dan meningkatkan produksi panen dibandingkan populasi campuran (Islam *et al*. 2015).

Faktor kondisi ikan nila

Morton & Routledge (2006) membagi nilai faktor kondisi ikan (K) menjadi lima kategori yakni sangat buruk (0,8–1,0), buruk (1,0–1,2), seimbang (1,2–1,4), baik (1,4–1,6) dan sangat baik (> 1,6). Hasil penghitungan nilai faktor kondisi pada ikan jantan dan betina dari kedua strain ikan nila NIFI dan nila Srikandi menunjukkan nilai yang berada pada kisaran 1,853-2,665, yang berarti ikan berada pada kondisi yang sangat baik. Nilai ini hampir sama dengan nilai faktor kondisi ikan nila yang diberi pakan tambahan berupa bakteri probiotik *Bacillus amyloliquifaciens* yakni 1,624-2,764 (Roque *et al.* 2020).

Pada kedua strain, ikan betina mempunyai faktor kondisi yang lebih tinggi dibandingkan dengan ikan jantan. Hal ini menunjukkan bahwa ikan nila betina lebih montok dibandingkan dengan ikan jantan. Shija (2020) juga menemukan bahwa faktor kondisi ikan nila betina lebih tinggi dibandingkan ikan nila jantan pada pengamatan terhadap populasi ikan nila di Danau Chamo (Ethiopia). Kondisi sebaliknya ditemukan pada ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda di mana faktor kondisi ikan jantan lebih tinggi dibandingkan dengan ikan betina (Jusmaldi & Hariani 2018).

Nilai faktor kondisi dipengaruhi oleh beberapa faktor antara lain jenis kelamin, umur ikan serta kondisi lingkungannya (Nehemia *et al.* 2012). Shija (2020) menemukan bahwa faktor kondisi ikan nila di Danau Chamo (Ethiopia) berbeda antar jenis kelamin, namun tidak berbeda nyata antarbulan sepanjang pengamatan.

Nilai faktor kondisi mengindikasikan suatu kondisi ikan dibandingkan kondisi normalnya akibat kekurangan makanan atau kondisi lingkungan yang memengaruhinya (Effendie 2002). Ikan yang mempunyai nilai faktor kondisi 0-1 tergolong ikan yang ramping atau tidak gemuk, sedangkan untuk ikan yang mempunyai nilai faktor kondisi 1–3 tergolong ikan yang bentuk badannya lebih gemuk. Semakin besar faktor kondisi berarti semakin tinggi tingkat kelayakan lingkungan

tempat ikan tersebut hidup, yakni hampir semua kebutuhan untuk sintasan ikan dapat terpenuhi baik kecukupan makanan dan nutrisi serta kondisi lingkungan yang menunjang seperti suhu, pH, dan kondisi fisik perairan lainnya.

Nilai faktor kondisi di atas nilai normalnya biasanya dicapai pada saat ikan mencapai usia reproduksi. Nur *et al.* (2020) menemukan bahwa faktor kondisi ikan pirik (*Lagusia micracanthus*, Bleeker 1860) meningkat menjelang musim pemijahan dan menurun setelah musim pemijahan berlalu.

Nilai faktor kondisi juga menggambarkan status ketahanan ikan dalam suatu perairan. Nilai faktor kondisi antara 1,77-2,35 mengindikasikan ikan nila berada dalam kondisi yang sehat (Emmanuel *et al.* 2013). Nilai faktor kondisi yang lebih besar dari satu menunjukkan kondisi yang sesuai untuk kebutuhan ikan budidaya (Anani & Nunoo 2016). Pada ikan nila yang diberikan pakan yang diperkaya dengan kopra menunjukkan nilai faktor kondisi sebesar 3,56±0,22 lebih tinggi dibandingkan populasi kontrol sebesar 3,41±0,21 (Obirikorang *et al.* 2016). Ikan nila Srikandi mempunyai nilai faktor kondisi lebih tinggi dibandingkan ikan nila NIFI. Hal ini mengindikasikan ikan nila Srikandi mampu beradaptasi lebih baik dengan lingkungan pembesarannya, di samping secara fisiologis mempunyai ketebalan daging yang lebih tinggi dibandingkan ikan nila merah. Kedua strain tersebut dapat beradaptasi dengan baik pada salinitas tinggi apabila dilihat dari nilai faktor kondisi yang cukup tinggi.

Kemampuan beradaptasi yang tinggi pada kedua strain dapat dipengaruhi oleh faktor genetis dan ketersediaan pakan yang cukup. Disamping itu, kondisi perairan tambak yang terbuka selain meningkatkan difusi oksigen terlarut juga meningkatkan temperatur serta intensitas cahaya yang masuk. Menurut Jobling (2003), temperatur media pemeliharaan berpengaruh pada pertumbuhan ikan. Semakin tinggi temperatur perairan maka pertumbuhan ikan akan semakin cepat (Santos *et al.* 2013). Suhu optimum untuk pertumbuhan ikan nila berkisar dari 25-31^{o}C (Effendie 2002). Kenaikan suhu perairan meningkatkan penggunaan pakan, meningkatkan hasil panen, dan mempersingkat periode waktu pembesaran (Omasaki *et al*. 2017). Intensitas cahaya yang tinggi juga berpengaruh pada kondisi ikan dalam perairan. Menurut Carvalho *et al.* (2013), intensitas cahaya yang lebih tinggi dapat meningkatkan perilaku agresif ikan nila. Hal ini berdampak pada respons terhadap pakan yang meningkat yang berakibat pada peningkatan pertumbuhan ikan.

Simpulan

Ikan nila Srikandi mempunyai pertumbuhan bobot yang lebih tinggi dibanding ikan nila NIFI, adapun ikan nila NIFI mempunyai pertumbuhan panjang yang lebih tinggi dibanding ikan nila Srikandi. Ikan nila Srikandi betina menunjukkan hubungan panjang-bobot tipe pertumbuhan alometrik positif, sedangkan pada ikan nila Srikandi jantan

serta pada nila NIFI jantan dan betina menunjukkan pertumbuhan alometrik negatif. Ikan nila Srikandi menunjukkan faktor kondisi yang lebih baik dibandingkan dengan ikan nila NIFI. Secara umum, ikan nila NIFI dan Srikandi mampu beradaptasi dan tumbuh dengan baik pada perairan tambak bersalinitas tinggi

Persantunan

Penelitian ini merupakan bagian dari penelitian pemuliaan ikan nila yang dibiayai oleh anggaran DIPA di Balai Riset Pemuliaan Ikan. Ucapan terima kasih kami sampaikan kepada seluruh tim yang terlibat dalam kegiatan penelitian. Terima kasih juga kami sampaikan kepada Dinas Kelautan dan Perikanan Kabupaten Brebes atas kerja sama yang baik.

Daftar pustaka

Anani FA, Nunoo FKE. 2016. Length-weight relationship and condition factor of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* feed farm-made and commercial tilapia diet. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies,* 4(5): 647-650.

Ariyanto D, Listiyowati N. 2015. Interaksi genotipe dengan lingkungan, adaptabilitas, dan stabilitas penampilan fenotipik empat varietas unggul ikan nila *Oreochromis niloticus*. *Jurnal Riset Akuakultur,* 10(1): 1-9.

Asmamaw B, Beyene B, Tessema M, and Assefa A. 2019. Length-weight relationships and condition factor of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1758) (Cichlidae) in Koka Reservoir, Ethiopia. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 4(1): 47-51.

Bhatta S, Iwai T, Miura T, Higuchi M, Maudars G, Miura C. 2013. Differences between male and female growth and sexual maturation in tilapia *Oreochromis mossambicus*. *Kathmandu University Journal of Science, Engineering and Technology*, 8(2): 57-65.

Carvalho TB, Mendonca FZ, Ferreira RSS, Freitas EG. 2013. The effect of increased light intensity on the aggressive behavior of the nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Teleostei: Cichlidae). *Zoologia*, 30(2): 125-129.

Chakraborty SB, Mazumdar D, Chatterji U, Banerjee S. 2011. Growth of mixed-sex and monosex nile tilapia in different culture systems. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 11(1): 131-138.

Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 173 p.

Emmanuel BE, Fayinka DO, Aladetohun NF. 2013. Transportation and the effects of stocking density on the survival and growth of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus). *World Journal of Agricultural Sciences,* 1(1): 001-007.

El-Sayed AFM. 2006. *Tilapia Culture*. Cabi-Publishing, UK. 293 p.

El-Sayed H, Akel KH, Moharram SG. 2007. Reproductive biology of *Tilapia zillii* (Gerv, 1848) from Abu Qir Bay, Egypt. *Egyptian Journal of Aquatic Research*, 33(1): 379-394.

Eshak MG, Ebeed NM, Booles HF, and Fahmy K. 2010. Genetic assesment of salinity tolerance in red tilapia. *New York Science Journal*, 3(12): 132-141.

FAO. 2020. Tilapia production and trade with a focus on India. FAO Fisheries and Aquaculture Department, Rome. http://www.fao.org/3/ca9224en/ca9224en.pdf

Githukia CM, Ogello EO, Kembenye EM, Achieng EO, Obiero KO, Munguti JM. 2015. Comparative growth performance of male monosex and mixed sex nile tilapia, *Oreochromis niloticus* L. reared

in earthen ponds. *Croation Journal of Fisheries*, 73(1): 20-25.

Hamid MA, Mansor M, Nor SAM. 2015. Length-weight relationship and condition factor of fish population in Temengor Reservoir: indication of environmental health. *Sains Malaysiana*, 44(1): 61-66.

Islam MZ, Sarder MR, Akhand RI. 2015. Growth performance of genetically male tilapia derived from YY male, sex reversed male tilapia and mixed sex tilapia of *Oreochromis niloticus* in earthen pond aquaculture system in Bangladesh. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 2(3): 186-191.

Jennings S, Kaiser M, Reynolds JD. 2001. *Marine Fisheries Ecology*. Alden Press Ltd. Blackwell Publishing. United Kingdom. 417 p.

Jobling M. 2003. The thermal growth coefficient (TGC) model of fish growth: a cautionary note. *Aquaculture Research,* 34(7): 581-584.

Jusmaldi, Hariani N. 2018. Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 87-101

Kamal AHM, Mair GC. 2005. Salinity tolerance in superior genotypes of tilapia, *Oreochromis mossambicus* and their hybrids. *Aquaculture,* 247(1-4): 189-201.

Lawson EO, Akintola SL, Awe FA. 2013. Length-weight relationship and morphometry for eleven fish species from Ogudu Creek, Lagos, Nigeria. *Advances in Biological Research*, 7(4): 122-128.

Luff RM, Bailey GN. 2000. Analysis of size changes and incremental growth structures in African catfish *Synodontis schall* from Tell el-Amarna, Middle Egypt**.** *Journal of Archaeological Science*, 27(9): 821-835.

Malik A, Abbas G, Ghaffar A, Dastagir G, Ferrando S, Gallus L, Muhammad AA, Jabbar A, Rehman K. 2018. Assesment of optimum salinity level for maximum growth and survival of Nile tilapia, *Oreochromis niloticus* (Linnaeus 1758). *Pakistan Journal of Zoology,* 50(2): 585-594.

Mc.Cormick SD. 2001. Endocrine control of osmoregulation in teleost fish**.** *American Zoologist*, 41(4): 781-794.

Meretsky VJ, Valdez RA, Douglas ME, Brouder MJ, Gorman OT, Marsh PC., 2000. Spa-tiotemporal variation in length-weight relationships of endangered humpback chub: implications for conservation and management. *Transactions of the American Fisheries Society.* 129(2): 419–428.

Morton A, Routledge RD. 2006. Fulton's condition factor: is it a valid measure of sea lice impact on juvenile salmon? *North American Journal of Fisheries Management*, 26(4): 56-62.

Muchlisin ZA, Musman, MN, Siti-Azizah. 2010. Length-weight relationships and condition factors of two threatened fishes, *Rasbora tawarensis* and *Poropuntius tawarensis*, endemic to Lake Laut Tawar, Aceh Province, Indonesia. *Journal of Applied Ichthyology*, 26(6): 949-953.

Nehemia A, Maganira JD, Rumisha C. 2012. Length-weight relationship and condition factor of tilapia species grown in marine and fresh water ponds. *Agriculture and Biology Journal of North America,* 3(3): 117-124.

Niyonkuru C, Laleye P. 2012. A comparative ecological approach of the length-weight relationship and condition factor of *Sarotherodon melanotheron* Ruppell, 1852 and *Tilapia guineensis* (Bleeker 1862) in Lakes Nokoue and Aheme (Benin, West Africa). *International Journal of Business, Humanities and Technology*, 2(3): 41-50.

Nur M, Rahardjo MF, Djumanto, Simanjuntak CPH, Krismono. 2020. Length-weight relationship and condition factor of an endemic *Lagusia micracanthus* Bleeker, 1860, in Rivers of the Maros Watershed. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(3): 263-270

Pauly D. 1984. Fish Population Dynamics in Tropical Waters: a Manual For Use With Programmable Calculators. ICLARM Contribution No.143. ICLARM. Manila. 325 p.

Obirikorang KA, Amisah S, Skov PV. 2016. Growth performance, feed utilization and sensory characteristics of Nile Tilapia, *Oreochromis niloticus* fed diets with high inclusion levels of copra meal. *Journal of Animal Research and Nutrition*, 1(4):18.

Omasaki SK, Janssen K, Besson M, Komen H. 2017. Economic values of growth rate, feed intake, feed conversion ration, mortality and uniformity for Nile tilapia. *Aquaculture*, 481: 124-132.

[Pusdatin] Pusat Data, Statistik dan Informasi. 2018. *Kelautan dan Perikanan dalam Angka 2018*. Pusat Data, Statistik dan Informasi. Kementerian Kelautan dan Perikanan. Jakarta. 356 p.

Roque JC, Vera CEC, Reyes AT. 2020. Growth, length-weight relationship and condition factor of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L.) fed with probiotic bacterium (*Bacillus amyloliquifaciens*) supplemented diet. *International Journal of Fisheries and Aquatic Research*, 5(1): 34-38.

Santos VB, Mareco EA, Silva MDP. 2013. Growth curves of Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*) strains cultivated at different temperatures. *Acta Scientiarum Animal Sciences,* 35(3): 235-242.

Schneider JC, Laarman PW, Gowing H. 2000. *Length-Weight Relationships.* Manual of Fisheries Survey Methods II. Michigan Department of Natural Resources. Ann Arbor. 18 p.

Shija BS. 2020. Length-weight relationship and Fulton's condition factor of the Nile tilapia (*Oreochromis niloticus* L., 1758) in Lake Chamo, Ethiopia. *Journal of Agriculture and Environmental Sciences*, 5(2): 1-11.

Tudorancea C, Fernando CH, Paggi JC. 1988. Food and feeding ecology of *Oreochromis niloticus* (Linnaeus, 1975). *Archiv fur Hydrobiologie (Arch Hydrobiol)*, 79(2-3): 267-289.

Watanabe WO, French KE, Ernst D, Olla B, Wicklund RI. 1989. Salinity during early development influences growth and survival of florida red tilapia in brackish and seawater. *Journal of World Aquaculture Society*, 20(3): 134-142.

Evaluasi penambahan glutamin pada pakan terhadap struktur dan fungsi usus, serta pertumbuhan benih ikan lele, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822)

[Evaluation of glutamine supplementation in the diet on the structure and function of the intestine and the growth performance of African catfish, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822) juvenile]

Ismail Rahmat, Dedi Jusadi*, Mia Setiawati, Ichsan Ahmad Fauzi

[1)]Departemen Budidaya Perairan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Institut Pertanian Bogor
Surel:ismailrahmatmunthe@gmail.com
dedidj@apps.ipb.ac.id; siflounder@gmail.com
miasetia@apps.ipb.ac.id
ichsan.a.fauzi@gmail.com
*Kontributor utama

Diterima: 13 Januari 2021; Disetujui: 29 Mei 2021

Abstrak

Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi penambahan Glutamin bebas (Gln) pada pakan yang menghasilkan struktur dan fungsi usus, serta kinerja pertumbuhan benih ikan lele *Clarias gariepinus* yang terbaik. Pakan komersil disuplementasi Gln sebanyak 0% (kontrol), 0,7%, 1,4% dan 2,1%. Ikan lele ukuran 2 ± 0,02 cm ditebar ke dalam 12 akuarium 50x40x35 cm^3 yang diisi air setinggi 30 cm dengan kepadatan 2000 ekor m^{-2}. Ikan dipelihara selama 30 hari, dan diberi pakan sesuai perlakuan tiga kali sehari sekenyangnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa laju pertumbuhan dan biomassa ikan di akhir penelitian memiliki respon kuadratik, dengan pertumbuhan maksimal tercapai pada perlakuan Gln 0,7%. Pola respon pertumbuhan ikan sejalan dengan distribusi panjang ikan. Ikan pada perlakuan 0,7% Gln memiliki jumlah ikan berukuran 5-6 cm lebih sedikit 12% dibandingkan dengan perlakuan lainnya, sedangkan ikan dengan ukuran 7-8 cm lebih banyak dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Lebih tingginya pertumbuhan di perlakuan 0,7% Gln berkorelasi dengan vili yang lebih panjang, retensi protein yang lebih tinggi, yang pada akhirnya efisiensi pakan juga tinggi. Peningkatan asupan Gln di pakan juga menyebabkan peningkatan aktivitas enzim protease usus, dan akumulasi Gln di hati, namun tidak meningkatkan aktivitas enzim Superoksidase Dimutase (SOD) hati. Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan Gln 0,7% pada pakan dapat memperbaiki struktur dan fungsi usus, serta meningkatkan target ukuran produksi benih ikan lele.

Kata penting: enzim, glutamin, lele, pertumbuhan, usus

Abstract

A triplicate experiment was conducted to evaluate the effect of the diet supplemented with free glutamine (Gln) on intestinal structure and function, as well as the growth performance of African catfish *Clarias gariepinus* juvenile. The commercial feed was supplemented with Gln of either 0% (control), 0.7%, 1.4% or 2.1%. Fish measuring 2 ± 0.02 cm were stocked in 12 aquariums 50x40x35 cm filled with water at a volume of 50 L with a density of 2,000 fish m^{-2}. Fish were cultured for 30 days and fed on the diets three times a day at satiation. Results showed that the growth rate and biomass of the fish at the end of the experiment had a quadratic response, with the maximum growth achieved at 0.7% Gln treatment. The response pattern of fish growth was in line with the distribution of fish length. Fish in 0.7% Gln treatment had number fish measuring 5-6 cm more than 12% less than other treatments, while fish measuring 7-8 cm were more than other treatments. Higher growth in the 0.7% Gln treatment correlated with longer villi, higher protein retention, and ultimately higher feed efficiency. Increased intake of Gln in the diet also caused an increase in intestinal protease enzyme activity, and accumulation of Gln in the liver, but did not increase the enzymes activity of the liver Superoxidase Dismutase (SOD). It can be concluded that feeding

on a diet supplemented with 0.7% Gln can improve the structure and function of the intestine, as well as increase the target size of catfish juvenile production.

Keywords: catfish, enzyme, glutamine, growth, intestine

Pendahuluan

Pendederan ikan lele *Clarias gariepinus* merupakan salah satu segmen usaha yang menunjang keberhasilan produksi ikan lele untuk usaha pembesaran. Permasalahan yang sering dijumpai dalam proses pendederan adalah beragamnya ukuran benih yang dihasilkan. Pada akhir fase pemeliharaan, biasanya benih lele yang dipanen memiliki lebih dari 3 kriteria ukuran panjang. Beragamnya ukuran benih lele diduga akibat dari kurang optimalnya penyerapan nutrien serta persaingan konsumsi pakan akibat padat tebar yang tinggi. Kualitas dan jumlah pakan yang dikonsumsi ikan akan berpengaruh pada morfologi usus (Onura *et al.* 2018). Hal ini akhirnya akan berpengaruh pada efisiensi pencernaan dan penyerapan nutrien (Khojasteh 2012). Perlu upaya peningkatan struktur dan fungsi usus melalui pemberian bahan tambahan agar penyerapan nutrien lebih efisien. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Shen *et al.* (2013) terdapat hubungan antara pemberian glutamine dengan variasi ukuran antar bobot ikan.

Glutamin (Gln) merupakan asam amino yang dapat disintesa dalam tubuh, namun pada kondisi tertentu, misalnya fase partumbuhan yang tinggi di stadia larva dan benih, kebutuhan Gln oleh tubuh meningkat, sehingga Gln harus diperoleh dari pakan (Onura *et al.* 2018). Pemberian Gln dilakukan agar dapat memacu pertumbuhan usus dan panjang vili (Yan dan Qiu-Zhou 2006) pada ikan mirror carp *Cyprinus carpio* (Hong *et al.* 2014), red drum *Sciaenops ocellatus* (Cheng *et al*. 2011), channel catfish *Ictalurus punctatus* (Pohlenz *et al.* 2012), serta ikan patin *Pangasius hypophthalmus* (Dewi 2019). Perubahan morfologi yang terjadi ditandai dengan peningkatan jumlah dan tinggi lipatan usus serta peningkatan mikrovili dan enterosit ikan (Hong *et al* 2014; Cheng *et al*. 2011; Pohlenz *et al.* 2012). Perbaikan morfologi usus tersebut berkaitan dengan peran glutamin sebagai bahan bakar utama sel epitel usus (Li *et al.*2019; Luquetti *et al* 2016), serta sebagai prekursor biosintesis nukleotida purin dan gula amino yang berperan penting untuk pertumbuhan dan diferensiasi sel (Liu *et al.* 2015; Li *et al.* 2017; Li *et al.* 2018; Curi *et al* 2005; Carey *et al.* 2015; Zhao *et al* 2017). Perbaikan morfologi dan fungsi usus ikan tersebut, menyebabkan efisiensi pemanfaatan pakan meningkat, sehingga pertumbuhan meningkat (Cheng *et al*. 2011; Wang *et al.* 2011; Pereira *et al.* 2017 Zhang *et al.*2017; Yu*et al* 2016).

Gln memiliki peran serbaguna bagi metabolisme ikan seperti pertumbuhan, pertahanan, antioksidan, perkembangan usus, detoksifikasi ammonia serta imunitas (Li *et al*. 2009). Pada ikan, pakan yang ditambah Gln dapat meningkatkan sistem imun bawaan

(Cheng *et al*.2012). Gln dapat meningkatkan aktivitas superoksida dismutase (SOD) pada saluran usus serta meningkatkan retensi protein ikan gilthead sea bream *Sparus aurata* (Coutinho *et al*.2016; Solares *et al.* 2015). Ikan yang diberi pakan yang ditambah Gln juga memiliki perlindungan stress oksidatif yang lebih baik (Han *et al*.2014; Ding *et al.* 2017; Hu *et al.* 2015). Konsumsi glutamin juga dapat meningkatkan aktifitas antioksidan tubuh sehingga mencegah terjadinya stress oksidatif (Murniasih*et al.* 2019). SOD merupakan enzim antioksidan dalam sel yang berperan sebagai pertahanan terhadap senyawa radikal bebas seperti ROS (*reactive oxygen species*) yang dihasilkan selama metabolisme. Peningkatan aktivitas SOD akan memacu sintesis GSH sehingga meningkatkan kapasitas eliminasi radikal bebas serta melindungi sel dari kerusakan (Shi *et al*. 2016).

Pada berbagai penelitian, Gln juga memiliki fungsi sebagai *growth enhancer* pada berbagai jenis ikan. Pada ikan Jian carp, mirror carp, red drum, channel catfish dan patin, hasil optimal diperoleh setelah masing-masing mengkonsumsi pakan yang ditambah Gln sebesar 1,2 %, 0,82 %, 2%, 2%, dan 1 % (Yan dan Qiu-Zhou 2006; Hong *et al.* 2014; Cheng *et al*. 2011; Pohlenz *et al.* 2012; Dewi 2019). Dosis optimal penambahan Gln juga berbeda pada ikan lainnya, seperti pada hybrid striped bass *Morone chrysops*× *Morone saxatilis*, ikan botia *Chromobotia macracanthus*, Japanese flounder *Paralichthys olivaceus* dan half-smooth tongue sole (*Cynoglossus semilaevis* Günther). Kinerja pertumbuhan ikan yang lebih baik didapatkan jika masing-masing ikan tersebut diberi pakan dengan dosis Gln sebesar 1%, 1%, 1,5 % dan 0,63% (Cheng *et al*.2012; Murniasih *et al.* 2019; Han *et al.* 2014; Liu *et al.* 2015). Berdasarkan data kebutuhan Gln dari setiap spesies ikan, perlu dicari dosis optimal penambahan Gln untuk ikan lele. Penambahan Gln dengan dosis yang tepat pada pakan diharapkan dapat memperbaiki struktur dan fungsi usus ikan lele, sehingga penyerapan nutrien meningkat. Perbaikan struktur dan fungsi saluran pencernaan juga diharapkan dapat menyeragamkan konsumsi pakan serta mengurangi keragaman ukuran benih ikan lele. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi pengaruh penambahan Gln pada pakan terhadap struktur dan fungsi usus, serta kinerja produksi benih ikan lele.

Bahan dan metode

Rancangan penelitian

Rancangan penelitian yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dengan analisis data menggunakan metode sidik ragam (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95% serta dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. Percobaan terdiri atas 4 perlakuan dengan 3 ulangan. Sebagai perlakuan adalah pemberian pakan yang ditambah Gln pada dosis yang berbeda untuk benih ikan lele. Perlakuan yang dicobakan yaitu penambahan Gln pada pakan dengan dosis 0,0%, 0,7%, 1,4% dan 2,1% (Tabel 1).

Tabel 1 Perlakuan pada penelitian penambahan glutamin pada pakan benih ikan lele

Perlakuan	Keterangan
Gln 0,0	Pakan ditambah glutamin bebas 0,0%
Gln 0,7	Pakan ditambah glutamin bebas 0,7%
Gln 1,4	Pakan ditambah glutamin bebas 1,4%
Gln 2,1	Pakan ditambah glutamin bebas 2,1%

Tabel 2 Kandungan asam amino pakan (% berat kering)

Asam amino	Kadar
Aspartic acid	3,72
Threonine	1,64
Serine	1,84
Glutamate	7,44
Proline	2,12
Glysine	2,42
Alanine	2,46
Cystine	0,55
Valine	2,13
Methionine	0,60
Ileusine	1,71
Leusine	3,57
Tyrosine	1,07
Phenylalanine	2,27
Histidine	1,40
Lysine	2,88
Arginine	2,85
Amino acid total	40,66

Pakan uji

Pakan uji yang digunakan adalah pakan buatan komersial (PF 500) dengan penambahan Gln sesuai dengan dosis yang sudah dijelaskan di atas. Hasil analisis asam amino pakan komersil disajikan di Tabel 2. Pakan mengandung asam amino esensial yang dibutuhkan ikan. Asam amino Glutamate (7,44%) memiliki nilai terbesar. Di dalam tabel tersebut asam glutamat merupakan representasi dari glutamat dan Gln. Gln yang digunakan adalah merek dagang *Glutapure* dari *Ultimate Nutrition* dengan kemurnian 100%. Penambahan Gln pada pakan dilakukan dengan menggunakan metode salut/ *coating* (Febriani*et al.* 2013). Pakan di semua perlakuan dibuat isoprotein dan energi, dengan cara menambahkan glisin di setiap perlakuan sebesar 3%, 2,3%, 1,6 % dan 0,9% untuk masing-masing perlakuan Gln 0,0%, 0,7%, 1,4% dan 2,1% (Tabel 3). Penambahan glisin sebagai penyeimbang protein pakan

Tabel 3 Komposisi pakan penelitian (%) dan hasil analisis proksimat pakan (%)

Komposisi	Dosis penambahan Gln (%)			
	0,0	0,7	1,4	2,1
Pakan komersil (%)	100	100	100	100
Gln (%)	0	0,7	1,4	2,1
Glysin (%)	3	2,3	1,6	0,9
Analisis Proksimat				
Kadar air	6,14	5,17	5,43	5,46
Protein	40,05	41,83	41,4	40,63
Lemak	5,12	6,97	6,49	6,5
Serat kasar	2,86	2,02	2,78	2,22
Kadar abu	8,35	8,62	8,15	8,44
BETN	37,47	35,38	35,75	36,76
Energi bruto (kkal kg^{-1})	4302,98	4390,03	4394,3	4349,05
C/P	10,74	10,5	10,62	10,7

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

mengacu pada Liu *et al*. (2015). Hasil analisis proksimat pakan disajikan pada Tabel 3.

Pemeliharaan ikan

Ikan yang digunakan adalah benih ikan lele berumur 2 minggu dengan ukuran 2,22±0,14 cm, berat 0,09±0,02 g. Ikan lele berasal dari pembudidaya ikan di Dramaga, Bogor. Ikan dipelihara pada wadah akuarium berukuran 50x50x40 cm^3 sebanyak 12 unit. Akuarium diisi air dengan ketinggian 30 cm sehingga volume air 75 L. Ikan ditebar sebanyak 200 ekor dalam setiap akuarium. Ikan disortir agar ukuran yang digunakan relatif sama. Ikan ditimbang bobotnya menggunakan timbangan digital ketelitian 0,01 g. Pemeliharaan ikan dan pemberian pakan uji dilakukan selama 30 hari. Ikan diberi pakan uji dengan frekuensi pemberian pakan 3 kali sehari yakni pada pukul 08.00, 13.00 dan 18.00 WIB. Proses ganti air dilakukan selama tiga hari sekali sebesar 20%.

Pemberian pakan dilakukan dengan metode *at satiation* (sampai ikan kenyang). Jumlah konsumsi pakan selama pemeliharan dihitung dan dicatat. Pada penelitian ini, sistem yang digunakan sudah optimal untuk pemeliharaan larva lele. Pemantauan kualitas air dilakukan dengan pengukuran suhu, konsentrasi oksigen terlarut (DO) dan pH air. Pengukuran suhu dilakukan setiap hari pada pagi dan siang, sedangkan pengukuran oksigen terlarut dan pH dilakukan pada awal, tengah dan akhir pemeliharaan. Rata-rata kualitas air selama pemeliharaan meliputi oksigen terlarut sebesar 5,09 mg L^{-1}, suhu 26-28 ^{0}C serta pH 7,46. Kondisi DO, suhu, dan pH masih berada dalam rentang optimum

berdasarkan penelitian Akinwole & Faturoti (2007), Britz & Hecth (1987), dan Ndubuisi *et al.* (2015).

Pengambilan dan preparasi sampel

Pada awal pemeliharaan sebanyak 50 ekor ikan diambil secara acak dan dilakukan pengukuran biomassa dan panjang awal. Sebanyak 50 ekor ikan disimpan dalam *freezer* -20 ℃ untuk analisis proksimat tubuh awal. Analisis proksimat sesuai dengan AOAC (1999). Pada akhir pemeliharaan, ikan dipuasakan selama 24 jam, kemudian dilakukan proses sortasi, penghitungan jumlah ikan dan pengukuran bobot biomassa ikan. Pengukuran distribusi ukuran ikan dilakukan dengan cara memisahkan ikan berdasarkan ukuran panjang. Proses pemisahan ikan dilakukan menggunakan ember sortir tipe 5-6, 6-7, 7-8, 8-9 dan >9. Sebanyak 40 ekor ikan per akuarium diambil dan disimpan dalam *freezer*-20 ℃ untuk analisis proksimat tubuh.

Pada akhir pemeliharaan, 20 ekor ikan dari setiap akuarium dibedah untuk pengukuran panjang usus, lalu sebanyak 5 sampel usus tersebut dimasukkan ke dalam larutan Bouin untuk pembuatan preparat histologi. Proses preparasi histologi yang dilakukan berdasarkan metode yang dilakukan oleh Dewi (2019). Preparat histologi digunakan untuk pengukuran diameter usus, tinggi vili dan luas permukaan vili. Preparat histologi diamati dengan menggunakan mikroskop Olympus, kemudian diameter usus, tinggi vili, dan lebar basal vili diukur dengan bantuan *software image* J. Sebanyak 10 ekor ikan dari setiap akuarium diambil untuk analisis glutamin hati. Sampel ikan dibedah dan diambil hatinya kemudian disimpan pada suhu -80℃. Sampel hati dianalisis konsentrasi glutaminnya menggunakan *Glutamine Determination Kit Abcam* dan diukur pada panjang gelombang 450 nm menggunakan *Elisa Reader*.

Analisis aktivitas enzim protease menggunakan metode Walter (1984). Analisis aktivitas enzim protease menggunakan sampel sebanyak 5 ekor ikan dari setiap akuarium. Berat sampel usus yang digunakan berkisar antara 0,2–0,5 g. Analisis SOD dan malondialdehida (MDA) dilakukan dengan mengambil organ hati dari 10 ekor ikan uji pada akhir pemeliharaan. Organ hati yang diambil dimasukkan ke dalam larutan nitrogen cair, lalu disimpan di dalam *freezer* -80℃. Analisis SOD dilakukan dengan SOD *colorimetric test kit*, Abcam, UK. Enzim SOD (EC 1.15.1.1) digunakan sebagai larutan standar pada analisis ini. Analisis MDA dilakukan dengan menggunakan MDA *lipid peroxidation colorimetric tes kit,* Abcam, UK.

Parameter uji

Jumlah keseluruhan pakan yang dikonsumsi pada setiap unit percobaan selama 30 hari dicatat sebagai data jumlah konsumsi pakan. Nilai retensi protein dan efisiensi pakan dihitung menggunakan formula dari Watanabe (1988). Pengukuran laju pertumbuhan spesifik ikan uji dihitung menggunakan persamaan dari Huisman

(1987). Tingkat kelangsungan hidup dihitung dengan membagi ikan yang hidup di akhir penelitian dibagi jumlah ikan awal. Konsentrasi glutamin di hati pada setiap perlakuan ditentukan menggunakan *Glutamine Determination Kit Abcam* dengan pembacaan *Elisa Reader*. Pengukuran SOD dilakukan dengan SOD *colorimetric test kit*, Abcam, UK. Enzim SOD (EC 1.15.1.1) digunakan sebagai larutan standar pada analisis ini.

Pengamatan morfologi usus meliputi nisbah panjang usus dibanding panjang tubuh (RPU), tinggi vili (TV), basal vili (BV), luas permukaan vili (LV) dan diameter usus (DU). RPU dihitung berdasarkan rumus Nasir (2002) sebagai berikut.

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

Keterangan:

RPU = Rasio panjang usus dengan panjang tubuh ikan

Lu = Panjang usus ikan pada akhir pemeliharaan (cm)

Lt = Panjang total ikan pada akhir pemeliharaan (cm)

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

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

Keterangan:

LV = Luas permukaan vili (mm^2)

a = Tinggi vili (μm)

b = Lebar apikal vili (μm)

c = Lebar basal vili (μm)

Pengujian aktivitas enzim protease pada saluran pencernaan dilakukan di akhir penelitian. Analisis aktivitas enzim protease menggunakan metode Walter (1984). Aktivitas enzim protease dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut.

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

Keterangan:

UA = Jumlah enzim yang dapat menghasilkan 1 μmol tirosin per menit (IU mL^{-1}).

Absp= Absorbansi sampel

Abbl = Absorbansi blanko

Abst = Absorbansi standar

FP = Faktor koreksi

T = Waktu inkubasi

Untuk mengetahui aktivitas enzim protease spesifik dilakukan dengan terlebih dahulu menentukan konsentrasi protein sampel (usus) dengan menggunakan metode Bradford (1976), selanjutnya aktivitas spesifik dapat dihitung. Aktivitas spesifik merupakan jumlah enzim yang dapat menghasilkan 1 μmol tirosin per menit berdasarkan konsentrasi protein.

Analisis data

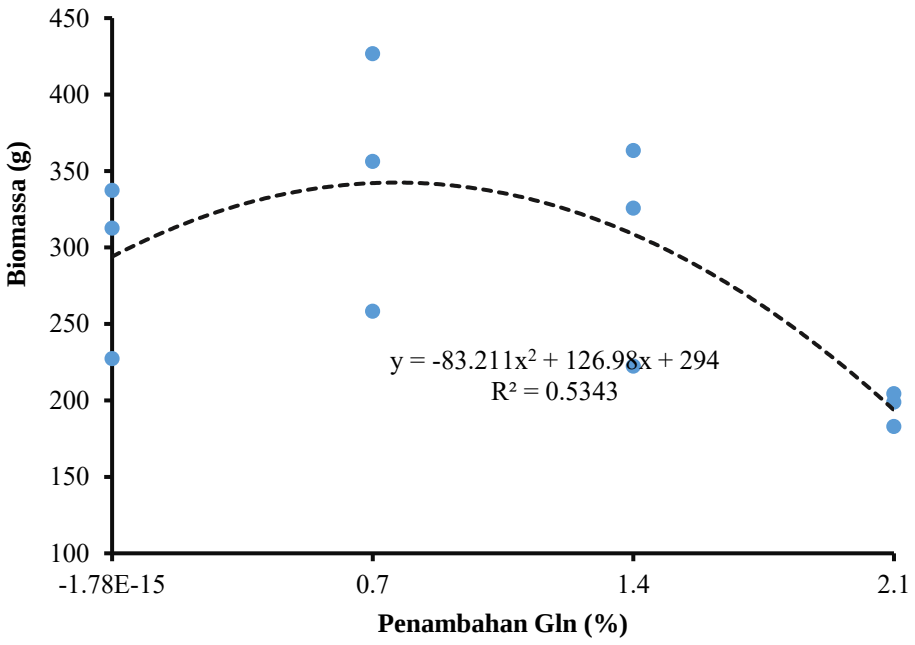
Data jumlah biomassa akhir ikan (Bt), laju pertumbuhan harian (LPH), jumlah konsumsi pakan (JKP), retensi protein (RP), tingkat kelangsungan hidup (TKH), efisiensi pakan (EP), tinggi vili (TV), basal vili (BV), luas permukaan vili (LV), nisbah panjang usus dengan panjang tubuh (RPU), diameter usus (DU), aktivitas enzim protease serta SOD dan MDA dianalisis menggunakan metode sidik ragam (ANOVA) pada tingkat

kepercayaan 95% serta dilanjutkan dengan uji lanjut Duncan. Penghitungan dosis penambahan glutamin yang optimal dilakukan dengan menggunakan regresi, sedangkan penentuan kurva (*curve fitting*) dilakukan dengan polinomial ortogonal. Analisis data dilakukan menggunakan program perangkat lunak *Microsoft Excel* dan *SPSS 23*. Data konsentrasi glutamine hati dianalisis secara deskriptif dengan grafik.

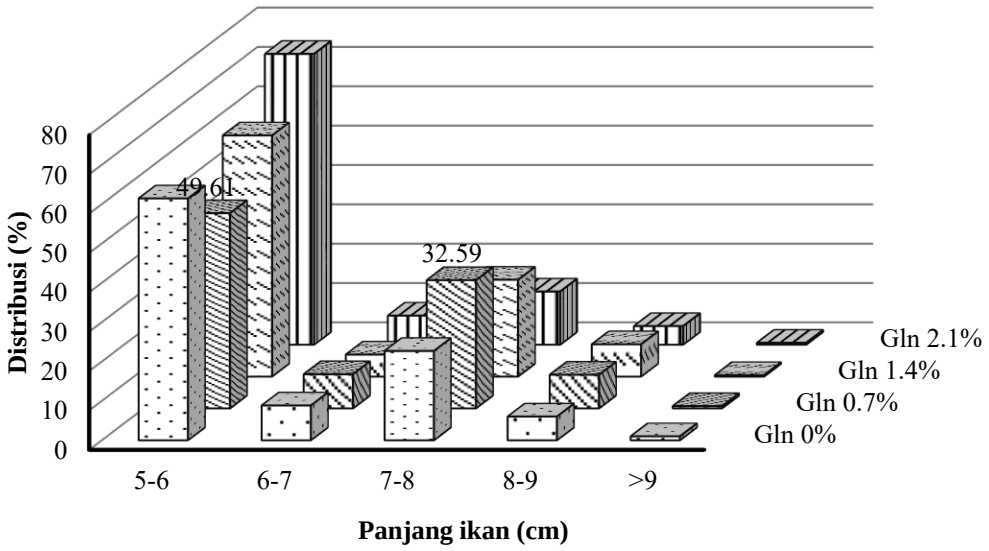
Tabel 4 Kinerja pertumbuhan ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan Gln dosis berbeda

Parameter	Dosis penambahan Gln (%)			
	0,0	0,7	1,4	2,1
Bt (g)	292,36±57,69 ^{ab}	347,00±84,53 ^{b}	303,77±72,96 ^{ab}	195,32±11,13^{a}
LPH (%)	10,81±0,55 ^{ab}	11,24±0,9 ^{b}	10,73±0,5 ^{ab}	9,88±0,65 ^{a}
JKP (g)	195,30±24,52 ^{a}	223,84±46,91 ^{a}	199,69±37,50 ^{a}	161,15±10,99 ^{a}
RP (%)	49,50 ^{ab}	52,86 ^{b}	50,39 ^{ab}	40,44 ^{a}
TKH (%)	83 ± 6,38 ^{a}	87,16±6,01 ^{a}	87,83±11,02 ^{a}	72,66 ±9,24^{a}
EP (%)	140,53±14,26 ^{b}	146,92±11,51 ^{b}	142,80±11,57 ^{b}	111,72±11,75 ^{a}

Keterangan: Bt= biomassa ikan akhir, LPH = laju pertumbuhan harian, JKP= jumlah konsumsi pakan, RP = retensi protein, TKH = tingkat kelangsungan hidup, EP=efisiensi pakan. Huruf tika atas berbeda di belakang nilai simpangan baku menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05).



Gambar 1 Kurva respons biomassa ikan di akhir penelitian terhadap penambahan Gln pada dosis berbeda di pakan.



Gambar 2 Distribusi ukuran panjang ikan pada akhir penelitian.

Hasil

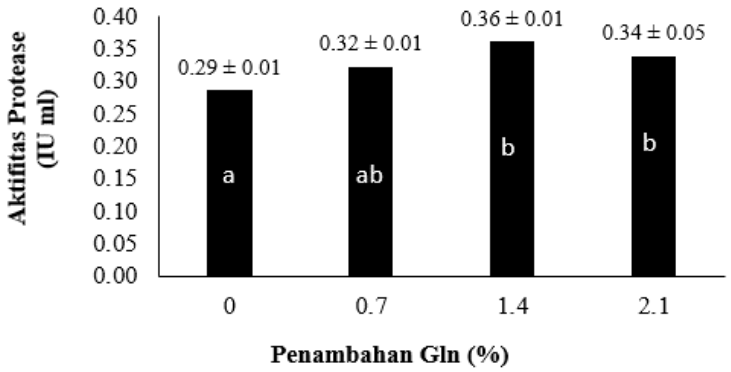
Kinerja pertumbuhan benih ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan Gln pada dosis berbeda selama 30 hari disajikan pada Tabel 4. Penambahan Gln pada dosis yang berbeda berpengaruh pada kinerja pertumbuhan lele yang meliputi pertumbuhan biomassa, laju pertumbuhan harian ikan, retensi protein, serta efisiensi pakan. Nilai efisiensi pakan pada keempat perlakuan memiliki pola yang sama yakni meningkat pada perlakuan Gln 0,7% kemudian turun kembali pada perlakuan Gln 1,4%. Kurva respon hubungan perlakuan Gln yang berbeda terhadap biomassa ikan dapat dilihat pada Gambar 1. Kurva respon ini dibuat mengingat adanya korelasi antara biomassa dengan keragaman ukuran ikan seperti di Gambar 2. Berdasarkan kurva respon dapat diketahui bahwa titik optimal Gln yang memberikan biomassa maksimal terjadi pada dosis Gln 0,76%. Nilai efisiensi pakan perlakuan Gln 0,0%, 0,7% dan 1,4% tidak berbeda nyata, namun pada Gln 2,1% nilai efisiensi pakan menurun secara signifikan. Meskipun terdapat perbedaan pertumbuhan ikan antar perlakuan, jumlah konsumsi pakan serta kelangsungan hidup ikan di seluruh perlakuan tidak berpengaruh nyata.

Panjang ikan di akhir penelitian terdistribusi menjadi 4 kelompok (Gambar 2). Distribusi ukuran panjang ikan di semua perlakuan didominasi kelompok ukuran 5-6 cm. Pada kelompok 5-6 cm, nilai terkecil ada pada perlakuan Gln 0,7%, sedangkan tertinggi pada perlakuan Gln 2,1%. Distribusi ukuran terbanyak berikut ada pada kelompok panjang 7-8 cm. Pada kelompok 7-8 cm, distribusi tertinggi ada di perlakuan Gln 0,7%, yakni 32,59 ±14,18%. Distribusi yang

Tabel 5 Morfometri usus ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan Gln dosis berbeda

Parameter	Dosis penambahan Gln (%)			
	0,0	0,7	1,4	2,1
TV(µm)	217,92±9,12[a]	274,31±14,28[b]	259,65±9,09[ab]	256,06±47,96[ab]
BV (µm)	79,70±4,44[a]	75,54±6,72[a]	74,29±4,55[a]	69,18±5,70[a]
LV (µm2)	12813±1368[a]	14684±683[a]	13971±626[a]	12750±3143[a]
RPU	0,79±0,09[a]	0,71±0,05[a]	0,78±0,23[a]	0,65±0,09[a]
DU (mm)	911,7±29,1[a]	952,8±21,1[a]	917,5±34,8[a]	950,3±122,5[a]

Keterangan: TV= tinggi vili, BV= basal vili, LV= luas permukaan vili, RPU=nisbah panjang usus dengan panjang tubuh, DU= diameter usus. Nilai yang tertera merupakan nilai rata-rata dan simpangan baku. Huruf tika atas berbeda di belakang nilai simpangan baku menunjukkan pengaruh yang berbeda nyata (P<0,05).



Keterangan: huruf berbeda di atas garis simpangan baku menunjukkan pengaruh berbeda nyata (p<0,05)

Gambar 3 Aktivitas enzim protease usus ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan Gln dosis berbeda.

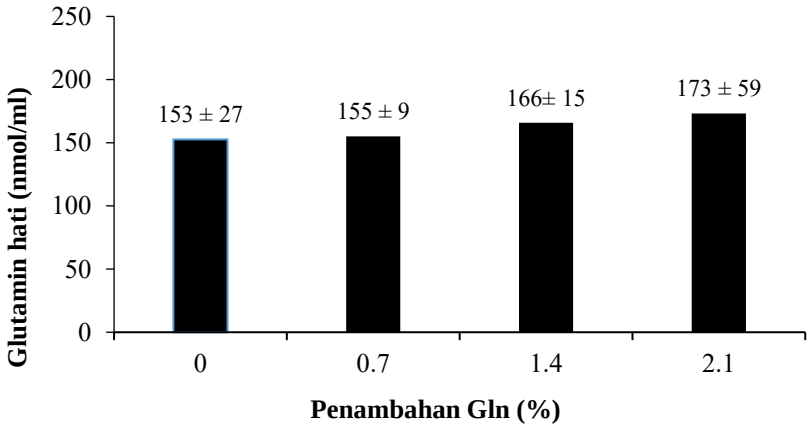
terendah di kelompok 5-6, serta tertinggi di kelompok 7-8 diduga menjadi sebab kinerja pertumbuhan Gln 0,7% paling tinggi dibanding perlakuan lainnya.

Hasil pengukuran morfometri usus benih ikan lele meliputi tinggi vili (TV), basal vili (BV), luas permukaan vili (LV), nisbah panjang usus dengan panjang tubuh (RPU) serta diameter usus (DU) disajikan pada Tabel 5. Pada parameter TV, berbeda nyata hanya ditemukan antara perlakuan Gln 0,0% dan Gln 0,7%. Tidak ada perbedaan nyata antara perlakuan Gln 0,7%, 1,4% dan 2,1%, maupun antara perlakuan Gln 0,0%, 1,4% dan 2,1%. Tinggi vili ikan di perlakuan Gln 0,7% secara signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan Gln 0,0%.

Tabel 6 Aktivitas SOD dan kadar MDA pada hati ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan Gln dosis berbeda

Parameter	Penambahan Gln (%)			
	0	0,7	1,4	2,1
SOD (unit g protein $^{-1}$)	8,27 ± 0,54 [a]	8,43 ± 0,96 [a]	8,75 ± 0,73 [a]	7,77 ± 0,35 [a]
MDA (ppm)	0,96 ± 0,19 [a]	0,75 ± 0,19 [a]	0,97 ± 0,15 [a]	0,98± 0,26 [a]

Keterangan: huruf tika atas pada tabel menunjukkan pengaruh tidak berbeda nyata (p<0,05).



Gambar 4 Konsentrasi glutamin hati ikan lele yang diberi pakan dengan penambahan Gln dosis berbeda.

Aktifitas enzim protease usus ikan meningkat dengan adanya konsumsi pakan yang ditambah Gln (Gambar 3). Aktivitas enzim protease penambahan Gln 1,4% tidak berbeda nyata dengan 0,7% dan 2,1%, tetapi lebih tinggi dan berbeda nyata dibandingkan tanpa penambahan Gln, antara penambahan 0,0% dan 0,7% tidak berbeda nyata

Hasil pengamatan aktifitas SOD dan MDA hati ikan lele disajikan pada Tabel 6. Konsumsi pakan yang ditambah Gln pada penelitian ini tidak memberikan peningkatan aktivitas antioksidasi pada benih ikan lele, dicirikan dengan tidak ditemukan adanya perbedaan nyata pada nilai SOD dan MDA di semua perlakuan.

Pemberian pakan dengan penambahan Gln selama 30 hari cenderung meningkatkan kandungan glutamin pada hati ikan lele (Gambar 4). Konsentrasi Gln pada hati ikan menunjukkan Gln diserap dengan baik oleh ikan.

Pembahasan

Glutamin merupakan asam amino yang berfungsi sebagai sumber energi utama dalam pembelahan sel epitel usus (Luquetti *et al*. 2016, Li *et al*. 2019, Li *et al*. 2020). Asam amino ini juga berperan sebagai prekursor biosintesis nukleotida purin dan gula amino yang penting untuk pertumbuhan dan diferensiasi sel (Curi *et al*. 2005; Liu et al.

2015; Zhao et al. 2017). Pada penelitian ini, Gln yang ditambahkan pada pakan dapat diserap dengan baik oleh ikan lele, hal ini dapat terlihat dari nilai kadar glutamin yang lebih tinggi pada perlakuan dengan suplementasi glutamin (Gambar 5). Nilai Gln yang lebih tinggi dalam tubuh ikan dapat meningkatkan ketersediaan biologis glutamin untuk berbagai proses metabolisme, seperti proliferasi dan diferensiasi sel, sehingga dapat digunakan untuk meningkatkan penyerapan nutrien melalui perkembangan vili usus.

Umumnya, tinggi dan luas permukaan lipatan usus atau vili pada hewan air merupakan sebagai tanda kemampuan penyerapan nutrien (Olli *et al.* 1994; Farhangi et al. 2001). Pada parameter morfometrik usus dalam penelitian ini, hanya tinggi vili pada perlakuan 0.7% Gln yang menunjukkan perbedaan nyata dibandingkan dengan kontrol. Nilai tinggi vili usus yang lebih baik dibandingkan dengan kontrol pada penelitian ini sejalan dengan penelitian lain oleh Qiyou et al. (2011) pada ikan hybrid sturgeon (*Acipenser schrenckii* ♀ × *Huso dauricus*♂) dan pada penelitian Pohlenz *et al*. (2012) dengan menggunakan ikan channel catfish (*Ictalurus punctatus*). Meskipun hasil panjang vili usus pada penelitian ini sejalan dengan kedua penelitian lain yang disebutkan sebelumnya, terdapat perbedaan hasil pada parameter pertumbuhan.

Pada penelitian yang dilakukan oleh Qiyou *et al*. (2011) suplementasi pakan dengan glutamin dapat meningkatkan performa pertumbuhan. Hasil pada penelitian ini serta penelitian yang dilakukan oleh Pohlenz et al. (2012) menunjukkan walaupun ada perbedaan yang nyata pada parameter panjang vili usus antara perlakuan, tidak ada perbedaan performa pertumbuhan antara perlakuan kontrol dan perlakuan dengan suplementasi glutamin. Spesies ikan yang berbeda diduga memiliki respon yang berbeda dalam merespon suplementasi glutamin terhadap pakan. Selain itu terdapat kemungkinan bahwa perbedaan hasil pertumbuhan antara penelitian ini dengan penelitian yang dilakukan oleh Qiyou *et al*. (2011) dikarenakan perbedaan umur ikan yang digunakan, dimana pada penelitian ini menggunakan ikan yang baru berubah dari larva menjadi benih. Pada parameter performa pertumbuhan lainnya, penambahan Gln pada dosis berbeda berpengaruh pada nilai biomassa, laju pertumbuhan harian ikan, retensi protein, namun hanya antara perlakuan 0,7% Gln dan perlakuan dengan 1,4% Gln. Tidak terdapat perbedaan nyata antara perlakuan kontrol dengan semua perlakuan dengan suplementasi Gln.

Berdasarkan analisis regresi terlihat bahwa kinerja pertumbuhan mengalami peningkatan dengan pola kuadratik pada kurva respon hubungan perlakuan. Diketahui bahwa nilai biomassa maksimal terjadi pada dosis suplementasi Gln 0,76% walaupun nilai R^2 pada kurva respons biomas menunjukkan bahwa datanya hanya sesuai (*fit*) dengan model sampai dengan 53,4%.

Pada beberapa parameter performa pertumbuhan (BT, LPH, RP, dan EP) beda nyata

juga ditemukan antara perlakuan Gln 0,7% dan 2,1% dimana perlakuan Gln 2,1% secara statistic lebih rendah nilai-nilainya pada parameter yang disebutkan diatas. Penelitian terhadap pengaruh buruk suplementasi glutamin pada ikan sebagai hewan model memang belum banyak dilakukan, namun pada hewan mamalia, Cynober et al. (2010) menyatakan bahwa glutamin merupakan indikator kualitas/ketersediaan protein dimana apabila glutamin atau arginin mempunyai peran menjaga kesetimbangan nitrogen sehingga apabila jumlahnya berlebih maka tubuh akan secara berupaya untuk mengelimintasi kelebihan nitrogen tersebut. Ada kemungkinan bahwa proses pengelimintasi nitrogen yang berlebih mempengaruhi performa pertumbuhan ikan lele yang terlihat pada studi ini. Namun diperlukan penelitian yang lebih mendalam untuk bisa mengetahui apakah hal ini juga berlaku pada ikan.

Tidak ada perbedaan nyata pada parameter TKH dan JKP pada semua perlakuan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa pemberian glutamin dapat meningkatkan JKP namun hasil ini tidak terlihat pada penelitian ini. Beberapa asam amino diketahui dapat meningkatkan respon makan namun berdasarkan penelitian Hara (2006) efek tersebut umumnya spesifik pada spesies tertentu. Sementara itu, parameter TKH tidak berbeda nyata karena larva ikan lele berada pada kondisi optimum. Pada penelitian lain, glutamin memang dapat meningkatkan imun pada ikan (Li *et al*. (2020) namun umumnya penelitian terkait dengan imun dilakukan dengan menggunakan uji tantang baik terhadap stress maupun menggunakan patogen. Pada penelitian ini uji tantang tidak dilakukan.

Pada kegiatan pembenihan ikan lele, proses sortasi perlu dilakukan untuk mengelompokkan ikan berdasarkan ukuran panjang (Sutrisno 2012). Hal ini dilakukan pembudidaya agar ikan yang dipelihara tumbuh lebih baik dan seragam untuk mencapai target produksi benih ikan lele. Proses sortasi yang dilakukan umumnya menggunakan alat berupa ember sortasi yang memiliki sejumlah lubang kecil (Badruzzaman *et al*. 2020). Ukuran lubang pada ember sortasi disesuaikan dengan ukuran lingkar kepala benih ikan lele. Hal ini mencerminkan ukuran panjang ikan yang akan disortir. Panjang ikan menjadi acuan penting dalam proses pemasaran benih ikan lele. Terdapat beberapa tipe ember sortasi ikan lele yang biasa digunakan diantaranya tipe 5-6, 6-7, 7-8, 8-9cm. Ikan yang telah melalui ember sortir tipe tertentu berarti memiliki panjang sesuai dengan tipe ember sortirnya.

Proses sortasi juga akan memberikan gambaran sejauh apa perkembangan benih ikan lele mendekati target produksi. Ikan yang menjadi target produksi dalam kegiatan pembenihan ataupun pendederan umumnya ialah ikan dengan ukuran 7-8, 8-9 serta 9-10 cm. Ukuran ikan tersebut sudah layak untuk dipasarkan pada konsumen yang umumnya pembudidaya pembesaran ikan lele. Ikan dengan ukuran di bawah 7-8cm belum banyak diminati pasar karena ukuran

yang kecil memerlukan waktu pemeliharaan yang lebih lama serta resiko kematian yang lebih tinggi. Pada penelitian ini proses sortasi menggunakan ember dengan tipe 5-6, 6-7, 7-8, 8-9 dan >9. Ikan dilewatkan melalui ember sortasi selanjutnya dikelompokkan serta diukur panjang, bobot serta jumlahnya. Oleh karena itu terdapat sebaran ukuran panjang ikan yang terbagi menjadi kelompok 5-6, 6-7, 7-8, 8-9 dan >9 cm yang dapat digunakan untuk melihat kinerja pertumbuhan ikan lele.

Distribusi ukuran panjang ikan pada semua perlakuan dalam penelitian ini didominasi dua kelompok besar yaitu kelompok ukuran 5-6 cm dan kelompok 7-8cm. Penambahan Gln 0,7% menyebabkan 32,59% ikan lele berada pada kelompok 7-8cm dibandingkan dengan perlakuan yang lain. Perlakuan 0,7% Gln memiliki frekuensi ukuran 7-8 cm yang lebih besar. Ukuran 7-8cm merupakan ukuran benih ikan lele yang siap jual dikarenakan ukuran 7-8cm umum digunakan serta siap untuk ditebar pada kegiatan pembesaran. Pada penelitian ini juga terlihat bahwa jumlah ikan dari kelompok 5-6 cm relatif lebih kecil pada perlakuan 0,7% Gln jika dibandingkan dengan perlakuan lain. Hal ini memberikan indikasi bahwa penambahan Gln 0,7% mendukung untuk memperoleh keuntungan yang optimal pada usaha pembenihan karena jumlah benih yang siap jual lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain.

Kinerja pertumbuhan terlihat menurun pada penambahan Gln dengan dosis yang lebih tinggi. Penambahan Gln 2,1% menghasilkan nilai efisiensi pakan yang rendah dan berbeda secara signifikan. Hal ini diduga bahwa penambahan Gln sudah melebihi titik optimal pada ikan lele. Kinerja usus dan pertumbuhan terlihat mengalami penurunan pada perlakuan Gln 1,4% dan 2,1% dengan nilai yang lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan 0,7% (Tabel 4). Pemberian Gln diatas 0,7% diduga sudah melebihi kebutuhan ikan lele sehingga Gln akan dimetabolisme menjadi glutamat dan amonia (Garlick 2001). Yan dan Zhou (2006) menyatakan bahwa penambahan Gln pada ikan jian carp optimal sampai dosis 1,2%. Liu *et al*. (2015) menunjukkan bahwa pakan dengan penambahan Gln menghasilkan pertumbuhan optimal pada dosis 0,63% pada ikan half-smooth tongue sole. Menurut Dewi (2019) penambahan Gln sampai 2% menjadi titik optimal bagi pertumbuhan ikan patin.

Penambahan Gln 0,7% - 2,1% mampu meningkatkan aktivitas enzim protease, khususnya perlakuan 1,4% dan 2,1% peningkatan aktivitas protease terjadi secara signifikan. Peningkatan aktivitas protease ini mengingat Gln sebagai asam amino merupakan derivat dari protein dan enzim protease yang berperan dalam pencernaan protein. Peningkatan aktivitas enzim protease sebagai akibat dari penambahan Gln juga berkaitan dengan pengembangan hepatopankreas ikan. Hepatopankreas berperan dalam menghasilkan enzim pencernaan ikan (Cahu *et al*. 1995). Penelitian Yan dan Zhou (2006) menunjukkan kaitan penambahan Gln dengan

peningkatan protease ikan ditandai dengan peningkatan hepatosomatic index dan konten protein hepatopankreas ikan yang lebih tinggi pada ikan yang diberi Gln. Pengembangan hepatopankreas memperkuat memperkuat fungsi pancreatic exocrine ikan, ditunjukkan dengan peningkatan rasio Tri-Is (menggambarkan tingkat tripsin) pada ikan yang diberi pakan dengan penambahan Gln (Liu *et al*. 2015). Sejalan dengan penelitian Murniasih et al (2019) penambahan glutamin bebas sebesar 1% pada pakan mampu meningkatkan aktivitas protease. Kondisi ini sesuai dengan penelitian Hong *et al*. (2014) yang menunjukkan bahwa penambahan Gln dipeptida hingga 1,5% berkorelasi dengan peningkatan aktivitas enzim protease pada benih ikan mirror carp. Hal serupa juga ditemukan pada ikan young hybrid sturgeon oleh Qiyou *et al*. (2011).

Penambahan Gln pada penelitian ini belum mampu meningkatkan aktivitas antioksidan SOD secara signifikan. Aktivitas MDA pada hati ikan lele juga tidak terdapat penurunan secara nyata. Berbeda denga temuan Qiyou *et al*. (2011) dan Liu *et al*. (2015) Gln mampu meningkatkan aktivitas SOD serta menurunkan aktivitas MDA. Temuan pada penelitian ini diduga peran Gln pada ikan lele sebagai antioksidan terbatas dibandingkan ikan lain. Meskipun demikian tingkat aktivitas SOD benih ikan lele pada penelitian ini cukup tinggi dibandingkan dengan aktivitas MDA. SOD merupakan enzim antioksidan kuat yang berperan sebagai pertahanan terhadap senyawa radikal bebas ROS (reactive oxygen species) hasil dari metabolisme (Hong *et al*. 2014; Shi *et al*. 2016). ROS dapat mempengaruhi makromolekul seperti protein, karbohidrat dan lemak sehingga menyebabkan kerusakan oksidatif (stres oksidatif) (Finkel dan Holbrook 2000, Kehrer & Klotz 2015).

Peningkatan ROS menyebabkan terjadinya peroksidasi lipid serta dapat memengaruhi sel normal. Peroksidasi lipid akan menghasilkan produk radikal yang dapat bereaksi dengan protein dan DNA sehingga berakibat kerusakan. Produk akhir peroksidasi lipid tersebut adalah MDA yang dapat memperparah stres oksidatif (Chen et al. 2009). Oleh karena itu pertahanan enzimatik diperlukan agar produksi ROS dapat dikontrol sehingga tidak terjadi stres oksidatif. Menurut Hong *et al.* (2014) peningkatan aktivitas antioksidan mampu menghambat peroksidasi lipid dan mendorong perbaikan membran sel. Tingkat aktivitas SOD ikan lele yang tinggi pada penelitian ini menunjukkan bahwa ikan lele tidak mengalami stres oksidatif. Aktivitas antioksidan yang baik juga mendukung sintasan ikan tetap tinggi (Dewi 2019).

Simpulan

Penambahan Gln 0,7% pada pakan dapat meningkatkan struktur dan fungsi usus serta kinerja produksi ikan, yang dicirikan dengan peningkatan jumlah ikan lele berukuran 7-8 cm.

Persantunan

Penelitian ini didanai seutuhnya oleh Kemenristek Dikti/BRIN dengan nomor: 2819/IT3.L1/PN/2020 dengan amandemen nomor: 4243/IT3.L1/PN/2020 tahun anggaran 2020.

Daftar pustaka

AOAC. 1999. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th ed. AOAC International. Gaithersburg, Maryland.

Akinwole AO, & Faturoti EO. 2007. Biological performance of African Catfish (Clarias gariepinus) cultured in recirculating system in Ibadan. Aquacultural Engineering. 36(1): 18-23. DOI: 10.1016/j.aquaeng.2006.05.001

Badruzzaman, Tito E, Meri R, Faishal F. 2020. Analisis proses pengujian kinerja mesin fish grading untuk sortir ikan lele kapasitas 5 kg. Industrial Research Workshop and National Seminar, Politeknik Negeri Bandung. 978.979.3541.60

Bradford MM. 1976. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilization the principle of protein-dye binding. Analytical Biochemistry, 72(1-2): 248-254. DOI: 10.1016/0003-2697(76)90527-3

Britz PJ, Hecht T. 1987. Temperature preferences and optimum temperature for growth of African sharptooth catfish (Clarias gariepinus) larvae and postlarvae. Aquaculture. 63(1-4): 205-214. DOI: 10.1016/0044-8486(87)90072-X

Cahu CL, Infante JLZ. 1995. Maturation of the pancreatic and intestinal digestive functions in sea bass (Dicentrarchus labrax): effect of weaning with different protein sources. Fish Physiology and Biochemistry. 14(6): 431–437. DOI: 10.1007/BF00004343

Carey BW, Finley LW, Cross JR, Allis CD, Thompson CB. 2015. Intracellular alphaketoglutarate maintains the pluripotency of embryonic stem cells. Nature. 518(7539): 413-416. DOI: 10.1038/nature13981

Chen J, Zhou XQ, Feng L, Jiang J. 2009. Effects of glutamine on hydrogen peroxide-induced oxidative damage in intestinal epithelial cells of Jian carp (Cyprinus carpio). Aquaculture. 288(3-4): 285-289. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2008.10.053

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. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2011.06.025

Cheng Z, Gatlin DM, Buentello A. 2012. Dietary supplementation of arginine and/or glutamine influences growth performance, immune responses and intestinal morphology of hybrid striped bass (Morone chrysops×Morone saxatilis). Aquaculture. 362‑363: 39‑43. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2012.07.015

Coutinho F, Castro C, Rufino-Palomares E, Ordóñez-Grande B, Gallardo MA, Oliva-Teles A, Peres H. 2016. Dietary glutamine supplementation effects on amino acid metabolism, intestinal nutrient absorption capacity and antioxidant response of gilthead sea bream (Sparus aurata) juveniles. Comparative Biochemistry and Physiology. 191: 9‑17. DOI: 10.1016/j.cbpa.2015.09.012

Curi R, Lagranha CJ, Doi SQ, Sellitti DF, Procopio J, Pithon-Curi TC, Corless M, Newsholme P. 2005. Molecular mechanisms of glutamine action. Journal of Cellular Physiology. 204(2): 392-401. DOI: 10.1002/jcp.20339

Cynober L, Moinard C, De Bandt JP.2010. The 2009 ESPEN Sir David Cuthbertson. Citrulline: a new major

signaling molecule or just another player in the pharmaconutrition game?. Clinical Nutrition, 29(5): 545-551. DOI: 10.1016/j.clnu.2010.07.006

Dewi U. 2019. Penambahan glutamin pada pakan untuk meningkatkan kinerja pertumbuhan, struktur dan fungsi usus benih ikan patin (Pangasius hypophthalmus) [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Ding Z, Li W, Huang J, Yi B, Xu Y. 2017. Dietary alanyl-glutamine and vitamin E supplements could considerably promote the expression of GPx and PPARα genes, antioxidation, feed utilization, growth, and improve composition of juvenile cobia. Aquaculture. 470(1): 95–102. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2016.12.015

Farhangi M, Carter CG. 2001. Growth, physiological and immunological responses of rainbow trout (Oncorhynchus mykiss) to different dietary inclusion levels of dehulled lupin (Lupinus angustifolius). Aquaculture Research, 32(1): 329–340. DOI: 10.1046/j.1355-557x.2001.00044.x

Febriani D, Sukenda, Nuryati S. 2013. Kappa-karagenan sebagai imunostimulan untuk pengendalian penyakit infectious myonecrosis (IMN) pada udang vaname Litopenaeus vannamei. Jurnal Akuakultur Indonesia.12(1): 70–78.

Finkel T, Holbrook NJ. 2000. Oxidants, oxidative stress and the biology ofageing. Nature, 408(6809): 239-247. DOI: 10.1038/35041687

Garlick PJ. 2001. Assessment of the safety of glutamine and other amino acids. The Journal of Nutrition. 131(9): 2556S–2561S. DOI: 10.1093/jn/131.9.2556s

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. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2014.08.036

Hara TJ. 2006. Feeding behaviour in some teleosts is triggered by single amino acids primarily through olfaction. Journal of Fish Biology, 68(3): 810-825. DOI: 10.1111/j.0022-1112.2006.00967.x

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 alanyl-glutamine supplementation on growth performance, development of intestinal tract, antioxidant status and plasma non-specific immunity of young mirror carp (Cyprinus carpio L.). Journal of Northeast Agricultural University. 21(4): 37–46. DOI: 10.1016/S1006-8104(15)30018-0

Hu K, Zhang JX, Feng L, Jiang WD, Wu P, Liu Y, Jiang J, Zhou XQ. 2015. Effect of dietary glutamine on growth performance, non-specific immunity, expression of cytokine genes, phosphorylation of target of rapamycin (TOR), and anti-oxidative system in spleen and head kidney of Jian carp (Cyprinus carpio var. Jian). Fish Physiology and Biochemistry. 41(3): 635–649. DOI: 10.1007/s10695-015-0034-0

Huisman EA. 1987. Principles of fish production. Wagenigen (ND) : Department of Fish Culture and Fisheries, Wageningen Agriculture University. 170 p.

Iji PA, Saki A, Tivey DR. 2001. Body and Intestinal Growth of Broiler Chicks Oncommercial Starter Diet. 1. Intestinal Weight and Mucosal Development. Brit Poultry Sci. 42(4): 505-513. DOI: 10.1080/00071660120073151.

Kehrer JP, Klotz LO. 2015. Free radicals and related reactive species as mediators of injury and disease: implications for health. Critical review in Toxicology. 45(9):765-798. DOI: 10.3109/10408444.2015.1074159

Khojasteh SMB. 2012. The morphology of the post-gastric alimentary canal in teleost fishes: abrief review. International Journal of Aquatic Science. 3(2): 71-88.

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. DOI: 10.1016/j.cbpc.2018.08.001

Li HT, Jiang WD, Liu Y, Jiang J, Zhang YA, Wu P, Zeng YY, Zhou XQ, Feng L. 2017. Dietary glutamine improves the function of erythrocytes through its metabolites in juvenile carp (Cyprinus carpio var. Jian). Aquaculture. 474: 86–94. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.03.041

Li P, Mai K, Trushenski J, Wu G. 2009. New developments in fish amino acid nutrition: towards functionaland environmentally oriented aquafeeds. Springer. 37(1): 43-53. DOI: 10.1007/s00726-008-0171-1

Li S, Guo Q, Li S, Zheng H, Chi S, Xu Z, Wang Q. 2019. Glutamine protects against LPS-induced inflammation via adjusted NODs signaling and enhanced immunoglobulins secretion in rainbow trout leukocytes. Developmental and Comparative Immunology. 98: 148–156. DOI: 10.1016/j.dci.2019.05.006

Li X, Zheng S, & Wu G. 2020. Nutrition and metabolism of glutamate and glutamine in fish. Amino acids. 52: 671-691. DOI: 10.1007/s00726-020-02851-2

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. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.04.012

Luquetti BC, Alarcon MFF, Lunedo R, Campos DMB, Furlan RL, Macari M. 2016. Effects of glutamine on performance and intestinal mucosa morphometry of broiler chickens vaccinated against coccidiosis. Scientia Agricola. 73(4): 322–327. DOI: 10.1590/0103-9016-2015-0114

Murniasih S, Jusadi D, Setiawati M, Nuryati S. 2019. Suplementasi glutamin bebas dalam pakan meningkatkan respons fisiologis dan sintasan ikan botia Chromobotia macracanthus Bleeker, 1852. Jurnal Iktiologi Indonesia 19(3): 437-448. DOI: 10.32491/jii.v19i3.466

Nasir M. 2002. Pengaruh kadar selulosa yang berbeda dalam pakan terhadap panjang usus dan aktivitas enzim pencernaan benih ikan gurami (Osphronemus gouramy Lac.) Tesis. Sekolah Pascasarjana. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Ndubuisi UC, Chimezie AJ, Chinedu UC, Chikwem IC, Alexander U. 2015. Effect of pH on the growth performance and survival rate of Clarias gariepinus fry. International Journal of Research in Biosciences. 4(3): 14-20.

Olli JJ, Krogdahl Å, van den Ingh TS, & Brattås LE. 1994. Nutritive value of four soybean products in diets for Atlantic salmon (Salmo salar, L.). Acta Agriculturae Scandinavica, 44: 50-60.

Onura CN, Broeck WVde, Nevejan N, Muendo P, Stappen GV. 2018. Growth performance and intestinal morphology of African catfish (Clarias gariepinus Burchell 1822) larvae fed on live and dry feeds. Aquaculture. 17: 70-79. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2018.01.046

Pereira RT, Rosa PV, Gatlin DM. 2017. Glutamine and arginine in diets for nile tilapia : Effects on growth, innate immune responses, plasma amino acid profiles and whole-body composition. Aquaculture. 473: 135–144. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2017.01.033

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 catfish Ictalurus punctatus. Aquaculture. 370-371: 32-39. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2012.10.002

Qiyou X, Qing Z, Hong X, Chang'an W, Dajiang S. 2011. Dietary glutamine supplementation improves growth performance and intestinal digestion/absorption ability in young hybrid sturgeon (Acipenser schrenckii female × Huso dauricus male). Journal of Applied Ichthyology. 27(2): 721–726. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2011.01710.x

Shen B, Han Y, Lu H, Niu X, Li Z, Zhao C, Wang G. 2013. Effects of Ala-Gln on growth and feed intake of Cyprinus carpio var. Jian reared at different stocking densities. Journal of South China Agricultural University. 34: 241–247. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.02.034

Shi L, Feng L, Jiang WD, Liu Y, Jiang J, Wu P, Zhou XQ. 2016. Immunity decreases, antioxidant system damages and tight junction changes in the intestine of grass carp (Ctenopharyngodon idella) during folic acid deficiency: Regulation of nf-κb, nrf2 and mlck mRNA levels. Journal Fish andShellfish Immunology. 51: 405–419. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.02.029

Solares AC, 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. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2015.03.025

Sutrisno AY. 2012. Analisis kelayakan usaha pembenihan dan pembesaran ikan lele sangkuriang (Studi kasus: Perusahaan Parakbada, Kelurahan Katulampa, Kota Bogor, Provinsi Jawa Barat) [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Walter. 1984. Proteinases: methods with hemoglobin, casein and azocoll as substrates. In: Bergmeyer. Methods of Enzymatic Analysis. Weinheim.

Wang C.A, 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 Applied Ichthyology. 27: 727–732. DOI: 10.1111/j.1439-0426.2011.01673.x

Watanabe T. 1988. Fish Nutrition and Mariculture. Department of Aquatic Bioscience. Tokyo University of Fisheries. JICA.

Yan L, Qiu-Zhou X. 2006. Dietary glutamine supplementation improve structure and function of intestine of juvenile jian carp (Cyprinus carpio). Aquaculture. 256(1-4): 389-394. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2006.02.011

Yu H, Gao Q, Dong S, Lan Y, Ye Z, Wen B. 2016. Regulation of dietary glutamine on the growth, intestinal function, immunity and antioxidant capacity of sea cucumber Apostichopus japonicus (Selenka). Fish and Shellfish Immunology, 50: 56–65. DOI: 10.1016/j.fsi.2016.01.024

Zhang K, Mai K, Xu W, Liufu Z, Zhang Y, Peng M, Jinghua C, Ai Q. 2017. Effects of dietary arginine and glutamine on growth performance, nonspecific immunity, and disease resistance in relation to arginine catabolism in juvenile turbot (Scophthalmus maximus L.). Aquaculture. 468(1): 246–254. DOI: 10.1016/j.aquaculture.2016.10.021

Zhao Z, Song F, Xu Q. 2017. Effects of glutamine and its precursors on the growth performance and relevant protein synthesis pathway of mirror carp Cyprinus carpio. Fisheries Science. 83: 1019–1026. DOI: 10.1007/s12562-017-1124-y

Kinerja pertumbuhan dan sintasan ikan nilem *Osteochilus vittatus* (Valenciennes, 1842) pada pemeliharaan dengan pakan kombinasi tumbuhan lemna (*Lemna perpusilla* Torr) dan pakan komersial

[Growth performance of bonylip barb *Osteochilus vittatus* (Valenciennes, 1842) fed on combination of Lemna (*Lemna perpussila* Torr) and commercial diet]

Djamhuriyah S Said, Novi Mayasari, Dwi Febrianti, Tjandra Chrismadha

Pusat Penelitian Limnologi-LIPI
Komplek CSC-BG, LIPI Cibinong. Jl Raya Bogor KM 46 Cibinong, Bogor 16911
Surel: djamhuriyah@limnologi.lipi.go.id
novi@limnologi.lipi.go.id
dwi.febrianti@limnologi.lipi.go.id
tjandra@limnologi.lipi.go.id

Diterima: 4 Januari 2021; Disetujui: 31 Mei 2021

Abstrak

Ikan nilem (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) merupakan ikan budidaya yang produksinya cenderung menurun akibat biaya pakan yang tinggi. Untuk mengantisipasi hal tersebut, maka perlu dicari jenis pakan alternatif. *Lemna perpussila* Torr merupakan salah satu jenis tumbuhan makrofita berpotensi sebagai pakan alternatif karena memiliki kandungan protein yang tinggi. Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi performa pertumbuhan ikan nilem yang diberi pakan berupa kombinasi *Lemna* dan pakan komersial. Masing-masing 14 ekor ikan nilem dipelihara dalam akuarium berukuran 45x45x40 cm^3 selama 84 hari atau 12 pekan. Pakan yang diberikan berupa kombinasi pakan komersial dengan tumbuhan *Lemna* segar yang terdiri atas pakan A (100% pakan komersial), B (75% pakan komersial + 25% *Lemna*), C (50% pakan komersial + 50% *Lemna*), D (25% pakan komersial + 75% *Lemna*), dan E (100% *Lemna*). Pakan yang diberikan tiap hari terdiri atas pakan komersial sebanyak 3% dari berat total ikan, dan pakan *Lemna* sebanyak 30% dari berat ikan tiap akuarium. Kinerja pertumbuhan diamati melalui parameter panjang total, panjang baku, berat akhir, pertumbuhan mutlak, laju pertumbuhan spesifik, dan sintasan (*survival rate*). Hasil penelitian yang dianalisis secara deskriptif menunjukkan ikan nilem pada perlakuan C menghasilkan pertumbuhan panjang total dan berat, pertumbuhan mutlak dan pertumbuhan spesifik yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya. Sementara sintasan tertinggi terdapat pada perlakuan dengan pemberian pakan E (100% *Lemna*). Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa ikan nilem mampu tumbuh dan bertahan hidup dengan mengkonsumsi tumbuhan *Lemna*. Penggunaan *Lemna* sebagai pakan alternatif diharapkan dapat menurunkan ketergantungan pada pakan komersial.

Kata penting: *Osteochilus vittatus*, *Lemna*, pakan, pertumbuhan

Abstract

Bonylip barb (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842) is a native fish of Indonesia's inland waters which has become a cultivated fish commodity. However, production tends to decrease due to high feed costs. The alternative feed types need to be found to anticipate the problem. *Lemna perpusilla* Torr is one of macrophytes plant which potentially used as an alternative feed due to high protein content. This study aims to evaluate the growth performance of fish fed with a combination of Lemna and commercial feed. As much of each 14 fishes were rearing in a 45x45x40 cm^3 aquarium and fed for 84 days or 12 weeks. There are 5 combinations of feed, i.e feed A (100% commercial feed), B (75% commercial feed + 25% Lemna), C (50% commercial feed + 50% Lemna), D (25% commercial feed + 75% Lemna), and E (100% Lemna). The fishes were fed by commercial feed as much as 3% of the total fish, while administering Lemna at 30% of body weight. Growth performances were measured i.e standard and total length, absolute growth, specific growth rate and survival rate. The results showed that fish was able to growth using combination of commercial feed and Lemna. Data analysis was conducted descriptively that showed that fish fed by feed C (50% commercial feed + 50% Lemna) produced the highest length and weight, absolute growth and specific

growth rate compared to other treatments. The highest survival rate was at fish fed by feed E (100% Lemna). The use of Lemna as an alternative feed is expected to reduce dependence on commercial feed.

Key words: *Osteochilus vittatus*, *Lemna*, feed, growth

Pendahuluan

Ikan nilem (*Osteochilus vittatus* Valenciennes, 1842 merupakan salah satu spesies dari 23 spesies *Osteochilus* yang merupakan ikan asli perairan darat Indonesia. Ikan nilem tersebar di *Sundaland*, Burma, dan Indocina, dan oleh Kottelat *et al.* (1993) dinyatakan bahwa ikan nilem telah terintroduksi ke tanah Sulawesi Selatan. Ikan ini memiliki nama daerah. Di Jawa Barat dikenal dengan nama ikan nilem sedangkan di Danau Maninjau Sumatera Barat dikenal dengan nama ikan asang. Dalam ilmu biosistematika, ikan nilem berada pada ordo Cypriniformes, Familia Cyprinidae, genus *Osteochilus*. Sebagian masyarakat menyebut ikan nilem sebagai ikan yang bersifat omnivora. Akan tetapi apabila dilihat pada sifatnya maka ikan nilem termasuk kategori ikan herbivora (pemakan tumbuhan), yang ditunjukkan oleh morfologi panjang saluran pencernaan yang berkisar 5,2–6,5 kali panjang tubuhnya. Ikan nilem juga merupakan pemakan plankton dan mampu mengontrol populasi fitoplankton seperti di Danau Maninjau Sumatra Barat (Syandri 2004, Kaban *et al.* 2019). Lebih lanjut (Kaban *et al*. 2019) menyatakan bahwa hasil analisis isi lambung ikan nilem menunjukkan bahwa jenis pakan utama ikan ini berupa fitoplankton dari kelompok Bacillariophyceae (42,8%) dan Chlorophyceae (39,6%), serta terdapat jenis Cyanophyceae (6,5%), Makrofita (2,4%), Rotifera (1,8%) dan krustasea (1,1%).

Ikan nilem merupakan salah satu jenis ikan konsumsi (Kottelat *et al*, 1993) yang dagingnya lezat dan dalam beberapa tahun terakhir ini dikategorikan sebagai jenis ikan budidaya yang diharapkan menjadi komoditas untuk program ketahanan pangan nasional. Beberapa hasil penelitian menyatakan bahwa ikan nilem biasa dibudidayakan di tanah Priangan Jawa Barat bersama ikan mas maupun ikan gurami. Ikan nilem memiliki sintasan yang tinggi, produksinya menguntungkan karena dapat dipanen dalam bentuk daging ikan, *baby fish* maupun pada fase telur, serta telah dikukuhkan menjadi salah satu komoditas Mina Padi Rakyat (GeMPar) yang dilakukan oleh Menteri Kelautan dan Perikanan pada tanggal 3 Mei 2006 (Mulyasari *et al*. 2010). Jenis ikan nilem (asang) juga memiliki keunggulan yaitu mengandung protein tinggi mencapai 50,23% berat kering dan mengandung delapan asam amino esensial (Said *et al*. 2020a). Akhir-akhir ini produksi ikan nilem cenderung menurun yang diduga karena masalah ketersediaan pakan dan ikan nilem cenderung belum dijadikan sebagai produk utama dalam budidaya.

Permasalahan utama usaha perikanan saat ini adalah tingginya harga pakan buatan

serta sumber daya air yang terbatas, baik pada segi kuantitas maupun kualitasnya. Harga pakan yang tinggi menyebabkan tingkat keuntungan yang relatif kecil sehingga kelayakan ekonomi usaha perikanan cenderung menurun. Untuk itu perlu dicari sumber pakan alternatif yang diharapkan mampu memenuhi kebutuhan gizi ikan namun mudah diperoleh. Salah satu yang berpotensi adalah tumbuhan air di antaranya yaitu *Lemna perpusilla* atau yang biasa dikenal dengan *Lemna* atau tumbuhan mata lele.

Lemna merupakan salah satu tumbuhan air yang berasal dari famili Lemnaceae dengan ciri tubuh yang terdiri dari satu helai daun berukuran 6-8 mm dan satu batang akar yang menempel di bagian bawahnya (Hasan & Chakrarbarti 2009). Berbagai jenis *Lemna* memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai alternatif sumber protein pakan (Hasan & Chakrabarti 2009) terutama untuk kelompok ikan yang mampu memanfaatkan pakan bersumber dari bahan nabati seperti ikan nila dan mas (Gaigher *et al.* 1984; Tavares *et al.,* 2008, Sulawesty *et al.* 2014). Hal ini juga didukung oleh karakteristik produktivitas *Lemna* yang dapat mencapai 13,58−23,67 ton berat kering/Ha/tahun (Chrismadha *et al.* 2013). Tumbuhan *L.perpusilla* dilaporkan memiliki kandungan protein yang cukup tinggi yang dapat mencapai 38,86%, sementara kandungan serat dan lemaknya berturut-turut sebesar 13,22% dan 3,8%. Selanjutnya, *L. perpusilla* juga diketahui memiliki beberapa jenis asam amino penting seperti lisin, arginin, threosin, valin, isoleusin, leusin, dan triptofan (Leng *et al.* 1995, Tavares *et al.* 2008, Chrismadha *et al.* 2013, Said *et al.* 2020b) yang dapat dimaanfaatkan dalam mendukung pertumbuhan ikan.

Beberapa hasil penelitian memperlihatkan bahwa memadukan tumbuhan air jenis mata lele (*Lemna perpusilla*) dengan budidaya ikan mas terbukti dapat meningkatkan kinerja budidaya, terutama penghematan keperluan pakan buatan hingga 30%, atau setara dengan peningkatan efisiensi produksi sekitar 20% (Chrismadha 2014). Uji coba lainnya juga memperlihatkan kemampuan tumbuhan *Lemna* sebagai sumber pakan alternatif pada budidaya ikan nila dan ikan lele, yang masing-masing dapat menggantikan pakan buatan hingga 50% tanpa memberikan efek penurunan laju tumbuh yang signifikan (Chrismadha 2014). Data mutakhir menunjukkan bahwa penggunaan tumbuhan *Lemna* dalam suatu sistem budidaya multitrofik mampu menghasilkan ikan lele dengan nilai konversi pakan (FCR) sebesar 0,97 (Said *et al.* 2016a). Namun demikian, penggunaan tumbuhan *Lemna* dalam mendukung pertumbuhan ikan nilem belum banyak dilaporkan. Penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja pertumbuhan ikan nilem pada pemeliharaan dengan pakan kombinasi tumbuhan *Lemna* (*Lemna perpusilla*) dan pakan komersial (pellet).

Bahan dan metode

Benih ikan nilem (*Osteochilus vittatus*) yang digunakan berukuran panjang sekitar 6−9 cm, yang diperoleh dari Balai Benih Air

Tabel 1 Komposisi pemberian pakan ikan nilem (*O. vittatus*) untuk tiap perlakuan

No.	Perlakuan	Komposisi Pakan (%)	
		Pakan Komersial	Lemna
1	A	100	0
2	B	75	25
3	C	50	50
4	D	25	75
5	E	0	100

Tawar (BBAT) Sukabumi, Jawa Barat. Menurut staf BBAT bahwa ikan nilem yang digunakan merupakan turunan dari ikan nilem dengan induk yang berasal dari Tasikmalaya, namun tidak dijelaskan generasi ke berapa dari induk asal Tasikmalaya tersebut. Sebelum penelitian berlangsung, terlebih dahulu ikan-ikan diaklimatisasi di Laboratorium Akuatik Limnologi, LIPI selama 2 pekan.

Sebanyak masing-masing 14 ekor ikan nilem dipelihara dalam setiap akuarium berukuran 45x45x40 cm^3 yang dilengkapi dengan aerasi. Akuarium tersusun dan diletakkan di areal terbuka (di ruangan tidak beratap). Untuk menghindari kehilangan ikan karena loncat atau dimakan hewan lainnya (seperti burung atau kucing) maka akuarium ditutup dengan bahan fiber namun pada bagian sisinya yaitu antara ujung sisi akuarium bagian atas dengan penutup terdapat rongga udara. Penelitian dilakukan selama 12 pekan atau 84 hari yaitu dari 15 Oktober 2015 - 6 Januari 2016.

Pakan yang diberikan merupakan kombinasi antara pakan komersial (kandungan protein 37%) dengan *Lemna* segar dengan perbandingan tertentu (Tabel 1). Jumlah pakan yang diberikan tiap hari yaitu pakan komersial sebanyak 3% dari berat total ikan, sedangkan pemberian Lemna sebanyak 30% dari berat total ikan tiap akuarium. Misalkan Z adalah berat total ikan dalam akuarium pada ulangan ke 1 dari perlakuan C maka jumlah pakan yang diberikan pada ikan di akuarium tersebut yaitu pakan komersial sebanyak 50% x 3% x Z ditambah dengan Lemna sebanyak 50% x 30% x Z. Pemberian pakan dilakukan 2 kali sehari yaitu waktu pagi (pukul 7.30−8.00 WIB) dan sore hari (pukul 15.30−16.00 WIB). Penelitian dilakukan dengan 2 kali ulangan sehingga jumlah akuarium yang digunakan sebanyak 10 buah. Penempatan posisi akuarium dilakukan secara acak

Parameter pengamatan meliputi pertumbuhan dan sintasan. Parameter pertumbuhan yang diamati meliputi panjang total tubuh (PT) yaitu ukuran panjang ikan dari ujung mulut hingga ujung ekor, panjang baku atau panjang badan (PS/PB) yaitu ukuran panjang ikan dari ujung mulut hingga pangkal ekor,

dan berat (g). Pengukuran dilakukan pada masing-masing 50% dari populasi atau 7 ekor ikan sampel untuk tiap perlakuan, sedangkan untuk jumlah ikan yang masih tersisa dilakukan pengamatan berat total saja. Pengamatan sintasan dilakukan dengan menghitung jumlah ikan yang masih hidup pada tiap dua pekan, namun yang disampaikan hanya sintasan di akhir penelitian.

Perhitungan pertumbuhan harian menggunakan dua sistem perhitungan yaitu laju pertumbuhan mutlak (LPM) dan laju pertumbuhan spesifik (LPS, *Specific Growth Rate*).

Laju pertumbuhan mutlak dihitung berdasarkan persamaan sebagai berikut:

$$LPM = X_t - X_0 / t$$ (Lugert *et al.* 2014)

Keterangan

X_t = ukuran berat atau panjang ikan pada akhir pengamatan

X_0 = ukuran berat atau panjang ikan pada awal pengamatan

t = lama periode pengamatan

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) dihitung melalui persamaan berikut (Takeuchi 1988):

$$LPS = (Ln\ W_t - Ln\ W_0 / t) \times 100\%$$

Keterangan:

W_t = biomassa atau panjang pada waktu t,

W_0 = biomassa atau panjang awal, dan

t = lama periode pengamatan

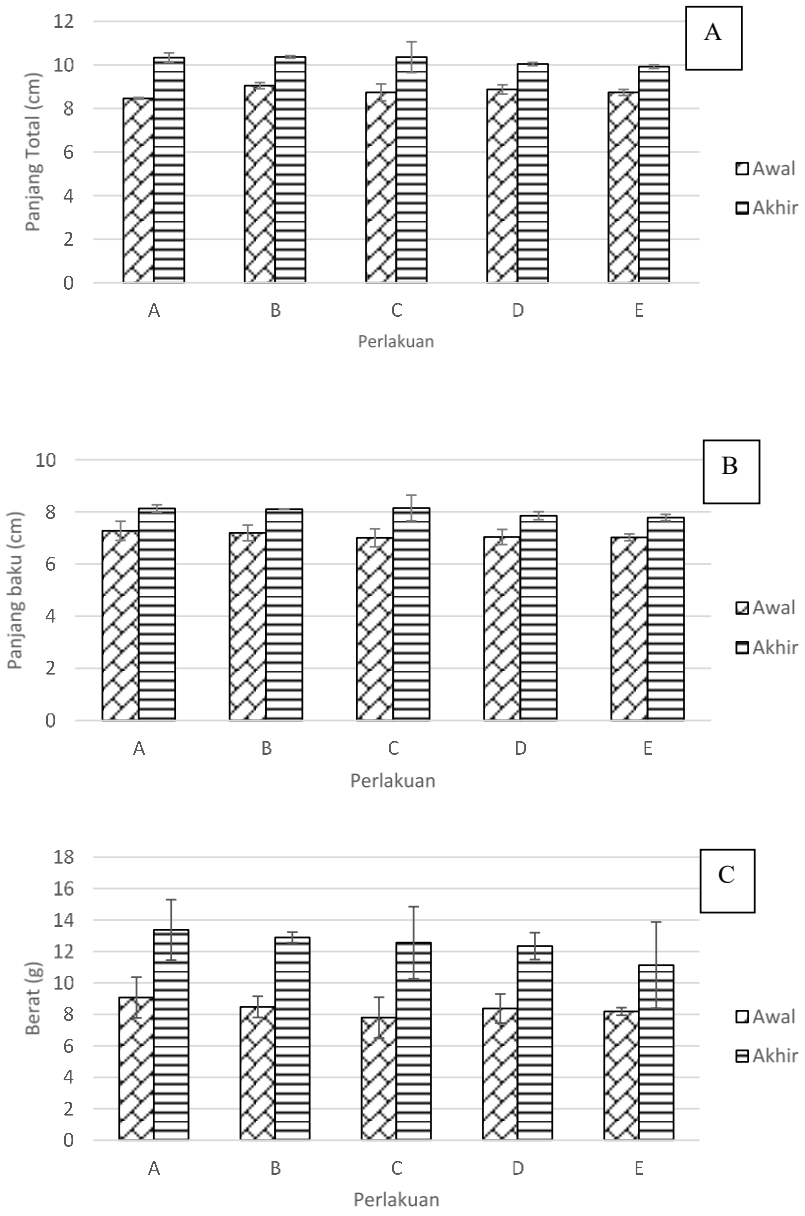
Analisis data dilakukan dengan cara data ditabulasi dengan menggunakan Ms. Excel dan dituliskan dalam bentuk rerata dengan simpangan baku. Semua data dianalisis secara deskriptif. Hasil analisis semua komponen pengamatan kemudian diurutkan dari nilai tertinggi yang diberi angka 1 (satu) hingga terendah yang diberi angka 5 (lima).

Hasil

Pengaruh pemberian pakan kombinasi antara pakan komersial (pelet) dan Lemna terhadap pertumbuhan ikan nilem diamati melalui pertumbuhan panjang (panjang total dan panjang baku) dan berat (Gambar 1). Berdasarkan Gambar 1 dapat diketahui bahwa ikan nilem pada perlakuan C (kombinasi 50% pakan komersial dan 50% Lemna) menghasilkan ukuran panjang total, panjang baku dan berat yang paling tinggi dibandingkan dengan perlakuan lainnya dan terendah pada perlakuan pakan D (kombinasi 25% pakan komersial dan 75% *Lemna*).

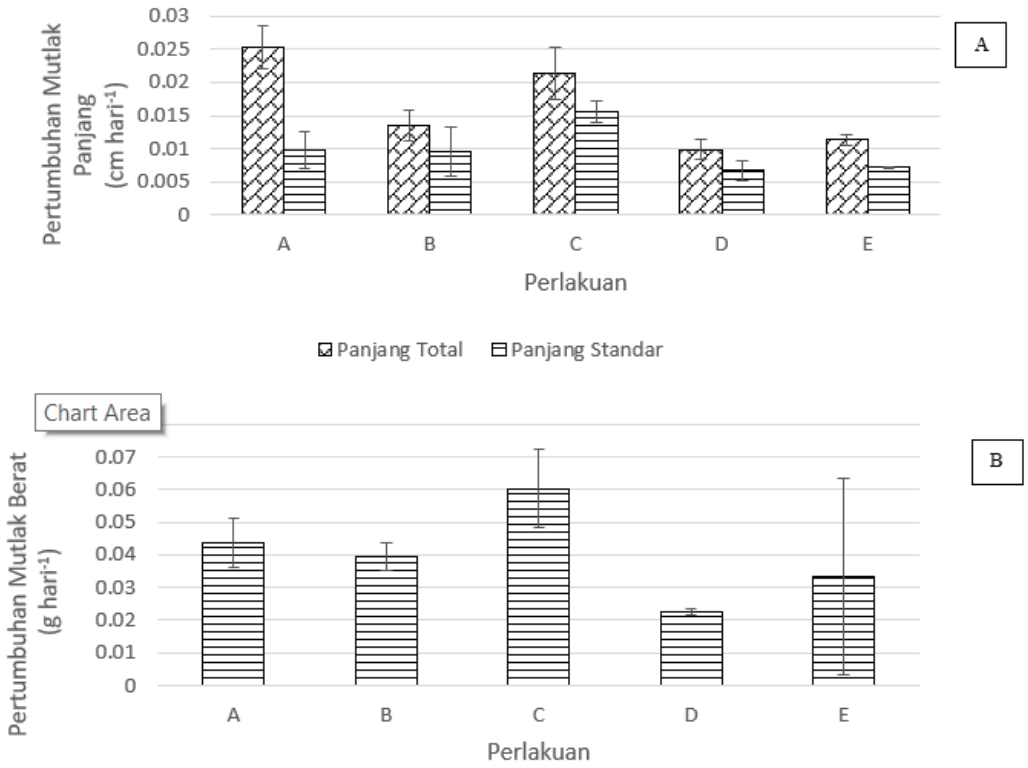
Sementara itu, pertumbuhan mutlak panjang (panjang total dan baku) dan berat ikan nilem selama masa pemeliharaan terlihat pada Gambar 2. Tampak bahwa pertumbuhan mutlak panjang total tertinggi terdapat pada perlakuan A (0,025±0,003 cm hari $^{-1}$), dan terendah pada perlakuan pakan D (0,009±0,001 cm hari^{-1}). Sementara itu, pertumbuhan mutlak panjang baku tertinggi terdapat pada perlakuan C (0,009±0,002 cm hari^{-1}), dan terendah pada perlakuan D (0,007±0,001 cm hari^{-1}). Pertumbuhan mutlak berat tertinggi selama perlakuan terdapat pada perlakuan C (0,060±0,011 g hari $^{-1}$, dan terendah pada perlakuan D (0,022±0,001 g hari $^{-1}$).

Laju pertumbuhan spesifik (LPS) ikan nilem selama masa pemeliharaan terlihat



Gambar 1 A) Rata-rata ukuran panjang total, B) panjang baku, dan C) berat ikan nilem (*O. vittatus*) dengan pemberian pakan kombinasi pelet dan Lemna (*L. perpusilla*). Keterangan perlakuan: A (kombinasi 100% pakan komersial dan 0% Lemna), B (kombinasi 75% pakan komersial dan 25% Lemna), C (kombinasi 50% pakan komersial dan 50% Lemna), D (kombinasi 25% pakan komersial dan 75% Lemna), dan E (kombinasi 0% pellet dan 100% Lemna).

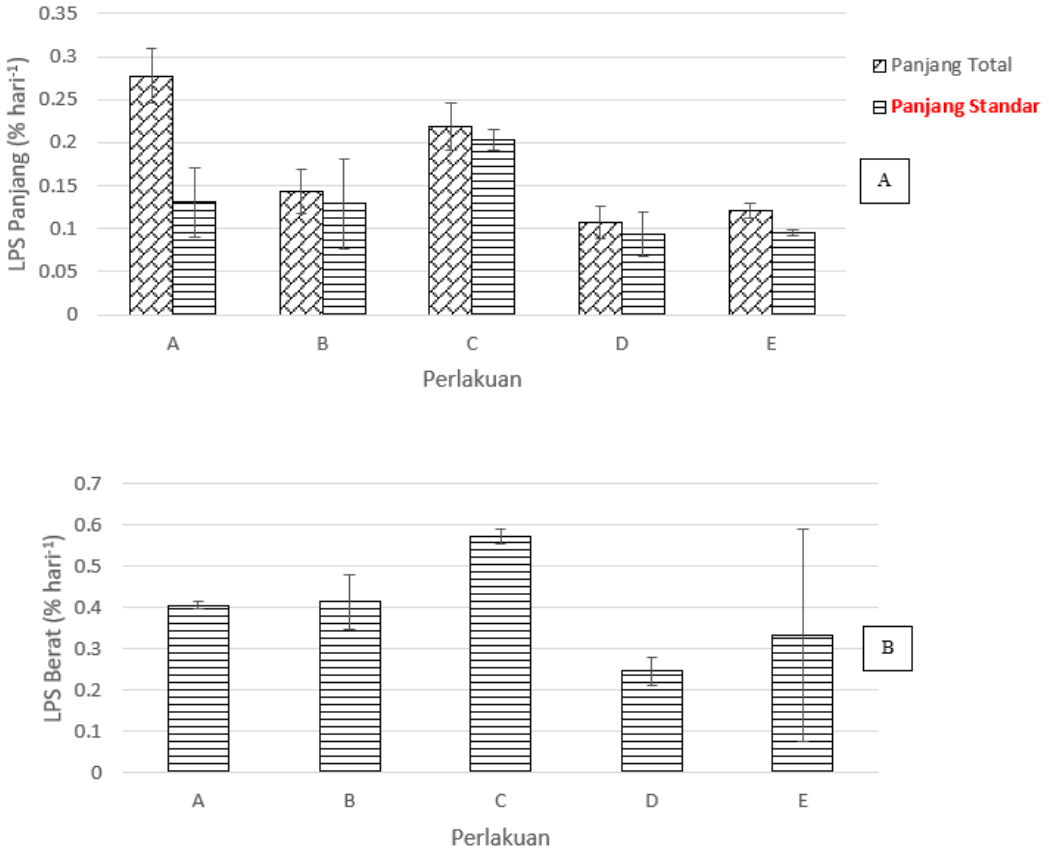
pada Gambar 3. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa perlakuan A memberikan nilai LPS panjang total yang paling tinggi (0,277±0,031% hari^{-1}) dibandingkan dengan perlakuan lainnya, dan terendah pada perlakuan E (0,120±0,008% hari $^{-1}$). Nilai LPS panjang baku ikan nilem tertinggi terdapat pada perlakuan C (0,202±0,011%/hari), dan terendah pada perlakuan D (0,093±0,025%



Gambar 2 A) Pertumbuhan mutlak panjang (panjang total dan baku) dan B) berat ikan nilem (*O. vittatus*) pada masing-masing pada akhir masa pemeliharaan. Keterangan: A (kombinasi 100% pakan komersial dan 0% Lemna), B (kombinasi 75% pakan komersial dan 25% Lemna), C (kombinasi 50% pakan komersial dan 50% Lemna), D (kombinasi 25% pakan komersial dan 75% Lemna), dan E (kombinasi 0% pellet dan 100% Lemna).

hari^{-1}). Sementara itu, LPS berat tertinggi terdapat pada perlakuan C (0,573±0,017% hari $^{-1}$), terendah pada perlakuan dan D (0,248±0,033% hari^{-1}).

Sintasan ikan nilem (Gambar 4) pada akhir masa pemeliharaan tertinggi terdapat pada perlakuan E (89,29±5,05 %), dan terendah pada perlakuan B (67,86±5,05%). Rangkuman hasil setiap komponen pengamatan pada tiap perlakuan yang ditunjukkan dari yang terrtinggi ke yang terendah disampaikan pada Tabel 3. Komponen pengamatan dengan urutan tertinggi diberi angka 1 (satu) dan urutan terendah diberi angka 5 (lima). Pada 10 komponen pengamatan, terlihat bahwa perlakuan C memiliki tujuh komponen pengamatan dengan urutan ke satu (tertinggi) dan sebanyak tiga komponen pengamatan berada pada urutan ke dua (Tabel 2).



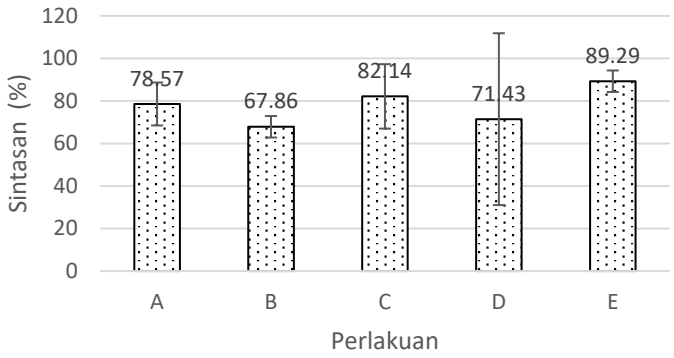
Gambar 3 A) Laju pertumbuhan spesifik (LPS) panjang (panjang total dan baku) dan B) berat ikan nilem (*O. vittatus*) pada masing-masing pada akhir masa pemeliharaan. Keterangan: A (kombinasi 100% pakan komersial dan 0% Lemna), B (kombinasi 75% pakan komersial dan 25% Lemna), C (kombinasi 50% pakan komersial dan 50% Lemna), D (kombinasi 25% pakan komersial dan 75% Lemna), dan E (kombinasi 0% pellet dan 100% Lemna).

Pembahasan

Peningkatan kebutuhan global akan pangan dari sektor akuakultur berimplikasi pada meningkatnya kebutuhan pakan serta telah menyebabkan peningkatan eksplorasi sumber-sumber alternatif bahan baku pakan sumber protein alternatif pengganti tepung ikan. Sumber protein nabati telah banyak diidentifikasi memiliki potensi yang cukup besar untuk digunakan sebagai bahan substitusi protein hewani dalam kegiatan akuakultur di antaranya berasal dari kelompok makrofita (Hassan & Edwards 1992, Bairagi *et al.* 2002, Zhou *et al* 2013, Chrismadha *et al.* 2014, Sulawesty *et al.* 2014).

Uji coba pemanfaatan *Lemna* (*L. Perpusilla*) dalam penelitian ini dilakukan melalui pemberian pakan kombinasi antara pakan komersial dan *Lemna* dengan perbandingan tertentu pada ikan nilem (*O. vittatus).*

Berdasarkan hasil penelitian diketahui bahwa ikan nilem yang diberi pakan kombinasi C (kombinasi 50% pakan komersial dan 50% Lemna) memiliki panjang total, panjang baku dan berat akhir (Gambar 1) yang paling tinggi. Sulawesty *et al.* (2014) melaporkan



Gambar 4 Sintasan ikan nilem (*O. vittatus*) dengan pemberian pakan kombinasi pelet dan Lemna (*L. perpusilla*) pada akhir masa pemeliharaan. Keterangan: A (kombinasi 100% pakan komersial dan 0% Lemna), B (kombinasi 75% pakan komersial dan 25% Lemna), C (kombinasi 50% pakan komersial dan 50% Lemna), D (kombinasi 25% pakan komersial dan 75% Lemna), dan E (kombinasi 0% pellet dan 100% Lemna).

Tabel 2 Urutan nilai komponen pengamatan dari tertinggi (1) hingga terendah (5) pada perlakuan kombinasi pakan

No.	Komponen pengamatan	Urutan nilai tertinggi (1) hingga terendah (5) pada perlakuan pakan				
		A	**B**	**C**	**D**	**E**
1	Ukuran panjang total akhir tertinggi (cm)	2	3	1	5	4
2	Ukuran panjang baku akhir tertinggi (cm)	2	4	1	5	3
3	Ukuran Berat akhir yang dicapai (g)	2	3	1	5	4
4	Pertumbuhan mutlak panjang total (cm hari^{-1})	1	3	2	5	4
5	Pertumbuhan mutlak panjang baku (cm hari^{-1})	2	4	1	5	3
6	Pertumbuhan mutlak berat (g hari^{-1})	2	3	1	5	4
7	Laju pertumbuhan spesifik panjang total (% hari-$^{-1}$)	1	3	2	4	5
8	Laju pertumbuhan spesifik panjang baku (% hari^{-1})	2	3	1	5	4
9	Laju pertumbuhan spesifik (LPS) berat (% hari^{-1})	3	2	1	5	4
10	Sintasan (%)	3	5	2	4	1

bahwa berat rata-rata dan nilai konversi pakan ikan mas yang diberi pakan campuran Lemna segar (bertutut-turut sebesar 162,7 g dan 2,00) lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan komersial saja (berturut-turut 108,9 g dan 3,34). Bairagi *et al.,* (2002) melaporkan bahwa ikan *Labeo rohita* yang diberi pakan mengandung Lemna dengan dosis berbeda (10, 20, 30, dan 40% w/w pakan) memiliki berat akhir yang tidak signifikan (antara 10,80-11,22 g/individu) jika dibandingkan dengan pakan kontrol (11,02 g/individu). Sementara itu, Tavares *et al.,* (2008) dalam tulisannya melaporkan bahwa berat akhir Tilapia yang diberi pakan komersial (21,6 g) dan pakan kombinasi

berupa 50% pakan komersial dan 50% Lemna kering (19,6 g) menunjukkan hasil yang tidak signifikan, namun menunjukkan hasil yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan yang diberi pakan Lemna saja (14,4 g).

Pertumbuhan mutlak panjang baku dan berat (Gambar 2), serta nilai LPS panjang baku dan berat) tertinggi juga diperoleh pada ikan yang diberi pakan kombinasi C. Beberapa penelitian terkait kinerja pertumbuhan ikan nilem dalam sistem budidaya telah dilaporkan. Hasil penelitian Nurkarina (2013) terhadap ikan nilem yang dipelihara pada sistem IMTA (*Integrated Multitophic Aquaculture*) selama 72 hari dengan kepadatan 50 ekor/m^2 menunjukkan bahwa sintasan ikan nilem dapat mencapai 90,29% dengan laju pertumbuhan harian, pertumbuhan panjang mutlak dan bobot mutlak berturut-turut adalah 1.47%; 2,68 cm; 4,24 g. Sementara itu, Omang *et al.* (2017) melaporkan bahwa pertumbuhan bobot mutlak (1,12-1,42 g), panjang mutlak (1,97-2,25 cm), laju pertumbuhan harian (4,93-5,61 %) dan sintasan ikan nilem yang dipelihara di happa dengan menggunakan pakan komersial pada kepadatan 50, 100, 150 ekor/m^3 menunjukkan hasil yang tidak berbeda. Beberapa penelitian telah mengungkapkan pemanfaatan *Lemna* sebagai pakan ikan. Hasil penelitian Sulawesty *et al.* (2014) mendapatkan bahwa rerata berat ikan mas dengan pakan 1,5% pelet ditambah pakan tumbuhan Lemna sebanyak 50% dalam sistem resirkulasi lebih baik daripada ikan mas yang hanya diberi pelet saja yaitu dengan nilai LPS masing-masing 2,00±0,09% dan 1,75±0,03%. Hasil penelitian Said *et al* (2016b) terhadap ikan nila yang diberi pakan 75% *Lemna* dan 25% pakan komersial dalam suatu sistem budidaya terintegrasi selama 72 hari dengan kepadatan 50 individu/m^2 mendapatkan pertumbuhan (LPS) berat ikan nila merah sebesar 2,70%. Ikan nila pada sistem pemeliharaan yang umum dengan pemberikan pakan komersial mencapai LPS dalam kisaran 1,76-3,16% $hari^{-1}$ (Putra *et al.* 2011) dan 1,76-2,45% (Diansari *et al.* 2013). Bairagi *et al.* (2002) melaporkan pola yang sama bahwa ikan *Labeo rohita* yang diberi pakan mengandung *Lemna* pada dosis 10, 20, 30% w/w memiliki nilai LPS yang lebih tinggi (berturut-turut 0,935; 0,931; 0,931 %/hari) jika dibandingkan dengan pakan kontrol tanpa penambahan *Lemna* (0,905 %/hari). Goswami *et al.* (2020) menyebutkan bahwa ikan *Labeo rohita* yang diberi tambahan *Lemna* dalam pakannya memiliki berat akhir, *weight gain* dan LPS (berturut-turut 22,45 g; 110,60%, 0,83%) yang signifikan lebih tinggi dibandingkan dengan ikan yang diberi pakan mengandung tepung ikan saja (berturut-turut 20,89 g; 96%, 0,75%). Pada penelitian ini pemberian pakan dengan kombinasi 50% pakan komersial dan 50% pakan *Lemna* menghasilkan nilai tertinggi pada tujuh komponen pengamatan dari 10 komponen yang diamati (Tabel 2).

Sintasan ikan nilem (Gambar 4) dalam penelitian ini yang tertinggi dicapai pada perlakuan pakan E dengan 100% Lemna (89,29±5,05 %), diikuti oleh pakan C dengan kombinasi 50% pakan komersial dan 50%

Lemna (82,14±15,15%), sementara sintasan ikan nilem yang diberi 100% pakan komersial lebih rendah (78,57±10,10%) dibanding keduanya. Hasil penelitian Sulawesty *et al.* (2014) menunjukkan bahwa sintasan ikan mas yang diberi pakan komersial sebanyak 1,5% ditambah pakan tumbuhan *Lemna* sebanyak 50% lebih tinggi daripada ikan mas yang hanya diberi pelet saja. Goswami *et al.* (2020) juga melaporkan bahwa ikan *L. rohita* yang diberi tambahan berbagai jenis makrofita (*L. minor*, *Salvania molesta*, *Terminalia catappa*) dalam pakannya memiliki sintasan yang sama antara perlakuan dan pakan kontrol (*fishmeal*).

Kemampuan *Lemna* untuk dapat dimanfaatkan sebagai sumber pakan nabati dalam mendukung pertumbuhan ikan diduga dapat dipengaruhi oleh profil nutrien seperti asam amino dan asam lemak yang dimilikinya. Asam amino dan asam lemak diketahui merupakan nutrien yang mempengaruhi pertumbuhan ikan (Cowey 1994; Zupan *et al,* 2016). Hasil penelitian Goswami *et al.* (2020) menyebutkan bahwa penambahan *Lemna* pada formulasi pakan dapat menghasilkan asam amino esensial seperti arginin, lisin, leusin, fenilalanin dan valine dengan nilai yang cukup tinggi untuk pertumbuhan ikan. Sementara kelompok *Lemna* lain seperti *L. paucicostata* memiliki kandungan asam amino setara dengan kandungan asam amino dari tepung darah, kedelai, dan biji kapas, bahkan dilaporkan lebih tinggi dibandingkan dengan tepung kacang tanah (Mbagwu & Adenji 1988). Asam amino esensial seperti lisin, leusin, fenilalanine, valin (berturut-turut 2,683; 4,132; 2,571; 2,664 g/100 g berat kering) dan asam amino non esensial seperti arginin, asparatat, dan asam glutamat (berturut-turut 3,060; 3,714; 6,427 g/100 g berat kering) juga dilaporkan terdapat dalam *L. minor* (Chakrabarti *et al.* 2018). Chakrabarti *et al.* (2018) juga menemukan bahwa *L. minor* juga mengandung asam amino non-proteinogenik seperti *taurine, citrulline, hydroxyproline* dan *sarcosine* sehingga dapat meningkatkan nilai gizi jika digunakan sebagai bahan baku pakan. Mukherjee *et al.* (2010) menyebutkan bahwa beberapa tumbuhan air (*Salvinia cuculata, Trapa natans, Lemna minor* dan *Ipomoea reptans*) memiliki potensi untuk digunakan sebagai sumber *neutraceutical* dalam pakan ikan karena mengandung persentase asam lemak tak jenuh (*unsaturated fatty acids*) terutama PUFA (*polyunsaturated fatty acids*) yang lebih tinggi dibandingkan dengan asam lemak jenuh.

Selain kandungan nutrien yang terdapat dalam pakan yang diberikan, kemampuan fisiologi enzimatik pada ikan juga memberikan peran penting dalam mendukung pertumbuhan ikan. Hal ini disebabkan profil enzimatik sistem pencernaan ikan akan mempengaruhi secara langsung pada tingkat kecernaan pakan yang akan berpengaruh terhadap pertumbuhan ikan (Zhou *et al.* 2013; Montoya-Martinez *et al.* 2018; Ranjan *et al.* 2018; Yunida *et al.* 2019). Yunida *et al.* (2019) melaporkan substrat protein dan karbohidrat dalam pakan adalah faktor yang

sangat mempengaruhi aktivitas enzim protease dan amilase pada ikan, termasuk ikan nilem. Penelitiannya melaporkan bahwa ikan nilem memiliki berbagai enzim pencernaan seperti amilase, protease dan lipase. Aktivitas amilase dan protease ikan nilem yang diberi pakan *Spirulina platensis* tertinggi diketahui terdapat pada lambung dan usus bagian depan (*proximal intestine*). Amilase merupakan enzim yang berperan dalam memecah karbohidrat menjadi molekul sederhana, protease bekerja memecah protein menjadi asam amino, sedangkan lipase berperan dalam menghidrolisis lemak (Kawai & Ikeda 1972). Pola aktivitas enzim pencernaan pada ikan berkorelasi dengan kebiasaan makan dan kapasitas pencernaan (Candiotto *et al.* 2018). Hal ini mendukung fakta bahwa kebiasaan makan ikan nilem sebagai herbivora dengan kecenderungan pemakan plankton diduga turut berperan dalam menentukan keberadaan dan aktivitas berbagai enzim pencernaan di dalam saluran pencernaannya bahwa keberadaan enzim tersebut diduga membantu proses kecernaan *Lemna* yang merupakan jenis tumbuhan makrofita yang umumnya sulit dicerna terutama oleh kelompok ikan selain herbivora.

Simpulan

Ikan nilem (*Osteochilus vittatus*) mampu tumbuh dengan menggunakan pakan tumbuhan air (*Lemna perpussila*). Ikan nilem pada perlakuan C yaitu kombinasi pakan komersial dengan Lemna masing-masing 50% menghasilkan pertumbuhan panjang total dan berat, pertumbuhan mutlak, dan pertumbuhan spesifik yang paling tinggi. Sintasan ikan nilem tertinggi sebesar 89,29% berlangsung pada perlakuan pakan E (100% *Lemna*). Tumbuhan *Lemna* mampu mendukung pertumbuhan ikan nilem tanpa pemberian pakan komersial. Hasil yang diperoleh ini memberikan konfirmasi potensi tumbuhan air *Lemna* sebagai pakan alternatif pada budidaya ikan nilem.

Persantunan

Penelitian ini berlangsung atas biaya dana APBN DIPA Pusat Penelitian Limnologi-LIPI 2016-2017 yang berjudul ”Pengembangan Teknologi Pemanfaatan Biodiversitas Perairan Darat”. Terima kasih pada Dr. Sekar Larashati, Saudara Sahroni yang banyak membantu dan Dr. Haryono, Pusat Penelitian Biologi-LIPI yang telah banyak membantu dalam mengidentifikasi bahan penelitian ini.

Daftar pustaka

Bairagi A, Ghosh KS, Sen SK, Ray AK. 2002. Duckweed (*Lemna polyrhiza*) leaf meal as a source of feedstuff in formulated diets for rohu (*Labeo rohita* Ham.) fingerlings after fermentation with a fish intestinal bacterium. *Bioresource Technology*, 85(1): 17–24.

Candiotto FB, Freitas-Júnior ACV, Neri RCA, Bezerra RS, Rodrigues RV, Sampaio LA, Tesser MB. 2018. Characterization of digestive enzymes from captive Brazilian flounder *Paralichthys orbignyanus*. *Brazilian Journal of Biology*, 78(2): 281−288.

Chakrabarti R, Clark WD, Sharma JG, Goswami RK, Shrivastav AK, Tocher

DR. 2018. Mass production of *Lemna minor* and its amino acid and fatty acid profiles. *Frontiers in Chemistry*, 6: 479.

Chrismadha T, Sulawesty F, Awalina, Mardiati Y, Mulyana E, Widoretno MR. 2014. Phytotechnology application for enhancing water conservation: Use of minute duckweed (*Lemna perpusilla*) for phytoremediator and alternative feed in a water closed recirculation aquaculture. *Proceedings* International Conference on Ecohydrology (ICE) Yogyakarta, 10 − 12 November 2014: 153−166.

Chrismadha T, Sulawesty F, Awalina, Yoga GP, Mardiati Y. 2013. Pemanfaatan lemna (*Lemna perpusilla* Torr.) pada budidaya perikanan sistem aliran tertutup: produktivitas, nutrisi dan kinerja fitoremediasi. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 39(2): 199−208.

Chrismadha T. 2014. Pemanfaatan lemna *(Lemna perpusilla* Torr) sebagai sumber pakan alami dan agen fitoremediasi untuk mendukung usaha perikanan budidaya yang murah dan ramah lingkungan. *Laporan Akhir* Kegiatan Kompetitif 2014. Pusat Penelitian Limnologi-LIPI, Pusat Penelitian Biologi – LIPI, Bogor 43 halaman

Cowey CB. 1994. Amino acid requirements of fish: a critical appraisal of present values. *Aquaculture*,124(1-4): 1–11.

Diansari RVRR, Arini E, Elfitasari T. 2013. Pengaruh kepadatan yang berbeda terhadap kelulushidupan dan pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada sistem resirkulasi dengan filter zeolit. *Journal of Aquaculture Management and Technology*, 2(3): 37−45.

Gaigher IG, Porath D, Granoth G. 1984. Evaluation of duckweed (*Lemna gibba*) as feed for tilapia (*Oreochromis niloticus* x *O. aureus*) in a recirculating unit. *Aquaculture* 41 (3): 235−244.

Goswami RK, Shrivastav AK, Sharma JG, Tocher DR, Chakrabarti R. 2020. Growth and digestive enzyme activities of rohu *Labeo rohita* fed diets containing macrophytes and almond oil-cake. *Animal Feed Science and Technology* 263(9): 114456

Hasan MR, Chakrarbarti R. 2009. Use of algae and aquatic macrophytes as feed in small scale aquaculture: A review. *FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper*, 531: 123 p

Hassan MS, Edwards P. 1992. Evaluation of duckweed (*Lemna perpusilla* and *Spirodela polyrrhiza*) as feed for Nile tilapia (*Oreochromis niloticus*). *Aquaculture*, 104(3-4): 315−326.

Kaban S, Armanto ME, Ridho MR, Hariani PL, Utomo AD. 2019. Growth pattern, reproduction and food habit of palau fish *Osteochilus vittatus* in Batanghari River, Jambi Province, Indonesia. *Proceedings* IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 348: 012015.

Kawai SI, Ikeda S. 1972. Studies on digestive enzymes of fishes-II. Effect of dietary change on the activities of digestive enzymes in carp intestine. *Bulletin of the Japanese Society of Scientific Fisheries*, 38(3): 265−270.

Kottelat, M, Whitten AJ, Kartikasari SN, Wirjoatmodjo S. 1993. *Ikan Air Tawar Indonesia Bagian Barat dan Sulawesi*. Pariplus Edition (HK) Ltd. 293 p.

Leng RA, Stambolie JH, Bell R. 1995. Duckweed - a potential high-protein feed resource for domestic animals and fish. *Livestock Research for Rural Development*, 7(1): 1-11.

Lugert V, Thaller G, Tetens J, Schulz1 C, Krieter J. 2014. A review on fish growth calculation: multiple functions in fish production and their specific application. *Reviews in Aquaculture,* 6(1): 1–13.

Mbagwu IG, Adenji HA. 1988. The nutritional content of duckweed (*Lemna paucicostata* Hegelm.) in the Kainji Lake area, Nigeria. *Aquatic Botany*, 29(4): 357–366.

Montoya-Martínez C, Nolasco-Soria H, Vega-Villasante F, Carrillo-Farnés O, Álvarez-González A, Civera-Cerecedo R. 2018. In vitro protein digestibility of animal, vegetal and microbial feed ingredients for *Macrobrachium tenellum*. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 46(3): 495−501.

Mukherjee AK, Kalita P, Unni BG, Wann SB, Saikia D., Mukhopadhyay PK. 2010. Fatty acid composition of four potential aquatic weeds and their possible use as fish-feed neutraceuticals. *Food Chemistry*, 123(4): 1252–1254.

Mulyasari, Soelistyowati DT, Kristanto AH, Kusmini, II. 2010. Karakteristik genetik enam populasi ikan nilem (*Osteochilus hasselti*) di Jawa Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 5(2): 175−182.

Nurkarina R. 2013. Kualitas media budidaya dan produksi ikan nilem *Osteochilus hasselti* yang dipelihara pada sistem IMTA (*Integrated Multi-Trophic Aquaculture*) dengan kepadatan berbeda. *Skripsi*. Departemen Budidaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. 21 p.

Omang, Mumpuni, FS, Muarif. 2017. Pengaruh padat tebar terhadap pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nilem ukuran 2-3 cm yang dipelihara dalam happa di kolam. *Jurnal Mina Sains*, 3(1): 39−46.

Putra I, Setiyanto, Wahyuningrum D. 2011. Pertumbuhan dan kelangsungan hidup ikan nila *Oreochromis niloticus* dalam sistem resirkulasi. *Jurnal Perikanan dan Kelautan*, 16(1): 56−63.

Ranjan A, Sahu, NP, Deo AD, Kumar S. 2018. Comparative growth performance, *in vivo* digestibility and enzyme activities of labeo rohita fed with dorb based formulated diet and commercial carp feed. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 18(9): 1025−1036.

Said DS, Chrismadha T, Triyanto, Agung P. Paramitha IGA, Waluyo A, Sahroni. 2016a. Penampilan pertumbuhan ikan lele (*Clarias* sp.) pada sistem budidaya multitrofik. *In* G S. Haryani, C. Henny, Lukman, M. Fakhrudin, T. Chrismadha, L. Subehi, S. Larashati (editor). *Prosiding Pertemuan Ilmiah Tahunan* Masyarakat Limnologi Indonesia 2015 375−387

Said DS, Chrismadha T, Triyanto, Waluyo A. 2016b. Implementasi teknologi budidaya terpadu multitrofik untuk produksi ikan konsumsi. Studi Kasus di Desa Ligarmukti, Kabupaten Bogor. *In* HM. Astro, T Rahman, A. Rahayuningtyas, IF. Apriyanto, L. Ratnawati, T. Mutakin (editor). *Prosiding* Konferensi dan Seminar Nasional Teknologi Tepat Guna KSNTTG III Tahun 2016, Surakarta Jawa Tengah 11-12 Agustus 2016, pp: 115−130.

Said DS, Mayasari N, Chrismadha T. 2020a. Potential of endemic and native fish from Maninjau Lake, West Sumatra, Indonesia as a nutritional source. *Ecology, Environment and Conservation Journal Papers* 26 (June Suppl. Issue) : 2020; pp. (S20-S25) Copyright@ EM International ISSN 0971–765X

Said, DS, Chrismadha T, Mayasari N, Badjoeri M. 2020b. Integrated multitrophic aquaculture in Maninjau Lake: converting eutrophic water into fish meal. *Proceeding of International Conference on Tropical Limnology 2019* IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science 535 (2020) 012006 IOP Publishing doi:10.1088/1755-1315/535/1/012006.

Sulawesty F, Chrismadha T, Mulyana E. 2014. Laju pertumbuhan ikan mas (*Cyprinus carpio* L) dengan pemberian pakan lemna (*Lemna perpusilla* Torr) segar pada kolam sistem aliran tertutup. *Limnotek* , 21(2): 177−184

Syandri H. 2004. Penggunaan ikan nilem (*Osteochilus haselti* CV) dan ikan tawes (*Puntius javanicus* CV) sebagai agen hayati pembersih perairan Danau Maninjau, Sumatera Barat. *Jurnal Natur Indonesia*, 6(2): 87−90.

Takeuchi T. 1988. Laboratory work-chemical evaluation of dietary nutrients. *In*: Watanabe T. (Editor). *Fish Nutrition and Mariculture*. JICA, Tokyo University Fish. p. 179−229.

Tavares FA, Rodrigues JBR, Fracalossi DM, Esquivel J, Roubach R. 2008. Dried duckweed and commercial feed promote adequate growth performance of tilapia fingerlings. *Biotemas*, 21(3): 91−97.

Yunida R, Sukardi P, Simanjuntak SBI. 2019. Digestive enzyme activities of osteochilus vittatus with *Spirulina platensis* feed supplementation in biofloc system. *Biosaintifika*, 11(3): 369−376.

Zhou Y, Yuan X, Liang XF, Fang L, Li J, Guo X, Bai X, He S. 2013. Enhancement of growth and intestinal flora in grass carp: The effect of exogenous cellulase. *Aquaculture*, 416–417: 1–7.

Zupan B, Ljubojevic D, Pelic M, Cirkovic M, Dordevic V, Bogut, I. 2016. Common carp response to the different concentration of linseed oil in diet. *Slovenian Veterinary Research* 53(1): 19−28.

Biologi reproduksi ikan terbang, *Cheilopogon abei* Parin, 1996 di perairan Selat Geser Seram Timur

[Reproduction biology of Abe's flyingfish, *Cheilopogon abei* Parin, 1996 in Geser East Seram Strait Waters]

Friesland Tuapetel

Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Pattimura Maluku Indonesia
Jl. Mr. Chr. Soplanit Kampus Poka, Ambon 97233
Surel: friesland.tuapetel@fpik.unpatti.ac.id

Diterima: 27 Oktober 2020; Disetujui: 31 Mei 2021

Abstrak

Informasi ekobiologi ikan terbang *Cheilopogon abei* di peraian Selat Geser belum pernah ada. Penelitian ini bertujuan untuk mengungkap nisbah kelamin, ukuran ikan pertama mijah, tingkat dan indeks kematangan gonad serta fekunditas ikan terbang di Selat Geser Seram Timur. Pengambilan sampel dilakukan selama sepuluh bulan mulai Februari sampai Nopember 2018, dengan menggunakan jaring insang berukuran 1,50 inci. Semua contoh ikan diukur panjang serta ditimbang bobotnya lalu dibedah untuk melakukan pengamatan terhadap tingkat kematangan gonad serta jumlah telur pada ikan betina. Sebanyak 682 ikan terbang ditemukan selama penelitian dengan kisaran panjang cagak 182,6-243,3 mm dan bobot 73,98-115,45 g. Hasil analisis menunjukkan bahwa proporsi jumlah ikan jantan lebih sedikit daripada ikan betina hampir pada setiap bulan pengamatan. Ukuran kali pertama matang gonad ikan jantan dan betina ialah 210,5 mm dan 214,1 mm FL. Indeks kematangan gonad ikan jantan berkisar antara 0.963–7,967 dan ikan betina antara 1,315–8,069, fekunditas totalnya yakni 2321-9438 butir. Ikan yang matang gonad ditemukan pada setiap bulan pengamatan. Puncak pemijahan *C. abei* berlangsung pada bulan Juni-Juli dan diharapkan tidak ada penangkapan pada kedua bulan tersebut, untuk menjamin keberlanjutan stoknya.

Kata penting: *Cheilopogon abei,* fekunditas, kematangan gonad, pemijahan.

Abstract

Eco-biological information of *Cheilopogon abei* in Geser Streit is unknown. The objective of this research is to observe the sex ratio, first size maturity, gonad maturity and gonado somatic index (GSI) with fecundity of flying fish *Ch abei* in Geser East Seram Strait waters. Sampling was done for ten months started from February to November 2018, using gill net measuring 1.50 inch. All fish samples were measured in fork length and weighted so dissected to make observations on the level of gonad maturity and the number of eggs in female fish. A total of 682 flying fish was found during the study with a fork length range of 182.6-243.3 mm and a weight of 73.98-115.45 g. The results of the analysis showed that the proportion of the number of male fish was less than that of the female fish for almost every month of observation. The first size gonad mature of male and female is 210.5 mm and 214.1 mm FL. The gonad maturity index of male fish ranges from 0,963-7,967 and female fish ranges 1,315-8,069, the total fecundity is 2321-9438 eggs. Gonads of ripe fish in each month of observation. The spawning peak of *Ch abei* takes place in June-July and it is hoped that no arrests will be made in both months, to ensure the sustainability of the stock.

Keywords: *Cheilopogon abei,* fecundity, gonad maturity, spawning.

Pendahuluan

Ikan terbang *Cheilopogon abei* tergolong dalam famili Exocoetidae (Parin 1999, Lewallen *et al.* 2011), ikan ini tersebar di daerah sub tropis (Parin 1999, Lewallen *et al.* 2017) dan tropis (Parin 1996), hidup di permukaan perairan pantai (Sundaram 2010) dan lepas pantai (Parin & Sundaram 2011, Emperua *et*

al. 2017) serta bersifat oseanik (Parin 1970, Oxenford *et al* 1995). Perairan tropis seperti di Indonesia, ikan *Cheilopogon abei* ditemukan di Selat Makassar dan Laut Flores (Ali *et al.* 2004, Syahailatua 2004, Syahailatua *et al.* 2006, Indrayani *et al.* 2020), perairan Pulau Ambon (Hutubessy & Syahailatua, 2010) dan Laut Seram (Tuapetel *et al.* 2015).

Ikan *Cheilopogon abei* mempunyai keunikan pada sirip dada yang besar dan berwarna kuning (Gambar 1) sehingga dikenal dengan ikan terbang sayap kuning (Ali *et al.* 2004, Tuapetel *et al.* 2015). Beberapa penelitian terkait ikan terbang diantaranya, untuk bertahan hidup spesies ini memiliki adaptasi khusus (Lewallen 2012), tergolong ikan yang bernilai ekonomis penting (Sri & Kamlasi 2019), memiliki habitat yang luas (Lewallen *et al.* 2011), dan topologi yang beragam (Chang *et al.* 2012). Kondisi oseanografis berperan penting dalam distribusi dan kelimpahanya (Randall *et al.* 2015) terutama suhu permukaan laut (Lewallen *et al.* 2018). Meskipun berbagai penelitian terkait ikan *C. abei* telah diteliti, seperti morfologi (Parin 1996) dan warnanya (Parin & Sundaram 2011), namun kajian aspek biologi reproduksinya belum ada.

Memang aspek biologi reproduksi ikan terbang (Exocoetidae) beberapa spesies telah dikaji pada beragam perairan diantaranya *Hyrundichthys oxycephalus* (Nessa *et al.* 1977, Ali 1981, Nessa *et al.* 1992, Ali 2005, Ali *et al.* 2005, Herawati *et al.* 2005, Ferdiansyah & Syahailatua 2010, Tuapetel 2015, Tuapetel *et al.* 2017, Ali 2019), *Hyrundichthys affinis* (Khokiattiwong *et al.* 2000, Oliveira *et al.* 2015), *Cypselurus spilopterus* (Peristiwady *et al.* 1991, Andamari & Zubaidi 1994, Bataragoa 1998, Syam *et al.* 2004), *Cypselurus naressi* (Andrianov & Laksaminaraina 1995, Nguyen *et al.* 2016), *Parexocoetus mento* (Ferdiansyah & Syahailatua 2010), dan *Parexocoetus brachypterus* (Stevens *et al.* 2013). Selanjutnya *Cheilopogon suttoni* (Andrianov & Lakshminaraina 1995), *Cheilopogon cyanopterus* (Makatipu & Syahailatua 2005, Ferdiansyah & Syahailatua 2010), *Cheilopogon spilopterus* (Syahailatua *et al.* 2008), *Cheilopogon melanurus* (Casazza *et al.* 2005), dan *Cheilopogon katoptron* (Armanto 2012), sedangkan ikan *Cheilopogon abei* belum dilaporkan, padahal spesies ini merupakan salah satu jenis yang mendominasi hasil tangkapan nelayan serta dijumpai hampir sepanjang tahun (Tuapetel *et al.* 2015), sehingga informasi biologi reproduksinya sangat penting dalam pengelolaan sumber daya perikanan.

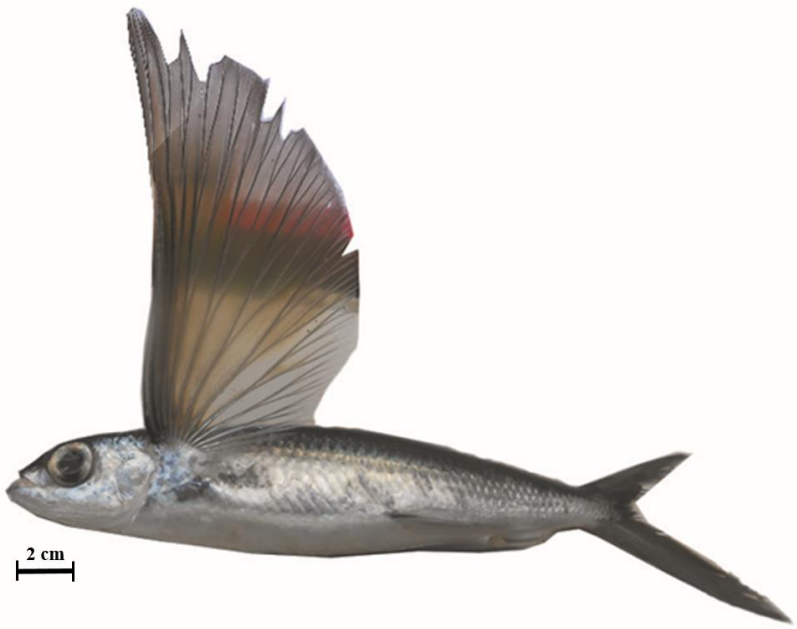
Selat Geser dipilih karena selat ini merupakan penghubung antara Laut Seram dan Laut Banda yang sangat kaya akan nutrien (Ratnawati *et al.* 2016) dan memiliki suhu yang beragam pada setiap musim (Mulyadi & Lekalette 2020). Kaitan antara kondisi perairan Selat Geser dihubungkan dengan biologi reproduksi merupakan aspek menarik untuk dikaji, sehingga penelitian ini bertujuan untuk mengungkapkan nisbah kelamin, ukuran ikan kali pertama matang gonad, tingkat kematangan gonad, indeks kematangan

gonad, dan fekunditas ikan *Cheilopogon abei* di Selat Geser selama satu musim penangkapan.

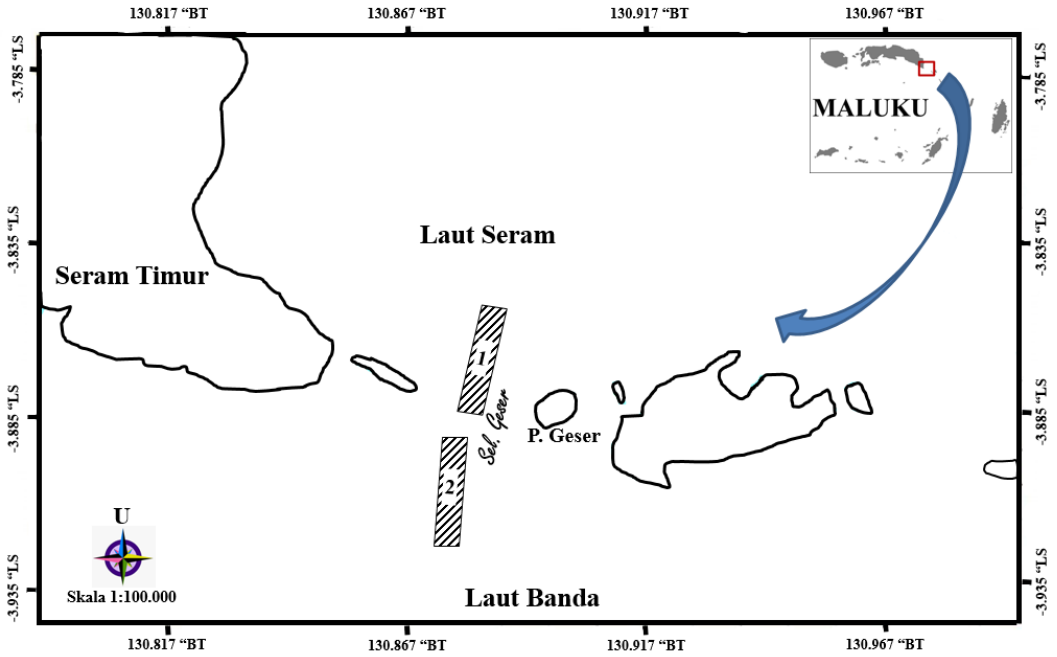
Bahan dan metode

Waktu dan lokasi

Penelitian ini dilaksanakan dari bulan Februari hingga November 2018 di perairan Selat Geser Seram Timur Maluku. Pengam-



Gambar 1 Ikan terbang *Cheilopogon abei* di Selat Geser (Sumber: dokumentasi pribadi).



Gambar 2 Lokasi pengambilan sampel ikan di Selat Geser, 1 stasiun Seram; 2 stasiun Banda.

bilan contoh ikan dilakukan di dua lokasi, yaitu stasiun Seram dan stasiun Banda (Gambar 2).

Pengambilan contoh dan pengumpulan data

Jaring insang hanyut (*drift gillnet*) dengan mata jaring 1,5 inci dengan panjang 100 m dan tinggi 2 m dipasang pada sore hari (17.30 WIT) dan dibiarkan hanyut sekitar dua jam bersama perahu nelayan. Jaring insang dipasang pada waktu yang bersamaan, di dua lokasi yang dibantu dengan dua tim nelayan, periode pengambilan sampel dua kali sebulan, selama sepuluh bulan. Contoh ikan kemudian diawetkan dengan formalin 5% dan dianalisis di laboratorium.

Ikan terbang diukur panjang cagak menggunakan caliper digital dengan ketelitian 0,1 mm dan ditimbang bobotnya dengan timbangan digital berketelitian 0,01 g. Contoh ikan kemudian dibedah untuk pengamatan jenis kelamin dan tingkat kematangan gonad (TKG) secara makroskopik. Penentuan tingkat kematangan gonad ikan terbang berdasarkan acuan pada Tabel 1. Setiap gonad ditimbang bobotnya dengan timbangan digital berketelitian 0,001 g. Penghitungan fekunditas menggunakan subsampel bobot gonad yang mewakili anterior, median, dan posterior. Sampel ikan diambil secara acak dari kelompok ikan betina TKG III dan IV.

Analisis data

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

Tabel 1 Tingkat kematangan gonad ikan terbang (Lewis *et al.* 1962, Tuapetel 2015)

TKG	Ovari	Testes
I Ikan muda	Gonad sangat kecil, seperti benang, putih, transparan.	Testes berwarna buram
II Mulai matang	Ovari berbentuk bulat, berwarna kuning muda, ova baru terlihat	Testes tebal, pipih, berwarna keputihan
III Matang	Ovari menggelembung, berukuran ± 30-60% dari rongga perut, berwarna kuning jelas terlihat.	Testes penuh, tebal, cembung, bentuk segitiga. Berukuran ± 25-50% dari rongga perut, warna putih makin jelas.
IV Mijah	Ovari berukuran penuh ± 60-90% dari rongga perut. butiran telur keluar dengan sedikit ditekan, berwarna kuning kemerahan	Testes berukuran penuh ± 50-85% dari rongga perut, cairan sperma keluar jika sedikit ditekan, berwarna putih kental.
V Salin	Ovari menyusut menjadi ± 5-30% dari rongga perut, terlihat pembuluh darah pada rongga perut, terdapat telur sisa berwarna kemerahan.	Testes menyusut menjadi ± 5-25% dari rongga perut, terlihat pembuluh darah dan tersisa sedikit cairan berwarna putih kental.

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

Keterangan:

NK = nisbah kelamin

J= ikan jantan (ekor)

B= ikan betina (ekor)

Keseimbangan jenis kelamin dianalisis menggunakan uji chi kuadrat dengan persamaan:

$$X^2=\sum_{i=1}^{n}\frac{(oi-ei)^2}{ei}$$

Keterangan:

oi = frekuensi ikan jantan dan betina yang teramati,

ei = frekuensi harapan ikan jantan dan betina dalam kondisi seimbang.

Untuk mendapatkan ukuran ikan kali pertama matang gonad dilakukan dengan memplotkan persentase ikan matang gonad dengan panjang cagak, panjang ikan minimal telah mencapai 50% dari ikan yang matang gonad (TKG III, IV, dan V) dan dinyatakan sebagai ukuran ikan kali pertama matang gonad (Marino *et al.* 2001, Siby *et al.* 2009, Ali 2019, Sudarno *et al.* 2020).

Indeks kematangan gonad ikan terbang di Selat Geser dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$IKG=\frac{Bg}{Bt}\ x\ 100$$

Keterangan:

IKG= Indeks kematangan gonad,

Bg= bobot gonad (gram),

Bt= bobot ikan (gram)

Fekunditas dihitung dengan cara gravimetrik (Effendie 2002) dengan persamaan:

$$F=\frac{G}{g}.x$$

Keterangan:

F = fekunditas,

x= jumlah telur dari sebagian gonad (butir),

G= bobot seluruh gonad (g),

g= bobot sebagian gonad (g).

Hubungan antara fekunditas mutlak dan panjang cagak menggunakan persamaan Ricker *in* Effendie (2002).

$$F = a\ L^{b}$$

Keterangan:

F= Fekunditas (butir),

L= Panjang (mm),

a dan b= konstanta

Fekunditas relatif yaitu jumlah telur ikan per bobot ikan (Kingdom & Allison 2011, Subhan *et al.* 2017, Jusmaldi *et al.* 2019, Hossen *et al*. 2019).

$$FR = F/W$$

Keterangan:

FR = fekunditas relatif,

F = fekunditas (butir),

W= bobot ikan (g)

Aspek biologi reproduksi ikan terbang perairan Selat Geser, dianalisis berdasarkan musim yang merupakan representasi dari kondisi perairan.

Hasil

Total contoh ikan terbang yang tertangkap sebanyak 682 ekor (Tabel 2). Jumlah contoh ikan terbanyak ditemukan pada bulan Juli (127 ekor), sedangkan yang paling

sedikit pada bulan Februari (18 ekor). Ukuran panjang cagak dan bobot ikan berkisar antara 182,6-243,3 mm dengan rata-rata 207,8 mm dan 73,98-115,45 gram dengan rata-rata 99,04 gram.

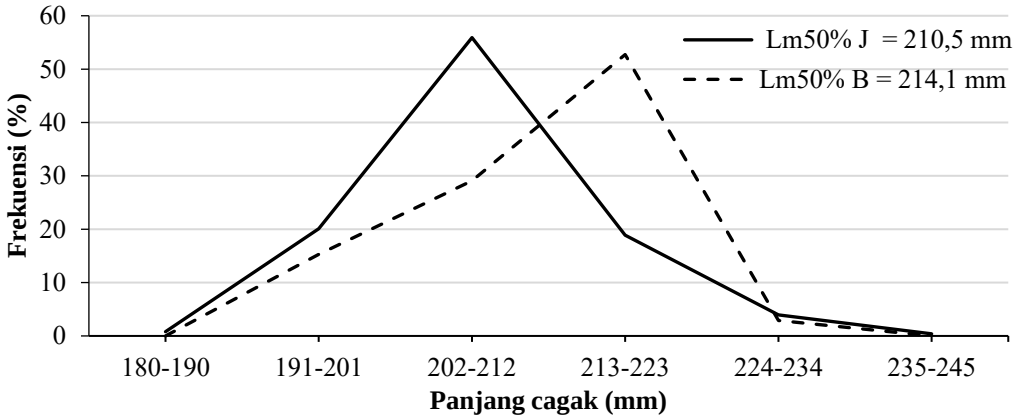
Tabel 2 Sebaran dan ukuran ikan terbang di Selat Geser pada Februari-November 2018

Bulan	Jumlah (ekor)	Panjang cagak (mm)		Bobot (gram)	
		Kisaran	Rata-rata	Kisaran	Rata-rata
Feb	18	182,6-201,6	192,2	78,46-99,53	91,38
Mar	45	198,7-218,3	209,3	98,21-115,15	105,48
Apr	55	199,2-220,4	209,5	97,45-115,45	105,93
Mei	76	194,6-225,5	212,8	97,36-113,90	106,28
Jun	120	195,6-243,3	210,3	81,46-104,93	90,33
Jul	127	201,6-225,2	214,6	80,72-100,59	93,55
Agu	104	197,5-219,3	207,3	97,17-115,34	104,71
Sep	71	192,4-223,5	211,1	97,53-112,83	105,93
Okt	44	194,6-218,2	209,5	97,04-113,48	104,02
Nov	22	186,5-238,5	201,5	73,98-102,16	82,82
Total	682	182,6-243,3	207,8	73,98-115,45	99,04

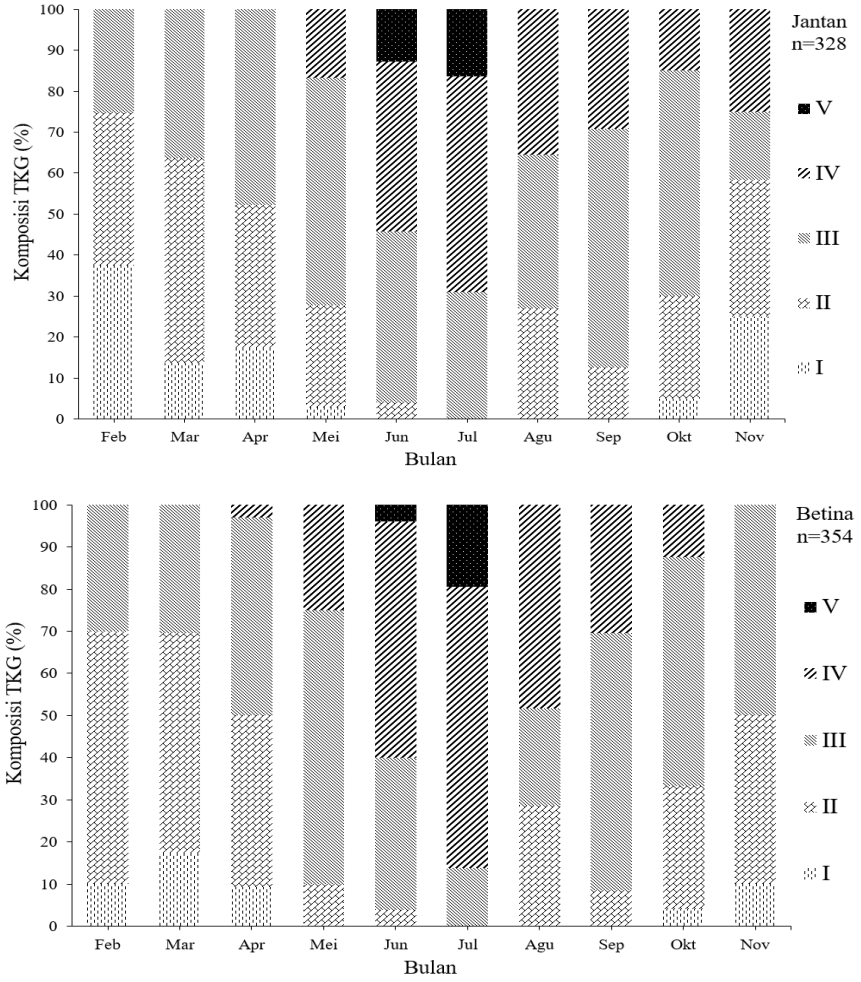
Tabel 3 Nisbah kelamin ikan terbang di Selat Geser pada Februari-November 2018.

Bulan	Jumlah (ekor)			Matang, mijah dan salin (ekor)		
	Jantan	Betina	NK	Jantan	Betina	NK
Februari	8	10	0,80	2	3	0,67
Maret	22	23	0,96	8	7	1,14
April	23	32	0,72	11	16	0,69
Mei	36	40	0,90	26	36	0,72
Juni	70	50	1,40	67	48	1,40
Juli	55	72	0,76	55	72	0,76
Agustus	48	56	0,86	35	40	0,88
September	34	37	0,92	31	32	0,97
Oktober	20	24	0,83	14	16	0,88
November	12	10	1,20	5	5	1,00
Total	328	354	0,93	254	275	0,92

NK = Nisbah Kelamin



Gambar 3 Persentase ukuran ikan kali pertama matang gonad ($Lm_{50\%}$) berdasarkan jenis kelamin.



Gambar 4 Komposisi tingkat kematangan gonad ikan terbang berdasarkan jenis kelamin.

Nisbah Kelamin

Jumlah ikan jantan dan betina yang ditemukan sebanyak 328 dan 354 ekor. Dari seluruh contoh ikan terbang yang tertangkap, ditemukan ikan jantan yang matang gonad sebanyak 254 ekor dan ikan betina sebanyak 275 ekor. Nisbah kelamin ikan terbang baik secara keseluruhan maupun ikan yang matang gonad sama yakni 0,9 (Tabel 3).

Ukuran ikan kali pertama matang gonad

Ukuran ikan kali pertama matang gonad ($Lm_{50\%}$) ikan terbang jantan ialah 210,5 mm pada kisaran panjang cagak 202-212 mm dan betina 214,1 mm kisaran 213-223 mm (Gambar 3).

Tingkat Kematangan gonad

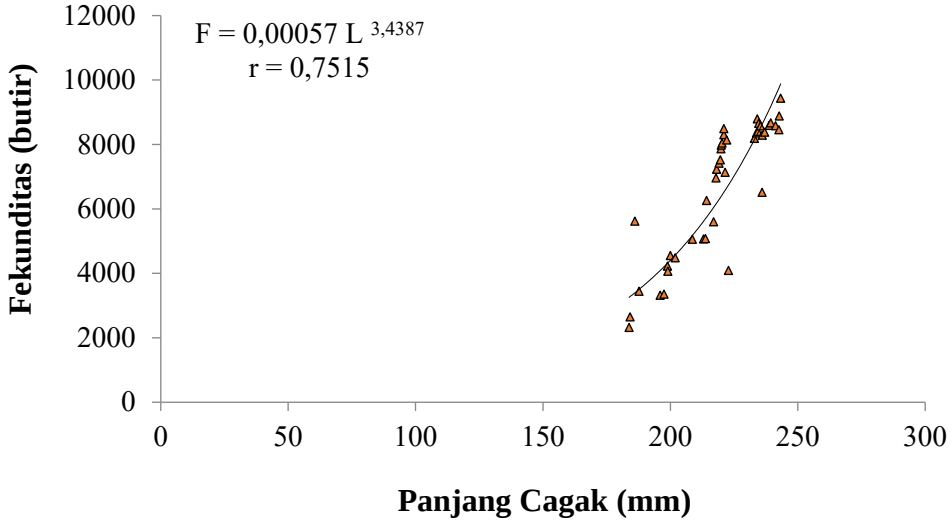
Tingkat kematangan gonad (TKG) baik ikan jantan maupun betina disajikan pada Gambar 4 dan yang sedang matang gonad ditemukan setiap bulan pengambilan contoh, tersaji pada Tabel 4. Ikan terbang dengan TKG I ditemukan pada bulan Februari-Mei, kemudian bulan Oktober-November sedangkan bulan Juni-September tidak dijumpai. TKG II dijumpai pada setiap bulan kecuali pada bulan Juli. Sedangkan TKG III mengalami kenaikan sampai pada bulan Juni

Tabel 4 Persebaran ukuran matang gonad (TKG III-V) ikan terbang di Selat Geser pada bulan Februari- November 2018

Bulan	Ikan (ekor)			Musim (M)	Jumlah total tiap musim (ekor)	Presentase (%)
	Jantan	Betina	Jumlah			
Feb	2	3	5	M. Barat		
Mar	8	7	15	M. Barat	20	3,78
Apr	11	16	27	M. Peralihan 1		
Mei	26	36	62	M. Peralihan 1	89	16,82
Jun	67	48	115	M. Timur		
Jul	55	72	127	M. Timur		
Agu	35	40	75	M. Timur		
Sep	31	32	63	M. Timur	380	71,83
Okt	14	16	30	M. Peralihan 2		
Nov	5	5	10	M. Peralihan 2	40	7,56
Total	254	275	529		529	100

Tabel 5 Indeks kematangan gonad ikan terbang berdasarkan jenis kelamin

Bulan	Ikan jantan			Ikan betina		
	n	Kisaran	Rata-rata	n	Kisaran	Rata-rata
Feb	8	0,963-3,363	2,088	10	1,315-2,962	2,435
Mar	22	1,330-4,347	2,765	23	1,443-4,599	2,731
Apr	23	1,320-4,923	3,189	32	1,800-5,406	3,392
Mei	36	2,519-6,667	4,043	40	2,121-7,066	3,954
Jun	70	2,326-7,967	5,266	50	2,608-8,069	5,792
Jul	55	3,008-7,938	5,702	72	2,389-7,990	6,082
Agu	48	2,494-6,867	4,539	56	2,949-7,040	4,871
Sep	34	2,648-5,509	3,856	37	2,291-5,987	3,780
Okt	20	1,777-5,164	3,284	24	1,581-5,285	3,208
Nov	12	1,499-4,536	3,110	10	1,801-3,936	3,090
Total	328	0,963-7,967	3,785	354	1,315-8,069	3,934

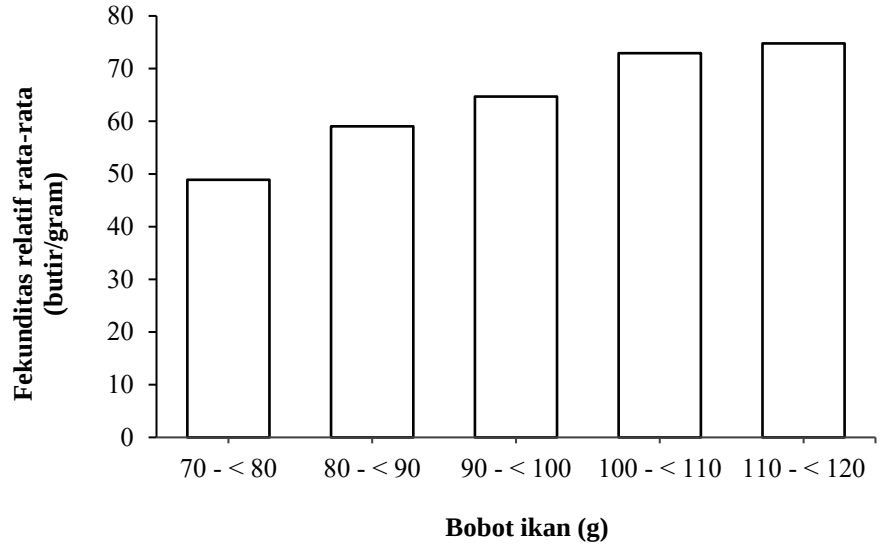


Gambar 5 Hubungan fekunditas dengan panjang cagak ikan terbang.

selanjutnya mengalami penurunan. TKG IV dijumpai mulai dari bulan Mei sampai Oktober dengan puncak tertinggi pada bulan Juni-Juli bersamaan dijumpai TKG V. Ditemukan puncak musim pemijahan ikan terbang pada bulan Juni-Juli ketika terdapat TKG V serta jumlah ikan yang matang gonad dan mijah (TKG III-IV) banyak dijumpai pada kedua bulan ini, baik berdasarkan jenis kelamin (Gambar 4) maupun waktu pengamatan (Tabel 4).

Indeks kematangan gonad

Indeks kematangan gonad (IKG) ikan jantan berkisar dari 0,963 sampai 7,967 sedangkan ikan betina 1,315-8,069. Nilai rata-rata IKG ikan jantan dan betina adalah 3,785 dan 3,934. Nilai IKG tertinggi dite-



Gambar 6 Histogram hubungan fekunditas relatif rata-rata dengan bobot ikan terbang.

mukan pada bulan Juli dan terendah pada bulan Februari (Tabel 5).

Fekunditas

Jumlah ikan yang dihitug fekunditasnya 42 ekor antara panjang 183,8-243,3 mm. Fekunditas ikan terbang sebanyak 2321-9438 butir telur. Hubungan fekuditas dengan panjang mengikuti persamaan: $F = 0{,}00057\ L^{3{,}4387}$ ($r = 0{,}7515$) (Gambar 5).

Terlihat bahwa makin panjang ikan, maka fekunditas makin tinggi (Gambar 5). Hal yang sama terlihat setelah diplotkan berdasarkan fekunditas relatif dan bobot ikan terbang (Gambar 6) diperoleh informasi bahwa fekunditasnya naik seiring bertambahnya bobot tubuh.

Pembahasan

Ukuran ikan terbang yang ditemukan di perairan Selat Geser secara umum (Tabel 2) tergolong lebih besar dibandingkan jenis yang sama yang ditemukan oleh Parin (1996) di Samudra Pasifik dengan ukuran panjang total 210-250 mm serta Sundaram (2010) di Perairan India dengan ukuran dan bobot ialah 222-247 mm dan 73,86-92,17 g. Meskipun demikian rata-rata panjang tubuh ikan terbang perairan Selat Geser masuk dalam kisaran tersebut yakni 242,4 mm, kecuali bobot tubuh lebih besar yakni 99,04 g, hal ini diduga karena sampel ikan yang dianalisis oleh Sundaram terbatas yakni hanya empat specimen. Sedangkan jika dibandingkan dengan yang ditemukan oleh Hutubessy & Syahailatua (2010) di Perairan Ambon hampir sama yakni 160-300 mm dengan jumlah sampel 133 ekor. Hal ini diduga karena masih dalam satu area perairan. Kisaran panjang lebih besar diduga karena ukuran mata jaring gillnet yang digunakan pada perairan Pulau Ambon beragam yakni 1,25 inci, 1,5 inci dan 1,75 inci, sedangkan dalam peneli-

tian ini hanya satu ukuran mata jaring yakni 1,5 inci.

Analisis chi kuadrat menunjukkan bahwa proporsi ikan terbang di Perairan Selat Geser antara ikan jantan (48,1%) lebih sedikit dari pada betina (51,9%), namun dalam keadaan seimbang dengan perbandingan nisbah kelamin 1:1,08 (Tabel 3). Proporsi keseimbangan nisbah kelamin antara ikan terbang *H. Oxycephalus* jantan dan betina juga dilaporkan oleh Nessa *et al* (1977) pada ikan terbang di Selat Makassar, Ali (1981) di Laut Flores, Ali (2005) ikan terbang Laut Flores dan Selat Makassar, serta Tuapetel (2015) ikan terbang Perairan Papua Barat. Nisbah kelamin yang seimbang juga dilaporkan pada ikan terbang *H. affinis* di Barbados yaitu 49% jantan dan 51 % betina (Khokiattiwong *et al*. 2000). Tetapi berbeda dengan hasil yang ditemukan oleh: Herawati *et al*. (2005) pada ikan *H. oxycephalus* di Perairan Binuangeun Banten dengan perbandingan 2:1 atau 69% jantan dan 31% betina. Armanto (2012) untuk ikan *C. katoptron* di Perairan Pemutaran Bali yang mendapatkan nisbah kelamin jantan-betina sebesar 1.8:1.0 dan belum memasuki masa pemijahan. Oliveira *et al.* (2015) untuk ikan *H. affinis* nisbah kelamin adalah 1 untuk jantan dan 1.6 untuk betina. Nisbah kelamin ikan terbang yang seimbang menunjukkan bahwa satu ekor ikan jantan membuahi satu ekor ikan betina, pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Hasanah *et al.* 2019. Informasi keseimbangan nisbah kelamin ikan terbang menunjukkan bahwa kondisi Perairan Selat Geser masih dalam kondisi ideal.

Berdasarkan hasil analisis yang tersaji pada Gambar 3, terlihat bahwa ukuran pertama matang gonad (L_{50}) pada kisaran panjang tubuh ikan terbang betina ialah 214,1 mm (189,40-238,77 mm) lebih besar daripada ikan jantan 210,5 mm (192,36-229,76 mm). Selanjutnya jika dibandingkan dengan lokasi penangkapan lainnya, seperti di Perairan Binuangeun Banten (Herawati *et al*. 2005) ukuran ikan *H. oxycephalus* pertama matang gonad pada ukuran 237 mm (ikan jantan) dan 238 mm (ikan betina) pada kisaran panjang total 218-274 mm, sedangkan di Laut Flores, Ali (1981) menemukan ukuran awal matang gonad ikan jantan 180 mm dan ikan betina 170 mm, selanjutnya di Laut Flores dan Selat Makassar, Ali (2005) menginformasikan ukuran 151,5 mm merupakan ukuran ikan terbang pertama matang gonad. Jika dibandingkan dengan ketiga lokasi penangkapan tersebut maka hasil analisis ukuran pertama mijah yang lebih besar daripada ukuran pertama matang gonad yakni pada ikan terbang di Laut Flores dan Selat Makassar (Ali, 2005) dengan nilai selisih untuk ikan jantan yaitu 1,17 dan 1,20 untuk ikan betina. Herawati *et al* (2005) juga menginformasikan bahwa ikan jantan dan betina dengan ukuran 215-221 mm sudah matang gonad. Perbedaan ukuran kali pertama matang gonad terjadi pula pada ikan terbang *H. affinis* di Perairan Caribean dan Brazil. Khokiattiwong *et al.* (2000) melaporkan *H. affinis* di Caribean dengan ukuran awal matang gonad yakni 180 mm, sedangkan di Brazil *H. affinis* berukuran 227 mm (Lessa & Bezerra 2004), ikan jantan 273 mm

dan ikan betina 271 mm adalah ukuran awal matang gonad (Oliveira *et al.* 2015). Keragaman ukuran awal matang gonad pada beberapa perairan tersebut diduga karena perbedaan pola adaptasi (Emawati *et al.* 2009), strategi reproduksi (Syahailatua *et al.* 2009), ketersediaan pakan (Novitriana *et al.* 2004) dan pengaruh laju penangkapan (Fajar *et al.* 2018, Abubakar *et al*. 2019).

Tingkat kematangan gonad ikan terbang berdasarkan jenis kelamin yang diamati secara makroskopik dirangkum pada Gambar 4 dan Tabel 4. Besarnya jumlah ikan matang gonad, mijah dan salin yang tertangkap pada bulan Juni (120 ekor) dan Juli (127 ekor) membuktikan bahwa puncak musim pemijahan ikan terbang terjadi pada kedua bulan tersebut, hal ini sama dengan pendapat Nessa *et al.* (1977), Ali (1981), Ali *et al.* (2004), Ali *et al.* (2005), Tuapetel (2015), mereka menyimpulkan musim pemijahan berlangsung dari bulan Mei sampai September, dengan puncak pemijahannya pada bulan Juni dan Agustus.

Selanjutnya kalau dikategorikan berdasarkan waktu dan musim penangkapan (Tabel 4) maka diperoleh informasi bahwa tahapan kematangan gonad III (mijah) sampai V (salin) melimpah di perairan Selat Geser pada bulan Mei sampai Oktober dengan total ikan sebanyak 472 ekor (89,22%) sedangkan sisanya sebanyak 57 ekor (10,78%) ditemukan pada bulan November, Februari-April. Kemudian dijumpai ikan terbang yang matang gonad berdasarkan musim berturut-turut mulai dari yang tertinggi sampai terendah yakni musim timur (71,83%), peralihan satu (16,82%), peralihan dua (7,56%) dan musim barat (3,78%). Fakta ini membuktikan bahwa faktor musim turut memengaruhi kematangan gonad ikan terbang di perairan Selat Geser. Suhu permukaan di perairan Selat Geser berbeda pada setiap musimnya, seperti tercatat pada beberapa penelitian berikut: musim barat 28,61-29,31°C (Putra *et al.* 2020) dan peralihan satu 28,56-29,24°C (Gemilang *et al.* 2017) serta peralihan dua 28,06-30,14°C (Mulyadi & Lekalette 2020). Sedangkan suhu pada musim timur sangat rendah yakni 26,8-27,5°C, 27,2-28,8°C dan 25-28°C (Kusmanto & Surinati 2016).

Berdasarkan Tabel 5 menunjukkan bahwa IKG ikan terbang betina rata-rata lebih besar daripada IKG jantan. Kondisi yang sama terkait pertambahan berat ovarium selalu lebih besar daripada pertambahan berat testes juga diungkapkan oleh Makmur *et al.* (2003), Siby *et al.* (2009) dan Parawangsa *et al.* (2020). Puncak IKG di perairan Selat Geser terjadi pada bulan Juni dan Juli bersamaan dengan musim timur, pada musim ini biasanya kondisi laut yang kurang bersahabat ditandai dengan arus kencang, ombak tinggi dan banyak terjadi hujan. Kondisi seperti ini memungkinkan adanya penyuburan perairan dengan banyaknya makanan berupa zooplankton yang melimpah serta naiknya nutrient dari dasar perairan karena adanya turbulensi di perairan (Prianto *et al.* 2017). Selanjutnya nilai IKG dikaitkan dengan ikan mijah memperkuat dugaan

bahwa puncak pemijahan ikan terbang di perairan Selat Geser terjadi pada bulan Juni dan Juli. Berdasarkan Tabel 5 diperoleh informasi bahwa nilai IKG meningkat dari bulan Maret sampai puncak tertinggi pada bulan Juli kemudian menurun secara perlahan pada bulan-bulan selanjutnya. Perkembangan gonad ikan betina terlihat lebih besar dibandingkan dengan ikan jantan, hal ini disebabkan pertambahan ovarium selalu lebih besar daripada pertambahan bobot testes, pendapat yang sama juga dikemukakan oleh Khokiattiwong *et al.* (2000), Sjafei *et al.* (2008), Kasmi *et al.* 2018, Solihin *et al.* 2019. Pemijahan ikan terbang di perairan Selat Geser tidak terlepas dari pengaruh musim, khususnya pada musim timur. Taikan air (*upwelling*) kemungkinan memperkaya unsur hara dan makanan yang mendukung daur hidup dan pertumbuhan larva ikan terbang (Ali *et al*. 2005). Kelimpahan ikan terbang yang tinggi pada daerah subur menunjukkan bahwa ikan ini mempunyai pilihan pada daerah tertentu untuk melakukan pemijahan (Suwarso *et al*. 2017) terutama pada daerah yang ada taikan air (Randall *et al.* 2015).

Fekunditas total dengan panjang cagak ikan terbang di perairan Selat Geser (Gambar 5) menunjukkan cenderung meningkat seiring dengan bertabah panjang ikan. Hal ini juga dikemukakan oleh Makmur *et al.* (2003). Selanjutnya menurut Siby *et al.* (2009), terdapat perbedaan fekunditas antara induk ikan yang baru pertama dengan yang sudah beberapa kali memijah. Berdasarkan Gambar 6, dapat dijelaskan bahwa fekunditas relatif ikan terbang naik bersamaan dengan bertambahnya bobot tubuh, fekunditas relatif rata-rata ikan terbang berkisar antara 49-75 butir/gram pada bobot tubuh 74,09-115,45 gram.

Simpulan

Proporsi ikan terbang jantan lebih sedikit dibandingkan ikan betina, dengan ukuran matang gonad betina lebih besar dibandingkan jantan. Nilai rata-rata tingkat dan indeks kematangan gonad ikan terbang di perairan Selat Geser tertinggi pada bulan Juni-Juli dan merupakan puncak pemijahan. Ikan terbang yang matang gonad ditemukan pada setiap bulan dan relatif banyak pada musim timur, fekunditasnya meningkat seiring bertambahnya ukuran dan bobot tubuh.

Persantunan

Penulis mengucapkan terima kasih kepada nelayan ikan terbang, Bapak Abdul Gani, Saleh Wokas, Hasan dan Muhlis yang telah membantu selama penelitian di lapangan.

Daftar pustaka

Abubakar S, Subur R, Tahir I. 2019. Pendugaan ukuran kali pertama matang gonad ikan kembung (*Rastrelliger* sp.) di Perairan Desa Sidangoli Dehe Kecamatan Jailolo Selatan Kabupaten Halmahera Barat. *Jurnal Biologi Tropis*, 19(1): 42-51.

Ali SA. 1981. Kebiasaan makanan pemijahan, hubungan panjang berat, dan faktor kondisi ikan terbang, *Cypselurus oxycephalus* (Bleeker) di Laut Flores

Sulawesi Selatan. *Tesis* Pasca Sarjana Perikanan. Fakultas Ilmu-Ilmu Pertanian. Universitas Hasanuddin, 45 p.

Ali SA, Nessa MN, Djawad MI, Omar SBA. 2004. Musim dan kelimpahan ikan terbang (Exocoetidae) di Sekitar kabupaten Takalar (Laut Flores) Sulawesi Selatan. *Torani*, 14(3): 165-172.

Ali SA, Natsir Nessa, M Djawad, I Omar SBA, Djamali A. 2005. Hubungan antara kematangan gonad ikan terbang (*Hirundichthys oxycephalus* Bleeker, 1852) dengan beberapa parameter lingkungan di Laut Flores, Sulawesi Selatan. *Jurnal Ilmu Kelautan dan Perikanan Torani*, 6(15): 403-410.

Ali SA. 2005. Kondisi sediaan dan keragaman populasi ikan terbang, *Hirundichthys oxycephalus* (Bleeker, 1852) di Laut Flores dan Selat Makassar. *Disertasi*. Pascasarjana Universitas Hasanudin. Makassar, 280 p.

Ali SA. 2019, April. Maturity and Spawning of Flying Fish (Hirundichthys oxycephalus Bleeker, 1852) in Makassar Strait, South Sulawesi. *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 253(1): 012012.

Andamari R, T Zubaidi. 1994. Aspek reproduksi ikan terbang di Desa Rangas, Kabupaten Majene. Sulawesi Selatan. *Jurnal Penelitian Perikanan Laut*, 94 (1): 11-22.

Andrianov DP, Lakshminaraina D. 1995. Data on the reproduction of three species of flying fish (Exocoetidae) in the coastal waters of southeastern India. *Oceanographic Literature Review*, 6(42): 482-495.

Armanto D. 2012. Analisis aspek biologi ikan terbang *Cheilopogon katoptron* Bleeker 1865 di Perairan Pemutaran Bali Barat. *Tesis*. FMIPA-UI Depok, 104 p.

Bataragoa NE. 1998. Aspek reproduksi ikan terbang *Cypselurus* sp. di Teluk Manado. *Tesis*. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Sam Ratulangi Manado, 100 p.

Casazza TL, Ross SW, Necaise AM, Sulak KJ. 2005. Reproduction and mating behavior of the Atlantic flyingfish, Cheilopogon melanurus (Exocoetidae), off North Carolina. *Bulletin of Marine Science*, 77(3): 363-376.

Chang SK, Chang CW, Ame E. 2012. Species composition and distribution of the dominant flyingfishes (exocoetidae) associated with the kuroshio current, South China Sea. *Raffles Bulletin of Zoology*, 60(2): 539-550.

Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan (Revisi)*. Yayasan Pustaka Nusatama Bogor, 163 p.

Emawati Y, Aida SN, Juwaini HA. 2009. Biologi reproduksi ikan sepatung, *Pristolepis grootii* Bleker. 1852 (Nandidae) di Sungai Musi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1): 13-24.

Emperua LL, Muallil RN, Donia EA, Pautong AAT, Pechon RR, Balonos TA. 2017. Relative abundance of flying fish gillnet fisheries in Maitum, Sarangani province. *International Journal of Fisheries and Aquatic Studies*, 5(5): 438-442.

Fajar M, Anshory I, Boesono H, Fitri ADP. 2018. Analisis penggunaan *meshsize* 2 inch pada alat tangkap jaring insang layur (gillnet) terhadap hasil tangkapan ikan layur (*Trichiurus lepturus*) di Perairan Probolinggo. *Journal of Fisheries Resources Utilization Management and Technology*, 7(4): 58-66.

Ferdiansyah F, Syahailatua A. 2010. Fekunditas dan diameter telur ikan terbang di perairan selat Makassar dan utara Bali. *BAWAL Widya Riset Perikanan Tangkap*, 3(3): 191-197.

Gemilang WA, Rahmawan GA, Wisha UJ. 2017. Kualitas perairan Teluk Ambon Dalam berdasarkan parameter fisika dan kimia pada musim peralihan I. *EnviroScienteae Jurnal Ilmiah bidang*

Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, 13(1): 79-90.

Hasanah N, Restiangsih YH, Nurdin MS. 2019. Nisbah kelamin dan ukuran kali pertama matang gonad ikan tongkol lisong (*Auxis rochei*) yang didaratkan di PPI Labuan Bajo, Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmiah Samudra Akuatika*, 3(1): 1-5.

Herawati LM, M Kamal, A Djamali, A Syahailatua. 2005. Biologi reproduksi *Hirundichthys oxycephalus* (Exocoetidae) di perairan Binuangaeun (Banten). *Torani edisi suplemen: ikan terbang*, 15(6): 369-379.

Hossen M, Hossain M, Pramanik M, Uddin N, Rahman M, Islam M, Nawer F. 2019. Biometry, sexual maturity, natural mortality and fecundity of endangered halfbeak *Dermogenys pusilla* (Zenarchopteridae) from the Ganges River in northwestern Bangladesh. *Indian Journal of Geo Marine Sciences,* 48(10): 1548-1555.

Hutubessy BG, Syahailatua A. 2010. Performance of gillnet-mesh size selectivity for three flyingfish species in Ambon Waters, Moluccas Province, *Marine Research in Indonesia,* 35(2): 39-46.

Indrayani, Sambah AB, Kurniawan A, Pariakan A, Jufri A, Wiadnya DGR. 2020. Determination species flying fishes (exocoetidae) in Makassar Strait, *In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science,* 441(1): 1-5.

Jusmaldi, Solihin DD, Affandi R, Rahardjo MF, Gustiano R. 2019. Biologi reproduksi ikan lais *Ompok miostoma* (Vaillant 1902) di Sungai Mahakam, Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 13-29.

Kasmi M, Hadi S, Kantun W. 2018. Reproductive biology of Indian mackerel, Rastreliger kanagurta (Cuvier, 1816) in Takalar coastal waters, South Sulawesi. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(3): 259-271.

Khokiattiwong S, Mahano R, Hunte W. 2000. Seasonal abundance and reproduction of the fourwing flyingfish, Hirundichthys affinis, off Barbados. *Environmental Biology of Fishes,* 59(1): 43-60.

Kingdom T, Allison ME. 2011. The fecundity, gonadosomatic and hepatosomatic indices of *Pellonula leonensis* in the Lower Nun River, Niger Delta, Nigeria. *Current Research Journal of Biological Sciences*, 3(2): 175- 179.

Kusmanto E, Surinati D. 2016. Stratifikasi Massa Air di Teluk Lasolo, Sulawesi Tenggara. *Oseanologi dan Limnologi dan di Indonesia*, 1(2): 17-29.

Lessa RP, Bezerra Junior JL. 2004. Dinâmica de populações e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros do nordeste do Brasil: peixe voador, In *Hirundichthys affinis* Lessa RT, Nóbrega MF, Bezerra Junior JL. Dinâmica de populações e avaliação dos estoques dos recursos pesqueiros da região nordeste do Brasil. *Recife: Programa Revizee; Relatório Executo*, 2(1): 39-50.

Lewallen EA, Pitman RL, Kjartanson SL, Lovejoy NR. 2011. Molecular systematics of flyingfishes (Teleostei: Exocoetidae): evolution in the epipelagic zone. *Biological Journal of the Linnean Society*, 102(1): 161-174.

Lewallen EA. 2012. Evolution and ecology of flyingfishes (Teleostei: Exocoetidae), *Dissertation.* 197 p.

Lewallen EA, Bohonak, Andrew J Bonin, Carolina A, van Wijnen, Andre J Pitman, Robert L Lovejoy, Nathan R. 2017. Phylogenetics and biogeography of the two-wing flyingfish (Exocoetidae: Exocoetus), *Ecology and Evolution*, 7(6): 1751-1761.

Lewallen EA, van Wijnen AJ, Bonin CA, Lovejoy NR. 2018. Flyingfish (Exocoetidae) species diversity and habitats in the eastern tropical Pacific Ocean. *Marine Biodiversity*, 48(4): 1755-1765.

Lewis JB, Brundritt JK, Fish AG. 1962. The biology of the flyingfish *Hirundichthys affinis* (Günther). *Bulletin of Marine Science*, 12(1): 73-94.

Makatipu PC, A Syahailatua. 2005. Faktor kondisi ikan terbang, *Cheilopogon cyanopterus* dan *Cheilopogon spilopterus* dari Perairan Tahuna, Sulawesi Utara 2005. *Torani edisi suplemen: ikan terbang*, 15(6): 380-386.

Makmur S, Rahardjo MF, Sukiman S. 2003. Biologi reproduksi ikan gabus (*Channa striata* Bloch) di daerah Banjiran Sungai Musi Sumatera Selatan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 3(2): 57-62.

Marino G, Azzurro E, Massari A, Finoia MG, Mandich A. 2001. Reproduction in the dusky grouper from the southern Mediterranean. *Journal of Fish Biology*, 58(4): 909-927.

Mulyadi HA, Lekalette J. 2020. Biodiversitas zooplankton di perairan pesisir Pulau Keffing pada musim peralihan II, Kabupaten Seram bagian Timur. *Jurnal Kelautan Tropis*, 23(1): 15-28.

Nessa MN, H Sugondo, I Andarias, A Rantetondok. 1977. Studi pendahuluan terhadap perikanan ikan terbang di Selat Makassar. *Lontara*, 13(1): 643-669.

Nessa MN, SA Ali, A Rachman. 1992. Studi pendahuluan penetasan telur ikan terbang dalam rangka usaha pelestarian melalui restocking. *Laporan penelitian*. Lembaga penelitian Universitas Hasanuddin. Ujung Pandang, 70 p.

Nguyen HM, Van Nguyen H, Bui TN, Ha ND. 2016. Two new axinid species (Monogenea: Axinidae) from the Pharao flyingfish Cypselurus naresii (Günther) (Beloniformes: Exocoetidae) in the Gulf of Tonkin off Vietnam. *Systematic Parasitology*, 93(4): 387-394.

Novitriana R, Ernawati Y, Rahardjo MF. 2004. Aspek pemijahan ikan petek, *Leiognathus equulus*, Forsskal 1775 (Fam. Leiognathidae) di pesisir Mayangan Subang Jawa Barat. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 4(1): 7-13.

Oliveira MR, Carvalho MM, Silva NB, Yamamoto ME, Chellappa S. 2015. Reproductive aspects of the flyingfish, *Hirundichthys affinis* from the Northeastern coastal waters of Brazil. *Brazilian Journal of Biology,* 75(1): 198-207.

Oxenford HA, Manon R, Hunte W. 1995. Distribution and relative abundance of flyingfish (Exocoetidae) in the Eastern Caribbean. I. Adults. *Marine Ecology Progress Series*, 117 (1): 11-23.

Parawangsa INY, Rahardjo MF, Simanjuntak CPH. 2020. Aspek reproduksi ikan ekor pedang, *Xiphophorus hellerii* Hechel 1848 di Danau Tamblingan, Bali. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 20(1): 81-92.

Parin HB, Sundaram C. 2011. Tentang hidup dan pewarnaan ikan terbang *Cheilopogon abei* (Exocoetidae). *Вопросы рыболовства*, 12(2-46): 411-412.

Parin NV. 1970. *Ichthyofauna of the epipelagic zone*. Israel Program for Scientific Translations;[available from the US Department of Commerce, Clearinghouse for Federal Scientific and Technical Information, Springfield, Va].

Parin NV. 1996. On the species composition of flying fishes (Exocoetidae) in the West-Central part of tropical Pacific. *Journal of Ichthyology*, 36(5): 357-364.

Parin NV. 1999. Flying fishes of the genus Prognichthys (Exocoetidae) in the Atlantic Ocean. *Journal of Ichthyology*, 39(4): 281-293.

Peristiwady T, A Suwartana, S Wouthuyzen. 1991. Beberapa aspek reproduksi ikan tuing-tuing (*Cypselurus* sp.) di Teluk Tuhaha, Saparua. *Perairan Maluku dan sekitarnya*, pp 49-56.

Prianto E, Husnah H, Aprianti S. 2017. Karakteristik fisika kimia perairan dan struktur komunitas zooplankton di estuari sungai banyuasin, Sumatera Selatan. *Bawal*, 3(3): 149-157.

Putra AP, Atmadipoera AS, Pariwono JI. 2020. Respons suhu permukaan laut dan klorofil-A terhadap kejadian Enso dan Iodm di Wilayah Indo-Pasifik Tropis. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 12(1): 167-182.

Randall LL, Smith BL, Cowan JH, Rooker JR. 2015. Habitat characteristics of bluntnose flyingfish *Prognichthys occidentalis* (Actinopterygii, Exocoetidae), across mesoscale features in the Gulf of Mexico. *Hydrobiologia*, 749(1): 97-111.

Ratnawati HI, Hidayat R, Bey A, June T. 2016. Upwelling di Laut Banda dan Pesisir Selatan Jawa serta hubungannya dengan ENSO dan IOD. *Omni-Akuatika*, 12(3): 119-130.

Siby LS, Rahardjo MF, Sjafei DS. 2009. Biologi reproduksi ikan pelangi merah (*Glossolepis Incisus*, Weber 1907) di Danau Sentani. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 9(1): 49-61.

Sjafei DS, Simanjuntak CP, Rahardjo MF. 2008. Perkembangan kematangan gonad dan tipe pemijahan ikan selais (*Ompok hypophthalmus*) di rawa banjiran Sungai Kampar Kiri, Riau. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 8(2): 93-100.

Solihin DD, Affandi R, Rahardjo MF, Gustiano R. 2019. Reproductive biology of silurid catfishes *Ompok miostoma* (Vaillant 1902) in Mahakam River East Kalimantan. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 19(1): 13-29.

Sri N, Kamlasi Y. 2019. Komposisi jenis ikan laut ekonomis penting yang dipasarkan di Kota Kupang. *Partner*. 24(2): 1065-1076.

Stevens PW, Bennett CK, Berg JJ. 2013. Flyingfish spawning (*Parexocoetus brachypterus*) in the northeastern Gulf of Mexico. *Environmental biology of fishes,* 67(1): 71-76.

Subhan U, Andriani Y, Haetami K, Abdillah RAM. 2017. Perbaikan performa reproduksi ikan komet (*Carassius auratus auratus* Linnaeus 1758) melalui pemberian tepung otak sapi sebagai GnRH alami. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 17(3): 289-298.

Sudarno S, La Anadi, Asriyana A. 2020. Biologi reproduksi ikan kembung (*Rastrelliger brachysoma* Bleeker, 1851) di Teluk Staring, Sulawesi Tenggara. *Jurnal Biologi Tropis*, 20(1): 59-68.

Sundaram S, 2010. Fish-12 occurance of flying fish, *Cheilopogon abei* Parin 1996. *Journal of the Bombay Natural History Society* 107(3): 254.

Suwarso S, Zamroni A, Wijopriyono W. 2017. Eksploitasi sumber daya ikan terbang (Hirundichthys oxycephalus, Famili Exocoetidae) di perairan Papua Barat: pendekatan riset dan pengelolaan. *BAWAL*, 2(2): 83-91.

Syahailatua A. 2004. Ikan terbang antara marga Cypselurus dan Cheilopogon, *Oseana* 29(4): 1-7.

Syahailatua A, Djamali A, Makatipu P, Ali SA. 2006. Keragaman jenis dan distribusi ukuran panjang ikan terbang di Perairan Indonesia Timur, *Jurnal Perikanan Universitas Gadjah Mada*, 8(2): 260-265.

Syahailatua A, Ali SA, Makatipu P. 2008. Strategi reproduksi ikan terbang (Exocoetidae) dan kaitannya dengan faktor oseanografi di Perairan Indonesia. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia*, 14(3): 303-311.

Syam AR, Zubaidi T, Edrus IN. 2004. Aspek biologi reproduksi ikan terbang *Cypsilurus spilopterus* di Perairan Tual, Maluku Tenggara. *Jurnal Penelitian Perikanan Indonesia,* 10(4): 87-95.

Tuapetel F, Nessa N, Ali SA, Sudirman. 2015. Distribution, species composition and size of flying fish Exocoetidae in the Ceram Sea, *International Journal of Scientific & Technology Research,* 4(3): 75-76.

Tuapetel F. 2015. Tingkat pemanfaatan, kondisi stok dan keragaman populasi ikan terbang, *Hirundichthys oxycephalus* (Bleeker, 1852) di Laut Seram. *Disertasi*. Pascasarjana Universitas Hasanuddin. Makassar, 210 p.

Tuapetel F, Nessa MN. Ali SA, Sudirman, Hutubessy BG, Mosse JW. 2017. Morphometric relationship, growth, and condition factor of flyingfish, *Hirundichthys oxycephalus* during spawning season. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 89(1): p 012001.

Hubungan panjang bobot, faktor kondisi, dan persebaran ikan nyalian (*Barbodes binotatus* Valenciennes1842) di Danau Tamblingan Bali

[Length-weight relationship, condition factor, and distribution of spotted barb (*Barbodes binotatus* Valenciennes, 1842) in Lake Tamblingan Bali]

Nyoman Dati Pertami[1,2*], I Nyoman Yoga Parawangsa[2]

[1]Program Studi Manajemen Sumber daya Perairan, FKP Universitas Udayana Bali 80114
[2]Periset Swarna Jawa Bali (SJB) Dwipa Bali
*Surel: dati_pertami@yaho.co.id, inymyparawangsa@gmail.com

Diterima: 11 April 2021; Disetujui: 9 Juni 2021

Abstrak

Danau Tamblingan adalah sebuah danau bentukan vulkanisme terletak di kaldera Gunung Lesung dan merupakan danau tadah hujan yang berada di dalam sebuah cekungan *endorheic* yang terkurung, serta tidak terdapat aliran masuk ataupun aliran keluar danau yang jelas. Nyalian merupakan jenis ikan Famili Cyprinidae yang cukup banyak ditemukan dibandingkan dengan jenis ikan lain di kelasnya di Danau Tamblingan. Informasi parameter pertumbuhan dan persebaran ikan ini di Danau Tamblingan tidak ada. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dan menjelaskan pola pertumbuhan *Barbodes binotatus* khususnya hubungan panjang bobot dan faktor kondisi serta persebarannya di perairan Danau Tamblingan. Penelitian dilakukan di Danau Tamblingan kurun waktu Januari – Juni 2019 dengan menggunakan jaring insang yang dimodifikasi dengan ukuran mata jaring 0,5; 1,0; 1,5; 2,0; 2,5; 3,0 cm. Penangkapan ikan dilakukan di lima lokasi. Hubungan panjang bobot dianalisis menggunakan regresi power. Ikan yang ditemukan selama penelitian sebanyak 204 ekor dengan kisaran panjang total 5,2 – 15,0 cm. Persamaan hubungan panjang-bobot ikan adalah $W = 0{,}0051\ L^{3{,}387}$. Nilai b yang terbentuk berdasarkan rumus tersebut adalah 3,387 dengan pola pertumbuhan allometrik positif. Nilai faktor kondisi berkisar antara 0,587 – 1,246. *Barbodes binotatus* menyebar di daerah litoral danau yang banyak tumbuhan air. Informasi terkait ikan nyalian ini dapat digunakan sebagai salah satu dasar dalam pengelolaan sumber daya ikan di Danau Tamblingan.

Kata penting: *Barbodes binotatus*, Danau Tamblingan, faktor kondisi, hubungan panjang-bobot, persebaran

Abstract

Tamblingan Lake is a volcanic lake located in the caldera of Mount Lesung a rain-fed lake in a confined endorheic basin and there is no inflow or outflow. Nyalian is a type of fish from the Cyprinidae family that is quite common compared to other fish in its class in Tamblingan Lake. Information on the growth and distribution of these fish parameters in Tamblingan Lake does not exist. This study aims to analyze and explain the growth patterns of *Barbodes binotatus,* especially the length-weight relationship, condition factor, and their distribution in the waters of Tamblingan Lake. The research was conducted in Tamblingan Lake from January to June 2019 using a modify gill nets with the mesh size 0.5; 1.0; 1.5; 2.0; 2.5; 3.0 in centimeter. The sampling done in five locations. The length-weight relationship analysis used the power regression. The fish sample found was 204 individuals during the study with a range of total length was 5.2 – 15.0 cm. The equation of length-weight relationship is $W = 0.0051\ L^{3.387}$. The value of b formed based on this equation is 3.387 with a positive allometric growth pattern.The condition factor values ranged from 0.587 to 1.246. *Barbodes binotatus* spread in the litoral area where there are many aquatic plants. This information of nyalian fish could use as the basis for fish resource management in Tamblingan Lake.

Keywords: *Barbodes binotatus*, Tamblingan Lake, condition factor, length-weight relationship, distribution.

Pendahuluan

Pulau Bali memiliki empat danau yang berada di tiga kabupaten yaitu Danau Batur di Kabupaten Bangli, Danau Beratan di Kabupaten Tabanan, serta Danau Buyan dan Danau Tamblingan yang berada di Kabupaten Buleleng. Danau Tamblingan adalah sebuah danau bentukan vulkanisme (Green *et al.* 1978) dan terletak pada kaldera Gunung Lesung (Nontji 2016). Danau ini merupakan danau tadah hujan yang berada di dalam sebuah cekungan *endorheic* yang terkurung dan tidak terdapat aliran masuk ataupun keluar danau yang jelas (Lehmusluoto *et al*. 1997). Luas perairan Danau Tamblingan yang terkecil jika dibandingkan dengan tiga danau lainnya di Pulau Bali. Luas danau ini hanya 1,2 Km^2 dan kedalaman maksimum sekitar 40 meter dengan volume perairan kurang lebih 27 x 10^6 m^3 (Whitten *et al*. 1996).

Karakteristik komunitas ikan air tawar daerah tropis cukup unik. Kondisi tersebut dipengaruhi oleh beragam faktor sebagai suatu bentuk adaptasi ikan dalam mencari makan dan berkembang biak. Suhu, fluktuasi tingkat permukaan air, dan kejernihan air adalah faktor fisik yang diduga memiliki pengaruh paling nyata terhadap persebaran ikan air tawar tropis. Komunitas ikan beriklim sedang secara umum dapat dijelaskan dengan cara membuat perbandingan dengan pola persebaran dan jumlah ikan (Lowe-McConnel 1975). Seiring berkembangnya ilmu pengetahuan dan penelitian, pola distribusi spasial dan temporal akan dipengaruhi oleh aktivitas ruaya kelompok ikan di danau hubungannya dengan kegiatan mencari makan, perkembangan ontogenetik, dan reproduksi (Effendie 2002). Danau Tamblingan dihuni oleh tujuh spesies ikan yaitu: ikan zebra (*Amatitlania nigrofasciata*), ikan nila (*Oreochromis niloticus*), ikan nilem (*Osteochilus vittatus*), ikan nyalian (*Barbodes binotatus*), ikan seribu (*Poecillia reticulata*), ikan nyalian cendol (*Xiphophorus hellerii*) (Sari *et al*. 2017), dan ikan nyalian buluh (*Rasbora argyrotaenia*) (Pertami *et al*. 2020). Seluruh spesies tersebut merupakan ikan asing. Tidak ada data bahwa di Tamblingan ada ikan asli yang menetap sebelumnya.

Informasi terkait ekobiologi komunitas ikan danau ini belum banyak terungkap. Informasi terbatas pada komposisi dan ukuran panjang ikan nyalian di Danau Buyan dan Tamblingan. Diketahui bahwa jumlah ikan nyalian di Danau Tamblingan lebih sedikit dengan panjang total ikan yang lebih pendek, namun dominan panjang ikan yang tertangkap pada kedua danau berada dalam ukuran yang sama (Pertami *et al*. 2020). Menyikapi minimnya informasi tentang ikan nyalian di Danau Tamblingan, maka diperlukan kajian terkait informasi dasar lainnya meliputi aspek pertumbuhan seperti hubungan panjang bobot, kondisi, serta persebarannya. Pertumbuhan merupakan perubahan panjang dan bobot ikan dari waktu ke waktu. Pertumbuhan ikan terkadang dapat bersifat positif atau negatif (peningkatan atau penurunan bobot). Nilai konstan (a) dalam persamaan hubungan panjang-bobot

digunakan untuk memprediksi bentuk tubuh ikan, sedangkan nilai eksponen (b) menggambarkan informasi penting terkait kesehatan ikan (Ricker 1975). Kondisi ikan pada lokasi yang berbeda dapat juga didapatkan dengan mengetahui hubungan panjang-bobot dan faktor kondisi (Isa *et al*. 2010, Zakeyudin *et al*. 2012, Gerami *et al*. 2013). Kajian selanjutnya menunjukkan bahwa analisis panjang bobot ikan dapat digunakan sebagai indikator biologis untuk melihat kondisi ekosistem suatu perairan (Courtney *et al*. 2014), serta kondisi biologi dan ketersediaan sumber daya ikan, sehingga pengelolaan dan biodiversitas ikan dapat dijaga keberlangsungannya (Rosli & Isa 2012, Gündoğdu *et al.* 2016).

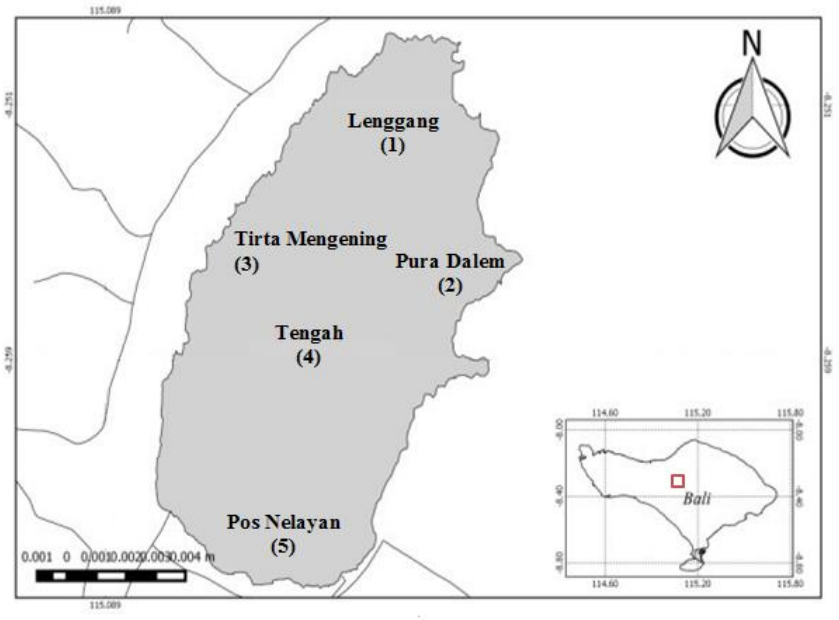
Ikan nyalian (*Barbodes binotatus* Valenciennes 1842) merupakan spesies asli Asia Tenggara yang tersebar luas di Laos, Vietnam, Kamboja, Myanmar, Brunei Darussalam, Malaysia, Filipina, Thailand, dan Indonesia. Lebih lanjut diketahui bahwa *B. Binotatus* pada kondisi alami dapat ditemukan di sungai berarus deras, danau, sungai kecil di pegunungan hingga ketinggian 2000 meter dari permukaan laut (Jenkins *et al*. 2015). Ikan jenis ini umumnya digunakan sebagai indikator lingkungan untuk menilai degradasi habitat atau kesehatan lingkungan serta kesesuaian habitat (Isa *et al*. 2010, Zakeyudin *et al*. 2012), lebih lanjut, ikan jenis ini dimanfaatkan juga sebagai ikan konsumsi dan ikan hias.

Penelitian terkait spesies ikan ini juga telah dilakukan oleh beberapa peneliti di beberapa wilayah perairan meliputi morfologi (Dorado *et al*. 2012, Vitri *et al*. 2012,); perbandingan jenis pakan (Situmorang *et al*. 2013); hubungan panjang bobot (Lim *et al*. 2013); serta perkembangan telur (Iswahyudi *et al.* 2014). Penelitian terkait parameter pertumbuhan dan persebaran ikan nyalian di Danau Tamblingan tidak ditemukan, sehingga diperlukan suatu penelitian sebagai langkah awal pengelolaan sumber daya ikan di Danau Tamblingan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis dan menjelaskan pola pertumbuhan ikan nyalian khususnya hubungan panjang bobot dan faktor kondisi serta persebarannya di perairan Danau Tamblingan.

Bahan dan metode

Penelitian dilaksanakan di perairan Danau Tamblingan kurun waktu Januari – Juni 2019. Pengambilan ikan contoh dilakukan setiap bulan. Terdapat lima lokasi pengambilan contoh ikan, yang ditentukan berdasarkan keragaman kondisi lingkungan danau (karakteristik lokasi). Nama lokasi tersebut secara berurutan adalah 1) Lenggang, 2) Pura Dalem, 3) Tirta Mengening, 4) Tengah, dan 5) Pos Nelayan (Gambar 1).

Alat yang digunakan untuk pengambilan contoh ikan adalah jaring insang yang telah dimodifikasi dengan ukuran mata jaring 0,5;1,0;1,5;2,0;2,5;3,0 cm. Tiap ukuran mata jaring disambungkan dengan ukuran mata jaring lainnya dari yang terkecil hingga



Gambar 1 Lokasi pengambilan contoh ikan di Danau Tamblingan

terbesar secara berurutan dan pada kedua ujungnya diikatkan pada bambu yang ditancapkan atau diikatkan pada batu sebagai pemberat. Alat tangkap dipasang saat sore hari sekitar pukul 16.00 WITA dan diangkat esok harinya sekitar pukul 07.00 WITA. Contoh ikan nyalian yang tertangkap di setiap bulan diidentifikasi terlebih dahulu, kemudian dipisahkan berdasarkan lokasi dan ukuran mata jaring. Panjang ikan nyalian (panjang total, panjang baku, dan panjang cagak) diukur menggunakan papan ukur dengan ketelitian 1 cm. Bobot ikan ditimbang menggunakan timbangan dengan ketelitian 0,1 gram. Bahan yang digunakan selama penelitian ini dilakukan adalah sampel ikan, formalin 10% , dan akuades. Formalin digunakan untuk mengawetkan ikan sampel, sedangkan akuades digunakan untuk membersihkan peralatan yang digunakan.

Analisis data

Perhitungan hubungan panjang bobot mengacu pada persamaan (Ricker 1970):

$$W = aL^b$$

Keterangan:

W adalah bobot ikan (gram),

L adalah panjang total ikan (cm),

a dan b adalah konstanta.

Untuk mengetahui pola pertumbuhan ikan dapat ditentukan dari nilai konstanta b hubungan panjang-bobot ikan tersebut. Jika b=3, maka pertumbuhannya bersifat isometrik. Apabila b>3, maka pola pertumbuhannya bersifat allometrik positif , sedangkan jika b<3, maka pola pertumbuhannya bersifat allometrik negatif (Effendie, 2002). Untuk menentukan bahwa nilai b berbeda nyata atau tidak dengan 3, maka digunakan uji-t, dengan persamaan berikut ini:

$$t^{\wedge} = \frac{Sd_x}{Sd_y} \frac{(b-3)}{(1-r^2)} - \sqrt{n-2}$$

Faktor kondisi (K) dihitung dengan menggunakan persamaan (Le Cren 1951):

$$K=\frac{W}{W'}$$

Keterangan:

W adalah bobot tubuh sampel ikan tertimbang (gram)

W′ adalah bobot tubuh sampel ikan terhitung (gram) dari persamaan hubungan panjang bobot.

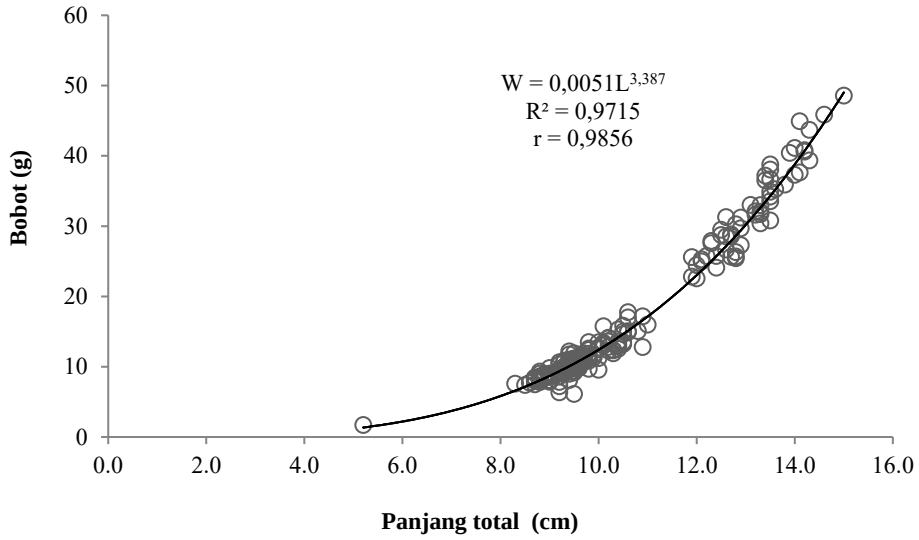
Persebaran ikan di Danau Tamblingan dilakukan dengan menghitung jumlah hasil tangkapan pada masing-masing stasiun pengamatan (Gambar 1). Karakteristik lokasi diuraikan secara deskriptif. Analisis menggunakan *Microsoft Excel* dan ditampilkan dalam bentuk grafik untuk persebaran ikan serta dalam bentuk tabel untuk karakteristik lokasi.

Hasil

Selama penelitian ikan nyalian (Gambar 2) ditemukan sebanyak 204 ekor. Kisaran panjang totalnya adalah 5,2 – 15,0 cm dengan rata-rata panjang total 10,5 cm.

Panjang dan bobot ikan nyalian di Danau Tamblingan memiliki hubungan yang sangat

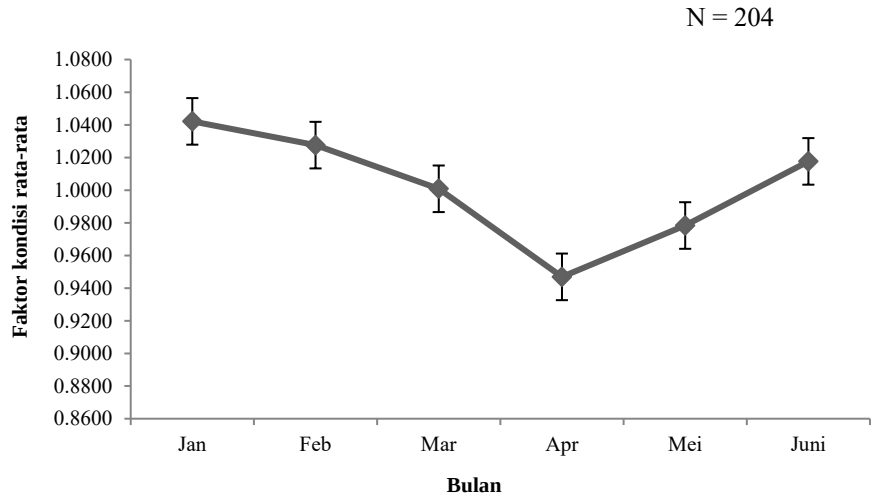
Gambar 2 Ikan nyalian yang ditemukan di Danau Tamblingan Bali (Sumber: dokumen pribadi 2017)



Gambar 3 Hubungan panjang bobot ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali (N = 204).

Tabel 1 Faktor kondisi ikan nyalian bulan Januari – Juni 2019 di Danau Tamblingan.

Bulan	N (ekor)	Faktor kondisi		
		kisaran	rata-rata	simpangan baku
Januari	16	0,940 – 1,164	1,042	0,056
Februari	28	0,902 – 1,155	1,028	0,065
Maret	109	0,587 – 1,227	1,001	0,093
April	17	0,770 – 1,246	0,947	0,096
Mei	10	0,867 – 1,128	0,978	0,071
Juni	24	0,837 - 1,141	1,018	0,063



Gambar 4 Faktor kondisi rata-rata bulanan ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali.

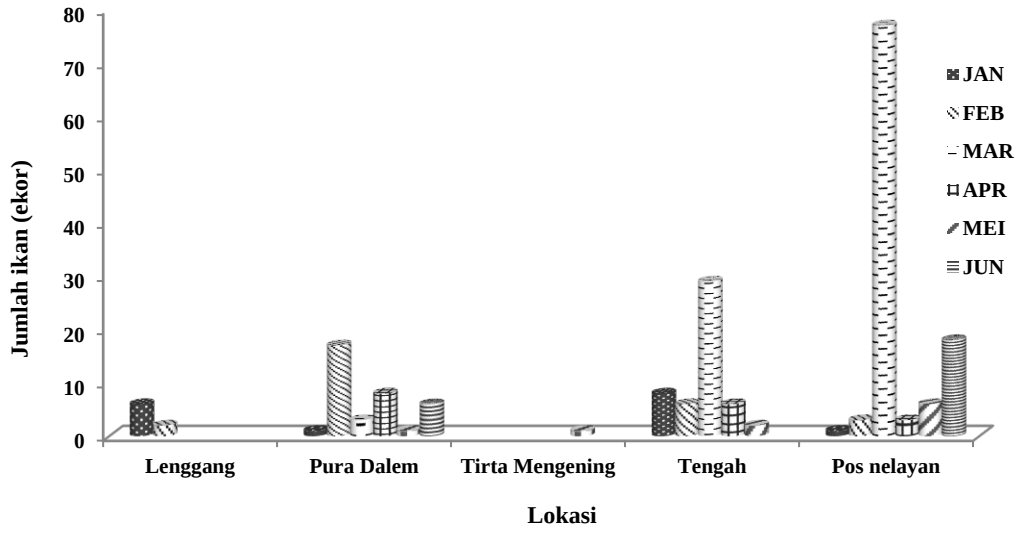
kuat. Hal tersebut dapat dilihat dari nilai koefisien korelasi (r) sebesar 0,986. Model persamaan hubungan panjang (L) dan bobot (W) yang dihasilkan dalam penelitian ini adalah $W = 0{,}0051\ L^{3{,}387}$ (Gambar 3) dan nilai b yang dihasilkan pada hubungan panjang bobot ikan nyalian di Danau Tamblingan adalah 3,387. Berdasarkan uji t, pola pertumbuhan ikan nyalian adalah allometrik positif ($b > 3$) yaitu pertambahan bobot ikan lebih cepat dibandingkan pertambahan panjang.

Berdasarkan hasil perhitungan, diketahui bahwa rerata faktor kondisi ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali adalah 1,002, sedangkan kisaran nilai faktor kondisi di setiap bulan sebesar 0,587 – 1,246 (Tabel 1). Faktor kondisi ikan nyalian dari bulan Januari – April 2019 mengalami penurunan, sebaliknya pada bulan Mei dan Juni 2019 mulai terlihat adanya peningkatan (Gambar 4).

Persebaran ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali kurun waktu pelaksanaan pene-

Tabel 2 Karakteristik lokasi pengambilan sampel ikan nyalian di Danau Tamblingan

No	Nama stasiun	Kordinat	Karakteristik
1	Lenggang	S : 08º 25’ 307”	Topografi agak curam, bebatuan, terdapat tumbuhan air (*Nymphoides* sp.)
2	Pura Dalem	E : 115º 10’ 193”	Pinggiran danau berbatu, terdapat tumbuhan air (*Cyperus* spp.)
3	Tirta Mengening	S : 08º 25’ 657”	Pinggiran danau bertebing curam, terdapat batang pohon mati
4	Tengah	E : 115º 10’ 212”	Merupakan bagian perairan danau yang dalam (35 m), lokasi nelayan menebar jaring
5	Pos Nelayan	S : 08º 24’ 987”	Pinggiran danau yang landai, terdapat tumbuhan air (*Nymphoides* sp.), aktivitas menangkap ikan dengan alat tangkap bubu



Gambar 5 Persebaran ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali (N = 204).

litian, selalu ditemukan di lokasi “Pura Dalem”dan “Pos Nelayan”, sedangkan lokasi “Tirta Mengening” hanya ditemukan sekali kurun waktu pengambilan sampel (Gambar 5). Karakteristik perairan di sekitar lokasi “Pura Dalem” adalah pinggiran danau yang berbatu dan terdapat tumbuhan air. Kondisi perairan di sekitar lokasi “Pos Nelayan” juga terdapat tumbuhan air, namun pinggiran danaunya landai. Pada lokasi “Pos Nelayan” juga terdapat aktivitas menangkap ikan dengan alat tangkap sederhana seperti bubu. Informasi karakteristik masing-masing lokasi pengambilan sampel ikan nyalian disajikan pada Tabel 2.

Tabel 3 Kisaran panjang total *B. binotatus* di beberapa perairan

No.	Kisaran panjang (cmPT)	Lokasi penelitian	Sumber
1	8,2 – 15,3	Nabunturan, Lembah Compostela, Filipina	Escote & Jumawan (1917)
2	4,57 – 14,60	Sungai Barambai, Kalimantan Timur	Jusmaldi & Hariani (2018)
3	5,2 – 15,0	Danau Tamblingan Bali	Penelitian ini (2019)

Tabel 4 Penelitian pola pertumbuhan *B. binotatus* di berbagai perairan

No	Pola pertumbuhan	Lokasi penelitian	Sumber
1	Allometrik positif	Sungai Kerian Perak, Malaysia	Isa *et al*. (2010)
2	Allometrik positif	Sungai Kerian Atas, Malaysia & Sungai Serdang	Zakeyudin *et al.* (2012)
3	Isometrik	Pulau Langkawi	Samat *et al*. (2012)
4	Allometrik positif	Sungai Pelus, Kuala Kangsar	Ikhwanuddin *et al*. (2016)
5	Allometrik positif	Sungai Kerian, Perak	Radhi *et al*. (2018)
6	Allometrik positif	Sungai Barambai, Kalimantan Timur	Jusmaldi & Hariani (2018)
7	Allometrik positif	Danau Tamblingan Bali	Penelitian ini (2019)

Pembahasan

Ikan nyalian di Danau Tamblingan lebih panjang dibanding yang di perairan Kalimantan, namun lebih pendek dibandingkan yang di perairan Filipina (Tabel 3). Froese & Pauly (2017) menyatakan bahwa panjang maksimal *B. binotatus* dapat mencapai 20,0 cm. Berbedanya ukuran panjang total ikan di beberapa perairan yang berbeda, salah satunya diprediksi karena adanya perbedaan kondisi lingkungan perairan dan sumber makanan. Li & Gelwick (2005) menyatakan bahwa ketersediaan sumber makanan alami dan heterogenitas habitat memberikan kondisi lingkungan yang lebih baik untuk pertumbuhan ikan. Terkait makanan ikan nyalian di Danau Tamblingan, belum dilakukan kajian, sehingga informasi mengenai ketersediaan makanan alami belum dapat diuraikan.

Pola pertumbuhan ikan nyalian di Danau Tamblingan adalah allometrik positif (Gambar 3). Penelitian terkait pola pertumbuhan ikan ini di berbagai perairan dalam kurun waktu 2010-2018 juga menunjukkan pola

pertumbuhan yang sama dengan kisaran nilai b yang mendekati ditampilkan Tabel 4.

Copp *et al*. (2013) menyatakan bahwa tipe atau pola pertumbuhan tubuh ikan dapat berubah sesuai dengan kebutuhan fisiologisnya. Pada dasarnya pertumbuhan allometrik bersifat sementara, misalnya karena perubahan yang berhubungan dengan kematangan gonad; sedangkan pertumbuhan isometrik merupakan perubahan secara terus menerus yang bersifat proporsional (Effendie 1997). Perbedaan pola pertumbuhan satu organisme ikan salah satunya diprediksi karena kondisi habitat yang berbeda dalam hal variasi pasokan makanan yang memengaruhi preferensi kebiasaan ikan, aktivitas ikan, dan kebiasaan makan spesies ikan (Lowe-McConnell 1987, Ebrahim & Ouraji 2012). Pada umumnya, nilai b yang dimiliki oleh kebanyakan ikan berkisar antara 2 sampai 4 (Samat *et al.* 2008, Jamabo *et al.* 2009). Menurut Rahardjo *et al*. (2011) nilai eksponensial (b) hubungan panjang bobot antarspesies ikan dapat bervariasi. Variasi antarspesies ikan tersebut terkait erat dengan perkembangan ontogenik, perbedaan umur, kematangan gonad, jenis kelamin, letak geogafis, kondisi lingkungan, kepenuhan lambung, dan tekanan parasit. Pola pertumbuhan ikan nyalian yang bersifat allometrik positif dapat digunakan sebagai bioindikator untuk kondisi lingkungan perairan yang sehat. Courtney *et al*. (2014) menyatakan bahwa model hubungan panjang bobot ikan berguna sebagai bioindikator kondisi ekosistem perairan yang sehat yang ditunjukkan oleh pertambahan bobot ikan yang lebih besar daripada pertambahan ukuran panjangnya, dengan perkataan lain ikan lebih gemuk. Banyak faktor yang dapat memengaruhi pola pertumbuhan suatu organisme ikan, diantaranya musim, ketersediaan makanan, populasi, jenis kelamin, dan kondisi lingkungan (Fontoura *et al*. 2010).

Berdasarkan hasil perhitungan, rerata nilai faktor kondisi ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali adalah 1,002 dengan kisaran nilai di setiap bulan adalah 0,587 – 1,246. Faktor kondisi ikan nyalian dari bulan Januari – April 2019 mengalami penurunan, sebaliknya pada bulan Mei dan Juni 2019 mulai terlihat adanya peningkatan. *B. binotatus* di Sungai Barambai, Kalimantan Timur memiliki nilai faktor kondisi antara 0,826 - 2,214 dengan nilai reratanya 1,163 (Jusmaldi & Hariani 2018). Perbedaan nilai faktor kondisi yang terjadi pada setiap ikan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya perbedaan umur, jenis kelamin, tingkat kematangan gonad, dan pengaruh makanan (Effendi 2002). Menurut penelitian Pratama *et al.* (2018), sintasan ikan tewaring (*B. binotatus*) di Sungai hutan Berambai yang cukup baik dilihat berdasarkan nilai rata-rata faktor kondisi ikan dipengaruhi oleh kondisi lingkungan perairan sungai yang cukup baik. Selain itu, adanya fluktuasi ketersediaan makanan (kualitas maupun kuantitas) di perairan diprediksi sebagai penyebab lainnya (Aisyah *et al.* 2017). Menurut Effendie (1997), faktor kondisi menunjukkan keadaan ikan, baik dilihat dari segi kapasitas

fisik untuk hidup dan reproduksi. Lebih lanjut dinyatakan bahwa peningkatan nilai faktor kondisi dapat terjadi seiring dengan peningkatan kematangan gonad dan akan mencapai puncaknya sebelum terjadi pemijahan.

Ikan nyalian di Danau Tamblingan Bali selama penelitian selalu ditemukan di lokasi "Pura Dalem"dan "Pos Nelayan", sedangkan di lokasi "Tirta Mengening" hanya ditemukan sekali kurun waktu pengambilan sampel. Lokasi "Pura Dalem" dan "Pos Nelayan" merupakan daerah pinggiran danau (daerah litoral) yang banyak ditemukan beberapa jenis tumbuhan air. Lokasi "Tirta Mengening" merupakan lokasi yang sangat jarang ditemukan ikan nyalian. Lokasi 'Tirta Mengening" juga berada di pinggir danau, namun di sisi danau bagian tersebut merupakan daerah bebatuan besar dan tidak ditemui tumbuhan air. Kajian yang dilakukan oleh Trijoko (2016) menyatakan bahwa ikan *B. binotatus, Poecilia reticulata*, dan *Xiphophorus hellerii* lebih banyak dijumpai pada air yang dangkal, tenang, dan jernih, utamanya di tepi sungai. *B. binotatus* dan *X. hellerii* menyukai berenang di bagian tengah kedalaman air. Lebih lanjut dinyatakan bahwa *B. binotatus* dijumpai pada tiga bagian sungai yaitu dari hulu hingga hilir. Haryono (2017) dalam penelitiannya menemukan bahwa di perairan Gunung Sawal, Jawa Barat, jenis ikan yang paling melimpah dan menyebar luas adalah beunteur (*B. binotatus*). Perbedaan jumlah ikan hasil tangkapan di setiap stasiun diduga disebabkan perbedaan kondisi perairan dan karakteristik letak stasiun pengamatan. Lowe-McConel (1987) menyatakan bahwa terjadinya fluktuasi kondisi perairan dan adanya migrasi, mortalitas atau pemijahan menyebabkan fluktuasi populasi ikan, hal lain yang diduga memengaruhi perbedaan frekuensi adalah tersedianya makanan yang cukup.

Simpulan

Pola pertumbuhan ikan nyalian (*B. Binotatus*) di Danau Tamblingan adalah allometrik positif. Nilai faktor kondisi diindikasikan berkaitan dengan aktivitas pascamemijah serta ketersediaan makanan di alam, sehingga diperlukan penelitian lanjutan untuk membuktikan dugaan tersebut secara ilmiah. Ikan nyalian menyebar di daerah litoral danau yang banyak tumbuhan air.

Daftar pustaka

Aisyah S, Bakti D, Desrita. 2017. Pola pertumbuhan dan faktor kondisi ikan lemeduk (*Barbodes schwanenfeldii*) di Sungai Belumai Deli Serdang Provinsi Sumatera Utara. *Acta Aquatica,* 4(1): 8-12.

Atama CI, Okeke OC, Ekeh FN, Ezenwaji NE, Onah IE, Ivoke N, Eyo JE. 2013. Length-weight relationship and condition factor of six cichlid (cichilidae, perciformes) species of Anambra River, Nigeria. *Journal of Fisheries and Aquaculture*, 4(2): 82-86.

Copp GH, Covac V, Hensel K. 2013. *When do fishes become juveniles? Developments in Environmental Biology of Fishes* (volume:19). Springer Science and Business Media, New York. 286 p.

Courtney Y, Courtney J, Courtney M. 2014. Improving weight-length relationship in

fish to provide more accurate bioindicators of ecosystem condition. *Aquatic Science and Technology*, 2(2): 41-51.

Crook DA, Gillanders BM. 2013. Age and growth. *In*: Humphries P, Walker K (*ed*) *Ecology of Australian Freshwater Fishes*. CSIRO Publishing, Australia. pp. 195-221.

Dorado EL, Torres MAJ, Demayo CG. 2012. Sexual dimorphism in body shapes of the spotted barb fish, *Puntius binotatus* of Lake Buluan in Mindanao, Philippines. *AACL Bioflux*, 5(5): 321-329.

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.

Effendie MI. 2002. *Biologi Perikanan*. Yayasan Pustaka Nusatama. Yogyakarta. 163 halaman.

Escote MJV, Jumawan JC. 2017. Length-weight relationship of fishes in Sta. Ana Dam, Nabunturan Compostela Valley, Philippines. *International Journal of Biosciences*, 11(3): 199-204.

Fontoura NF, Jesus AS, Larre GG, Porto JR. 2010. Can weight/length relationship predict size at first maturity? A case study with two species of Characidae. *Neotropical Ichthyology*, 8(4): 835-840.

Froese R, Pauly D (Editors). 2017. FishBase.World wide web electronic publication. www.fishbase.org, version (07/2015).

Gerami MH, Abdollahi D, Patimar R. 2013. Length-weight, length-length relationship and condition factor of *Garra rufa* in Cholvar River of Iran. *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 5(4): 358-361.

Green J, Corbet SA, Watts E, Lan, OB. 1978. Ecological studies of Indonesian lakes: The montne lake of Bali. *Journal of Zoology,* 186(1):15-38.

Gündoğdu S, Baylan M, Cevik C. 2016. Comparative study of the length-weight relationships of some fish species along the Turkish Coasts. *Mediterranean Marine Science*, 17(1): 80-108.

Haryono. 2017. Fauna ikan air tawar di perairan kawasan Gunung Sawal, Jawa Barat, Indonesia. *Berita Biologi*, 16(2): 147-156.

Ikhwanuddin MEM, Amal MNA, Shohaimi S, Azizul A, Johari S, Abdullah T, Jamil NR. 2016. Length-weight relationships of seven fish species from upper Perlus River, Kuala Kangsar district, Perak, Malaysia. *Journal of Applied Ichthyology*, 32(3): 511-512.

Isa M, Md Rawi CS, Rosla R, Mohd Shah S, Md Shah ASR. 2010. Length-weight relationships of freshwater fish species in Kerian River Basin and Pedu Lake. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 5(1): 1-8.

Iswahyudi, Marsoedi, Widodo MS. 2014. Development of Spotted Barb (*Puntius binotatus*) eggs. *Journal of Life Science and Biomedicine*, 4(1): 53-56.

Jamabo NA, Chindah AC, Alfred-Ockiya JF. 2009. Length-weight relationship of a mangrove prosobranch *Tympanotonus fuscatus var fuscatus (*Linnaeus, 1758) from the Bonny Estuary, Niger Delta, Nigeria. *World Journal of Agricultural Sciences*, 5(4): 384-388.

Jenkins A, Kullander FF, Tan HH. 2015. *Barbodes binotatus. The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T169538 A70031333.

Jusmaldi, Hariani N. 2018. Hubungan panjang bobot dan faktor kondisi ikan wader bintik dua *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Barambai Samarinda Kalimantan Timur. *Jurnal Iktiologi Indonesia*, 18(2): 87-101.

Le Cren, CP. 1951. Length-weight relationship and seasonal cycle in gonad weight and condition in the Perch (*Perca fluviatilis*). *Journal of Animal Ecology*, 20(2): 201-219.

Lehmusluoto P, Machbub B, Terangna N, Rusmiputro S, Achmad F, Boer L, Brahmana SS, Priadi B, Setiadji B, Sayuman O, Margana A. 1997. National inventory of the major lakes and reservoirs in Indonesia. General Limnology. Revised Edition. Expedition Indodanau Technical Report. Bandung and Helsinki. 71 pp.

Li RY, Gelwick FP. 2005. The relationship of environmental factors to spatial and temporal variation of fish assemblages in a floodplain river in Texas USA. *Ecology of Freshwater Fish*, 14(4): 319-330.

Lim LS, Chor WK, Tuzan AD, Malitam L, Gondipon R, Ransangan J. 2013. Lengthweight relationships of the pond-cultured spotted barb (*Puntius binotatus*). *International Research Journal of Biological Sciences*, 2(7): 61-63.

Lowe-McConnell RH. 1975. *Fish Communities in Tropical Freshwaters: Their Distribution, Ecology and Evolution*. London, Logman. 337 p.

Lowe-McConnell RH. 1987. *Ecological Studies in Tropical Fish Communities*. Cambridge, Cambridge University Press. 400 p.

Pertami ND, Persada PRG, Parawangsa INY. 2019. Identifikasi Iktiofauna di Danau Buyan dan Tamblingan sebagai langkah awal pengelolaan sumber daya ikan. Laporan kegiatan penelitian. Universitas Udayana. Bali (tidak dipublikasikan). 28 halaman.

Pratama R, Jusmaldi, Hariani N. 2018. Pola pertumbuhan, faktor kondisi dan habitat ikan tewaring *Barbodes binotatus* (Valenciennes, 1842) di Sungai Hutan Berambai Samarinda. *Bioprospek,* 13(1): 40-49.

Radhi AM, Fazlinda MFN, Amal MNA, Rohasliney H. 2018. A review of length-weight relationship of freshwater fishes in Malaysia. *Transylv. Rev. Syst. Ecol. Res,* 20(1): 55-68.

Nontji A. 2016. *Danau-Danau Alami Nusantara*. Puslit Limnologi LIPI dan MLI. Bogor. 294 halaman.

Rahardjo MF, Sjafei DS, Affandi R, Sulistiono HJ. 2011. *Iktiology*. Penerbit Lubuk Agung.Bandung. 396 halaman.

Ricker WE. 1970. *Methods for Assesment of Fish Production in Freshwater. Second Printing*. International Biological Programme. Blackwell Scientic Publications. Oxford and Edinburgh London. 313 p.

Ricker WE. 1975. *Computation and Interpretation of Biological Statistics of Fish Populations*. Bulletin of the Fisheries Research Board of Canada, Ottawa. Department of the Environment Fisheries and Marine Service, 191: 382 p.

Rosli NAM, Isa MM. 2012. Length weight and length-length relationship of long snouted catfish, *Plicofollis argyropleuron* (Valenciennes, 1840) in the Northern Part of Peninsular Malaysia. *Tropical Life Sciences Research*, 23(2): 59-65.

Samat A, Shukor MN, Mazlan AG, Arshad A, Fatimah MY. 2008. Length-weight relationship and condition factor of *Pterygoplichthys pardalis* (Pisces: Loricariidae) in Malaysia Peninsula. *Research Journal of Fisheries and Hydrobiology*, 3(2): 48-53.

Samat A, Izzati AA, Nur-Hasyimah R, Shukor MN, Norhayati A. 2012. Small streams ichthyofauna of Western Langkawi Island, Malaysia. *Malaysian Applied Biology*, 41(2): 51-54.

Sari NPYA, Persada PRG, Tampubolon PARP, Pertami ND. 2017. Studi awal dalam upaya pengungkapan kekayaan iktiofauna Danau Buyan dan Tamblingan, Bali. *In*: Hadie W

(penyunting). Prosiding Simposium Nasional Ikan dan Perikanan. Bogor, 12 September 2017. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. pp. 237-246.

Situmorang TS, Barus TA, Wahyuningsih H. 2013. Studi komparasi jenis makanan ikan keperas *(Puntius binotatus)* di Sungai Aek Pahu Tombak, Aek Pahu Hutamosu dan Sungai Parbotikan Kecamatan Batang Toru Tapanuli Selatan. *Jurnal Perikananan dan Kelautan*, 18(2): 48-58.

Trijoko, Yudha DS, Eprilurahman R, Pambudi SS. 2016. Keanekaragaman jenis-jenis ikan di Sungai Boyong-Code Propinsi Daerah Istimewa Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, 1(1): 21-29.

Vitri DK, Roesma DI, Syaifullah. 2012. Analisis morfologi ikan *Puntius binotatus* Valenciennes 1842 (Pisces: Cyprinidae) dari beberapa lokasi di Sumatera Barat. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 1(2): 139-143.

Whitten T, Soeriaatmadja RE, Suraya AA. *The Ecology of Indonesia Series Volume II: The Ecology of Java and Bali*. Periplus, Hongkong. 969 p.

Zakeyudin MS, Isa MM, Md Rawi CS, Md Shah AS. 2012. Assessment of suitability of Kerian River tributaries using lengthweight relationship and relative condition factor of six freshwater fish species. *Journal of Environment* and *Earth Science*, 2(3): 52-60.

Persantunan

Kami berterima kasih kepada para mitra bestari yang telah berkenan meluangkan waktu serta mencurahkan tenaga dan pikiran untuk menelaah dan menilai kelayakan artikel yang diterbitkan pada Jurnal Iktiologi Indonesia Volume 21 Nomor 2 Bulan Juni Tahun 2021, yaitu:

Dr. Ahmad Zahid – Politeknik Kelautan dan Perikanan Jembrana

Prof. Dr. Agus Nuryanto - Fakultas Biologi, Universitas Jenderal Soedirman, Purwokerto

Prof. Dr. Ali Suman - Badan Riset dan Sumber daya Manusia Kelautan dan Perikanan, Jakarta

Dr. Asriyana - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. – Universitas Halu Oleo, Kendari

Dr. Djumanto - Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

Prof. Dr. Haryati - Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan, Universitas Hasanuddin, Makassar

Dr. Jefry Jack Mamangkey - Universitas Negeri Manado

Dr. Jusmaldi - FMIPA Universitas Mulawarman, Samarinda

Dr. Kadarusman - Akademi Perikanan Sorong

Dr. Muhaimin Hamzah - Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Halu Oleo, Kendari

Dr. Nina Meilisza - Balitbang Budidaya Ikan Hias, Depok

Dr. Senny Helmiati - Departemen Perikanan, Fakultas Pertanian Universitas Gajah Mada, Yogyakarta

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@gmail.com

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

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

Penyiapan naskah

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

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

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

Bagian-bagian naskah

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

following closure of the commercial fishery and reduction in sport bag limits in southern Lake Michigan. *Fisheries Management and Ecology*, 15(1): 39-47

- Judul buku ditulis dalam huruf italik. Gunakan huruf kapital pada awal kata, kecuali kata depan dan kata sambung. Nama dan lokasi penerbit, serta total halaman dicantumkan. Contoh:

  Berra TB. 2001. *Freshwater Fish Distribution*. Academic Press, San Francisco. 640 p.

- Buku terjemahan ditambahkan nama penerjemahnya. Contoh:

  Nikolsky GV. 1963. *The ecology of fishes*. Translated from Russian by L. Birkett. Academic Press, London and New York. 352 p.

  Steel GD, Torrie JH. 1981. *Prinsip-prinsip dan Prosedur Statistika*. Diterjemahkan oleh Bambang Sumantri. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta. 747 p.

- Artikel yang termuat dalam kumpulan monograf (buku, prosiding) dituliskan: penulis-tahun, judul artikel. *In*: nama penyunting, judul monograf (ditulis dengan huruf italik), nama penerbit dan lokasinya, serta halaman artikel. Contoh:

  Bleckmann H. 1993. Role of lateral line in fish behaviour. *In*: Pitcher TJ (ed.). *Behaviour of Teleost Fishes*. Chapman and Hall, London. pp. 201-246.

  Simanjuntak CPH, Zahid A, Rahardjo MF, Hadiaty RK, Krismono, Haryono, Tjakrawidjaja AT (Editor). 2011. *Prosiding Seminar Nasional Ikan VI*. Bogor 8-9 Juni 2010. Masyarakat Iktiologi Indonesia. Cibinong. 612 p.

- Kutipan terbatas hasil yang tak dipublikasikan, pekerjaan yang dalam penyiapan, pekerjaan yang baru diusulkan, atau komunikasi pribadi hanya dibuat dalam teks, di luar Daftar Pustaka.
  - Artikel dan buku yang belum dipublikasikan dan sedang dalam proses pencetakan diberi tambahan "*in press*".

Artikel ulas balik (*review*) suatu topik, resensi buku, dan komentar atau tanggapan atas suatu artikel tidak perlu mengikuti sistematika penulisan di atas.

Jurnal Iktiologi Indonesia
Volume 21 Nomor 2 Juni 2021

Tedjo Sukmono, Kartika Winda Hubungan filogenetik ikan tahan cekaman di Hutan Harapan Jambi berdasarkan DNA Barcode 75

Riska Puluhulawa, Tatag Budiardi, Iis Diatin, Irzal Effendi Kinerja produksi dan analisis usaha ikan botia, *Chromobotia macracanthus* (Bleeker 1852) pada sistem resirkulasi dengan padat tebar dan debit air berbeda 89

Sri Endah Purnamaning-tyas, Dimas Angga Hedianto dan Amula Nurfiarini Struktur komunitas dan relung makanan beberapa jenis ikan di danau Lindung Pangelang, Kabupaten Kapuas Hulu 105

Bambang Gunadi, Priadi Setyawan, Adam Robisalmi Pertumbuhan, hubungan panjang-bobot, dan faktor kondisi ikan nila NIFI (*Oreochromis* sp.) dan srikandi (*Oreochromis aureus x niloticus*) pada pembesaran di tambak bersalinitas tinggi. 117

Ismail Rahmat, Dedi Jusadi*, Mia Setiawati, Ichsan Ahmad Fauzi Evaluasi penambahan glutamin pada pakan terhadap struktur dan fungsi usus, serta pertumbuhan benih ikan lele, *Clarias gariepinus* (Burchell 1822). 131

Djamhuriyah S. Said, Novi Mayasari, Dwi Febrianti, Tjandra Chrismadha Kinerja pertumbuhan dan sintasan ikan nilem *Osteochilus vittatus* (Valenciennes, 1842) pada pemeliharaan dengan pakan kombinasi tumbuhan lemna (*Lemna perpusilla* Torr) dan pakan komersial. 151

Friesland Tuapetel Biologi reproduksi ikan terbang, *Cheilopogon abei* Parin, 1996 di perairan Selat Geser Seram Timur 167

Nyoman Dati Pertami, I Nyoman Yoga Parawangsa Hubungan panjang bobot, faktor kondisi, dan persebaran ikan nyalian (*Barbodes binotatus* Valenciennes1842) di Danau Tamblingan Bali 185

9 771693 033002